(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 426 099**

(51) Int. CI.:

F01D 25/24 (2006.01)
F01D 25/26 (2006.01)
F16M 1/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2009 E 09827201 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2013 EP 2347101**

(54) Título: **Turbina de gas e instalación de turbina de gas o de vapor correspondiente**

(30) Prioridad:

19.11.2008 EP 08020190

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.10.2013

(73) Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

(72) Inventor/es:

BENKLER, FRANCOIS;
BUCHAL, TOBIAS;
BÖTTCHER, ANDREAS;
HARTMANN, MARTIN;
HÜLSMEIER, PATRICIA;
KAHLSTORF, UWE;
MALDFELD, EKKEHARD;
MINNINGER, DIETER;
NEUBAUER, MICHAEL;
SCHRÖDER, PETER;
TETERUK, ROSTISLAV y
VEITSMAN, VYACHESLAV

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

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

Turbina de gas e instalación de turbina de gas o de vapor correspondiente

La invención se refiere a una turbina de gas con un soporte de palas de guía que está configurado esencialmente en forma de cono hueco o en forma de cilindro hueco y que se extienden a lo largo de un eje de máquina y con una pared exterior segmentada en dirección circunferencial y/o en dirección axial en segmentos anulares, configuradas esencialmente en forma de cono hueco o en forma de cilindro hueco, de una trayectoria de gas caliente en forma de anillo, cuyos segmentos anulares están fijados por medio de una pluralidad de elementos de gancho en el lado interior del soporte de las palas de guía.

Las turbinas de gas se emplean en muchos campos para el accionamiento de generadores o de máquinas de trabajo. En este caso, el contenido de energía de un combustible se aprovecha para la generación de un movimiento de rotación de un árbol de turbina. El combustible se quema a tal fin en una cámara de combustión, siendo alimentado aire comprimido por un compresor de aire. El medio de trabajo generado en la cámara de combustión a través de la combustión del combustible y que está a alta presión y a alta temperatura es conducido en este caso a través de una unidad de turbina conectada a continuación de una cámara de combustión, donde se expande prestando trabajo.

Para la generación del movimiento de rotación del árbol de turbina, en este caso en este árbol están dispuestas una pluralidad de palas de rodadura agrupadas normalmente en grupos de palas o series de palas, que accionan a través de una transmisión de impulso desde el medio de trabajo el árbol de la turbina. Para la conducción de la circulación del medio de trabajo, además, normalmente entre las series de palas de rodadura adyacentes están dispuestas unas palas de guía agrupadas en series de palas de guía, conectadas con la carcasa de la turbina. Estas palas de guía están fijadas en un soporte de palas de guía normalmente en forma de cilindro hueco o en forma de cono hueco.

En el diseño de tales turbinas de gas, adicionalmente a la potencia alcanzable, un objetivo de diseño es normalmente un rendimiento especialmente alto. Se puede conseguir una elevación del rendimiento en este caso, por razones termodinámicas, en principio, a través de una elevación de la temperatura de salida, con la que el medio de trabajo sale desde la cámara de combustión y afluye en la unidad de turbina. En este caso, se pretenden y también se consiguen temperaturas desde aproximadamente 1200 ºC hasta 1500 ºC para tales turbinas de gas.

Sin embargo, a temperaturas tan altas del medio de trabajo los componentes y elementos expuestos a ellas están expuestos a cargas térmicas altas. Por lo tanto, el canal de gas caliente está revestido normalmente a través de los llamados segmentos anulares, que forman secciones axiales de la pared exterior del canal de gas caliente. Estas secciones están fijadas normalmente por medio de elementos de gancho en el soporte de palas de guía, de manera que la totalidad de los segmentos anulares forman en dirección circunferencial lo mismo que el soporte de palas de guía una estructura en forma de cono hueco o en forma de cilindro hueco.

Los componentes de la turbina de gas se pueden deformar a través de diferente dilatación térmica en diferentes estados de funcionamiento, lo que tiene una influencia directa sobre el tamaño de los intersticios radiales entre las palas de guía y la pared exterior del canal de gas caliente. Estos intersticios radiales están dimensionados en la entrada y en la salida de la turbina de diferente forma que en el funcionamiento regular. En la construcción de la turbina de gas, los componentes tales como el soporte de las palas de guía o la pared exterior se pueden dimensionar siempre de tal manera que los intersticios radiales se mantienen suficientemente grandes para que no puedan aparecer daños de la turbina de gas en ningún estado de funcionamiento. Un diseño correspondiente comparativamente amplio de los intersticios radiales conduce, sin embargo, a menoscabos considerables en el rendimiento.

Para solucionar este problema, el documento JP 2005-042612 propone configurar el soporte de las palas de guía de forma refrigerable, con lo que debe evitarse la deformación térmica condicionado con ello. De acuerdo con el documento JP 54-081409, este problema debe solucionarse con varias cámaras de e4xtracción de gas, lo que conduce a una rigidez homogénea de la parte superior y de la parte inferior de la carcasa.

Por lo tanto, la invención tiene el cometido de indicar una turbina de gas, que posibilita un rendimiento especialmente alto manteniendo la seguridad funcional máxima posible.

Este cometido se soluciona de acuerdo con la invención porque los elementos de gancho de al menos uno de los segmentos anulares de la turbina de gas mencionada al principio están adaptados geométricamente de tal forma que, en el estado fuera de servicio, en el caso de un corte perpendicularmente al eje de la máquina, la pared exterior que delimita la trayectoria de los gases calientes presenta un contorno de la sección transversal esencialmente en forma de elipse.

La invención parte en este caso de la consideración de que sería posible un rendimiento especialmente alto a través de una reducción de los intersticios radiales en el funcionamiento regular, es decir, por ejemplo en el funcionamiento

a plena carga. Hasta ahora era necesario un diseño comparativamente grande de los intersticios radiales especialmente porque la turbina se deforma de manera diferente en diferentes estados de funcionamiento. En particular, en este caso, se produce una ovalización de los componentes formados de forma cilíndrica o cónica de la turbina de gas, que debe tenerse en cuenta en el dimensionado de los intersticios radiales. Para posibilitar una reducción de los intersticios radiales en la construcción de la turbina de gas, debería mantenerse, por lo tanto, lo más reducida posible la ovalización en el funcionamiento de la turbina de gas. Esto debería conseguirse por medio de un contorno de la sección transversal adaptado de manera correspondiente de los componentes configurados en forma de con hueco o en forma de cilindro hueco de la turbina de gas en el estado fuera de servicio, es decir, cuando la turbina de gas está refrigerada a temperatura ambiente. Este contorno de la sección transversal debería estar configurado de tal forma que el contorno de la sección transversal que está presente a temperatura ambiente después del montaje de la turbina de gas, conduzca a través de las deformaciones térmicas que se producen en el estado de funcionamiento a un contorno de la sección transversal entonces redondo circular. Esto se puede conseguir adaptando geométricamente los elementos de gancho de al menos uno de los segmentos anulares, de tal forma que en el estado fuera de servicio, en el caso de un corte perpendicularmente al eje de la máquina, la pared exterior que delimita la trayectoria de los gases calientes presenta un contorno de la sección transversal esencialmente en forma de elipse. De acuerdo con ello, las dilataciones térmicas no deben suprimirse, como en el estado de la técnica JP 2005-042612.

Es relativamente fácil fabricar de manera correspondiente los segmentos anulares descritos al principio, como los que la trayectoria de gas caliente está revestida fuera de las palas de rodadura. Los segmentos anulares forman en la sección axial de las palas de rodadura en dirección circunferencial la pared exterior de la trayectoria de gas caliente, que forman en común de esta manera el componente en forma de cono hueco o en forma de cilindro hueco, clocado más próximo a las palas de rodadura, de la turbina de gas. Por lo tanto, la sección transversal perpendicular al eje de la máquina de los segmentos anulares que forman la pared exterior de la trayectoria de gas caliente presenta el contorno de la sección transversal en forma de elipse descrito en el estado fuera de servicio.

Los segmentos anulares que forman en la sección axial de las palas de rodadura la pared exterior de la trayectoria de gas caliente están enganchados en este caso normalmente en el soporte de las palas de guía por medio de elementos de gancho. Puesto que el soporte de las palas de guía es un componente relativamente macizo, que presenta una deformación comparativamente fuerte durante el funcionamiento, se determina el contorno de la sección transversal formado por todos los segmentos anulares en el estado de funcionamiento con preferencia a través de la fijación o bien la tensión de los elementos anulares en el soporte de palas de guía y su deformación en el funcionamiento. Por lo tanto, no es absolutamente necesario fabricar el contorno frío de la pared exterior que está constituida por segmentos anulares propiamente dicha en forma de elipse, puesto que se ajusta de todos modos la deformación forzada por los puntos de contacto en los elementos de gancho. Por lo tanto, se puede conseguir una igualación de la ovalización del soporte de las palas de guía, adaptando de manera más ventajosa solamente los elementos de gancho individuales de los segmentos anulares de tal forma que la pared exterior presentas un contorno de la sección transversal esencialmente en forma de elipse. Puesto que en estos segmentos anulares se trata de piezas de servicio sustituibles, esto posibilita, por una parte, un reequipamiento de turbinas de gas existentes y, por otra parte, posibilita una compensación de defectos de fabricación en soportes de palas de guía y, además, una adaptación especialmente sencilla a modos de funcionamiento modificados, incluyendo otras medidas modificadas para la reducción de los intersticios radiales.

En configuración ventajosa, en la fabricación de los componentes de la turbina de gas en forma de cono hueco o en forma de cilindro hueco la longitud del eje principal y del eje secundario del contorno de la sección transversal en forma de elipse está seleccionada en cada caso de tal forma que la pared exterior presenta de acuerdo con la deformación térmica que aparece en el estado de funcionamiento, un contorno de la sección transversal esencialmente de forma circular. Esto se puede realizar, por ejemplo, a través de la introducción de una ovalización desplazada en torno a 90 grados con respecto a la esperada en el funcionamiento. La forma elíptica de estos componentes se selecciona, por lo tanto, de tal forma que se compensan exactamente las deformaciones en el estado de funcionamiento, de manera que en el funcionamiento resulta una sección trasversal de forma circular y con ello están presentes intersticios radiales iguales sobre toda la periferia de la turbina de gas, es decir, que los intersticios radiales no presentan ya ninguna varianza sobre la periferia. De esta manera, en el diseño se pueden dimensionar los intersticios radiales correspondientemente estrechos, lo que tiene como consecuencia un rendimiento elevado de la turbina de gas.

De manera más ventajosa, los elementos de gancho están adaptados en su longitud radial y/o están dispuestos unos suplementos para diferentes posiciones radiales de los elementos de gancho en una ranura de retención del soporte de palas de guía, Estos suplementos se encuentran entonces ente los ganchos de los elementos de gancho y la ranura de soporte y de esta manera conducen, vistos a lo largo de la periferia, a posiciones radialmente diferentes de segmentos de anillos. De hecho, de esta manera o bien unos segmentos de anillos están dispuestos distribuidos a lo largo de la periferia con ganchos radiales de diferente longitud en el soporte de palas de guía, o los elementos de gancho de los segmentos de anillo son idénticos a lo largo de una periferia, de manera que entonces para la modificación de la posición radial de los segmentos de anillos a lo largo de la periferia se utilizan

suplementos de diferente espesor para los ganchos correspondientes.

A través de la configuración en forma de elipse explicada de los componentes en forma de cono hueco o en forma de cilindro hueco de la turbina de gas en el estado fuera de servicio, para el estado de funcionamiento se puede conseguir una forma esencialmente de forma circular, pudiendo tener en cuenta, además, la forma elíptica presente ahora en el estado fuera de servicio, en el diseño de los intersticios radiales y en el diseño de la turbina de gas. Este problema se puede solucionar porque una turbina de gas equipada con los componentes acabados contra ovalados descritos presenta de manera más ventajosa una instalación de cojinete del árbol de la turbina, que está diseñado de tal forma que el árbol de la turbina es desplazable a lo largo del eje de la turbina. De esta manera, en el estado de funcionamiento frío, el árbol de la turbina se puede desplazar en la dirección del flujo del gas caliente, de manera que en el caso de una configuración en forma de cono hueco de la pared exterior con incremento del radio en la dirección del flujo de gas caliente en el estado frío fuera de servicio se ajusta un incremento de los intersticios radiales y de esta manera en el estado frío (por ejemplo, durante el arranque de la turbina de gas) la contra ovalización todavía presente no significa ninguna limitación para los intersticios radiales alcanzables en el estado caliente. De esta manera se puede conseguir un rendimiento todavía más alto de la turbina de gas.

De manera más ventajosa, una turbina de gas de este tipo se emplea en una instalación de turbinas de gas y de vapor.

Las ventajas conseguidas con la invención consisten especialmente en que a través de una configuración selectiva de los componentes en forma de cono hueco o en forma de cilindro hueco de una turbina de gas, de tal manera que éstos presentan en el estado fuera de servicio un contorno de la sección transversal esencialmente en forma de elipse, se consigue un rendimiento especialmente alto de la turbina de gas a través de una reducción de los intersticios radiales. A través de una fabricación en forma de elipse, en la que la ovalización introducida en el estado frío está girada en torno a 90º con respecto a la ovalización que se produce en el funcionamiento, se reduce o se evita la deformación elíptica hasta ahora, por ejemplo, de la pared exterior del canal de gas caliente en forma de anillo o la pared interior del soporte de palas de guía en el estado de funcionamiento. A través de la homogeneización de los intersticios radiales en la periferia se reducen las pérdidas de la circulación y de esta manera se mejora el rendimiento de la máquina. Adicionalmente se pueden reducir los intersticios fríos en la nueva construcción, puesto que el valor de la ovalización no debe reservarse ya en la generación del intersticio.

A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda de un dibujo. En éste:

La figura 1 muestra una semisección a través de una turbina de gas.

La figura 2 muestra una sección transversal a través del soporte de palas de guía de una turbina de gas de acuerdo con el estado de la técnica, y

La figura 3 muestra una sección transversal a través del soporte de palas de guía de una turbina de gas con forma de elipse insertada en el estado fuera de servicio.

Las partes iguales están provistas en todas las figuras con los mismos signos de referencia.

La turbina de gas 1 según la figura 1 presenta un compresor 2 para el aire de la combustión, una cámara de combustión 4 así como una unidad de turbina 6 para el accionamiento del compresor 2 y de un generador no representado o de una máquina de trabajo. A tal fin, la unidad de turbina de gas 6 y el compresor 2 están dispuestos sobre un árbol de turbina común 8, designado como rotor de turbina, con el que está conectado el generador o bien la máquina de trabajo, y que está alojado de forma giratoria alrededor de su eje de turbina 8. La cámara de combustión 4 realizada a modo de una cámara de combustión anular está equipada con una pluralidad de quemadores 10 para la combustión de un combustible líquido o gaseoso.

La unidad de turbina 6 presenta una pluralidad de palas de rodadura 12 giratorias, conectadas con el árbol de turbina 8. Las palas de rodadura 12 están dispuestas en forma de corona y de esta manera forman una pluralidad de series de palas de rodadura. Además, la unidad de turbina 6 comprende una pluralidad de palas de guía 14 fijas estacionarias, que están fiadas de la misma manera en forma de corona bajo la formación de series de palas de guía en un soporte de palas de guía 16 de la unidad de turbina 6. Las palas de rodadura 12 sirven en este caso para el accionamiento del árbol de turbina 8 a través de la transmisión de impulsos desde el medio de trabajo M que circula a través de la unidad de turbina 6. Las palas de guía 14, en cambio, sirven para la guía de la circulación del medio de trabajo M, respectivamente, entre dos series de palas de rodadura o coronas de palas de rodadura sucesivas, vistas en la dirección de la circulación del medio de trabajo M. Una pareja sucesiva de una corona de palas de guía 14 o de una serie de palas de guía y de una corona de palas de rodadura 12 o de una serie de palas de rodadura se designa en este caso también como fase de turbinas.

Cada pala de guía 14 presenta una plataforma 18, que está dispuesta para la fijación de las palas de guía 14 respectivas en un soporte de palas de guía 16 de la unidad de turbina 6 como elemento de pared. La plataforma 18 es en este caso un componente comparativamente muy cargado térmicamente, que forma la limitación exterior de

un canal de gas caliente para el medio de trabajo M que circula a través de la unidad de turbina 6. Cada pala de rodadura 12 está fijada de manera similar a través de una plataforma 19 designada también como pata de pala en el árbol de turbina 8.

Entre las plataformas 18, dispuestas distanciadas entre sí, de las palas de guía 14 de dos series de palas de guía adyacentes están dispuestos, respectivamente, unos segmentos anulares 21 en un soporte de palas de guía 16 de la unidad de turbina 6. La superficie interior de cada segmento anular 21 está expuesta en este caso de la misma manera al medio de trabajo caliente M, que circula a través de la unidad de turbina 6 y de acuerdo con ello delimita hacia fuera la trayectoria de gas caliente en forma de anillo como su pared exterior. En dirección radial, la pared exterior está distanciada del extremo exterior de las palas de rodadura 12 enfrentadas por medio de un intersticio radial. Los segmentos anulares 21 dispuestos entre series de palas de guía adyacentes sirven en este caso especialmente como elementos de cubierta, que protegen el soporte de palas de guía 16 u otros componentes de montaje de la carcasa contra una solicitación térmica excesiva a través del medio de trabajo caliente M que circula a través de la turbina 6.

La cámara de combustión 4 está configurada en el ejemplo de realización, por decirlo así, como cámara de combustión anular, en la que una pluralidad de quemadores 10 dispuestos en la dirección circunferencial alrededor del árbol de turbina 8 desembocan en un espacio común de la cámara de turbina 8. A tal fin, la cámara de combustión 4 está configurada en su totalidad como estructura en forma de anillo, que está posicionada alrededor del árbol de turbina 8.

La figura 2 y la figura 3 muestran ahora de forma esquemática el soporte de palas de guía 16 de la turbina de gas 1 en una sección transversal perpendicularmente al eje de la turbina 9 una vez a la izquierda en el estado fuera de servicio, es decir, cuando la turbina de gas 1 está fría, y a la derecha en el estado de funcionamiento, es decir, a temperatura de funcionamiento. De acuerdo con ello, en el estadio fuera de servicio el soporte de palas de guía 16 tiene una temperatura del material de acuerdo con la temperatura ambiente de la turbina de gas. En cambio, la temperatura de funcionamiento es esencialmente más alta; más allá de 100 ºC. El soporte de palas de guía 16 está compuesto en este caso por un segmento superior 24 y un segmento inferior 26. Los dos segmentos 24, 26 están conectados entre sí a través de pestañas 28 y forman en su punto de unión, respectivamente, una juntura de unión 30.

A través de las temperaturas de funcionamiento altas de la turbina de gas 1 se ajusta en el estado de funcionamiento – como se representa a la derecha en la figura 2 – una deformación del soporte de palas de guía 16 de acuerdo con el estado de la técnica, de tal forma que se incrementa la distancia entre los vértices 32 de la parte superior y de la parte inferior 24, 26, respectivamente. La sección transversal del soporte de palas de guía 16 se deforma en este caso para formar una elipse fija. Un contorno redondo circular se muestra como comparación en tipo de líneas de trazos.

Esta deformación se puede compensar por medio de una configuración en forma de elipse insertada de forma selectiva de la sección transversal del soporte de palas de guía 16 en el estado fuera de servicio, como se representa en la figura 3. En el estado fuera de servicio, la distancia entre los vértices 32 del segmento superior y del segmento inferior 24, 26 está acortada, de manera que la sección transversal en el estado fuera de servicio imita una elipse fija, lo que se representa a la izquierda de la figura 3. A través de la dilatación e incremento, condicionados térmicamente, de la distancia entre los vértices 32 en el estado de funcionamiento, como se representa a la derecha, resulta entonces una forma esencialmente circular del soporte de palas de guía 16, como se representa a la derecha de la figura 3.

Para que en el estado fuera de servicio no puedan aparecer limitaciones a través de la ovalización introducida con respecto a los intersticios radiales, el árbol de la turbina 8 es desplazable a lo largo del eje de la turbina 9. En el estado frío, es decir, cuando existe una forma elíptica del canal de gas caliente, se puede desplazar el árbol de la turbina 8 en la dirección del flujo de gas caliente. A través de la forma cónica del canal de gas caliente se ajusta de esta manera un incremento de los intersticios radiales. Cuando se ajusta entonces en el estado de funcionamiento una sección transversal de forma circular a través de deformación térmica, se desplaza el árbol de turbina 8 en dirección inversa, para optimizar los intersticios radiales.

De manera alternativa, también los segmentos anulares 21 pueden estar configurados a través de una ovalización introducida de forma correspondiente, de tal manera que el canal de gas caliente recibe en el funcionamiento una sección transversal de forma circular. A tal fin, los elementos de gancho para la fijación de los segmentos anulares 21 en el soporte de palas de guía 16 pueden ser de diferente longitud, es decir, que pueden ser de diferente longitud para diferentes posiciones circunferenciales, o se pueden insertar suplementos entre el gacho y la ranura de retención en el soporte de palas de guía 16, los cuales influyen en la posición radial de los segmentos anulares 21 respectivos con elementos de gancho de la misma longitud. El contorno de la sección transversal, perpendicular al eje de la máquina, de la pared exterior radialmente externa formada por los segmentos anulares del canal de gas caliente en forma de anillo se determina, en efecto, en gran medida a través de la deformación del soporte de palas de guía 16 proseguida a través de los elementos de gancho de los segmentos anulares. De acuerdo con ello, en la

figura 2 y en la figura 3, en lugar de soportes de palas de guía 16 puede estar presente también una pared exterior – entonces sin pestaña – de la trayectoria de gas caliente de una turbina de gas.

A de una configuración en forma de elipse de este tipo del soporte de palas de guía 16 o de la pared exterior, constituida por segmentos anulares, del canal de gas caliente de la turbina de gas 1 se puede evitar la ovalización en el estado de funcionamiento. De esta manera, en la construcción de la turbina de gas 1, los intersticios radiales pueden estar configurados correspondientemente más pequeños, lo que tiene como consecuencia, en general, un rendimiento esencialmente más elevado de la turbina de gas 1 sin menoscabos con respecto a la seguridad de funcionamiento.

REIVINDICACIONES

1.- Turbina de gas (1) con un soporte de palas de guía (16) que está configurado esencialmente en forma de cono hueco o en forma de cilindro hueco y que se extienden a lo largo de un eje de máquina y con una pared exterior segmentada en dirección circunferencial y/o en dirección axial en segmentos anulares (21), configuradas esencialmente en forma de cono hueco o en forma de cilindro hueco, de una trayectoria de gas caliente en forma de anillo, cuyos segmentos anulares (21) están fijados por medio de una pluralidad de elementos de gancho en el lado interior del soporte de las palas de guía (16), caracterizada porque los elementos de gancho de al menos uno de los segmentos anulares (21) están adaptados geométricamente de tal forma que, en el estado fuera de servicio, en el caso de un corte perpendicularmente al eje de la máquina, la pared exterior que delimita la trayectoria de los gases calientes presenta un contorno de la sección transversal esencialmente en forma de elipse.

2.- Turbina de gas (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la longitud del eje principal y del eje secundario del contorno de la sección transversal en forma de elipse está seleccionada en cada caso de tal forma que la pared exterior presenta de acuerdo con la deformación térmica que aparece en el estado de funcionamiento, un contorno de la sección transversal esencialmente de forma circular.

3.- Turbina de gas (1) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en la que los elementos de gancho están adaptados en su longitud radial y/o están dispuestos unos suplementos para diferentes posiciones radiales de los elementos de gancho en una ranura de retención del soporte de palas de guía (16).

4.- Turbina de gas (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende un árbol de turbina (8) con una pluralidad de palas de rodadura (12) dispuestas en la circunferencia, agrupadas en series de palas de rodadura y una instalación de cojinete del árbol de turbina (8), que está diseñada de tal forma que el árbol de turbina (8) es desplazable a lo largo del eje de turbina (9).

5.- Instalación de turbina de gas y de vapor con una turbina de gas (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4.

FIG 1

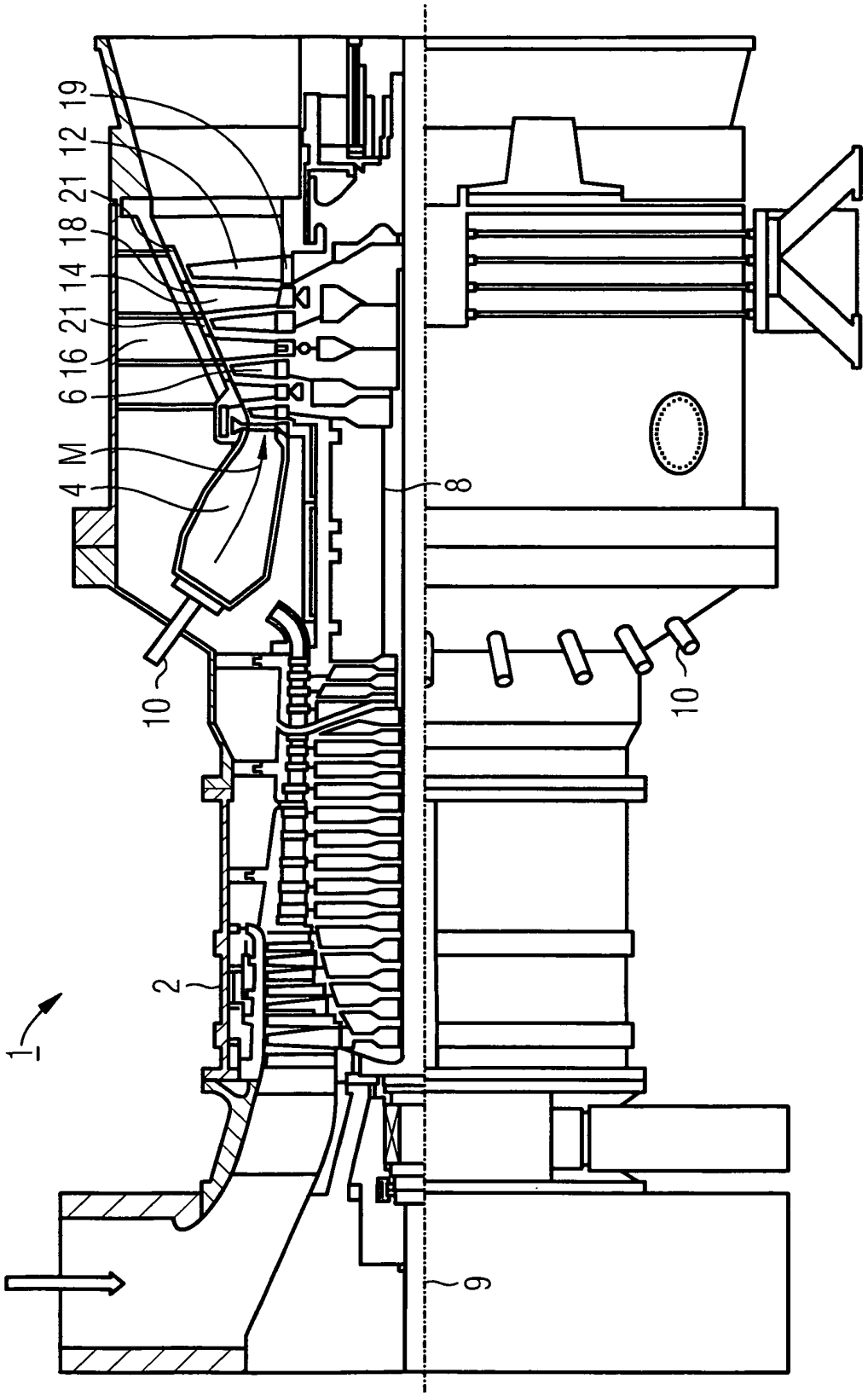


FIG 2

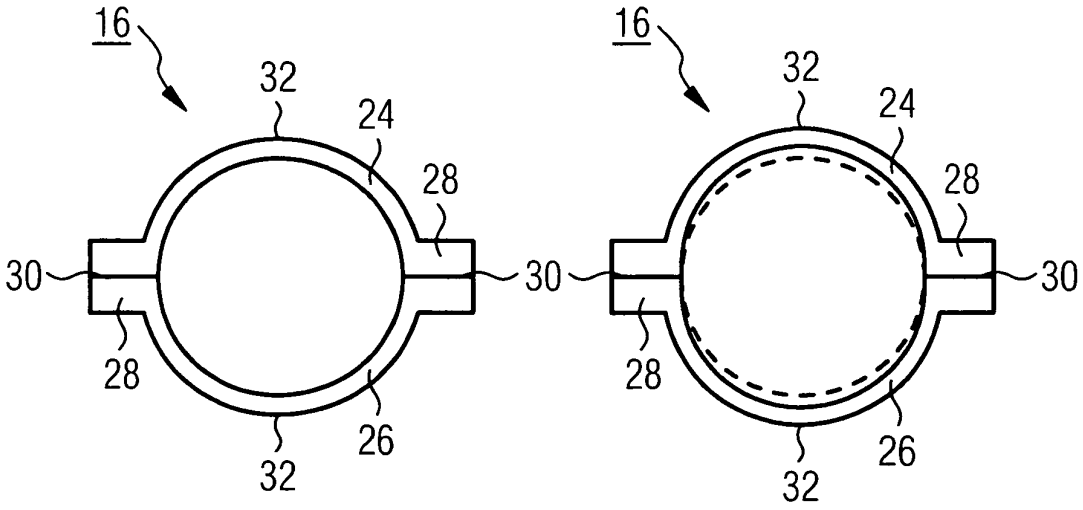
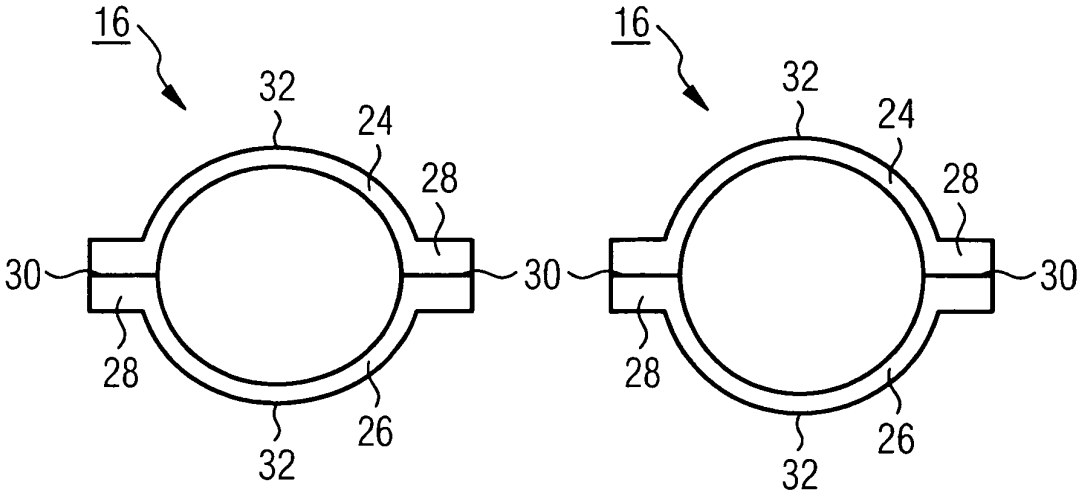

16
32
24
28
30
28
26
32
16
32
24
28
30
28
26
32

FIG 3


16
32
24
28
30
28
26
32
16
32
24
28
30
28
26
32