(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 586 658**

(51) Int. Cl.:

F04D 17/12 (2006.01)
F04D 29/04 (2006.01)
F04D 25/06 (2006.01)
F04D 25/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2003** **E 03727579 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016** **EP 1604115**

(54) Título: **Grupo compresor centrífugo**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.10.2016

(73) Titular/es:

THERMODYN (100.0%)
480, allée Gustave Eiffel
71200 Le Creusot, FR

(72) Inventor/es:

LABOUBE, PIERRE;
PUGNET, JEAN-MARC y
FRIEZ, PATRICK

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 586 658 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

Grupo compresor centrífugo

La invenció se refiere a un turbo-compresor o moto-compresor y, en particular, a un grupo moto-compresor integrado, tal como se divulga en los documentos US4969803 y US6464469 B1.

Haciendo referencia a la figura 1, los grupos moto-compresores integrados comprenden un cárter o carcasa común estanco 10, en el cual están situados un motor eléctrico 12 y un grupo compresor 14, por ejemplo de varias etapas, el cual comprende un conjunto de ruedas de álabes, tales como 16, soportadas por un árbol 18. El motor 12 acciona en rotación un rotor 20, estando este rotor 20 acoplado al árbol 18 del compresor 14 por intermedio de un acoplamiento rígido 22. Unos cojinetes 24, 26 y 28 son utilizados para soportar la línea de árboles del grupo moto-compresor. El conjunto está colocado en un cárter común 29.

En funcionamiento, el gas a utilizar se presenta en la entrada E del turbo-compresor y después es transmitido a las etapas sucesivas de compresión del grupo compresor para ser entregado en la salida S. Un cojinete axial 30 es utilizado para impedir el desplazamiento axial del compresor 14 durante su funcionamiento.

Este tipo de disposición presenta la ventaja de simplificar de manera considerable la línea de árboles del grupo compresor en la medida en que el conjunto constituido por el motor, su rotor y sus cojinetes de extremo, así como por el acoplamiento rígido y por el tope axial, se sitúan en el interior del cárter y están sometidos a la presión del gas admitido en la entrada de la primera etapa de compresión. Además, es posible, con una tal disposición, dotar a la línea de árboles de varias etapas de compresión, a la vez que se limita su longitud.

No obstante, una tal estructura presenta un inconveniente importante, en la medida en que, durante su montaje, necesita una alineación perfecta del rotor y del árbol accionado del compresor. Además, la solidarización del rotor y del árbol del compresor degrada considerablemente el comportamiento vibratorio de la línea de árboles.

El objetivo de la invención es pues paliar estos inconvenientes.

Por lo tanto, la invención tiene por objeto un grupo compresor centrífugo que comprende un motor, al menos un compresor que comprende un árbol accionado impulsado por el rotor del motor y un conjunto de al menos dos ruedas de álabes montadas en el árbol accionado, estando el conjunto constituido por el motor y el compresor montado en un cárter común estanco al gas utilizado por el grupo compresor.

El rotor y el árbol accionado están unidos por un acoplamiento flexible dispuesto en el cárter.

Se concibe desde ese momento que es posible paliar estos problemas que dificultan la alineación de los árboles accionador y accionado. Además, el rotor y el árbol de compresor conservan comportamientos vibratorios que les son propios, en la medida en que estos elementos de la línea de árboles del grupo compresor quedan mecánicamente desacoplados.

Según otra característica de la invención, el cárter comprende varios elementos de cárter solidarizados entre sí de manera estanca, encerrando cada elemento de cárter el motor o un compresor.

Con el fin de facilitar el montaje, el cárter está provisto de un orificio practicado entre los elementos del cárter adyacentes para el acceso al acoplamiento flexible, estando el citado orificio provisto de medios de obturación estanca.

En diferentes modos de realización, el acoplamiento flexible comprende un acoplamiento de diafragma o de lámina flexible, o un acoplamiento de árbol torsionable.

De preferencia, cada extremo del árbol accionado y del rotor está soportado por un cojinete de extremo, que puede estar solidarizado al cárter. Por ejemplo, los cojinetes de extremo son cojinetes magnéticos radiales.

Según otra característica de la invención, el grupo compresor comprende un tope axial en el que se apoya el árbol accionado del compresor durante el funcionamiento del turbo-compresor. Este tope es, por ejemplo, un tope magnético.

Otros objetivos, características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto de la lectura de la descripción siguiente, dada únicamente a modo de ejemplo no limitativo, y hecha en referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1, de la cual ya se ha hecho mención, ilustra la estructura general de un grupo compresor de acuerdo con el estado de la técnica;

La figura 2 es un esquema sinóptico que ilustra la estructura general de un grupo compresor de acuerdo con la invención;
La figura 3 ilustra otro modo de realización del grupo compresor de acuerdo con la invención;
La figura 4 ilustra un tercer modo de realización de un grupo compresor de acuerdo con la invención;
La figura 5 ilustra un cuarto modo de realización de un grupo compresor según la invención; y
La figura 6 ilustra un quinto modo de realización de un grupo compresor según la invención.

En referencia a la figura 2, un moto-compresor de acuerdo con la invención, designado por el número de referencia general 32, comprende esencialmente un motor eléctrico 34 de gran velocidad de rotación (6 000 a 16 000 rev/min) alimentado por un variador de frecuencia y que comprende un estator 36 y un rotor 38 soportados por dos cojinetes de extremo 40 y 42, y un grupo compresor 44 que comprende un conjunto de ruedas de álabes 46, 48, 50 y 52, montado en un árbol accionado 54. El conjunto está montado en una base (no representada) y está dispuesto en un cárter 55 común estanco al gas utilizado por el turbo-compresor.

Por supuesto, el grupo moto-compresor 44 puede comprender un número cualquiera de tales ruedas de álabes, o, como se describirá en lo que sigue, comprender otra disposición de ruedas de álabes.

Como se ve en la figura 2, el cárter está compuesto de un conjunto de elementos de cárter solidarizados, tales como 55a y 55b, cada uno de los cuales asegura el soporte y la protección del motor o de una etapa de compresión, y solidarizados por medios de fijación apropiados.

El árbol del compresor 44 gira en cojinetes 55 y 56. Un orificio 58 de admisión de gas en el turbo-compresor 32, practicado en el cárter, desemboca al nivel de la primera etapa de compresión, constituida por la rueda de álabes designada por la referencia 46, mientras que un orificio de salida 60 recupera el gas utilizado por el turbo-compresor, a la salida de la última etapa de compresión constituida por la rueda de álabes designada por la referencia numérica 52, como se indica por las flechas F.

Con el fin de soportar los esfuerzos generados durante el funcionamiento de la etapa de compresión 44, un tope axial 62, solidario del árbol accionado, está dispuesto entre dos cojinetes 66 y 68 fijos, de manera que se limita el rebasamiento axial del árbol accionado 54 de la etapa de compresión 44, juntamente con un pistón de equilibrado aerodinámico axial 70.

Un acoplamiento flexible 72 asegura el acoplamiento del rotor 38 del motor 34 y del árbol accionado 54 de la etapa del compresor 44. Un tal acoplamiento 72 puede ser realizado o bien a partir de un acoplamiento del tipo de diafragma, o bien a partir de un acoplamiento del tipo de lámina flexible, o incluso un acoplamiento del tipo de árbol torsionable. No obstante, puede ser utilizado cualquier otro tipo de acoplamiento flexible apropiado para la utilización prevista. Sin embargo, se observará que la utilización de un acoplamiento del tipo de árbol torsionable permite reducir las pérdidas por ventilación, reducir el nivel de ruido generado, y propagar más fácilmente el empuje axial producido por el motor.

Para acceder a este acoplamiento 72, el cárter está provisto de un orificio 76 que desemboca frente a la zona de unión entre el rotor 38 y el árbol accionado 54. Este orificio está asociado a un dispositivo de obturación estanca 78 amovible.

Se observará finalmente que todo el interior del turbo-compresor está bañado por el gas del procedimiento utilizado por el compresor, comprendido el acoplamiento flexible 72. En particular, el volumen interno del turbo-compresor no comprende ninguna estanqueidad de salida del árbol, sino únicamente juntas giratorias 80 que están sometidas a pequeñas diferencias de presión, como, por ejemplo, juntas giratorias de tipo laberíntico que sirven al funcionamiento del compresor. Con el fin de limitar las pérdidas por ventilación, el motor es dejado a la presión de aspiración del compresor, y es organizada una circulación de gas para asegurar su refrigeración.

Se observará igualmente que los cojinetes radiales 40, 42, 55 y 56 utilizados por el soporte de los rotores no necesitan alimentación de fluido de lubricación. En el caso en que se utilicen cojinetes magnéticos activos, estos cojinetes están controlados de manera que se adaptan al comportamiento dinámico del rotor o del árbol accionado 54, cuyo soporte aseguran, es decir, generalmente rígido del lado del motor y generalmente flexible del lado del árbol accionado.

Con el fin de transmitir al cárter los esfuerzos vinculados al funcionamiento del grupo compresor, los cojinetes 40, 42, 55 y 56 están fijados de manera rígida con respecto al cárter. Estos esfuerzos están constituidos por los esfuerzos radiales de peso, los esfuerzos radiales debidos a la resultante del empuje aerodinámico sobre las etapas de compresión. Estos cojinetes permiten además un desplazamiento radial del rotor o del árbol accionado cuyo soporte aseguran, con el fin de permitir realizar la alineación de estos elementos de la línea de árboles durante las fases de mantenimiento.

Como se indicó anteriormente, el cárter está constituido por un montaje de elementos de cárter que aseguran

respectivamente el soporte del motor y de la etapa de compresión, estando estos elementos de cárter asociados de manera rígida y estanca. Los extremos mutuamente opuestos 82 y 84 del cárter así formados son obturados, por una parte por un fondo atornillado 86, sobre el cual están fijados los cojinetes 40 del rotor 38 y, por otra parte, por un segundo fondo 88 que soporta el cojinete 56 en el cual gira el árbol accionado 54 y el pistón de equilibrado 70, y que está fijado sobre el cárter, por ejemplo por medio de anillos de cizallamiento 90.

Como se concibe, la invención que se acaba de describir, que utiliza un motor eléctrico y un grupo compresor dispuestos en un cárter común estanco y cuyos árboles, respectivamente accionador y accionado, están solidarizados por medio de un acoplamiento flexible dispuesto en el gas utilizado por el turbo-compresor, presenta varias ventajas.

En primer lugar, en el plano de concepción mecánica, cada uno de los rotores, motor y grupo compresor, conserva el comportamiento vibratorio que le es propio. Se observará que el rotor del motor es en general de tipo rígido, con la primera velocidad crítica de flexión por encima de la velocidad de rotación. El rotor de compresor es generalmente del tipo flexible, con la primera velocidad crítica de flexión por debajo de la velocidad de rotación máxima. Se evita así crear modos propios de flexión acoplados entre los dos rotores que pongan en riesgo de desarrollar, durante el funcionamiento, puntos calientes en el rotor del motor, que constituyen desequilibrios térmicos de fase y de amplitud no controlables.

Además, el equilibrado dinámico de los dos rotores es facilitado por el desacoplamiento así realizado.

La presencia de un acoplamiento flexible facilita, por otra parte, el posicionamiento de la primera frecuencia propia de torsión, y contribuye además a disminuir la solicitación en el extremo del árbol del compresor en caso de corto-circuito eléctrico en los bornes del motor.

Por otra parte, en el plano del mantenimiento, el acoplamiento flexible puede ser desacoplado desde el orificio 76 que atraviesa el cárter, y cada uno del rotor y el árbol accionado puede ser extraído mientras que el otro continúa siendo soportado por sus dos cojinetes. De esta manera, el rotor y el árbol accionado están protegidos durante esta operación, siendo el nuevo montaje mucho más rápido y facilitados el alineamiento y el equilibrado dinámico, en razón del acceso a los dos planos centrales en cada extremo del árbol.

Por otra parte, la utilización de un fondo atornillado por un lado y de un fondo retenido por anillos de cizallamiento por el otro, para la obturación del cárter, permite facilitar el desmontaje del turbo-compresor. En efecto, para proceder a este desmontaje, conviene en primer lugar quitar el fondo atornillado 86 y extraer el grupo motor 34.

En lo que concierne al grupo compresor 44, este está dispuesto de manera que todo el conjunto rotor-diafragma puede ser sacado del cuerpo al mismo tiempo que el fondo 88, sin tener que desacoplar el cárter de su base y de las tuberías de gas de procedimiento. Se observará que, en el curso de estas fases de montaje-desmontaje, los motores reposan sobre sus cojinetes respectivos sin riesgo de dañar piezas rotativas, así como piezas del estator que podrían, en caso contrario, entrar en contacto con los rotores durante estas operaciones.

Se observará finalmente que la invención no está limitada al modo de realización descrito.

En efecto, aunque se ha representado en la figura 2 un turbo-compresor provisto de un compresor de etapas múltiples integrado en línea de una sola sección de compresión y de cuatro etapas, la invención se aplica igualmente a otros tipos de moto-compresores, por ejemplo de dos secciones S1 y S2 en línea, por ejemplo de dos etapas cada una, asegurando en cada una la compresión de un gas de procedimiento, por ejemplo, con refrigeración intermedia. En este caso, se prevén, en el cárter, dos entradas E'1 y E'2 y dos salidas S'1 y S'2 enfrente de la entrada y de la salida de cada una de estas secciones (figura 3).

En este caso, como se puede ver en la figura 3, la primera etapa de compresión de una de las secciones S2 puede estar dispuesta enfrente de la segunda etapa de compresión de la otra sección S1.

Por el contrario, como se pude ver en la figura 4, para una configuración conocida bajo la denominación "back to back", las primeras etapas de compresión de cada una de las secciones S1 y S2 pueden estar dispuestas lado a lado.

Se observará finalmente que, como se puede ver en la figura 5, la invención se aplica igualmente a una disposición en la cual se utiliza, dispuesto en un cárter común, un motor 34 y dos grupos compresores 44' y 44'', provistos cada uno de etapas respectivas de compresión 46', 48', 50', 52' y 46'', 48'', 50'' y 52'' montadas cada una en un árbol accionado 54' y 54'', estando estos árboles 54' y 54'' fijados a dos extremos mutuamente opuestos del rotor 38 del motor y que utilizan acoplamientos flexibles 72' y 72''. Por supuesto, esta disposición de dos grupos de compresión puede utilizar una u otra de las disposiciones de compresión descritas anteriormente en referencia a las figura 2 a 4.

En este caso, según esta disposición, de acuerdo con la cual los grupos compresores están dispuestos a una y otra

parte del motor, la presión que reina en el motor será la de aspiración del lado de baja presión.

Es también posible que cada uno de los cuerpos de compresión posea medios de extracción de gas, o dispositivos de reinyección, lo que aumenta entonces considerablemente el número de combinaciones de disposiciones posibles.

Se observará, finalmente, que la invención que se acaba de describir permite, además de la conservación de las características dinámicas de los rotores, evitar completamente las fugas de gas hacia el exterior.

Permite igualmente eliminar las guarniciones de estanqueidad y sus sistemas auxiliares de vigilancia.

REIVINDICACIONES

1. Grupo compresor centrífugo, que comprende un motor (34), al menos un compresor (44; 44'; 44'') que comprende un árbol accionado (54; 54'; 54'') impulsado por el rotor (38) del motor y un conjunto de ruedas de álabes montadas en el árbol accionado, estando el conjunto constituido por el motor y el compresor montado en un cárter (55) común estanco al gas utilizado por el grupo compresor, **caracterizado por que** el rotor y el árbol accionado están unidos por un acoplamiento flexible (72; 72'; 72'') dispuesto en el cárter.

2. Grupo compresor según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el cárter comprende varios elementos de cárter (55a, 55b) solidarizados entre ellos de manera estanca, encerrando cada elemento de cárter el motor o un compresor.

3. Grupo compresor según la reivindicación 2, **caracterizado por que** el cárter está provisto de un orificio (76) dispuesto entre los elementos de cárter adyacentes para el acceso al acoplamiento flexible, estando el citado orificio provisto de medios de obturación estanca (78).

4. Grupo compresor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el acoplamiento flexible (72, 72', 72'') comprende un elemento elegido entre un acoplamiento de diafragma, un acoplamiento de lámina flexible y un acoplamiento de árbol torsionable.

5. Grupo compresor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** cada extremo del árbol accionado y del rotor está soportado por un cojinete de extremo (40, 42, 55, 56).

6. Grupo compresor según la reivindicación 5, **caracterizado por que** cada cojinete de extremo (40, 42, 55, 56) está solidarizado al cárter.

7. Grupo compresor según una de las reivindicaciones 5 y 6, **caracterizado por que** los cojinetes de extremo son cojinetes magnéticos radiales.

8. Grupo compresor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** comprende un tope axial (62) en el que se apoya el árbol accionado del compresor durante el funcionamiento del turbo-compresor.

9. Grupo compresor según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el tope axial (62) es un tope magnético.

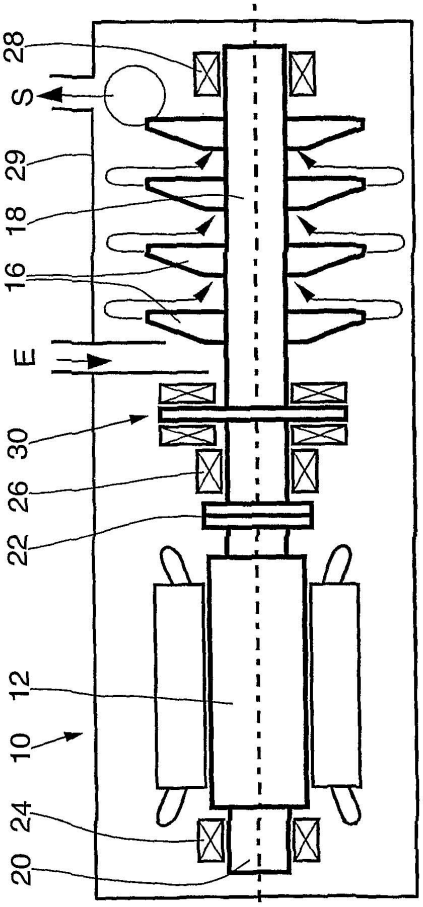

FIG.1

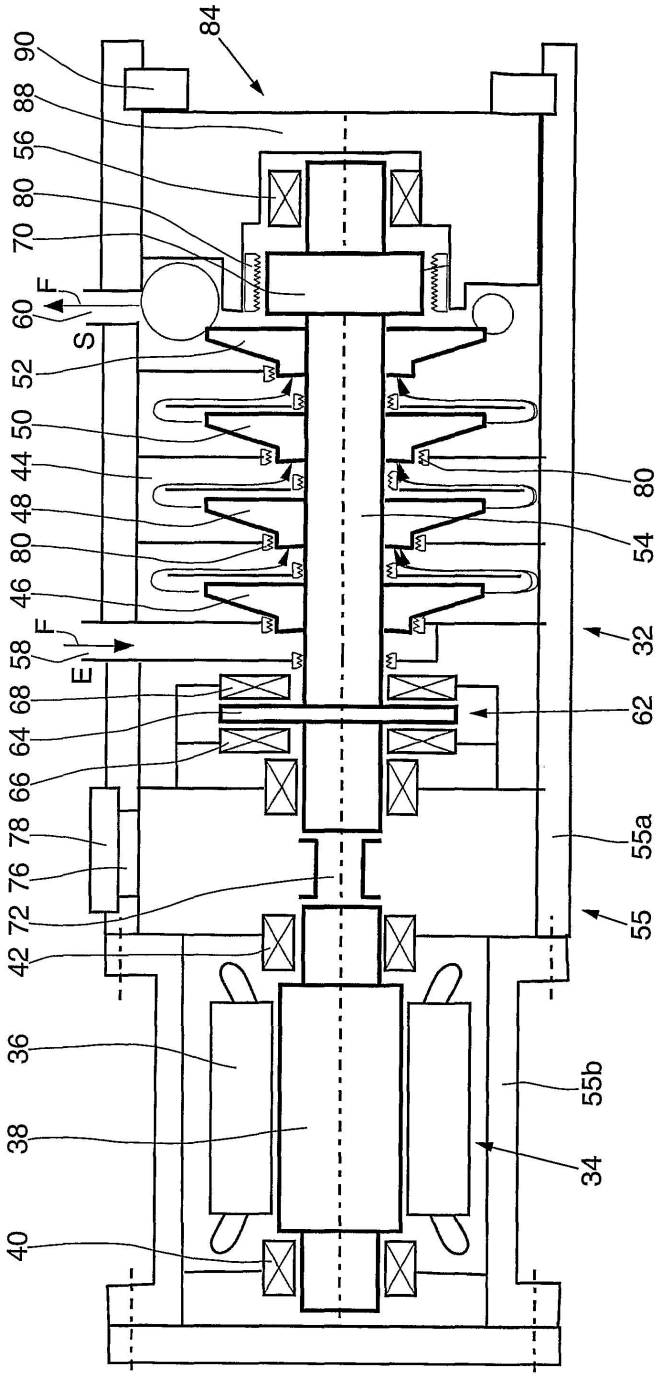
84
90
88
56
80
70
60
F
S
52
50
44
48
80
46
58
F
E
68
64
66
78
76
72
42
36
38
40
80
54
32
62
55a
55
55b
34

FIG.2

FIG.3

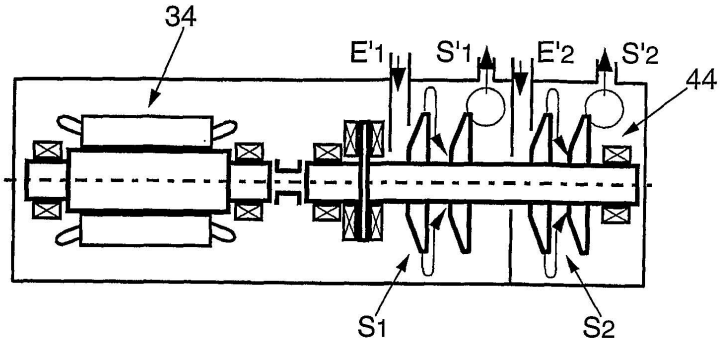

FIG.4

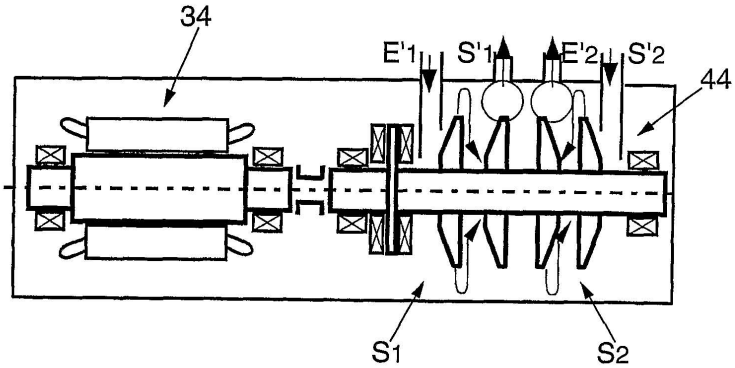
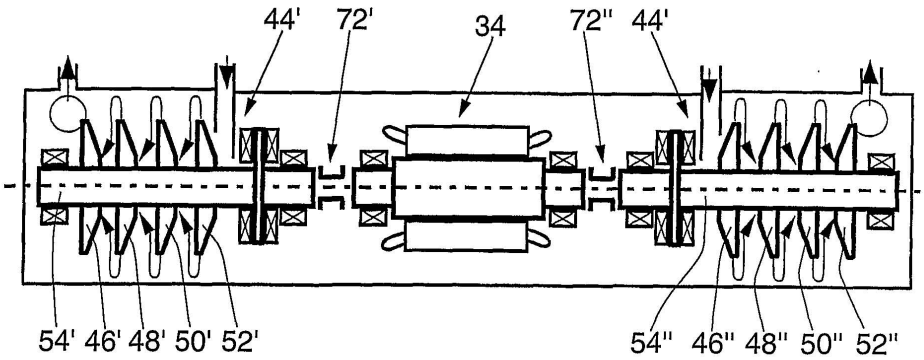
FIG.5