

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 926**

51 Int. Cl.:

F16C 27/04 (2006.01)

F16C 27/06 (2006.01)

F01D 25/16 (2006.01)

F16F 15/04 (2006.01)

F16C 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2015** **E 15164231 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017** **EP 2940324**

54 Título: **Jaula de rodamiento y dispositivo de rodamiento con una jaula de rodamiento de este tipo, así como procedimiento para la conformación, reparación y/o reemplazo de una jaula de rodamiento de este tipo**

30 Prioridad:

29.04.2014 DE 102014208040

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

17.10.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

HILLER, SVEN-JÜRGEN;
BAYER, ERWIN;
HESS, THOMAS y
GEIGER, PETER

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 637 926 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

Jaula de rodamiento y dispositivo de rodamiento con una jaula de rodamiento de este tipo, así como procedimiento para la conformación, reparación y/o reemplazo de una jaula de rodamiento de este tipo

5 La presente invención se refiere a una jaula de rodamiento y a un dispositivo de rodamiento con una jaula de rodamiento de este tipo, así como a un procedimiento para la conformación, reparación y/o reemplazo de una jaula de rodamiento de este tipo. Un dispositivo de rodamiento con una jaula de rodamiento de este tipo se emplea, en particular, en un compresor o en una turbina de un grupo motor de un avión o en una turbina de gas estacionaria, por ejemplo una turbina de barco o una turbina de avión. Un dispositivo de rodamiento de este tipo se conoce, por ejemplo, a partir del documento EP 1 630 357.

10 Por lo general, en el caso de rodamientos, como por ejemplo rodamientos de bolas o rodamientos de rodillos, que presenten jaulas de rodamientos o jaulas de resortes con varillas elásticas, las jaulas de rodamientos o jaulas de resortes son fresadas extrayéndolas de una pieza. Esto tiene la desventaja, sin embargo, de que esto no es posible en el caso de una jaula de rodamiento o jaula de resortes con varias varillas elásticas plegadas. En su lugar, en este caso las varillas elásticas han de ser fabricadas como piezas separadas, lo que hace que una jaula de rodamiento o una jaula de resortes se haga aparatosa y cara.

Partiendo de este trasfondo, la invención se basa en el objetivo de proporcionar una jaula de rodamientos mejorada.

Según la invención, ahora se proporciona una jaula de rodamiento de un dispositivo de rodamiento, en particular de un rodamiento de bolas o de un rodamiento de rodillos, que está fabricado por medio de un procedimiento de fabricación generativo, y presenta una brida exterior o un anillo exterior y un asiento del rodamiento que están unidos entre ellos por medio de varias varillas elásticas.

La jaula de rodamiento tiene la ventaja de que por medio de la fabricación generativa de la jaula de rodamiento también se pueden fabricar jaulas de rodamiento plegadas varias veces a partir de una sola pieza, y no han de ser montadas a partir de piezas individuales, como era el caso hasta ahora. Otra ventaja es que por medio de la fabricación generativa de la jaula de rodamiento se pueden variar como se quieran las secciones transversales, los recorridos de las secciones transversales, el número y la forma de las varillas elásticas, dependiendo de la función y de la finalidad de empleo.

El reconocimiento/idea que sirve de base a la invención viene dado por el hecho de fabricar una jaula de rodamiento por medio de un procedimiento de fabricación generativo, y en particular conformar las varillas elásticas en este caso de una pieza con el resto de piezas de la jaula de rodamiento, como por ejemplo una brida o un anillo exterior, un anillo intermedio, un asiento de rodamiento, etc.

La jaula de rodamiento presenta un primer anillo intermedio, que está unido en una pieza con la brida exterior a través de primeras varillas elásticas.

El primer anillo intermedio está unido en una pieza a través de segundas varillas elásticas con un segundo anillo intermedio. De este modo se puede conformar una estructura plegada en la jaula de rodamiento con varias filas de varillas elásticas.

El segundo anillo está unido a través de terceras varillas elásticas con el asiento de rodamiento. Gracias a ello se puede conseguir otro pliegue del asiento de rodamiento.

Además, las segundas varillas elásticas están dispuestas desplazadas respecto a las primeras varillas elásticas y/o las terceras varillas elásticas están dispuestas desplazadas respecto a las segundas varillas elásticas. Las varillas elásticas pueden estar dispuestas en este caso desplazadas en la dirección de contorno de modo uniforme o de modo no uniforme respecto a las otras varillas elásticas asignadas. Por ejemplo, las varillas elásticas pueden estar dispuestas desplazadas en la dirección de contorno en una división media respecto a las otras varillas elásticas asignadas.

Las configuraciones y las variantes ventajosas de la invención resultan a partir de las reivindicaciones subordinadas, así como de la descripción que hace referencia a los dibujos.

Según una forma de realización de la invención, el asiento de rodamiento está conformado con al menos una bolsa que está unida con al menos una tubería de aceite para proporcionar una película de aceite. Una bolsa de este tipo con una tubería de aceite se puede conformar por medio de un procedimiento de fabricación generativo de un modo muy sencillo y barato en la jaula de rodamiento.

50 En una forma de realización conforme a la invención, la al menos una tubería de aceite está conformada en el asiento de rodamiento, al menos en un elemento tensor, al menos en un anillo intermedio y/o en la brida exterior. De este modo se puede conformar el recorrido de la tubería de aceite como se quiera, dependiendo de la función y de la finalidad de uso. La fabricación generativa de la jaula de rodamiento permite en este caso una gran libertad de configuración en la conformación y en la integración de la tubería de aceite.

En otra forma de realización conforme a la invención se puede alojar en el asiento de rodamiento un rodamiento correspondiente, en particular un rodamiento de bolas o un rodamiento de rodillos. En este caso el rodamiento, además, puede estar fijado, por ejemplo, por medio de una fijación de rodamiento en la dirección axial.

5 En un motor del avión, el rodamiento alojado en la jaula de rodamiento conforme a la invención puede ser usado, en particular, para alojar un eje que une una sección de la turbina del motor del avión con una sección del compresor del motor del avión. En el caso de este eje se puede tratar, por ejemplo, de un eje, por ejemplo un eje hueco, que una turbina de alta presión con un compresor de alta presión o una turbina de baja presión con un compresor de baja presión. En este caso, la jaula de rodamiento puede amortiguar fuerzas que actúan sobre el eje, por ejemplo cuando el avión se hunde en una bolsa de aire.

10 En otra forma de realización conforme a la invención, la jaula de rodamiento está conformada como una jaula de rodamiento no plegada con sólo una fila de varillas elásticas. Alternativamente, la jaula de rodamiento, sin embargo, puede realizarse o puede estar realizada como una jaula de rodamiento plegada varias veces. Una jaula de rodamiento plegada varias veces presente frente a una jaula de rodamiento no plegada la ventaja de que en el caso de una desviación del rodamiento en relación a los componentes estructurales a los que está fijado la jaula de
15 rodamiento, el eje de simetría del rodamiento permanece paralelo en su eje respecto al eje de rotación, de manera que un eje alojado en el rodamiento no experimenta ninguna curvatura.

Según otra forma de realización conforme a la invención, al menos una varilla elástica presenta una sección transversal constante o una sección transversal que varía. Dependiendo de cómo aumenta la carga, de este modo, la varilla elástica se puede ajustar de un modo adecuado, y se puede realizar de un modo sencillo por medio del
20 procedimiento de fabricación generativo. En particular, por medio de una configuración de sección transversal correspondiente, en la que la sección transversal se modifica preferentemente a lo largo de la longitud de la varilla elástica, se puede definir de un modo adecuado una característica elástica no lineal de la varilla elástica. Esto se puede realizar de un modo especialmente sencillo por medio de un procedimiento generativo.

Adicionalmente, por medio de una fabricación excéntrica de la brida y/o del asiento de rodamiento respecto a una carcasa (estator) que rodea la jaula de rodamiento se puede compensar el peso del eje (rotor) de tal manera que el rotor y el estator, a pesar del peso propio del rotor, que presiona hacia abajo las varillas elásticas de la jaula de rodamiento, están dispuestos de modo concéntrico entre ellos.

En otra forma de realización conforme a la invención, las primeras, segundas y/o terceras varillas elásticas presentan la misma longitud y/o la misma sección transversal o bien una diferente longitud y/o una diferente sección transversal.
30

De un modo ventajoso, entre dos secciones de componente contiguas de la jaula de rodamiento, que están unidas a través de al menos una de las varillas elásticas de tal manera que se pueden mover relativamente entre ellas, está previsto al menos un elemento de tope. Preferentemente están previstos varios elementos de tope, en particular al menos cuatro elementos de tope. Estos elementos de tope pueden estar conformados de modo integral con una de
35 las dos secciones de componentes, en particular por medio de una fabricación generativa. El al menos un elemento de tope sirve para evitar o al menos reducir un contacto indeseado entre el rotor y el estator en otro lugar. En particular, cuando la jaula de rodamiento conforme a la invención se usa para el alojamiento de un eje en un motor de avión, entonces por medio del al menos un elemento de tope se puede evitar que en el caso de cargas especiales, como por ejemplo una toma de tierra especialmente dura durante el aterrizaje, o turbulencias especialmente fuertes durante el vuelo, las palas del rotor se pongan en contacto demasiado fuertemente con el revestimiento de roce de uno de los rotores.

Preferentemente, en este caso, una superficie de tope del al menos un elemento de tope está dispuesta contra una superficie de contratope de una de las dos secciones del componente, conformándose un contorno superficial de la superficie de tope complementario a un contorno de superficie de la superficie de contratope. En el caso de que uno de las secciones del componente sea la brida conformada en forma de anillo de la jaula de rodamiento, y la otra sección del componente sea el segundo anillo intermedio de la jaula de rodamiento, y en el caso de que el elemento de tope esté dispuesto en el segundo anillo intermedio entre el segundo anillo intermedio y la brida, entonces una superficie libre o bien la superficie de tope del elemento de tope puede presentar preferentemente la misma curvatura en forma de curva que la superficie de contratope de la brida en forma de anillo que está opuesta a ella.
45

Es especialmente ventajoso que el al menos un elemento de tope esté conformado de tal manera que a partir de un efecto de carga definido se produzca en el al menos un elemento de tope una deformación del elemento de tope. La deformación puede ser en este caso elástica y/o plástica. Gracias a ello, el al menos un elemento de tope puede absorber a corto plazo de un modo adecuado energía de choque, de modo que esta no se pueda transmitir o sólo de un modo reducido a los ejes que rotan. Esto es de especial interés, por ejemplo, en el caso de un aterrizaje forzado de un avión en cuyos motores del avión está prevista la jaula de rodamiento conforme a la invención para el alojamiento de un eje de rotor.
55

Para ello, el al menos un elemento de tope puede estar conformado estructuralmente de modo menos rígido en una región central entre sus dos secciones terminales, cada una de las cuales está dispuesta o está asignada a una de

las secciones del componente, que en las secciones terminales. Por ejemplo, en esta región central puede estar conformado de modo poroso, o presentar una estructura de panal, mientras que en sus secciones terminales puede estar conformado como material completo.

5 En caso de que el al menos un elemento de tope, en este caso, esté conformado de tal manera que después de una deformación plástica, en particular una rotura, en la región central entre las dos secciones terminales del elemento de tope las dos secciones terminales sigan unidas entre ellas en arrastre de forma, entonces se puede evitar que se puedan desprender al menor las piezas individuales de mayor tamaño del elemento de tope del resto del elemento de tope, y con ello puedan ocasionar daños en otros sitios.

10 Las configuraciones y variantes mencionadas anteriormente se pueden combinar, en tanto que tenga sentido, de modo aleatorio entre ellas. Otras configuraciones, variantes e implementaciones posibles de la invención también comprenden combinaciones no mencionadas explícitamente de características de la invención descritas anteriormente o descritas a continuación tomando como referencia los ejemplos de realización. En particular, el especialista en este caso también añadirá aspectos individuales como mejoras o complementos a la forma básica correspondiente de la presente invención.

15 La invención se explica a continuación con más detalle a partir de los ejemplos de realización indicados en las figuras esquemáticas de los dibujos. Se muestra:

Fig. 1 una vista en sección de una jaula de rodamiento plegada según una primera forma de realización de la invención;

Fig. 2 la vista en planta desde arriba de la jaula de rodamiento según la Fig. 1;

20 Fig. 3 una vista en sección de una jaula de rodamiento plegada según una segunda forma de realización de la invención;

Fig. 4 un diagrama de flujo para la fabricación de una jaula de rodamiento plegada según una forma de realización de la invención; y

25 Fig. 5a-5d diferentes formas de realización de elementos de tope, que están diseñados para ser construidas entre secciones de componente contiguas de la jaula de rodamiento conforme a la invención, para limitar el movimiento relativo máximo entre estas dos secciones de componente.

En las Figuras del dibujo, los elementos, características y componentes iguales, con la misma función o con el mismo efecto – en tanto que no se indique lo contrario – están provistos con los mismos símbolos de referencia.

30 En la Fig. 1 se muestra una vista en sección de una jaula de rodamiento 1 según una primera forma de realización de la invención.

En el caso de turbomáquinas, los rodamientos se provén habitualmente con las denominadas jaulas de rodamiento (squirrel cages en inglés). Una jaula de rodamiento de este tipo hace posible una rigidez definida de una estructura de carcasa. Las jaulas de rodamiento hasta el momento están hechas de un anillo exterior o de una brida exterior, que está unida con una carcasa que la rodea. Por medio de varillas elásticas, este anillo exterior está unido con un anillo interior, en el que entonces, está fijado, directa o indirectamente, por ejemplo, un rodamiento de bolas o de rodillos. La rigidez de la jaula de rodamiento se determina, entre otras cosas, sobre todo, por medio del número, las secciones transversales y la longitud de estas varillas flexibles. En este caso, estas varillas flexibles se fabrican clásicamente por medio del fresado a partir de un componente integrado. Debido a ello, sin embargo, le limitan la forma y la distancia de las varillas elásticas.

40 Parcialmente, la longitud requerida de estas varillas elásticas es muy grande. En este caso, se usa una denominada jaula de resortes plegada. En lugar de guiar las varillas elásticas en una dirección, se dividen, y se llevan de modo radial de vuelta hacia el interior. Esto requiere, sin embargo, un nuevo componente con atornilladuras, ya que con los fresados clásicos no se puede fabricar una jaula plegada a partir de un componente. Esto incrementa, sin embargo, el peso, el número de los ajustes finos, el número de las tolerancias necesarias, y los costes de fabricación de modo correspondiente.

45 Según la invención, así pues, se fabrica una jaula de rodamiento o de resortes 1, en particular una jaula de rodamiento o de resortes 1 plegada, por medio de un procedimiento de fabricación generativo. La jaula de rodamiento o de resortes 1 se puede emplear en este caso para un alojamiento en un grupo motor, una turbina de gas estacionaria, una turbina de gas de un vehículo, una turbina de gas de un barco, etc.

50 Por medio de este procedimiento de fabricación generativo es posible fabricar una jaula de rodamiento o de resortes 1 (en inglés, squirrel cage) plegada varias veces, por ejemplo tres veces, tal y como se muestra en la Fig. 1, como un componente. En lo sucesivo se usa siempre el concepto de jaula de rodamiento, pudiéndose sustituir el concepto también por jaula de resortes de modo correspondiente.

Tal y como se muestra en la vista en sección de la primera forma de realización de una jaula de rodamiento 1 conforme a la invención, la jaula de rodamiento 1 presenta una brida 2 exterior. En la brida exterior 2 está dispuesta una primera fila de primeras varillas elásticas 3. Las primeras varillas elásticas 3 están unidas, a su vez, como un primer anillo intermedio 4 circular de la jaula de rodamiento 1. En el primer anillo intermedio 4 está conformada, preferentemente en la misma posición o en el mismo lado, una segunda fila o una fila central de segundas varillas elásticas 5. Las segundas varillas elásticas 5 de la segunda fila, en este caso, están desplazadas por ejemplo en la dirección del contorno respecto a las primeras varillas elásticas 3 de la primera fila de la brida exterior 2. En este caso, las segundas varillas elásticas 5 pueden estar dispuestas, por ejemplo, en la dirección de contorno desplazadas media división respecto a las primeras varillas elásticas 4.

Las segundas varillas elásticas 5 de la segunda fila o de la fila central están unidas con un segundo anillo intermedio 6 adicional. En el segundo anillo intermedio 6 está conformada, preferentemente en el mismo lugar o en el mismo lado, una tercera fila o una fila interior de terceras varillas elásticas 7. Las terceras varillas elásticas 7, en este caso, pueden estar dispuestas, por ejemplo, desplazadas en la dirección de contorno respecto a las segundas varillas elásticas 5 de la segunda fila. En este caso las terceras varillas elásticas 7, por ejemplo, pueden estar dispuestas desplazadas en la dirección de contorno media división respecto a las segundas varillas elásticas 5. Las terceras varillas elásticas 7 de la tercera fila o de la fila interior están unidas con un asiento de rodamiento 8. En este asiento de rodamiento 8 está dispuesto el auténtico rodamiento 9. El rodamiento 9 es en este caso, por ejemplo, un rodamiento por bolas o un rodamiento por rodillos, etc., y puede estar fijado axialmente con una fijación de rodamiento 10, tal y como se ilustra en el ejemplo de realización de la Fig. 1. La fijación del rodamiento 10, en este caso, puede estar fabricada como un componente conformado de modo separado respecto al resto de la jaula de rodamiento 1, que después de la introducción del rodamiento 9 en el asiento del rodamiento 8 se une con el resto de la jaula de rodamiento 1, por ejemplo se atornillo, para fijar o asegurar el rodamiento 9 de modo axial.

Tal y como se muestra en el ejemplo de realización de la Fig. 1, en el asiento de rodamiento 8 puede estar prevista al menos una bolsa 11 para proporcionar una película de aceite (en inglés, squeeze-film). El aceite suministrado se puede usar, en particular, para el lubricado y/o para la refrigeración de los cuerpos cilíndricos en el rodamiento 9. Para el suministro de aceite de la bolsa para la conformación de la película de aceite se puede conformar, por ejemplo, al menos una tubería 12 en el asiento de rodamiento 8 con una conexión 13 para el suministro de aceite.

La jaula de rodamiento 1 con la brida exterior 2, con las primeras, segundas y terceras varillas elásticas 3, 5, 7, el primer y segundo anillo intermedio 4, 6 y el asiento de rodamiento 9 se fabrican según la invención preferentemente como una pieza por medio de un procedimiento de fabricación generativo. Por medio del procedimiento de fabricación generativo también se puede conformar en este caso al menos una bolsa 11 correspondiente para proporcionar una película de aceite, así como al menos una tubería de aceite 12 para el suministro de aceite a la bolsa 11 con una conexión de aceite 13 en el asiento del rodamiento 8.

Al procedimiento de fabricación generativo con el que se puede fabricar una jaula de rodamiento 1 según la invención, pertenecen, por ejemplo, el denominado Rapid Prototyping y el denominado Rapid Manufacturing. En la fabricación generativa se construyen componentes, en particular, por medio de una aplicación de material por capas. Al proceso de fabricación generativo pertenece, por ejemplo, la sinterización por láser, la Selective Laser Sintering (SLS), la sinterización por rayo de electrones, la Electron Beam Melting (EBM), la Laser Cusing, la Selective Laser Melting (SLM) o la impresión 3D, etc. En este caso, el material que ha de ser añadido o aplicado se elabora como polvo de metal o de una aleación de metal. El polvo se aplica en este caso, por ejemplo, capa a capa sobre una placa base o sobre un soporte. A continuación se solidifica la capa de polvo en una región del componente para la conformación del componente por medio de una radiación de energía, como por ejemplo un rayo láser y/o un rayo de electrones. A continuación, por encima de esta capa de polvo se aplica la siguiente capa de polvo, y se solidifica a su vez por medio de la irradiación de energía. De este modo se puede construir el componente capa a capa. La solidificación de cada una de las capas de polvo se realiza en este caso normalmente tomando como base datos de geometría, como por ejemplo datos CAD, del componente que se ha de fabricar. Además la solidificación del polvo se puede llevar a cabo por medio de irradiación de energía sin apantallamiento o de modo apantallado, por ejemplo en una atmósfera de gas inerte o en una atmósfera de gas noble, o en el vacío. La región de la capa de polvo, por ejemplo, puede ser escaneada, y la región del componente de la capa de polvo se puede solidificar por medio de la irradiación de energía. Por medio de la acción de la irradiación de energía se sinteriza el polvo en esta región, o se funde, y gracias a ello se solidifica.

En la Fig. 2 se muestra una vista en planta desde arriba esquemática y muy simplificada de la jaula de rodamiento 1 según la Fig. 1. La jaula de rodamiento 1 presenta en este caso la brida exterior 2, en la que están conformadas las primeras o exteriores varillas elásticas, y están unidas con el primer anillo intermedio 4. En el primer anillo intermedio 4 están conformadas en este caso en la misma posición o en el mismo lado las segundas o centrales varillas elásticas 5, y están unidas con el segundo anillo intermedio 6. Tal y como está ilustrado en el ejemplo de realización de la Fig. 2, las segundas varillas elásticas 5 están dispuestas desplazadas en la dirección de contorno respecto a las primeras varillas elásticas 3, por ejemplo desplazadas media división. En el segundo anillo intermedio 6 están conformadas en este caso en el mismo lugar o en el mismo lado las terceras o interiores varillas elásticas 7, y están unidas con el asiento de rodamiento. Las terceras varillas elásticas 7, en este caso, también pueden estar dispuestas desplazadas en la dirección de contorno respecto a las segundas varillas elásticas 5, por ejemplo en media división. Las terceras varillas elásticas 7 están unidas con el asiento de rodamiento en el que está dispuesto

el auténtico rodamiento. El rodamiento, en este caso, tal y como se ha descrito anteriormente, es por ejemplo un rodamiento de bolas o un rodamiento de rodillos, etc., y se puede fijar axialmente con la fijación del rodamiento.

Adicionalmente, en la Fig. 3 se muestra una vista en sección de una jaula de rodamiento 1 plegada según una segunda forma de realización de la invención.

- 5 La jaula de rodamiento 1 plegada según la segunda forma de realización de la invención presenta fundamentalmente la misma construcción que la jaula de rodamiento según la primera forma de realización.

La jaula de rodamiento 1 según la segunda forma de realización de la invención se diferencia en este caso respecto a la jaula de rodamiento plegada según la primera forma de realización, por un lado, en que la al menos una tubería de aceite 12 para la película de aceite está integrada directamente con las varillas elásticas. La tubería de aceite 12 en este caso también se puede guiar hacia el exterior como se desee. Por otro lado, en la segunda forma de realización se muestra un elemento de tope 14.

- 10 Tal y como se muestra en la vista en sección de la segunda forma de realización de una jaula de rodamiento 1 conforme a la invención en la Fig. 3, la jaula de rodamiento 1 presenta una brida exterior 2. En la brida exterior 2 está dispuesta en este caso una primera fila de primeras o de varillas elásticas 3 exteriores. Las primeras varillas elásticas 3 están unidas a su vez con un primer anillo intermedio 4 circular de la jaula de rodamiento 1, estando conformada en el primer anillo intermedio 4, preferentemente en el mismo lugar o en el mismo lado, una segunda fila o fila central de segundas varillas elásticas 5. En este caso, las segundas varillas elásticas 5 de la segunda fila están dispuestas, por ejemplo, desplazadas en la dirección de contorno respecto a las primeras varillas elásticas 3 de la primera fila de la brida exterior 2. Las segundas varillas elásticas 5 pueden estar dispuestas en este caso, por ejemplo, en la dirección de contorno desplazadas media división respecto a las primeras varillas elásticas 3.

- Además, las segundas varillas elásticas 5 de la segunda fila o fila central están unidas con un segundo anillo intermedio 6. En el segundo anillo intermedio 6 está conformada, preferentemente en el mismo lugar o en el mismo lado, una tercera fila o fila interior de terceras varillas elásticas 7. En este caso, las terceras varillas elásticas 7 pueden estar dispuestas desplazadas en la dirección de contorno respecto a las segundas varillas elásticas 5 de la segunda fila. Por ejemplo, las terceras varillas elásticas 7 en la dirección de contorno pueden estar dispuestas desplazadas media división respecto a las segundas varillas elásticas 5. Las terceras varillas elásticas 7 de la tercera fila o fila interior están unidas con el asiento de rodamiento 8, en el que está dispuesto respectivamente el auténtico rodamiento 9, por ejemplo un rodamiento por bolas o un rodamiento por rodillos, etc. El rodamiento 9, en este caso, puede estar fijado axialmente, por ejemplo con una fijación de rodamiento 10, tal y como está ilustrado en el ejemplo de realización en la Fig. 3.

- Tal y como se muestra en el ejemplo de realización en la Fig. 3, en el asiento de rodamiento 9 puede estar prevista al menos una bolsa 11 para proporcionar una película de aceite (en inglés, squeeze-film). Para proporcionar aceite a la bolsa 11 y conformar una película de aceite, en el asiento de rodamiento 8 y, por ejemplo en al menos una tercera varilla elástica 7, puede estar conformada una tubería de aceite 12, con una conexión para el suministro de aceite 13. Tal y como se muestra en el ejemplo de realización en la Fig. 3, en una tercera, segunda y primera varilla elásticas 7, 5, 3 está conformada la al menos una tubería de aceite 12, y está provista de una conexión de aceite 13. La al menos una tubería de aceite 12 se guía en este caso a través de la primera varilla elástica 3 hacia el exterior, y se provee de una conexión de aceite 13 para la conexión de una fuente de aceite correspondiente.

- La al menos una tubería de aceite 12 puede estar integrada y guiada hacia el exterior de cualquier manera en las varillas elásticas 3, 5, 7. Por ejemplo, la tubería de aceite 12 puede estar integrada o conformada en al menos una tercera y una segunda varilla elástica 7, 5, y por ejemplo se puede guiar hacia el exterior a través de la segunda varilla elástica 5. Del mismo modo, la tubería de aceite 12 también puede estar conformada sólo en al menos una tercera varilla elástica 7, y se puede guiar desde ésta hacia el exterior, por ejemplo a través de un segundo anillo intermedio 6. La tubería de aceite 12 puede estar conformada o integrada de cualquier manera en al menos una primera varilla elástica 3, una segunda varilla elástica 5, una tercera varilla elástica 7, el primer anillo intermedio 4, el segundo anillo intermedio 6, la brida exterior 2 y/o el asiento de rodamiento 8.

- Como la primera forma de realización de la jaula de rodamiento conforme a la invención, también la segunda forma de realización de la jaula de rodamiento 1 conforme a la invención está fabricada por medio de un procedimiento de fabricación generativo. Tal y como se ha descrito anteriormente, la jaula de rodamiento 1 se fabrica con la brida exterior 2, las primeras, segundas y terceras varillas elásticas 3, 5, 7, el primer y el segundo anillo intermedio 4, 6 y el asiento de rodamiento 8 según la invención preferentemente como una pieza por medio de un procedimiento de fabricación generativo. Por medio del procedimiento de fabricación generativo se puede conformar también la al menos una bolsa 11 correspondiente para proporcionar una película de aceite, así como la al menos una tubería de aceite 12 para el suministro de aceite a la bolsa con una conexión de aceite 13 en la jaula de rodamiento 1. Además, también la fijación de rodamiento 10 se puede fabricar por medio de un procedimiento de fabricación generativo. Esto es válido para todas las formas de realización de la invención.

Por medio de la fabricación de la jaula de rodamiento, en particular de la jaula de rodamiento plegada, por medio de un procedimiento de fabricación generativo, se consigue una compacidad muy grande desde el punto de vista radial

y desde el punto de vista de longitud de la construcción. Las varillas elásticas, frente a una fabricación convencional, se pueden dimensionar en relación a la sección transversal, recorrido de la sección transversal, número y/o forma en un intervalo muy amplio. Por medio de la fabricación integral se ahorran elementos de unión, y con ello peso, volumen de construcción, tolerancias y costes correspondientes.

Además, en la segunda forma de realización de la jaula de rodamiento 1 conforme a la invención están previstos entre la parte interior radial de la brida 2 y la parte exterior radial del segundo anillo intermedio 6 al menos un elemento de tope 14. Éste está colocado en el ejemplo de realización previo en el segundo anillo intermedio 6, y está conformado con este preferentemente de modo integral. Alternativamente también podría estar colocado, perfectamente, en la brida 2. Preferentemente están dispuestos varios, por ejemplo al menos cuatro, elementos de tope 14 distribuidos en la dirección de contorno entre la brida 2 y el segundo anillo intermedio 6, aunque en la Figura 3 sólo está representado un elemento de tope 14 a modo de ejemplo. Los elementos de tope 14 limitan de modo adecuado el recorrido máximo, que el segundo anillo intermedio 6 puede recorrer en relación a la brida 2. Esto es especialmente ventajoso, por ejemplo, cuando la jaula de rodamiento conforme a la invención se usa para el alojamiento de un eje en un motor de avión, para evitar que las palas del rotor se pongan fuertemente en contacto con un revestimiento de entrada de una disposición de estator que rodea a las hojas del rotor. En este caso, la superficie libre del elemento de tope 14, que está opuesta a la brida 2, y que también se designa aquí como superficie de tope, está conformada de modo complementario respecto a una superficie de contratope opuesta a ella de la brida 2. Esto significa en la forma de realización representada en la Fig. 3, que la superficie de tope y la superficie de contratope, en particular, presentan fundamentalmente la misma curvatura. De este modo, en el caso de que se produzca un contacto del elemento de tope 14 y la brida 2, entonces se da un contacto plano, y no sólo un contacto en forma de punto o de línea.

En el caso de un efecto de carga desproporcionadamente elevado sobre la máquina, por ejemplo un motor del avión, que presenta la jaula de rodamiento conforme a la invención, es ventajoso que al menos un elemento de tope 14 esté conformado de tal manera que se pueda deformar de modo adecuado de manera plástica y/o elástica, para absorber al menos una parte de la energía del efecto de carga. Esto es ventajoso, por ejemplo, en el caso de un aterrizaje forzado de un avión con un motor del avión mencionado anteriormente.

Diferentes estructuras ventajosas de posibles elementos de tope 14 están representadas en la sección transversal de modo esquemático en las Fig. 5a-5d. Todas ellas tienen en común que presentan en su región central una rigidez estructuralmente menor que en la región de las secciones terminales (respectivamente arriba y abajo en las Fig. 5a-5d). Con ello se obtiene una deformación adecuada o bien un fallo adecuado de la región central cuando actúa una fuerza correspondientemente elevada (indicada por medio de las flechas verticales en las Fig. 5b-5d) sobre el elemento de tope 14 correspondiente.

En el ejemplo de realización según la Fig. 5a, el elemento de tope 14 está formado fundamentalmente por dos placas distanciadas entre ellas en la dirección radial, presentando la placa interior radial (abajo en la Fig. 5a) fundamentalmente la misma curvatura que la superficie exterior radial del segundo anillo intermedio 6 con el que está unida, y presentando la placa exterior radial (arriba en la Fig. 5a) o bien la superficie de tope fundamentalmente la misma curvatura que la superficie interior radial o la superficie de contratope de la brida 2. Entre estas dos placas está prevista una sección porosa que está construida preferentemente conjuntamente con las dos placas, prefiriéndose adicionalmente que esté construida también conjuntamente con el resto de la jaula de rodamiento 1, de modo generativo.

La Fig. 5b muestra una estructura alternativa de un elemento de tope 14, que se caracteriza, en particular, gracias al hecho de que con una deformación o bien una rotura de la región central del elemento de tope 14 las dos secciones terminales permanecen unidas mediante arrastre de forma. Con ello no van a parar grandes piezas de componentes sueltas del elemento de tope 14, al producirse este fallo, a la máquina correspondiente, por ejemplo a un motor del avión.

Las Fig. 5c y 5d muestra dos formas de realización alternativas de un elemento de tope, destacando estas formas de realización, en particular, gracias al hecho de que en la región central entre las dos secciones terminales del elemento de tope 14 está prevista una estructura de panal. Tal y como se indica en las Figuras, ésta se puede deformar de modo adecuado (plástico) por medio de una aplicación de fuerza correspondiente, para de este modo absorber energía de choque a corto plazo.

En la Fig. 4 se muestra un diagrama de flujo para la fabricación de una jaula de rodamiento según la invención.

En una primera etapa S1 se construye por medio del procedimiento de fabricación generativo la jaula de rodamiento conforme a la invención. Para la fabricación de la jaula de rodamiento se aplica una capa de polvo sobre un soporte o una placa base, y se funde y se solidifica la región del componente de la capa de polvo por medio de irradiación de energía, como por ejemplo un rayo láser o un rayo de electrones de una fuente de irradiación de energía. La región del componente comprende en este caso la jaula de rodamiento, tal y como se ha descrito, por ejemplo, anteriormente haciendo referencia a las Fig. 1 a 3. La placa base se desplaza en un grosor de la capa, y la siguiente capa de polvo se aplica sobre la última capa de polvo solidificada, y la nueva capa de polvo se solidifica en su región de componente por medio de la irradiación de energía de la fuente de irradiación de energía. La etapa S1 se repite

hasta que la jaula de rodamiento esté completamente fabricada a partir de las regiones de componente solidificadas. Alternativamente también se puede usar soldadura de polvo depositado mediante láser u otro procedimiento generativo para la fabricación de la jaula de rodamiento.

5 A continuación se elimina en una etapa S2 el polvo que no haya sido solidificado. La jaula de rodamiento se puede usar directamente para montar un dispositivo de rodamiento con los rodamientos correspondientes, como rodamientos de bolas o rodamientos de rodillos, etc., que son alojados en el asiento de rodamiento correspondiente de la jaula de rodamiento. Del mismo modo, la jaula de rodamiento, dependiendo de su función y finalidad de uso, también se puede trabajar o tratar posteriormente.

10 La jaula de rodamiento conforme a la invención puede estar fabricada a partir de metal o de una aleación de metal, o dependiendo de su función y finalidad de empleo, también a partir de plástico o de otro material o combinación de material adecuada por medio de un procedimiento de fabricación generativo.

Aunque la presente invención ha sido descrita anteriormente a partir de los ejemplos de realización preferidos, no está limitada a estos, sino que se puede modificar de muchas maneras. En particular, los ejemplos de realización anteriormente mencionados se pueden combinar entre ellos, en particular características individuales.

15 En particular, la invención no está limitada a una jaula de rodamiento plegada. Del mismo modo, según la invención, también se puede proveer una jaula de rodamiento con sólo una fila de varillas elásticas, que por ejemplo unen una brida con un asiento de rodamiento. Del mismo modo, la jaula de rodamiento, en lugar de presentar, tal y como se muestra en las Fig. 1 a 3, un plegado triple, también puede presentar un plegado doble o un plegado por encima del triple, por ejemplo un plegado cuádruple, etc.

20 LISTA DE SÍMBOLOS DE REFERENCIA

- | | | |
|----|----|-----------------------------------|
| | 1. | Jaula de rodamiento o de resortes |
| | 2. | Brida exterior |
| | 3 | Primera varilla elástica |
| | 4 | Primer anillo intermedio |
| 25 | 5 | Segunda varilla elástica |
| | 6 | Segundo anillo intermedio |
| | 7 | Tercera varilla elástica |
| | 8 | Asiento de rodamiento |
| | 9 | Rodamiento |
| 30 | 10 | Fijación del rodamiento |
| | 11 | Bolsa |
| | 12 | Tubería |
| | 13 | Conexión |
| | 14 | Elemento de tope |

35

REIVINDICACIONES

1. Jaula de rodamiento (1) de un dispositivo de rodamiento, en particular un rodamiento de bolas o de rodillos, que presenta una brida exterior (2) y un asiento de rodamiento (8) que están unidos entre ellos por medio de varias varillas elásticas (3, 5, 7), caracterizada porque la jaula de rodamiento (1) está fabricada por medio de un procedimiento de fabricación generativo, así como porque la jaula de rodamiento (1) presenta un primer anillo intermedio (4) que está unido con la primera brida (2) a través de primeras varillas elásticas (3), y
5 porque el primer anillo intermedio (4) está unido por medio de segundas varillas elásticas (5) con un segundo anillo intermedio (6),

10 porque el segundo anillo intermedio (6) está unido a través de terceras varillas elásticas (7) con el asiento de rodamiento (8) y

15 porque las segundas varillas elásticas (5) están dispuestas desplazadas respecto a las primeras varillas elásticas (3) y/o las terceras varillas elásticas (7) respecto a las segundas varillas elásticas (5).
2. Jaula de rodamiento según la reivindicación 1, caracterizada porque el asiento de rodamiento (8) está conformado con al menos una bolsa (11), que está unida con al menos una tubería de aceite (12) para proporcionar una película de aceite.
3. Jaula de rodamiento según la reivindicación 2, caracterizada porque la al menos una tubería de aceite (12) está conformada de modo que discurre en el asiento de rodamiento (8), en al menos una varilla elástica (3, 5, 7), en al menos un anillo intermedio (4, 6) y/o en la brida exterior (2).
4. Jaula de rodamiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque en el asiento de rodamiento (8) se puede alojar un rodamiento (9), en particular un rodamiento de bolas o un rodamiento de rodillos, y el rodamiento (9) está fijado preferentemente por medio de una fijación de rodamiento (10) en dirección axial.
5. Jaula de rodamiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la jaula de rodamiento (1) está conformada como una jaula de rodamiento (1) plegada de modo múltiple.
6. Jaula de rodamiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque al menos una varilla elástica (3, 5, 7), preferentemente todas las varillas elásticas (3, 5, 7), presenta o presentan una sección transversal constante.
7. Jaula de rodamiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque al menos una varilla elástica (3, 5, 7), preferentemente todas las varillas elásticas (3, 5, 7) presenta o presentan una sección que varía, de manera que la al menos una varilla elástica (3, 5, 7) posea una característica elástica no lineal ajustada de modo apropiado.
8. Jaula de rodamiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque las primeras, segundas y/o terceras varillas elásticas (3, 5, 7) presentan la misma longitud y/o la misma sección transversal o una diferente longitud y/o una diferente sección transversal.
9. Jaula de rodamiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque entre dos secciones contiguas del componente (2, 6) de la jaula de rodamiento (1), que están unidas entre ellas por medio de al menos una de las varillas elásticas (3, 5) de tal manera que se pueden mover de modo relativo entre ellas, están dispuestos al menos uno, preferentemente al menos cuatro elementos de tope (14), que está o están conformados preferentemente de modo integral con una de las dos secciones del componente (6).
10. Jaula de rodamiento según la reivindicación 9, caracterizada porque una superficie de tope del al menos un elemento de tope (14) está opuesta a una superficie de contratope de una de las dos secciones del componente (2, 6), estando conformado un contorno superficial de la superficie de tope complementariamente al contorno superficial de la superficie de contratope.
11. Jaula de rodamiento según la reivindicación 9 o 10, caracterizada porque el al menos un elemento de tope (14) está conformado de tal manera que a partir de un cierto efecto de carga sobre el al menos un elemento de tope (14) se produce una deformación del elemento de tope (14).
12. Jaula de rodamiento según la reivindicación 11, caracterizada porque el al menos un elemento de tope (14) en una región central entre las dos secciones terminales, cada una de las cuales está opuesta o asignada a una de las dos secciones del componente (2, 6), está conformado de un modo estructuralmente menos rígido que las secciones terminales.
13. Jaula de rodamiento según la reivindicación 12, caracterizada porque el al menos un elemento de tope (14) está conformado de tal manera que después de una deformación plástica, en particular una rotura, en la región central entre las dos secciones terminales del elemento de tope (14), las dos secciones terminales siguen estando

unidas entre ellas mediante arrastre de forma.

14. Dispositivo de rodamiento con una jaula de rodamiento (1) que está conformada según una de las reivindicaciones 1 a 13.

5 15. Motor de avión con un dispositivo de rodamiento según la reivindicación 14, en donde el dispositivo de rodamiento aloja preferentemente un eje que une una región de turbina con una región de compresor del motor de avión.

10 16. Procedimiento para la conformación, reparación y/o reemplazo de una jaula de rodamiento de un dispositivo de rodamiento según la reivindicación 14, que presenta una brida exterior (2) y un asiento de rodamiento (8), que están unidos entre ellos por medio de varias varillas elásticas (3, 5, 7), presentando el procedimiento las siguientes etapas:

Aplicación de una capa de polvo solidificable por medio de irradiación de energía sobre un soporte;

Solidificación de la capa de polvo mediante irradiación de energía de una fuente de irradiación de energía en una región del componente de la capa de polvo, siendo la región del componente la región de la jaula de rodamiento;

Desplazamiento del soporte en un grosor de la capa y aplicación de la siguiente capa de polvo;

15 Solidificación de la capa de polvo por medio de irradiación de energía de la fuente de irradiación de energía en la región del componente de la capa de polvo; y

Repetición de las etapas anteriores hasta que la jaula de rodamiento completa ha sido construida a partir de las regiones de componentes solidificadas.

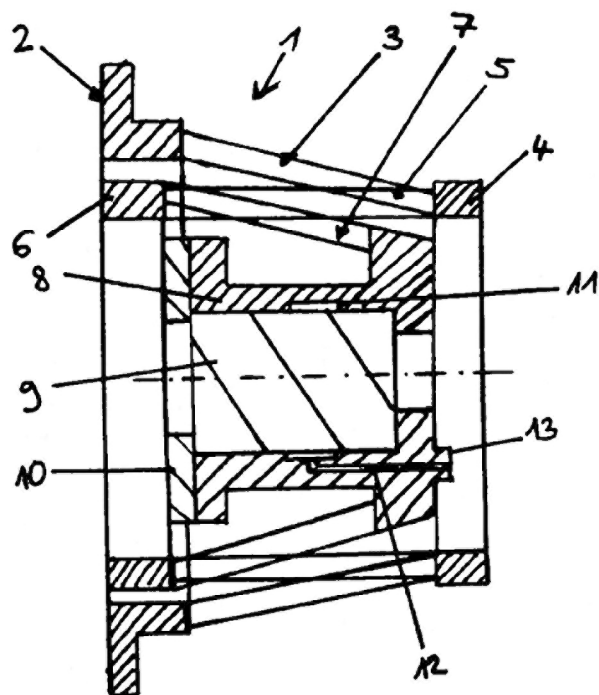


Fig. 1

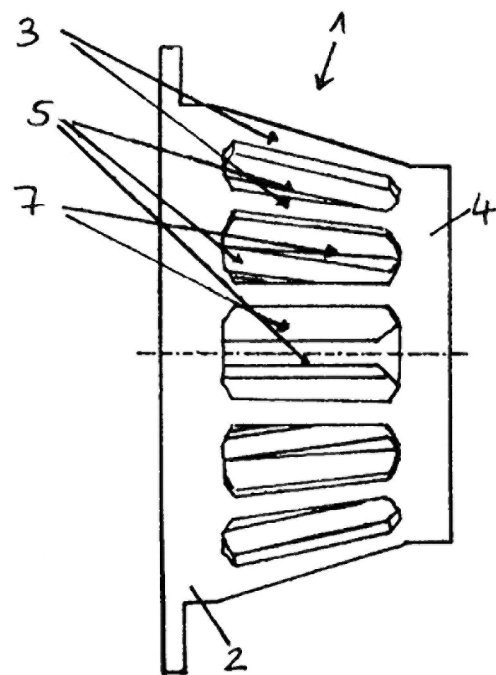


Fig. 2

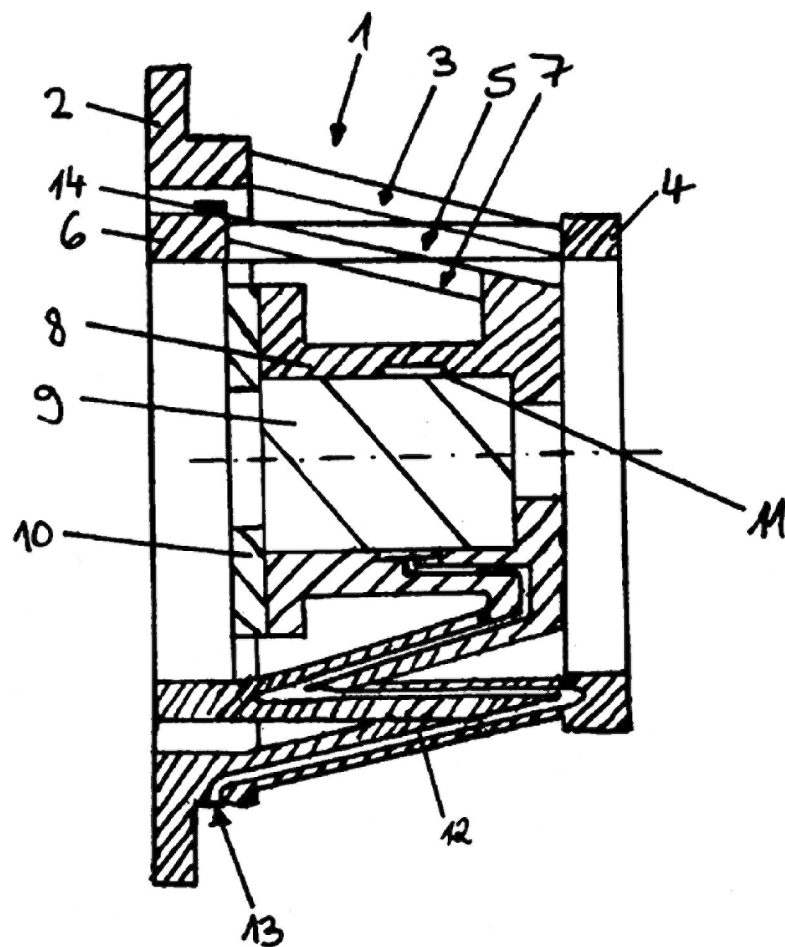


Fig. 3

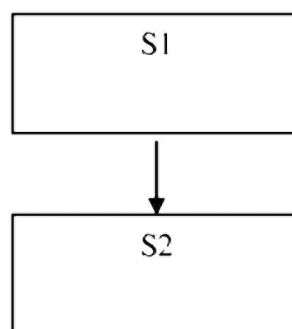


Fig. 4

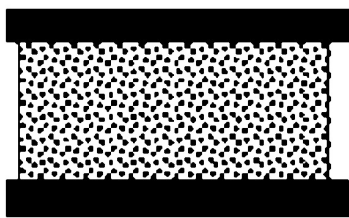


Fig. 5a

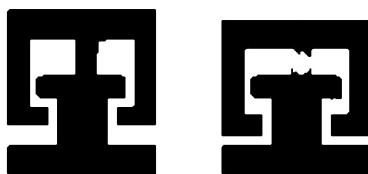


Fig. 5b



Fig. 5c

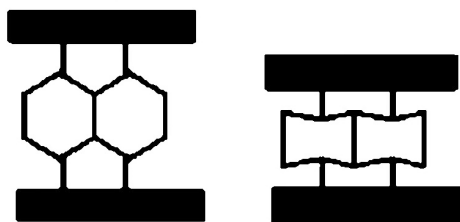


Fig. 5d