



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 343 245**

51 Int. Cl.:
F04D 25/06 (2006.01)
F04D 29/02 (2006.01)
H02K 5/128 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03756748 .4**
96 Fecha de presentación : **13.10.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1552159**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.07.2005**

54 Título: **Unidad compresora.**

30 Prioridad: **15.10.2002 NL 1021656**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.07.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.07.2010

73 Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es: **Bode, Ralf, Heinrich y**
Mecking, Klaus

74 Agente: **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).

ES 2 343 245 T3

DESCRIPCIÓN

Unidad compresora.

5 La invención se refiere a una unidad compresora que tiene un alojamiento común para motor eléctrico y compresor de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Se conoce una unidad compresora de este tipo a partir del documento US 3 960 468, que da a conocer una unidad compresora para comprimir gas. La unidad compresora comprende un compresor centrífugo y un motor eléctrico. El motor eléctrico comprende un estátor y un rotor, el rotor impulsando el compresor. El compresor y el motor eléctrico están alojados en un alojamiento común estanco a gases, que está dotado de una entrada de gas y una salida de gas.

15 En la unidad compresora mostrada en la figura 1 del documento US 3 960 468 de la técnica anterior más reciente, hay un tabique delgado entre el espacio en que está situado el estátor y el espacio en que está situado el rotor. Un tabique de este tipo asegura que cualesquiera sustancias agresivas que pueda haber presentes en el gas que se va comprimir no pueden llegar al espacio del estátor, donde podrían atacar el estátor. Este tabique conocido es delgado y puede estar fabricado de un metal con una resistencia eléctrica elevada, o a partir de un material no conductor. Tal como puede en la figura 1, el tabique conocido está soportado en el estátor.

20 A partir del documento EP 0 678 964 A1 se conoce un tabique para el encapsulamiento del estátor de un motor eléctrico, que está fabricado de capas de fibras incrustadas en una matriz de polímero o de cerámica. El tabique propuesto no satisface simultáneamente la resistencia a la corrosión, la resistencia a la erosión y el carácter estanco a gases.

25 El tabique conocido tiene diversos inconvenientes. En primer lugar, el tabique puede provocar desgaste sobre sí mismo y al estátor. El desgaste de este tipo se produce cuando el tabique y el estátor se mueven uno con respecto a otro como resultado de presiones y/o temperaturas fluctuantes. En segundo lugar, el tabique conocido es incapaz de absorber diferencias de presión elevadas entre el espacio del estátor y el espacio del rotor. La medida en que el tabique puede absorber diferencias de presión, es atribuible al soporte en el estátor, y no a las propiedades del propio tabique.

30 El objetivo de la presente invención es dar a conocer una unidad compresora en la que estos inconvenientes se superan por lo menos parcialmente, o crear una alternativa útil.

35 En concreto, es un objetivo de la invención proporcionar una unidad compresora, dotada de un tabique, que puede absorber diferencias de presión relativamente elevadas y que no provoca ningún desgaste a sí mismo y/o al estátor.

40 De acuerdo con la invención, este objetivo se consigue por medio de una unidad compresora de acuerdo con la reivindicación 1.

45 El espacio del estátor está delimitado por una sección de pared, rodeando el estátor, del alojamiento común de la unidad compresora, por un tabique estanco a gases y por lo menos por una pared extrema, que conecta el tabique de manera estanca a gases, al alojamiento de la unidad compresora. Con esto, el alojamiento de la unidad compresora puede conformarse de manera que satisface la función de una pared extrema en uno o dos lados del estátor. El tabique estanco a gases no solamente mantiene el espacio del estátor libre del gas, sino que asegura asimismo que en el espacio del estátor puede predominar una presión diferente comparada con las presiones de trabajo que están presentes en el compresor. El tabique estanco a gases se extiende libremente entre el estátor y el rotor, con el resultado de que no toca el estátor ni el rotor. Esta orientación del tabique tiene la ventaja de que el estátor y el tabique pueden expandirse y contraerse de manera mutuamente independiente bajo la influencia de cambios de temperatura, sin rasparse uno a lo largo del otro, lo que si ocurriera produciría un desgaste. El tabique está fabricado de un material que es lo suficientemente fuerte como para que la deformación del tabique, resultante del esfuerzo de tracción que se produce a partir de la presión de trabajo del compresor, sea lo suficientemente reducida como para que el tabique permanezca separado tanto del estátor como del rotor.

55 En concreto, el tabique está fabricado, por lo menos en parte, de un plástico reforzado con fibras. Este material puede ser procesado en grosores de pared reducidos, y aún así experimenta solamente una pequeña cantidad de deformación bajo esfuerzos de tracción elevados.

60 Más en concreto, en el lado del rotor el tabique comprende una capa resistente a la erosión. Esta capa protege el tabique de la erosión mediante el propio gas, mediante cualesquiera componentes agresivos y abrasivos en el gas y/o mediante temperaturas elevadas del gas.

65 En una variante, el tabique comprende una capa estanca a gases, que posibilita que solamente parte de la sección transversal global del tabique consista en un material estanco a gases.

Ventajosamente, el tabique comprende una capa de metal anticorrosión. La utilización de metal en el tabique hace a éste estanco a gases y (si esta capa se utiliza en el lado del rotor) resistente a la erosión.

ES 2 343 245 T3

En una variante, el tabique comprende una capa de poliariletercetona. Los polímeros de este grupo pueden soportar temperaturas elevadas, son resistentes a la abrasión, son resistentes al desgaste y son malos conductores de la electricidad.

5 En las reivindicaciones dependientes se definen otras realizaciones.

La invención se refiere asimismo a un método para fabricar un tabique acorde con la reivindicación 11. En este método, por lo menos una capa interior y una capa exterior se fabrican por separado en forma de una carcasa interior y una carcasa exterior. Tras haber sido fabricadas las carcasas interior y exterior, el diámetro externo de la carcasa interior, bajo las mismas presión y temperatura, es mayor que el diámetro interno de la carcasa exterior. Para permitir después que la carcasa interior sea introducida en la carcasa exterior, se aumenta el diámetro de la carcasa exterior utilizando una presión elevada de gas o líquido. Al mismo tiempo, o alternativamente, el diámetro de la carcasa interior se reduce temporalmente bajando la temperatura. La presión es incrementada y/o la temperatura reducida, hasta tal punto que el diámetro externo de la carcasa interior se hace menor que el diámetro interno de la carcasa exterior. 10 A continuación, la carcasa interior puede meterse en la carcasa exterior, tras lo cual se restablecen la presión y la temperatura a los niveles normales. Como resultado, la casa interior se expandirá y/o la casa exterior se contraerá, de manera que la carcasa interior está sujeta bajo tensión en la carcasa exterior.

Finalmente, la invención se refiere a la utilización de una unidad compresora de acuerdo con la reivindicación 12. 20

La invención se explicará en mayor detalle en la siguiente descripción de una realización de la unidad compresora acorde con la invención, haciendo referencia a los dibujos, en los cuales:

la figura 1 describe de forma diagramática una realización de la unidad compresora acorde con la invención, y 25

la figura 2 muestra un tabique entre un rotor y un estátor, en mayor detalle;

la figura 3 muestra una vista detallada del tabique entre un rotor y un estátor, de acuerdo con una realización alternativa. 30

La unidad compresora ilustrada en la figura 1 comprende un compresor centrífugo 1 para comprimir un gas, por ejemplo gas de proceso, que tiene un rotor 2 con uno o más, en este caso tres, propulsores 3 del compresor y un motor eléctrico 4 que tiene un estátor 5 y un rotor 6 para impulsar el rotor 2 del compresor. El compresor 1 y el motor eléctrico 4 están alojados en un alojamiento común 7 estanco a gases, que está dotado de una entrada 8 de gas y una salida 9 de gas. 35

El rotor 2 del compresor 1 y el rotor 6 del motor eléctrico 4 están dispuestos en un eje común 10 del rotor constituyendo una sola unidad. El eje 10 el rotor está montado en dos cojinetes radiales magnéticos 11 y 12, cada uno de los cuales está dispuesto en la proximidad de un extremo 13 y 14, respectivamente, del eje 10 del rotor, y en un cojinete axial magnético 15 dispuesto en la proximidad del cojinete radial 11. 40

La unidad compresora está dotada de un sistema de refrigeración para refrigerar los cojinetes magnéticos 11, 12, 15 y el rotor 6 del motor eléctrico 4. El sistema de refrigeración comprende un conducto 16 que sale del compresor y se ramifica en conductos 18 y 19 que van hasta los cojinetes magnéticos 11, 12, 15. Un filtro 20 está incorporado al conducto 16 que sale del compresor. Para refrigerar el rotor 6 del motor eléctrico 4 y los cojinetes magnéticos 11, 12, 15, se extrae gas comprimido en una etapa intermedia del compresor 1 y se pasa a través del conducto 16 y del filtro 20 antes de ser alimentado de forma regulada, a través de los conductos 18 y 19, a los cojinetes magnéticos 11 y 15, y 12, respectivamente. El gas de refrigeración se recoge de nuevo dentro de la unidad compresora y se pasa a la sección de entrada del compresor. 50

El estátor 5 del motor eléctrico 4 está alojado en un espacio 21 del estátor que está separado del resto del interior de la unidad compresora y está delimitado por la sección de pared, rodeando el estátor 5, del alojamiento 7 de la unidad compresora, por una pared extrema 22.1 que es contigua con esta sección de pared y se extiende en la dirección radial de ambos lados del estátor 5, y por un tabique 22.2 que se extiende entre el estátor 5 y el rotor 6 del motor eléctrico 4. El espacio 21 del estátor está dotado de un alimentador 23 y una descarga 24 para un medio de refrigeración separado, tal como un gas o líquido, que se hace circular en un circuito 26 de refrigeración por medio de una bomba 25. Un intercambiador de calor 27 está incorporado al circuito de refrigeración 26. La presión en el circuito de refrigeración 26 y en el espacio 21 del estátor es de unas 4 barías en promedio. 60

El tabique 22.2 comprende una capa de plástico reforzado con fibras de carbono (plástico reforzado con carbono, CRP (carbon reinforced plastics)) 22.3 y una capa metálica 22.4, por ejemplo de acero inoxidable o de Inconel, en concreto Inconel 625 (véase la figura 2). La capa metálica 22.4 se engrosa para formar un anillo de cierre 22.5 por razones de refuerzo, en la localización de la conexión a una primera de las paredes extremas 22.1. Análogamente, la capa metálica 22.4 se engrosa para formar un tope 22.6 en la localización de la conexión a la segunda pared extrema 22.1. La conexión entre el tabique 22.2 y las dos paredes extremas 22.1 se hace estanca a gases, por medio de dos o más anillos de sellado compresibles 22.7. 65

ES 2 343 245 T3

El tabique 22.2 se extiende libremente entre el estátor 5 y el rotor 6, es decir el tabique 22.2 está situado a cierta distancia del estátor 5 y del rotor 6. Existe un espacio o separación 22.8 entre el lado radialmente exterior del tabique 22.2 y el estátor 5, y existe un espacio o separación 22.9 entre el lado radialmente interior del tabique 22.2 y el rotor 6.

El tabique 22.2 imparte su resistencia en concreto a la capa 22.3 de CRP. Este material es tan fuerte que con un grosor de pared, por ejemplo, de 4 mm y un diámetro en torno al rotor 6 del tabique 22.2 de 350 mm, es sometido a una deformación radial máxima del orden de 0,5 mm bajo una presión del compresor que puede llegar a más de 150 barías. Como resultado de seleccionar la separación 22.8 entre el estátor 5 y el tabique 22.2 a un valor mayor que la deformación máxima del CRP, el tabique 22.2 permanecerá separado del estátor 5 y del rotor 6 bajo todas las condiciones de trabajo. Asimismo, el tabique 22.2 no se raspará a lo largo del estátor 5 si se mueve con respecto al estátor 5 como resultado de una expansión desigual provocada por un incremento de temperatura.

El CRP o una capa protectora dispuesta sobre el mismo, pueden resistir la acción química del medio refrigerante que está situado en el espacio 21 del estátor. La capa metálica 22.4 puede resistir la acción del gas de proceso, pudiendo ambas capas resistir temperaturas elevadas que en el compresor pueden llegar a más de 180°C. Las pérdidas eléctricas son limitadas debido al hecho de que la capa metálica 22.4 es muy delgada en la ubicación del estátor 5 y el rotor 6, en concreto del orden de 1 mm, al hecho de que la capa de CRP 22.3 es extremadamente transmisiva magnéticamente, y al hecho de que la distancia total entre el estátor 5 y el rotor 6 es pequeña debido al pequeño grosor de pared del tabique 22.2 y a las separaciones pequeñas 22.8 y 22.9.

La figura 3 muestra una realización alternativa para un tabique 30 entre un rotor 31 y un estátor 32. Un rotor 31 y un estátor 32 de este tipo forman juntos un motor de inducción que puede utilizarse, por ejemplo, en una unidad compresora como la mostrada en la figura 1. El estátor 32 está alojado en un espacio separado 33 del estátor, que está separado de un espacio 34 del rotor por medio de una primera pared extrema 35, de una segunda pared extrema 36 y del tabique 30. En el espacio 33 del estátor existe un medio de refrigeración, por ejemplo un líquido refrigerante, que se circula por medio de una bomba (no mostrada).

El tabique 30 se compone de una capa exterior de epoxi 39 reforzada con fibras de carbono y de una capa interior 40, formada de un polímero resistente a la erosión. Este polímero es de tipo poliariletercetona, y en concreto comprende la unidad de repetición: oxi-1,4-fenileno-oxi-1,4-fenileno-carbonilo-1,4-fenileno, conocida asimismo por el nombre comercial PEEK. La capa exterior radialmente 39 se extiende en la dirección axial desde la primera pared extrema 35 hasta más allá de la segunda pared extrema 36. Un borde resaltado o reborde 41, que en uso se apoya contra la pared extrema 36, está formado pasado el segundo tabique 36. Un tabique 30 está cerrado de manera estanca a gases con respecto a las paredes extremas 35 y 36, por medio de anillos de sellado 42 y 43, respectivamente. En la posición de los anillos de sellado 42 y 43, el lado exterior radialmente de la capa exterior 39 está dotado de níquel 44, 45 para la protección contra el desgaste. Por lo tanto, el tabique 30 puede expandirse y contraerse en la dirección axial con respecto a las paredes extremas 35 y 36, con un cierre estanco a gases del espacio 33 del estátor con respecto al espacio 34 del rotor, que está retenido en virtud de los anillos de sellado 42 y 43.

Como una alternativa, el tabique 30 puede estar dotado asimismo de un anillo extremo, o brida, en su segundo extremo axial. En este caso, la longitud axial del tabique 30 puede seleccionarse de tal modo que el tabique 30 esté asegurado a las paredes extremas 35 y 36 bajo pretensado. Este pretensado puede seleccionarse de manera que el tabique 30 no se expanda bajo las presiones y temperaturas que pueden producirse, con el resultado de que el tabique 30 no se mueve con respecto a las paredes extremas 35 y 36 en la posición del sello 42 y 43.

La capa 39 reforzada con fibras de carbono es lo suficientemente fuerte para la deformación que padece bajo diferencias de presión elevadas entre el espacio 34 del rotor y el espacio 33 del estátor, como para ser tan reducida que permanece separada tanto del rotor 31 como del estátor 32, es decir existe siempre un espacio o separación entre el rotor 31 y el lado radialmente interior del tabique 30, y entre el estátor 32 y el lado radialmente exterior del tabique 30. En este caso, el grosor de la pared del tabique 30 es de unos 4 mm, y puede resistir una presión de trabajo en el espacio 34 del rotor del orden de magnitud de 150 barías, siendo la presión en el espacio 33 del estátor como mucho de unas 10 barías. En este caso, la temperatura de utilización puede variar entre -40°C y 180°C.

La capa interior 40, formada a partir del polímero PEEK, es resistente a la erosión, puede resistir temperaturas elevadas y la acción de diversos componentes químicos agresivos, como los que se pueden producir, por ejemplo, en el gas natural. Debido a su baja conductividad eléctrica, la capa 40 de polímero resistente a la erosión tiene asimismo poca influencia en la acción del motor de inducción. El tabique 30 descrito puede asimismo utilizarse ventajosamente para motores eléctricos de un tipo diferente al motor de inducción, en los que es deseable separar el espacio del estátor del espacio del rotor. El motor eléctrico puede utilizarse asimismo con otro equipamiento diferente a un compresor.

El tabique 30 se fabrica mediante aplicar la capa interior 40 en torno a un mandril, que funciona como un molde. Esta aplicación de la capa interior 40 al mandril puede efectuarse, por ejemplo, mediante rociado. A continuación, un plástico reforzado con fibra, en concreto un epoxi reforzado con fibras de carbono, se aplica al lado exterior de la capa interior 40. Antes de que se aplique la capa interior al mandril, es ventajoso aplicar un agente de desmoldeado, por ejemplo aluminio, al mandril. Después de que se ha completado la fabricación del tabique 30, este agente de desmoldeado es disuelto, de manera que el tabique 30 puede extraerse fácilmente del mandril. Para mejorar la adhesión entre la capa interior 40 y la capa exterior 39, es posible que la superficie exterior de la capa interior 40, antes de la aplicación a la capa exterior 49, sea pretratada por ejemplo mediante activación química. Es ventajoso que, en primer

lugar, se aplique una capa fina de epoxi en torno a la capa interior 40 En este caso, a continuación se enrollan fibras de carbono en torno a ésta, fibras que han sido previamente, a la vez o posteriormente, impregnadas con epoxi o sumergidas en el mismo. El método descrito puede asimismo utilizarse ventajosamente para fabricar otros objetos de plásticos reforzados con fibra que han de dotarse de una capa de polímero, tal como PEEK.

Adicionalmente a la realización mostrada, son posibles numerosas variantes. Por ejemplo, el compresor y el motor eléctrico pueden alojarse en un alojamiento estanco a gases de una manera diferente, en cuyo caso, por ejemplo, se sitúan propulsores del compresor a ambos lados del motor eléctrico.

También es posible utilizar diferentes sistemas de refrigeración para el rotor del motor eléctrico, para el compresor y para el espacio del estátor, tal como refrigeración interna del estátor y del rotor.

Además, el tabique puede componerse de más o menos de dos capas. Si se utiliza una capa, es posible seleccionar o componer un material que sea estanco a gases, resistente a la erosión y fuerte. En el caso de tres capas, el material de cada capa puede seleccionarse específicamente para una de estas funciones. Es posible asimismo que el tabique y una o dos de las paredes extremas estén fabricadas como una sola pieza, y que el tabique, las paredes extremas y el alojamiento del compresor estén conectados flexiblemente entre sí para enfrentarse a variaciones en la forma provocadas, por ejemplo, por diferencias en la expansión bajo condiciones fluctuantes de temperatura.

Además, para el tabique pueden utilizarse varios tipos de materiales de refuerzo con fibras, por ejemplo que comprenden fibras de vidrio o de aramida. Pueden utilizarse asimismo materiales cerámicos u otros plásticos a modo de capa del tabique resistente a la erosión.

Resumiendo, la invención da a conocer una unidad compresora en la que el estátor del motor eléctrico está apantallado respecto de la acción del gas a comprimir, por medio de un tabique. El material delgado y fuerte utilizado para el tabique permite que el motor transmita una elevada potencia por unidad de área. El tabique y/o el estátor no resultarán desgastados como resultado de los movimientos relativos de uno con respecto al otro, puesto que no contactan entre ambos. Por lo tanto, el motor eléctrico requiere poco mantenimiento y tiene una vida útil prolongada.

Referencias citadas en la descripción

La lista de referencias citadas por el solicitante es solo para comodidad del lector. No forma parte del documento de Patente Europea. Aunque se ha tomado especial cuidado en recopilar las referencias, no puede descartarse errores u omisiones y la EPO rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción:

- US 3 960 468 A [0002] [0003]
- EP 0 678 964 A1 [0004]

REIVINDICACIONES

1. Unidad compresora, que comprende un compresor centrífugo (1) para comprimir un gas y un motor eléctrico (4) que tiene un estátor (5) y un rotor (6) para impulsar el compresor (1), estando el compresor (1) y el motor eléctrico (4) alojados en un alojamiento común (7) estanco a gases que está dotado de una entrada de gas (8) y una salida de gas (9), estando el estátor (5) alojado en un espacio (21) del estátor separado, que está delimitado por una sección de pared, rodeando el estátor (5), del alojamiento (7) de la unidad compresora, por un tabique (22.2) estanco a gases que se extiende entre el estátor (5) y el rotor (6) del motor eléctrico (4), y como mínimo por una pared extrema (22.1) que se extiende entre el tabique (22.2) y el alojamiento (7) de la unidad compresora, **caracterizado** porque el tabique (22.2) se extiende libremente entre el estátor (5) y el rotor (6) del motor eléctrico (4) y comprende un material de resistencia lo suficientemente elevada como para permanecer separado del estátor (5) y del rotor (6) bajo las presiones de trabajo del gas que pueden producirse en el interior del alojamiento (7), en donde el tabique (22.2) comprende una capa interior (22.4) y una capa exterior (22.3) diferentes, en los lados del rotor y del estátor, respectivamente, por lo menos la capa interior (22.4) teniendo propiedades de resistencia a la erosión, por lo menos una capa teniendo una resistencia elevada y por lo menos una capa siendo estanca a gases.

2. Unidad compresora acorde con la reivindicación 1, en la que el material de resistencia elevada del tabique (22.2) comprende un plástico (22.3) reforzado con fibra.

3. Unidad compresora acorde con una de las reivindicaciones precedentes, en la que el tabique (22.2) comprende una capa (22.4) resistente a la erosión, en el lado del rotor.

4. Unidad compresora acorde con una de las reivindicaciones precedentes, en la que el tabique (22.2) comprende una capa (22.4) estanca a gases.

5. Unidad compresora acorde con una de las reivindicaciones precedentes, en la que el tabique (22.2) comprende una capa (22.4) de metal anticorrosión.

6. Unidad compresora acorde con una de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el tabique (30) comprende una capa de poli (aril-éter-cetona) (40).

7. Unidad compresora acorde con una de las reivindicaciones precedentes, en la que el grosor de pared del tabique (22.2) es mayor en los extremos (22.5, 22.6) que en el centro.

8. Unidad compresora acorde con una de las reivindicaciones precedentes, en la que el tabique (22.2) y la pared extrema (22.1) son partes diferentes que están conectadas entre sí de manera estanca a gases por medio de uno o más anillos de sellado (22.7).

9. Unidad compresora acorde con una de las reivindicaciones precedentes, en la que el espacio (21) del estátor está dotado de conexiones a una unidad de refrigeración para suministrar y descargar (23, 24) un medio refrigerante.

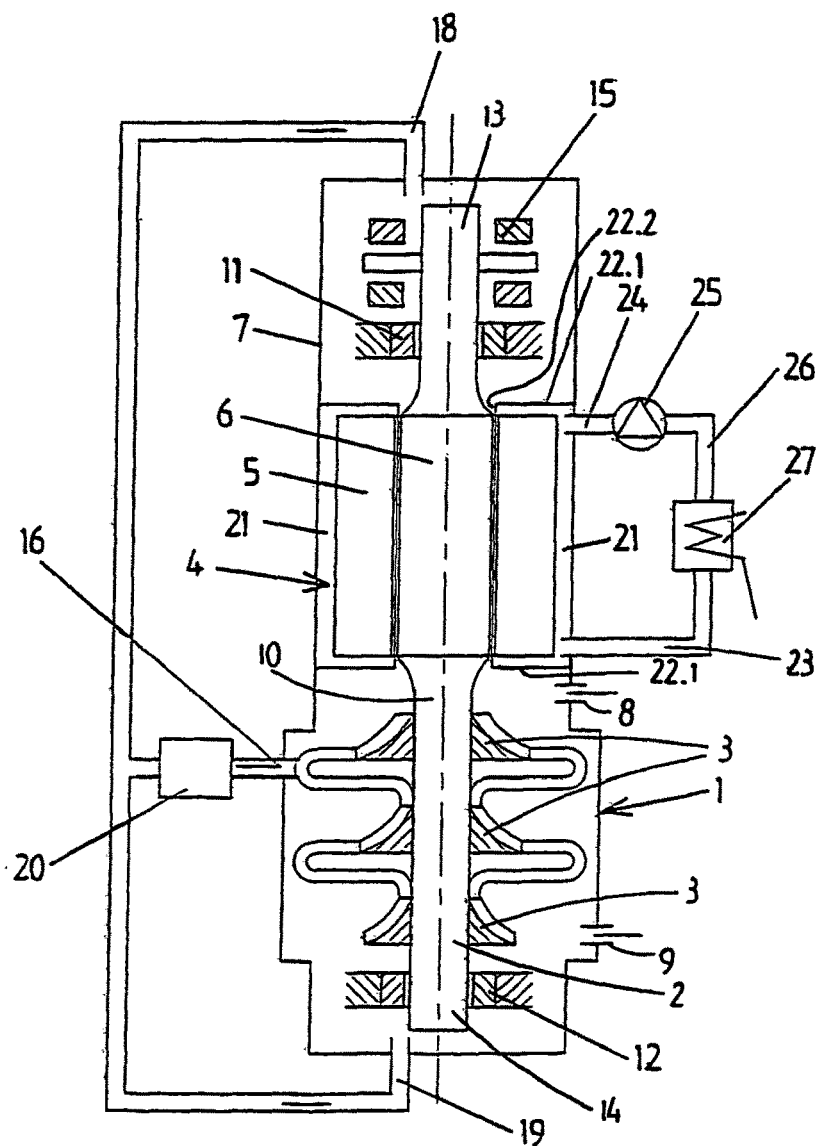


Fig. 1

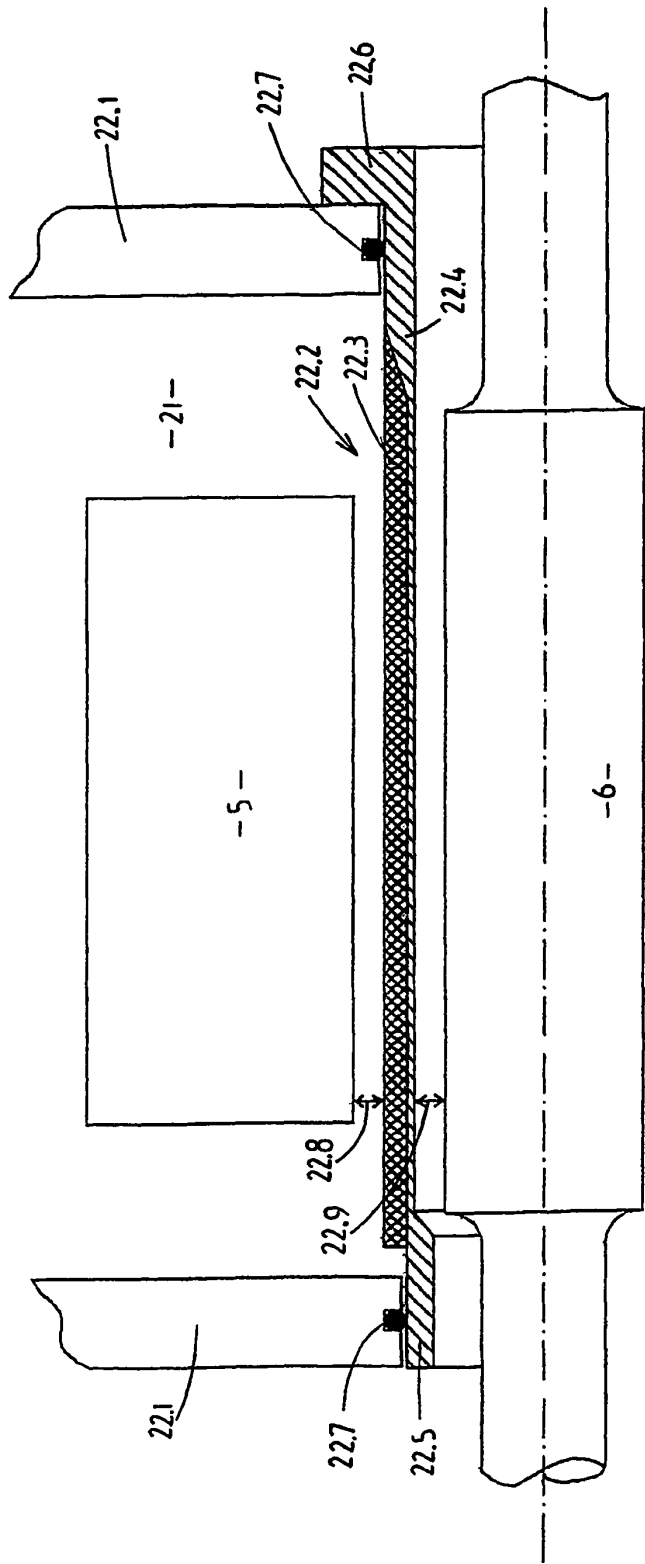


Fig. 2

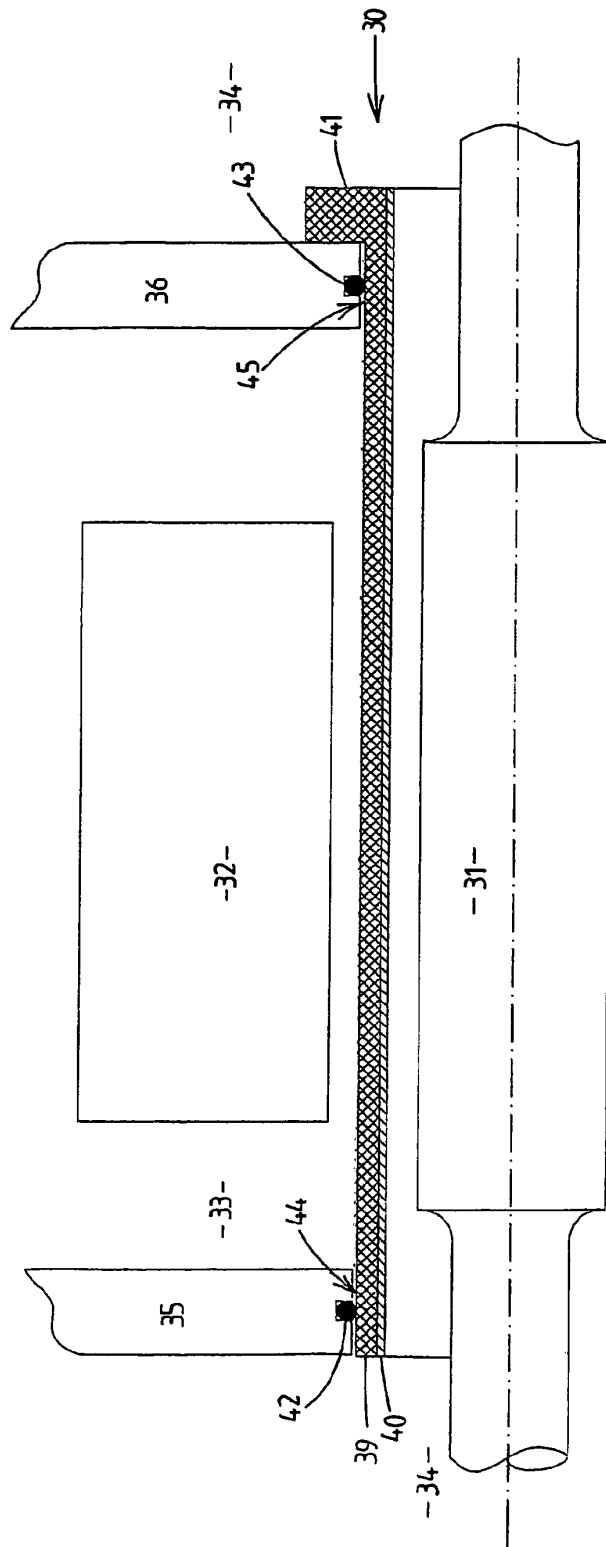


Fig. 3