

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 590 142**

51 Int. Cl.:

F04B 39/00	(2006.01)
F04B 39/06	(2006.01)
F04B 53/16	(2006.01)
F04B 53/08	(2006.01)
F04B 39/08	(2006.01)
F04B 53/14	(2006.01)
F16J 15/16	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.05.2012 PCT/NL2012/050305**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.11.2012 WO12150862**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2012 E 12724749 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016 EP 2712408**

54 Título: **Compresor de pistón para comprimir gas**

30 Prioridad:

04.05.2011 NL 2006718

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

18.11.2016

73 Titular/es:

**HOWDEN THOMASSEN COMPRESSORS B.V.
(100.0%)
Havelandseweg 8a
6991 GS Rheden, NL**

72 Inventor/es:

**KOOP, LAURENTIUS GERARDUS MARIA;
DUINEVELD, PETRUS NICOLAAS y
ARENDS, TEUN PETRUS JOHANNES**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 590 142 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

Compresor de pistón para comprimir gas

La invención está relacionada con un compresor de pistón para comprimir gas, en particular a un compresor de pistón en el cual el cilindro que comprende la cámara de compresión está dispuesto de manera sustancialmente horizontal.

En los compresores de pistón, el vástago del pistón se extiende desde la cámara de compresión a través de un paso del vástago del pistón en el extremo del cilindro. Generalmente, se provee un prensaestopas con anillos de empaquetadura para reducir la fuga de gas a alta presión desde la cámara de compresión por vía del paso del vástago del pistón en el extremo del cilindro. Los anillos de empaquetadura tienen que proporcionar esta reducción de la fuga bajo circunstancias difíciles: la diferencia de presión entre la cámara de compresión y al entorno exterior del cilindro generalmente es elevada y el vástago del pistón hace un movimiento de vaivén a través de los anillos de empaquetadura a una velocidad elevada.

Con el fin de obtener un buen sello, los anillos de empaquetadura tienen que estar en contacto con el vástago del pistón. En muchos casos, se aplica una fuerza sobre los anillos de empaquetadura, fuerza que empuja los anillos de empaquetadura apretadamente contra el vástago del pistón. Tal fuerza puede, por ejemplo, ser aplicada mediante resortes circulares o por medio de una presión de gas. Con un diseño de ese tipo, pueden manejarse por los anillos de empaquetadura diferencias de presión más elevadas entre la cámara de compresión y el entorno exterior.

El aspecto negativo de este diseño es que cuanto más fuertemente son empujados los anillos de empaquetadura contra el vástago del pistón, más fricción tiene lugar entre los anillos de empaquetadura y el vástago del pistón. Esta fricción hace que el vástago del pistón se caliente y que el vástago del pistón y los anillos de empaquetadura sufran un aumento de desgaste. En compresores de gas de pistón en los cuales el vástago del pistón está dispuesto sustancialmente en horizontal, el problema de la fricción entre los anillos de empaquetadura y el vástago del pistón es incluso mayor que en los compresores de pistón con un vástago del pistón vertical, porque el vástago del pistón horizontal se curva bajo la influencia de la gravedad. Además, en particular cuando los anillos guía del pistón se desgastan, ocurre una ligera inclinación del vástago del pistón, que conduce a un incremento de fricción sobre un lado del vástago del pistón.

Se ha propuesto lubricar el vástago del pistón en la proximidad de los anillos de empaquetadura para reducir la fricción. No obstante, para muchas aplicaciones esto no proporciona una solución aceptable porque algo del lubricante se adherirá al vástago del pistón. El vástago del pistón introducirá con ello lubricante en la cámara de compresión. Esto no siempre es aceptable, por ejemplo cuando el compresor se usa para comprimir un gas seco y/o en casos en los que se aplica un compresor de pistón no lubricado, tal como en un compresor de pistón flotante del tipo descrito en el documento de patente europea EP0839280.

El documento de patente de EE.UU. US 3,194,568 divulga el enfriamiento de un vástago del pistón dentro del prensaestopas. El prensaestopas comprende un canal que trae agua hasta un espacio anular en el prensaestopas que está presente alrededor del vástago del pistón. Se proveen sellos en ambos extremos axiales de este espacio anular para mantener la mayoría del agua en el espacio anular. Algo de agua se adherirá al vástago del pistón y escurrirá a través de los sellos. De acuerdo con la divulgación del documento de patente de EE.UU. US 3,194,568, este agua se evaporará debido a la elevada temperatura del vástago del pistón y entonces desaparecerá a través de agujeros de venteo que se proveen en el prensaestopas.

La práctica ha mostrado que la capacidad de enfriamiento de un diseño de este tipo es limitada y que sólo puede usarse en combinación con un número limitado de tipos de líquido refrigerante.

La invención apunta a proporcionar un compresor de pistón con un sistema de enfriamiento de la superficie externa del vástago del pistón.

De acuerdo con la invención, se proporciona un compresor de pistón horizontal para comprimir gas de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 18.

En el compresor de pistón horizontal de acuerdo con la invención, se provee un sistema de enfriamiento de la superficie externa del vástago del pistón que comprende una unidad de enfriamiento del vástago del pistón que está dispuesta adyacente al lado del conjunto de uno o más anillos de empaquetadura más alejado de la primera cámara de compresión y una fuente de líquido refrigerante que está adaptada para proporcionar un flujo de líquido refrigerante a la unidad de enfriamiento. El vástago del pistón se extiende a través de la unidad de enfriamiento del vástago del pistón.

La unidad de enfriamiento del vástago del pistón tiene una envolvente y un miembro anular. El miembro anular tiene un paso cilíndrico a través del cual se extiende el vástago del pistón. El diámetro de dicho paso cilíndrico es mayor que el diámetro del vástago del pistón, de tal forma que un espacio anular está presente entre el vástago del pistón y el miembro anular. El miembro anular está montado en la envolvente.

En una realización posible, el diámetro del paso cilíndrico es unos 0,2 a 0,5 mm mayor que el diámetro del vástago

del pistón. En una realización posible, el diámetro del paso cilíndrico es unos 0,3 mm mayor que el diámetro del vástago del pistón.

5 El miembro anular está soportado de forma que puede moverse con respecto a la envolvente de una manera que permite movimientos del miembro anular en direcciones radiales que sigan y/o compensen los movimientos y desviaciones en direcciones radiales del vástago del pistón con el fin de mantener el espacio anular entre el vástago del pistón y el miembro anular. Esto permite mantener una región anular de líquido refrigerante fluyendo alrededor del vástago del pistón en la ubicación del miembro anular e impide un contacto indeseable entre el miembro anular y el vástago del pistón.

10 La unidad de enfriamiento del vástago del pistón comprende, además, un canal de alimentación de líquido refrigerante, el cual se extiende desde una entrada del mismo hasta uno o más puertos de alimentación en comunicación con el paso cilíndrico. El canal de alimentación de líquido refrigerante está adaptado para pasar el líquido refrigerante hasta el espacio anular entre el miembro anular y el vástago del pistón, permitiendo de este modo establecer un flujo de líquido refrigerante en contacto con la superficie externa del vástago del pistón y a través de dicho espacio anular causando la extracción de calor de la superficie externa del vástago del pistón. El líquido refrigerante que fluye enfría la superficie del vástago del pistón.

15 Cuando se opera de manera adecuada, se puede ver que el líquido refrigerante en el espacio anular entre el vástago del pistón y el miembro anular ejerce una presión hidrostática entre el vástago del pistón y el miembro anular. Esta presión hidrostática ayuda a centrar el miembro anular alrededor del vástago del pistón, dando como resultado que el tamaño del espacio anular entre el vástago del pistón y el miembro anular sea al menos sustancialmente constante alrededor de la circunferencia del vástago del pistón.

20 En una realización alternativa, menos preferida, se concibe usar un gas refrigerante en lugar de un líquido refrigerante. Tal gas refrigerante puede, también, ser usado para centrar el miembro anular alrededor del vástago del pistón. El gas refrigerante puede ser un flujo de gas que es desviado del flujo de gas principal que atraviesa el compresor o puede venir de una fuente independiente.

25 En una realización posible, la unidad de enfriamiento está provista de sellos de líquido refrigerante espaciados axialmente que hacen contacto de manera que hace sello sobre el vástago del pistón. Es ventajoso si estos sellos de líquido refrigerante también tienen una función de rascador, para raspar líquido refrigerante del vástago del pistón que se mueven en vaivén con respecto a estos sellos. Los sellos de líquido refrigerante pueden ser provistos en el miembro anular o en un anillo independiente. El líquido refrigerante es introducido en el espacio anular entre los sellos de líquido refrigerante. En esta realización, la unidad de enfriamiento comprende, además, al menos un canal de descarga de líquido refrigerante, el cual se extiende desde uno o más puertos de descarga en comunicación con el paso cilíndrico hasta una salida para descargar dicho líquido refrigerante desde el espacio anular entre el vástago del pistón y el miembro anular. En esta realización, el caudal puede controlarse con más exactitud. El canal o canales de descarga de líquido refrigerante pueden estar dispuestos en el miembro anular y la envolvente, o en un anillo independiente. Este anillo independiente puede ser el mismo anillo que sostiene un anillo de sello de líquido refrigerante o puede ser un anillo completamente independiente.

30 En una variante de esta realización, cada sello de líquido refrigerante es un anillo de sello que está recibido en una ranura correspondiente en el miembro anular o en un anillo independiente. Preferiblemente, este anillo de sello está recibido en la ranura con juego radial. Esto permite un movimiento radial relativo del miembro anular con respecto al anillo de sello. Preferiblemente, el miembro anular o el anillo independiente que sostiene el anillo de sello de líquido refrigerante está provisto de una conducción que conecta la región de juego radial con el canal de descarga de líquido refrigerante. Esto impide la acumulación de una presión por el líquido refrigerante en la ranura en la cual está montado el sello.

35 En otra variante, la unidad de enfriamiento está provista – cerca de uno o de cada uno de los sellos de líquido refrigerante – de uno o más sellos de gas amortiguador respectivos que delimitan un espacio de gas amortiguador anular en cada extremo axial del espacio anular entre el vástago del pistón y el miembro anular a través del cual se hace fluir el líquido refrigerante. A este fin, la unidad de enfriamiento está provista de uno o más canales de alimentación de gas amortiguador los cuales se extienden desde una entrada de gas amortiguador hasta cada uno de los espacios de gas amortiguador anulares para alimentar gas amortiguador a los mismos. La unidad de enfriamiento comprende, además, una fuente de gas amortiguador presurizado que está adaptada para establecer una presión de gas amortiguador en cada uno de los espacios de gas amortiguador.

40 El espacio de gas amortiguador actúa para contrarrestar el arrastre de líquido refrigerante sobre la superficie externa del vástago del pistón hacia el exterior de la unidad de enfriamiento. Esto se alcanza, por ejemplo, proveyendo el gas amortiguador en el espacio de gas amortiguador con una presión que sea más elevada que la presión del líquido refrigerante en el espacio anular entre el vástago del pistón y el miembro anular. La presión más elevada del gas amortiguador en el espacio de gas amortiguador impedirá que el líquido refrigerante fluya desde el espacio anular entre el vástago del pistón y el miembro anular hacia el espacio de gas amortiguador. Preferiblemente, en cada extremo axial del espacio anular entre el vástago del pistón y el miembro anular, está presente un espacio de gas amortiguador. De esta manera, la fuga de líquido refrigerante por vía del sello de líquido refrigerante o del vástago del pistón se reduce o incluso se impide.

En una realización posible, la envolvente de la unidad de enfriamiento es una envolvente tubular y, en la que el miembro anular está dispuesto dentro de una porción de dicha envolvente que tiene un diámetro interno que es mayor que el diámetro externo del miembro anular de tal forma que está presente una corona circular entre el miembro anular y la envolvente. Esta corona circular puede usarse para hacer que el miembro anular de la unidad de enfriamiento pueda moverse con respecto a la envolvente. La corona circular puede, por ejemplo, ser llenada con un material elástico o puede usarse para acomodar un miembro de resorte en ella. También es posible llenarla con un fluido. En esta realización, preferiblemente, la envolvente de la unidad de enfriamiento comprende porciones de extremo espaciadas entre las cuales está retenido el miembro anular en la dirección axial.

En una variante de esta realización, los miembros de sello espaciados están presentes en dicha corona circular entre la envolvente y el miembro anular. Esos miembros de sello forman al menos uno de un espacio de alimentación de líquido refrigerante y un espacio de descarga de líquido refrigerante en dicha corona circular. En esta variante, al menos una de la entrada y la salida de líquido refrigerante se provee en la envolvente de la unidad de enfriamiento. El canal de alimentación de líquido refrigerante está formado parcialmente por dicho espacio de alimentación de líquido refrigerante y/o el canal de descarga de líquido refrigerante está formado parcialmente por el espacio de descarga de líquido refrigerante. En esta realización, la corona circular está llena de líquido refrigerante. El líquido refrigerante en la corona circular permite que el miembro anular se mueva con respecto a la envolvente y ayuda a centrar el miembro anular en la envolvente.

En una realización posible, los uno o más puertos de alimentación del canal de alimentación de líquido refrigerante que se abren al paso cilíndrico están dispuestos en el miembro anular, situados centralmente entre los extremos axiales del miembro anular. En esta realización, los puertos de descarga están dispuestos en el miembro anular en ubicaciones espaciadas en lados opuestos desde el uno o más puertos de alimentación dispuestos centralmente. Esto permite que se cause un flujo anular de líquido refrigerante generalmente en direcciones axiales opuestas en el espacio anular de líquido refrigerante. En esta realización, el líquido está en contacto con el vástago del pistón sobre una distancia relativamente corta. Esto tiene el efecto de que la diferencia de temperatura entre el líquido refrigerante y el vástago del pistón permanece mayor, y por tanto puede obtenerse un nivel más elevado de enfriamiento del vástago del pistón.

En una variante de esta realización, el paso cilíndrico del miembro anular tiene una porción central de un diámetro más pequeño y los uno o más puertos de alimentación están situados en dicha porción central. Además, el paso cilíndrico del miembro anular tiene en cualquiera de los dos extremos axiales de dicha porción central una porción de descarga de un diámetro mayor y los uno o más puertos de descarga están situados en dichas porciones de descarga. Esto permite que se obtenga un perfil de flujo ventajoso para el líquido refrigerante.

En una realización posible, se forma un puerto de alimentación mediante una abertura de orificio que forma una restricción de flujo para el líquido refrigerante a través del canal de alimentación de líquido refrigerante. Esto permite un buen control del flujo de líquido refrigerante hacia la unidad de enfriamiento y contribuye a un perfil de flujo ventajoso.

En una realización posible, el sistema de enfriamiento comprende además un sistema de circulación de líquido refrigerante cerrado que incluye una bomba para proporcionar el flujo de líquido refrigerante y un cambiador de calor adaptado para enfriar el líquido refrigerante. La bomba puede, también, usarse para obtener una presión de líquido refrigerante deseada en el espacio anular entre el vástago del pistón y el miembro anular. Esto es particularmente útil cuando la presión del líquido refrigerante se usa para centrar el miembro anular alrededor del vástago del pistón.

En el compresor de pistón de acuerdo con la reivindicación 18, la unidad de enfriamiento está provista de sellos de líquido refrigerante espaciados axialmente que hacen contacto de manera que hace sello sobre el vástago del pistón. Es ventajoso si estos sellos de líquido refrigerante también tienen una función de raspador, para raspar el líquido refrigerante del vástago del pistón que se mueven en vaivén con respecto a estos sellos. Los sellos de líquido refrigerante pueden estar dispuestos en el miembro anular o en un anillo independiente. El líquido refrigerante es introducido en el espacio anular entre dichos sellos de líquido refrigerante. La unidad de enfriamiento comprende, además, al menos un canal de descarga de líquido refrigerante, el cual se extiende desde uno o más puertos de descarga en comunicación con el paso cilíndrico hasta una salida para descargar dicho líquido refrigerante desde el espacio anular entre el vástago del pistón y el miembro anular. La unidad de enfriamiento está provista, además, – cerca de un o de cada uno de los sellos de líquido refrigerante – de uno o más sellos de gas amortiguador respectivos que delimitan un espacio de gas amortiguador anular en cada extremo axial del espacio anular en el que se hace fluir el líquido refrigerante. La unidad de enfriamiento es provista, además, de uno o más canales de alimentación de gas amortiguador los cuales se extienden desde una entrada de gas amortiguador hasta cada uno de los espacios de gas amortiguador anulares para alimentar un gas amortiguador a los mismos. El sistema de enfriamiento comprende, también, una fuente de gas amortiguador presurizado que está adaptada para establecer una presión de gas amortiguador en cada uno de los espacios de gas amortiguador, actuando dicho espacio de gas amortiguador para contrarrestar el arrastre de líquido refrigerante sobre la superficie externa del vástago del pistón hacia el exterior de la unidad de enfriamiento.

El compresor de pistón de acuerdo con la reivindicación 18 puede usarse con un miembro anular que está soportado de forma que se puede mover con respecto a la envolvente de tal manera que permite movimientos del miembro anular en direcciones radiales que siguen y/o compensan los movimientos y desviaciones del vástago del pistón en

direcciones radiales con el fin de mantener el espacio anular, pero también puede usarse con otro tipo de miembro anular, por ejemplo un miembro anular que está fijo y montado de manera estacionaria en la envolvente.

5 En una realización posible, el compresor tiene un pistón flotante, preferiblemente como el descrito en el documento de patente europea EP0839280. Preferiblemente, al menos un elemento anillo guía está encajado alrededor de al menos el fondo del cuerpo del pistón y se proyecta más allá de la periferia del cuerpo del pistón, estando hecho el elemento anillo guía de un material adecuado para el contacto directo con fricción con el cilindro. El compresor de pistón comprende una fuente la cual entrega continuamente un gas a presión, por ejemplo, por vía de una o más válvulas que hacen pasar gas a presión a una cámara dentro del pistón. Se proveen medios de conducción que están conectados a la fuente y se abren a al menos una abertura de salida de flujo provista en el elemento anillo guía para alimentar gas que procede de la fuente a una posición entre el elemento anillo guía y el cilindro, siendo la posición de la al menos una abertura de salida de flujo y la presión del gas alimentado por la fuente tales que el gas alimentado hasta una posición entre el elemento anillo guía y el cilindro ejerce constantemente una fuerza hacia arriba sobre el pistón.

10 La invención se explicará con más detalle con referencia a los dibujos, en los cuales se muestran realizaciones de la invención no limitativas. Los dibujos muestran en:

la figura 1: un compresor de pistón horizontal,

la figura 2: una realización de una unidad de enfriamiento de acuerdo con la invención,

la figura 3: segunda realización de una unidad de enfriamiento de acuerdo con la invención,

la figura 4: una realización de un sistema de enfriamiento de acuerdo con la invención,

20 la figura 5: diferentes maneras de montar la unidad de enfriamiento sobre el vástago del pistón.

La figura 1 muestra una vista lateral de un compresor de pistón horizontal. El compresor comprende un bastidor 1, en o al cual se montan otras partes del compresor.

25 El compresor comprende un cilindro 2. El cilindro 2 tiene un primer extremo 3 del cilindro y un segundo extremo 4 del cilindro. El primer extremo 3 del cilindro y el segundo extremo 4 del cilindro están dispuestos cada uno de ellos en un extremo axial del cilindro 2. El primer extremo 3 del cilindro comprende un paso 7 del vástago del pistón.

El cilindro 2 tiene, además, una pared 5 del cilindro y un eje longitudinal 6.

En el cilindro 2, está montado un pistón 10. El pistón 10 tiene movimiento alternativo en el cilindro 2, lo cual significa que puede moverse adelante y atrás dentro del cilindro 2 a lo largo del eje longitudinal 6 del cilindro 2.

30 En compresores de pistón tradicionales, el pistón está lubricado mediante un líquido lubricante (por ejemplo aceite) de tal forma que se impide el contacto metal con metal entre el pistón y la pared del cilindro. En un diseño más moderno, no es necesario aceite de lubricación entre el pistón y la pared del cilindro. Tales compresores de pistón, en los cuales no hay lubricación entre el pistón y la pared del cilindro se hace referencia como compresores no lubricados. Tales compresores, sin embargo, podrían comprender piezas, por ejemplo anillos guía que se extiendan alrededor del pistón, que contengan un lubricante sólido tal como disulfuro de molibdeno. Una clase especial de compresores no lubricados son los denominados "compresores de pistón flotante". En tales compresores, está presente una película de gas entre el pistón y la pared del cilindro para impedir el contacto metal con metal entre el pistón y la pared del cilindro. Ejemplos de un compresor de pistón flotante se describen en el documento de patente europea EP0839280.

40 Al menos una cámara de compresión está presente en el cilindro 2. Cada cámara de compresión está delimitada en un extremo axial por el pistón y en el extremo axial opuesto por un extremo del cilindro. En la realización de la figura 1, el compresor de pistón comprende dos cámaras de compresión 11, 21.

45 Cada cámara de compresión tiene un puerto de entrada 12, 22 y un puerto de salida 13, 23. En cada puerto de entrada 12, 22 de la cámara de compresión está dispuesta una válvula de entrada 14, 24. En cada puerto de salida 13, 23 de la cámara de compresión está dispuesta una válvula de salida 15, 25. Las válvulas 14, 24, 15, 25 están controladas de tal manera que cuando la válvula de entrada 14, 24 de una cámara de compresión 11, 21 está abierta, la válvula de salida 15, 25 de esa misma cámara de compresión está cerrada y cuando la válvula de salida 15, 25 de una cámara de compresión 11, 21 está abierta, la válvula de entrada 14, 24 de esa misma cámara de compresión está cerrada.

50 El pistón 10 está montada sobre el vástago del pistón 30. El vástago del pistón 30 tiene un primer extremo 31 y un segundo extremo 32. En la realización mostrada en la figura 1, el pistón 10 está conectado al primer extremo 31 del vástago del pistón 30. En una realización alternativa (no mostrada), el vástago del pistón puede extenderse más allá del pistón 10 en la cámara de presión 11 y a través del paso en el segundo extremo 4 del cilindro.

En la realización de la figura 1, el vástago del pistón 30 se extiende a través de una pieza distanciadora 35 en el bastidor 1 hasta el conjunto de accionamiento 40. En esta realización, el segundo extremo 32 del vástago del pistón

ES 2 590 142 T3

30 está conectado a la cruceta 41. En uso, la cruceta se mueve de manera alternativa dentro de la pieza distanciadora 35 del bastidor 1.

5 La cruceta 41 es accionada mediante la biela de conexión 42. La biela de conexión 42 tiene un primer extremo 43 y un segundo extremo 44. El primer extremo 43 de la biela de conexión 42 está conectado a la cruceta 41, mientras que el segundo extremo 44 de la biela de conexión 42 está conectado al cigüeñal 45. En uso, el cigüeñal 45 gira. La biela de conexión 42 transforma esta rotación en una traslación y, con ello, acciona el movimiento alternativo de la cruceta 41.

10 Donde el vástago del pistón 30 sale del cilindro 2 por vía del paso del vástago del pistón 7 de la tapa 3 del cilindro, es importante un buen sello para impedir el escape de gas desde la cámara de presión 21 por vía del paso del vástago del pistón 7. Este sello se proporciona mediante el prensaestopas 50, el cual se muestra sólo esquemáticamente en la figura 1. El vástago del pistón 30 se extiende a través del prensaestopas 50.

15 En el prensaestopas 50, están presentes anillos de empaquetadura 51 para el sellado propiamente dicho. Los anillos de empaquetadura 51 reducen o incluso impiden la fuga de gas desde la cámara de compresión 21 sobre la superficie del vástago del pistón. Para un sellado efectivo, los anillos de empaquetadura 51 tienen que ajustarse estrechamente alrededor del vástago del pistón 30. Esto causa fricción entre los anillos de empaquetadura 51 y el vástago del pistón 30 y, con ello, el calentamiento del vástago del pistón.

En la realización mostrada en la figura 1, están presentes en el prensaestopas dos juegos de múltiples anillos de empaquetadura. Como comprenderá la persona experta, es posible cualquier otro número de anillos de empaquetadura.

20 En la realización de la figura 1, el vástago del pistón 30 se extiende a través de uno solo de los extremos del cilindro. En una realización alterativa, en la que el vástago del pistón se extienda a través de ambos extremos del cilindro, hay presentes dos prensaestopas, cada uno para sellar un paso del vástago del pistón.

25 El compresor de pistón horizontal de la figura 1 está provisto de un sistema de enfriamiento de la superficie externa del vástago del pistón para enfriar la superficie del vástago del pistón. El sistema de enfriamiento de la superficie externa del vástago del pistón comprende una unidad de enfriamiento 60 del vástago del pistón. En la realización mostrada en la figura 1, la unidad de enfriamiento 60 está dispuesta fuera del prensaestopas 50 que contiene los anillos de empaquetadura y no está conectada al prensaestopas 50. En realizaciones alternativas (no mostradas), la unidad de enfriamiento puede estar conectada al exterior del prensaestopas o dispuesta dentro del prensaestopas.

30 La unidad de enfriamiento 60 del vástago del pistón está dispuesta, preferiblemente, adyacente al anillo de empaquetadura o los anillos de empaquetadura, porque es ahí donde el vástago del pistón se calienta, debido a la fricción entre los anillos de empaquetadura y el vástago del pistón.

35 El sistema de enfriamiento de la superficie externa del vástago del pistón comprende, además, una fuente de líquido refrigerante 61. La fuente de líquido refrigerante 61 está conectada a la unidad de enfriamiento 60 del vástago del pistón mediante al menos una tubería 62 de circulación de líquido refrigerante. Esta primera tubería 62 de circulación de líquido refrigerante lleva líquido refrigerante desde la fuente de líquido refrigerante 61 hasta la unidad de enfriamiento 60 del vástago del pistón. Preferiblemente, también está presente una segunda tubería 63 de circulación de líquido refrigerante, la cual lleva líquido refrigerante desde la unidad de enfriamiento 60 del vástago del pistón de vuelta a la fuente de líquido refrigerante 61.

40 La figura 2 muestra una realización de una unidad de enfriamiento 60 del vástago del pistón de acuerdo con la invención. El vástago del pistón 30 se extiende a través de la unidad de enfriamiento 60 del vástago del pistón, de forma que la unidad de enfriamiento puede actuar directamente sobre la superficie del vástago del pistón 30. Es muy común hacer los vástagos del pistón de acero inoxidable. El acero inoxidable no es un tan buen conductor de calor, por ello una porción significativa del calor que se crea en la superficie del vástago del pistón permanece presente en la superficie del vástago del pistón en vez de disiparse hacia el núcleo del vástago del pistón.

45 El vástago del pistón 30 se mueve de manera alternativa a través de la unidad de enfriamiento 60 del vástago del pistón de acuerdo con la flecha 33.

50 La unidad de enfriamiento 60 del vástago del pistón comprende una envolvente 70, la cual en la realización de la figura 2 está constituida por un primer anillo envolvente 71 y un segundo anillo envolvente 72. Usar dos o más anillos envolventes que forman juntos la envolvente 70 permite un montaje fácil de la unidad de enfriamiento sobre el vástago del pistón. Dentro de la envolvente 70, está presente un miembro anular 75. Para un montaje fácil, el miembro anular 75 y los anillo envolventes 71, 72 están constituidos por dos o más segmentos de anillo. Los anillos envolventes 71, 72 están montados de una manera tal que no pueden moverse uno con respecto al otro.

55 En la realización mostrada en la figura 2, el diámetro externo del miembro anular es menor que el diámetro interno de los anillos envolventes 71, 72 en donde los anillos envolventes 71, 72 se extienden sobre el miembro anular 75. Esto crea una corona circular 73 entre el diámetro externo del miembro anular 75 y el diámetro interno de los anillos envolventes 71, 72 en la parte en la que aquellos se extienden sobre el miembro anular 75. Esta corona circular 73 hace posible el movimiento relativo en direcciones radiales del miembro anular 75 con respecto a la envolvente

tubular 70.

El miembro anular 75 comprende un paso cilíndrico 76. Cuando la unidad de enfriamiento 60 del vástago del pistón está montada sobre el vástago del pistón de un compresor de pistón, el vástago del pistón 30 se extiende a través de este paso cilíndrico 76.

5 El diámetro del paso cilíndrico 76 es mayor que el diámetro externo del vástago del pistón 30, o al menos mayor que el diámetro externo de la parte del vástago del pistón 30 que se mueve de forma alternativa a través de la unidad de enfriamiento 60 del vástago del pistón. La diferencia entre el diámetro del paso cilíndrico y el diámetro del vástago del pistón hace que esté presente un espacio anular 77 entre el miembro anular 75 y el vástago del pistón 30. Si el vástago del pistón 30 está perfectamente centrado en el paso cilíndrico 76, la distancia 78 entre el vástago del pistón 30 y la superficie del paso cilíndrico 76 es la misma sobre la circunferencia entera del paso cilíndrico.

El diámetro del paso cilíndrico puede 76 variar sobre la longitud del paso cilíndrico, por ejemplo en forma de una variación escalonada, pero el diámetro también puede ser constante sobre la longitud del paso cilíndrico.

15 En una realización posible, la diferencia entre el diámetro del paso cilíndrico 76 y el diámetro del vástago del pistón 30 está entre 0,1 mm y 0,6 mm en la porción del paso cilíndrico 76 que tiene el diámetro más pequeño. En una realización alternativa, la diferencia entre el diámetro del paso cilíndrico 76 y el diámetro del vástago del pistón 30 está entre 0,2 mm y 0,4 mm en la porción del paso cilíndrico 76 que tiene el diámetro más pequeño. En otra realización alternativa más, la diferencia entre el diámetro del paso cilíndrico 76 y el diámetro del vástago del pistón 30 es de unos 0,3 mm en la porción del paso cilíndrico 76 que tiene el diámetro más pequeño.

20 La unidad de enfriamiento 60 del vástago del pistón comprende, además, un canal 80 de alimentación de líquido refrigerante. Este canal de alimentación de líquido refrigerante tiene una entrada 81, la cual recibe líquido refrigerante desde la fuente de líquido refrigerante por vía de la tubería 62 de circulación de líquido refrigerante.

25 El canal 82 permite que el líquido refrigerante fluya a través del anillo envolvente 71. Desde el canal 82, el líquido refrigerante entra en el espacio 83 de alimentación de líquido refrigerante, entre el anillo envolvente 71 y el miembro anular 75. El espacio 83 de alimentación de líquido refrigerante forma parte de la corona circular 73 entre el miembro anular 75 y los anillos envolventes 71, 72. En uso, la corona circular puede estar vacía o llena de líquido refrigerante, o parcialmente llena de líquido refrigerante, completamente o parcialmente llena de un gas amortiguador o cualquier otro tipo de gas, o puede acomodar miembros elásticos y/o sellos.

30 El espacio 83 de alimentación de líquido refrigerante está sellado en sus dos extremos axiales mediante sellos 84. Los sellos 84 hacen que el líquido refrigerante fluya desde el espacio 83 de alimentación de líquido refrigerante hasta el canal 85 del miembro anular 75 y no escape antes de haber alcanzado el espacio anular 77 entre el miembro anular 75 y el vástago del pistón 30.

35 El canal 85 en el miembro anular 75 permite que el líquido refrigerante fluya desde el espacio 83 de alimentación de líquido refrigerante hasta el puerto de alimentación 86, el cual está en comunicación de fluido con el paso cilíndrico 76 del miembro anular 75. Desde el puerto de alimentación 86, el líquido refrigerante entra en el espacio anular 77 entre el miembro anular 75 y el vástago del pistón 30. El puerto de alimentación 86 tiene, preferiblemente, un diámetro menor que el canal 85 de tal manera que forma un orificio. Esto crea un mejor perfil de flujo en el flujo del líquido refrigerante.

En el espacio anular 77, el líquido refrigerante está en contacto directo con la superficie externa del vástago del pistón, de forma que puede enfriar la superficie del vástago del pistón 30.

40 Es posible que el miembro anular 75 esté provisto de más de un canal 85 con un puerto de alimentación 86. Esto proporciona una mejor distribución de líquido refrigerante desde la cavidad 83 hasta el espacio anular 77 entre el miembro anular y el vástago del pistón. Como alternativa, hay un único canal 85 con puerto de alimentación 86.

45 Desde el puerto de alimentación 86, el líquido refrigerante fluye a través del espacio anular 77 hasta las cámaras de recogida 87 de líquido refrigerante. El flujo de líquido refrigerante a través del espacio anular 77 enfría la superficie externa del vástago del pistón 30.

En la realización de la figura 2, se proveen dos cámaras de recogida 87 de líquido refrigerante. También es posible, no obstante, que esté presente sólo una única cámara de recogida 87.

50 En la realización de la figura 2, la unidad de enfriamiento 60 del vástago del pistón comprende, además, dos sellos 90 de líquido refrigerante. Éstos pueden ser de cualquier tipo de sellos adecuados; en la figura 2 se aplican anillos rascadores. Éstos tienen el beneficio adicional de – aparte de sellar – raspar líquido refrigerante de la superficie del vástago del pistón alternativa.

55 Los sellos 90 de líquido refrigerante delimitan el espacio anular entre el miembro anular 75 y el vástago del pistón 30 en la dirección axial. Las cámaras de recogida 87 de líquido refrigerante son porciones ensanchadas de este espacio anular, formadas por partes del paso cilíndrico que tienen un diámetro mayor que la porción central del paso cilíndrico. La porción central del paso cilíndrico tiene el diámetro más pequeño y con ello forma la parte del espacio

ES 2 590 142 T3

anular 77 que tiene la distancia 78 más pequeña entre el miembro anular 75 y el vástago del pistón 30.

Desde las cámara de recogida 87 de líquido refrigerante, el líquido refrigerante es descargado. Para la descarga, en este ejemplo se proveen múltiples canales de descarga 91. Como alternativa, puede estar presente un único canal de descarga.

5 El líquido refrigerante entra en el canal de descarga por vía de un puerto de descarga 92. Este puerto de descarga 92 está en comunicación de fluido con el paso cilíndrico 76 y con ello con el espacio anular 77 entre el miembro anular 75 y el vástago del pistón 30.

10 Desde el puerto de descarga 92, el líquido refrigerante entra en el canal 93 en el miembro anular 75 y, desde allí, en el espacio de descarga 94 de líquido refrigerante, el cual es parte de la corona circular 73 entre el miembro anular 75 y la envolvente 70. Sellos 99 sellan los extremos axiales externos de los espacios de descarga 94 de líquido refrigerante. Los extremos axiales internos de los espacios de descarga 94 de líquido refrigerante están sellados por los sellos 84. Los sellos 84 impiden el flujo de líquido refrigerante desde el espacio de alimentación 83 de líquido refrigerante hasta un espacio de descarga 94 de líquido refrigerante. Los sellos 99 impiden el escape de líquido refrigerante desde los espacios de descarga 94 de líquido refrigerante hacia sus respectivos extremos axiales externos.

15 Los sellos 99 y 84 están dispuestos en ranuras 88 de los anillos envolventes 71, 72. Las ranuras 88 están dimensionadas de tal forma que los sellos 99,84 pueden moverse con respecto al anillo envolvente 71, 72, permitiendo de este modo el movimiento relativo del miembro anular con respecto a la envolvente 70.

20 El líquido refrigerante en el espacio de alimentación 83 de líquido refrigerante y los espacios de descarga 94 de líquido refrigerante actúa como una combinación de un resorte y un amortiguador para el movimiento relativo del miembro anular 75 y la envolvente 70.

Los sellos de líquido refrigerante están dispuestos en ranuras 97 en el miembro anular 75. Las ranuras 97 tienen una dimensión radial mayor que el diámetro externo del sello 90 de líquido refrigerante, de forma que en la dirección radial hay espacio entre el diámetro externo del sello de líquido refrigerante y la pared de la respectiva ranura 97.

25 Las ranuras 97 están en comunicación de fluido con el canal de descarga de líquido refrigerante por vía de la conducción 98. Si algo de líquido refrigerante escurre más allá del sello 90 a la ranura 97, aquel fluye hacia fuera de la ranura 97 de nuevo por vía de la conducción 98. Las conducciones 98 impiden con ello la acumulación de líquido refrigerante en las ranuras 97.

30 En la realización de la figura 2, la unidad de enfriamiento 60 está provista, además, de un sistema de gas amortiguador.

35 El sistema de gas amortiguador comprende una fuente 100 de gas amortiguador para la alimentación de gas amortiguador presurizado. La fuente 100 de alimentación de gas amortiguador suministra un gas amortiguador presurizado, por vía de las tuberías 101 de alimentación de gas amortiguador, a los canales 102 de alimentación de gas amortiguador. Cada uno de los anillos envolventes 71, 72 ha sido provisto de un canal 102 de alimentación de gas amortiguador.

40 El gas amortiguador puede ser un gas inerte, tal como nitrógeno. El gas amortiguador puede ser el mismo tipo de gas que el gas que es comprimido por el pistón del compresor. La fuente de gas amortiguador puede recibir el gas que funcionará como gas amortiguador de la misma fuente desde la cual recibe el compresor el gas a ser comprimido. La fuente de gas amortiguador podría también ser un recipiente independiente que contiene un gas a presión.

Los anillos envolventes 71, 72 tienen una parte con un diámetro interno grande. Esta parte se extiende sobre el miembro anular 75. Los anillos envolventes 71, 72 también tienen una parte con un diámetro interno menor. Esta parte está situada junto a un extremo axial del miembro anular 75.

45 Cuando está presente un sistema de gas amortiguador, preferiblemente hay alguna distancia entre los extremos axiales del miembro anular y los anillos envolventes adyacentes, de tal forma que está presente un espacio 103 entre el extremo axial del miembro anular y el anillo envolvente adyacente. El gas amortiguador puede entrar en este espacio desde el canal 102 de alimentación de gas amortiguador. Desde este espacio 103, el gas amortiguador puede alcanzar el espacio 104 de gas amortiguador anular. Como alternativa, el canal 102 de gas amortiguador puede extenderse de tal forma que alimente el gas amortiguador directamente al espacio 104 de gas amortiguador asociado.

50 Los espacios 104 de gas amortiguador están delimitados en un extremo axial mediante un sello 105 de gas amortiguador y en el extremo axial opuesto mediante un sello 90 de líquido refrigerante.

55 El gas en los espacios de gas amortiguador es mantenido bajo presión por la fuente 100 de gas amortiguador. La presión del gas amortiguador en los espacios 104 de gas amortiguador actúa para contrarrestar el arrastre de líquido refrigerante sobre la superficie externa del vástago del pistón hacia el exterior de la unidad de enfriamiento.

Mantener la presión del gas amortiguador por encima de la presión del líquido refrigerante en las cámaras de recogida 87 reduce o incluso impide la fuga de líquido refrigerante sobre los sellos 90 de líquido refrigerante de la unidad de enfriamiento.

5 En una realización ventajosa, según se muestra en la figura 2, el gas amortiguador puede, también, entrar en el espacio 106 entre el diámetro externo del miembro anular 75 y el diámetro interno del anillo envolvente 71, 72. De esta manera, la presión del gas amortiguador actúa, también, sobre los sellos 99, ayudando a reducir o incluso impedir la fuga de líquido refrigerante sobre estos sellos.

La figura 3 muestra una segunda realización de una unidad de enfriamiento de acuerdo con la invención.

10 En la unidad de enfriamiento 200 de la figura 3, está presente un miembro anular 205. El miembro anular tiene un paso cilíndrico 206, el cual paso cilíndrico tiene un diámetro que es mayor que el diámetro del vástago del pistón 30, o al menos mayor que el diámetro externo de la parte del vástago del pistón 30 que se mueve de forma alternativa a través de la unidad de enfriamiento 200 del vástago del pistón. El vástago del pistón 30 se extiende a través del paso cilíndrico 206 del miembro anular 205. En uso, está presente un espacio anular 207 entre la superficie del paso cilíndrico 206 del miembro anular 205 y la superficie externa del vástago del pistón 30.

15 El miembro anular 205 está dispuesto en una envolvente, la cual envolvente comprende un anillo envolvente 210. En la realización mostrada en la figura 3, el diámetro externo del miembro anular 205 es menor que el diámetro interno del anillo envolvente 210 en donde el anillo envolvente 210 se extiende sobre el miembro anular 205. Esto crea una corona circular 215 entre el diámetro externo del miembro anular 205 y el diámetro interno del anillo envolvente 210 en la parte en la que éste se extiende sobre el miembro anular 205. Esta corona circular 215 hace posible el movimiento relativo en direcciones radiales del miembro anular 205 con respecto al anillo envolvente 210.

En una realización posible, la diferencia entre el diámetro del paso cilíndrico 206 y el diámetro del vástago del pistón 30 está entre 0,1 mm y 0,6 mm. En una realización alternativa, la diferencia entre el diámetro del paso cilíndrico 206 y el diámetro del vástago del pistón 30 está entre 0,2 mm y 0,4 mm. En otra realización alternativa más, la diferencia entre el diámetro del paso cilíndrico 206 y el diámetro del el vástago del pistón 30 es de unos 0,3 mm.

25 La unidad de enfriamiento 200 del vástago del pistón comprende, además, un canal 220 de alimentación de líquido refrigerante. Este canal de alimentación de líquido refrigerante tiene una entrada 221, la cual recibe líquido refrigerante de la fuente de líquido refrigerante por vía de una tubería 62 de circulación de líquido refrigerante.

30 El canal 222 permite que el líquido refrigerante fluya a través del anillo envolvente 210. Desde el canal 222, el líquido refrigerante entra en un espacio 223 de alimentación de líquido refrigerante, entre el anillo envolvente 210 y el miembro anular 205. El espacio 223 de alimentación de líquido refrigerante forma parte de la corona circular 215 entre el miembro anular 205 y el anillo envolvente 210. En uso, la corona circular puede estar vacía, o llena de líquido refrigerante, o parcialmente llena de líquido refrigerante, completamente o parcialmente llena de un gas amortiguador o cualquier otro tipo de gas, o puede acomodar miembros elásticos y/o sellos.

35 El espacio 223 de alimentación de líquido refrigerante está sellado en sus dos extremos axiales mediante sellos 224. Los sellos 224 hacen que el líquido refrigerante fluya desde el espacio 223 de alimentación de líquido refrigerante hasta el canal 225 del miembro anular 205 y no escape antes de haber alcanzado el espacio anular 207 entre el miembro anular 205 y el vástago del pistón 30.

40 El canal 225 del miembro anular 205 permite que el líquido refrigerante fluya desde el espacio 223 de alimentación de líquido refrigerante hasta un puerto de alimentación 226 el cual está en comunicación de fluido con el paso cilíndrico 206 del miembro anular 205. Desde el puerto de alimentación 226, el líquido refrigerante entra en el espacio anular 207 entre el miembro anular 205 y el vástago del pistón 30. El puerto de alimentación 226 tiene, preferiblemente, un diámetro menor que el canal 225 de tal manera que forma un orificio. Esto crea un mejor perfil de flujo en el flujo del líquido refrigerante.

45 En el espacio anular 207, el líquido refrigerante está en contacto directo con la superficie externa del vástago del pistón, de forma que puede enfriar la superficie del vástago del pistón 30.

Es posible que el miembro anular 205 esté provisto de más de un canal 225 con un puerto de alimentación 226. Esto proporciona una mejor distribución de líquido refrigerante desde la cavidad 223 hasta el espacio anular 207 entre el miembro anular y el vástago del pistón. Como alternativa, hay un único canal 225 con puerto de alimentación 226.

50 Desde el puerto de alimentación 226, el líquido refrigerante fluye a través del espacio anular 207 hasta las cámaras de recogida 227 de líquido refrigerante primarias. El flujo de líquido refrigerante a través del espacio anular 207 enfría la superficie externa del vástago del pistón 30.

55 Las cámaras de recogida 227 de líquido refrigerante primarias están dispuestas en ambos extremos axiales del espacio anular 207 entre el vástago del pistón 30 y el miembro anular 205. Aquellas reciben líquido refrigerante desde el espacio anular 207. En vez de dos cámaras de recogida 227 de líquido refrigerante primarias, es posible tener una única cámara de recogida 227 de líquido refrigerante primaria. En ese caso, es ventajoso disponer el puerto de alimentación 226 en un extremo axial del espacio anular 207 y la cámara de recogida 227 de líquido

refrigerante primaria en el otro extremo axial del espacio anular 207.

Cada una de las cámaras de recogida 227 de líquido refrigerante primarias está formada en un anillo de descarga 240. Cada uno de los anillos de descarga 240 está dispuesto en un extremo axial del anillo envolvente 210. Cada uno de los anillos de descarga 240 está provisto de un paso cilíndrico 241. El diámetro del paso cilíndrico 241 de cada anillo de descarga es, preferiblemente, mayor que el diámetro del paso cilíndrico 206 del miembro anular 205.

Desde las cámaras de recogida 227 de líquido refrigerante primarias, el líquido refrigerante es descargado. Para la descarga, se proveen uno o más canales de descarga 242 en cada anillo de descarga 240. Cada uno de los anillos de descarga tiene un puerto de descarga 243 y una salida 244. El líquido refrigerante que fluye hacia fuera de los canales de descarga 242 es recogido en una o más cámaras de recogida 245 de líquido refrigerante secundarias.

En la realización de la figura 3, están presentes dos cámaras de recogida 245 de líquido refrigerante secundarias, cada una de ellas asociada a un anillo de descarga 240. En el ejemplo de la figura 3, las cámaras de recogida 245 de líquido refrigerante secundarias se extiende sobre la circunferencia de los anillos de descarga 240 y están formadas por un anillo 246 que tiene un rebaje 247 en él. El rebaje 247 se extiende, preferiblemente, alrededor de la circunferencia interna entera del anillo 246.

Preferiblemente, el líquido refrigerante que es recogido en una cámara de recogida 245 de líquido refrigerante secundaria fluye desde esa cámara de recogida 245 de líquido refrigerante secundaria de vuelta hacia la fuente de líquido refrigerante por vía de una tubería 63 de circulación de líquido.

En el extremo axial opuesto al extremo axial que está enfrentado con el miembro anular 205, cada una de las cámaras de recogida 227 de líquido refrigerante primarias está delimitada por un sello 230 de líquido refrigerante. Los sellos 230 de líquido refrigerante pueden ser cualquier tipo de sellos adecuados; en la figura 3, se aplican anillos rascadores. Éstos tienen el beneficio adicional de – aparte de sellar – raspar líquido refrigerante desde la superficie del vástago del pistón alternativa.

Cada uno de los sellos 230 de líquido refrigerante está dispuesto en una ranura 231 en el anillo de descarga 240. Ambas ranuras 231 tiene un dimensión radial mayor que el diámetro exterior del sello 230 de líquido refrigerante, de forma que en la dirección radial hay un espacio entre el diámetro externo del sello 230 de líquido refrigerante y la pared de la respectiva ranura 231 en la cual está dispuesto.

Las ranuras 231 están en comunicación de fluido con la cámara de recogida 245 de líquido refrigerante secundaria por vía de la conducción 233. Si algo de líquido refrigerante escurre más allá del sello 230 a la ranura 231, aquél fluye hacia fuera de la ranura 231 de nuevo por vía de la conducción 233. Las conducciones 233 impiden con ello la acumulación de líquido refrigerante en las ranuras 231.

En la realización de la figura 3, están presentes, además, dos anillos de seguridad 270. Cada uno de los anillos de seguridad 270 está dispuesto adyacente a un anillo de descarga 240, en el lado opuesto al lado que está enfrentado con el miembro anular 205. El anillo de seguridad 270 tiene un paso cilíndrico 272 el cual es preferiblemente menor que el diámetro exterior del sello 230 de líquido refrigerante, de forma que puede proveer soporte axial para el anillo de sello 230 de líquido refrigerante. El vástago del pistón 30 se extiende a través de este paso cilíndrico 272.

Los anillos de seguridad están provistos de uno o más canales 271, los cuales están en comunicación de fluido con una cámara de recogida 245 de líquido refrigerante secundaria. De esta manera, algo de líquido refrigerante que escurre más allá de los sellos 230 por vía de la superficie del vástago del pistón 30, puede fluir hasta la cámara de recogida 245 de líquido refrigerante secundaria y desde allí de vuelta a la fuente de líquido refrigerante por vía de la tubería 63 de circulación de líquido refrigerante.

En la realización de la figura 3, la unidad de enfriamiento 200 está provista, además, de un sistema de gas amortiguador.

El sistema de gas amortiguador comprende una fuente 250 de gas amortiguador para la alimentación de gas amortiguador presurizado. La fuente 250 de alimentación de gas amortiguador suministra un gas amortiguador presurizado por vía de las tuberías 251 de alimentación de gas amortiguador a los canales 252 de alimentación de gas amortiguador. En la realización de la figura 3, se han provisto anillos 255 de gas amortiguador separados. Cada uno de los anillos de gas amortiguador 255 está provisto de uno o más canales 252 de gas amortiguador.

El gas amortiguador puede ser un gas inerte, tal como nitrógeno. El gas amortiguador puede ser el mismo tipo de gas que el gas que es comprimido por el compresor de pistón. La fuente de gas amortiguador puede recibir el gas que funcionará como gas amortiguador de la misma fuente desde la cual recibe el compresor el gas a ser comprimido. La fuente de gas amortiguador podría también ser un recipiente independiente que contiene un gas a presión.

Cada uno de los anillos 255 de gas amortiguador ha sido provisto de un paso cilíndrico 256, de tal forma que se crea un espacio 260 de gas amortiguador. Los espacios 260 de gas amortiguador están delimitados en ambos extremos axiales mediante un sello 261a,b de gas amortiguador. Los sellos 261a de gas amortiguador en el extremo axial interno de un espacio 260 de gas amortiguador presiona contra una superficie de un anillo de seguridad 270,

mientras que los sellos 261b en el extremo axial externo de un espacio 260 de gas amortiguador presionan contra la superficie de un anillo de extremo 275.

5 El gas en los espacios de gas amortiguador es mantenido bajo presión por la fuente 250 de gas amortiguador. La presión del gas amortiguador en los espacios 260 de gas amortiguador actúa para contrarrestar el arrastre de líquido refrigerante sobre la superficie externa del vástago del pistón hasta el exterior de la unidad de enfriamiento.

Mantener la presión del gas amortiguador por encima de la presión del líquido refrigerante en las cámaras de recogida 227 de líquido refrigerante primarias reduce o incluso impide la fuga de líquido refrigerante sobre los sello 230 de líquido refrigerante de la unidad de enfriamiento.

10 En la realización de la figura 3, los anillos de descarga 240, los anillos de seguridad 270, los anillos de gas amortiguador 255 y los anillos de extremo 275 son todos anillos independientes. No obstante, es posible combinar dos o tres anillos adyacentes en un único anillo. Por ejemplo, un anillo de descarga y un anillo de seguridad, o un anillo de seguridad, un anillo de gas amortiguador y un anillo de extremo pueden ser combinados en un único anillo.

15 En una realización posible, los anillos de una unidad de enfriamiento tal como la mostrada en la figura 2 o la figura 3 son mantenidos juntos en la dirección axial sujetándolos entre dos bridas, disponiéndolos en una envolvente de la unidad de enfriamiento o en la envolvente del prensaestopas, o sujetándolos entre una brida y la envolvente del prensaestopas.

La figura 4 muestra una realización de un sistema de enfriamiento de la superficie externa del vástago del pistón de acuerdo con la invención.

20 El sistema de la figura 4 comprende una unidad de enfriamiento 60, la cual está montada en el compresor de pistón de tal manera que el vástago del pistón 30 se extiende a través de la unidad de enfriamiento 60. La unidad de enfriamiento puede ser la realización según se muestra en la figura 2 o cualquier otra realización de acuerdo con la invención. En el ejemplo de la figura 4, la unidad de enfriamiento está montada en el exterior del prensaestopas.

25 El sistema de enfriamiento de la superficie externa del vástago del pistón de la figura 4 comprende, además, una fuente de líquido refrigerante 61 en forma de un depósito que contiene líquido refrigerante. Una primera tubería de circulación 67 de líquido refrigerante conecta la fuente de líquido refrigerante a una bomba 65. La bomba 65 proporciona el flujo de líquido refrigerante a través del sistema de enfriamiento.

Una segunda tubería de circulación 62 de líquido refrigerante lleva el líquido refrigerante hasta la unidad de enfriamiento. Una tercera tubería de circulación 63 de líquido refrigerante recibe el líquido refrigerante desde la unidad de enfriamiento 60 otra vez. El líquido refrigerante ahora ha sido calentado por el vástago del pistón.

30 La tercera tubería de circulación 63 de líquido refrigerante lleva el líquido refrigerante calentado hasta el cambiador de calor 66, en donde el líquido refrigerante es enfriado de nuevo. El cambiador de calor puede ser cualquier clase adecuada de cambiador de calor, por ejemplo un cambiador de calor de flujos cruzados, un cambiador de calor con aire atmosférico como medio refrigerante.

35 Una cuarta tubería de circulación 68 de líquido refrigerante lleva el líquido refrigerante enfriado de vuelta a la fuente de líquido refrigerante 61, el depósito, de nuevo.

Preferiblemente, la fuente 61 de líquido refrigerante, la bomba 65 y el cambiador de calor 66 están montados en una envolvente 64 juntos.

La figura 5 muestra diferentes maneras de montar la unidad de enfriamiento 60 sobre el vástago del pistón 30.

40 En la figura 5A, la envolvente de la unidad de enfriamiento 60 está provista de una brida 69. Por medio de esta brida 69, la unidad de enfriamiento es fijada al prensaestopas 50 usando pernos.

45 En la figura 5B, la unidad de enfriamiento no está fijada al prensaestopas 50, sino al bastidor 1. La conexión con el bastidor 1 hace que la unidad de enfriamiento 60 permanezca en su lugar independientemente de la acción de vaivén del vástago del pistón 30. Opcionalmente, se proveen bisagras 79 en la conexión entre la unidad de enfriamiento 60 y el bastidor 1. De esta manera, la unidad de enfriamiento puede hacer frente a las inclinaciones del vástago del pistón con respecto al bastidor, como por ejemplo, ocurre debido a la encorvadura del vástago del pistón.

La figura 5C muestra un prensaestopas 50 que es agrandado, así la unidad de enfriamiento 60 puede ser colocada dentro del prensaestopas 50.

REIVINDICACIONES

1.- Compresor de pistón horizontal para comprimir gas, comprendiendo dicho compresor:

5 - un bastidor (1),

- al menos un cilindro (2) que tiene una pared de cilindro, un primer extremo de cilindro (3), un segundo extremo de cilindro (4) y un eje longitudinal, en el que el primer extremo del cilindro está provisto de un paso (7) para el vástago del pistón,

10 el cual cilindro está montado en dicho bastidor de tal forma que el eje longitudinal del cilindro se extiende en una dirección sustancialmente horizontal,

15 - un pistón (10), preferiblemente no lubricado, el cual pistón tiene movimiento alternativo dentro del cilindro, delimitando el pistón al menos una primera cámara de compresión (11, 21) en el cilindro entre el primer o el segundo extremos del cilindro y el pistón, en el que el cilindro está provisto de al menos una lumbrera de entrada (12, 22) a dicha cámara de compresión y de al menos una lumbrera de salida desde dicha cámara de compresión (13, 23),

20 - un vástago del pistón (30) con movimiento alternativo, la cual tiene un primer extremo y un segundo extremo, el cual vástago del pistón se extiende a través del paso para el vástago del pistón del primer extremo del cilindro, estando conectado el vástago del pistón al pistón,

- un conjunto de accionamiento (40) para accionar el vástago del pistón y el pistón de manera alternativa, el cual conjunto de accionamiento está conectado al segundo extremo del vástago del pistón,

25 . una prensaestopas (50), el cual prensaestopas está dispuesto en el primer extremo del cilindro, extendiéndose el vástago del pistón a través del prensaestopas,

el cual prensaestopas comprende un conjunto de uno o más anillos de empaquetadura (51) los cuales hacen contacto sobre el vástago del pistón para proporcionar un sello,

30 - un sistema de enfriamiento de la superficie externa del vástago del pistón para enfriar la superficie externa del vástago del pistón con un líquido refrigerante, el cual sistema de enfriamiento comprende:

35 - una unidad de enfriamiento (60; 200) del vástago del pistón, que está dispuesta adyacente al lado del conjunto de uno o más anillos de empaquetadura (51) más alejado de la primera cámara de compresión,

- una fuente de líquido refrigerante (61) que está adaptada para proveer un flujo de líquido refrigerante a la unidad de enfriamiento;

40 en el que la unidad de enfriamiento del vástago del pistón comprende:

- una envolvente (70; 210);

45 - un miembro anular (75; 205) que tiene un paso cilíndrico (76; 206) a través del cual se extiende el vástago del pistón (30), siendo el diámetro de dicho paso cilíndrico mayor que el diámetro del vástago del pistón, de tal manera que está presente un espacio anular (77; 207) entre el vástago del pistón y el miembro anular,

50 - un canal de alimentación (80; 85; 220) de líquido refrigerante, el cual se extiende desde una entrada (81; 221) del mismo hasta uno o más puertos de alimentación (86; 226) en comunicación con el paso cilíndrico (76; 206) para pasar el líquido refrigerante al espacio anular (77; 207) entre el miembro anular y el vástago del pistón, permitiendo de este modo establecer un flujo de líquido refrigerante en contacto con la superficie externa del vástago del pistón (30) y a través de dicho espacio anular causando la extracción de calor de la superficie externa del vástago del pistón.

55 caracterizado por que el miembro anular (75; 205) está soportado de manera que puede moverse con respecto a la envolvente (70; 210) tal como para permitir movimientos del miembro anular (75;205) en direcciones radiales que siguen o compensan los movimientos y desviaciones en las direcciones radiales del vástago del pistón con el fin de mantener el espacio anular.

60 2.- Compresor de pistón de acuerdo con la reivindicación 1,

65 en el que la unidad de enfriamiento está provista de sellos (90; 230) de líquido refrigerante espaciados axialmente que hacen contacto de manera que hace sello sobre el vástago del pistón, y en el que dicho líquido refrigerante es introducido en el espacio anular (77; 207) entre dichos sellos de líquido refrigerante,

y en el que la unidad de enfriamiento comprende, además, al menos un canal de descarga (91; 93; 242) de líquido refrigerante que se extiende desde uno o más puestos de descarga (92; 243) en comunicación con el paso cilíndrico hasta una salida (96; 244) para descargar dicho líquido refrigerante desde el espacio anular (77; 207) entre el vástago del pistón y el miembro anular.

3.- Compresor de pistón de acuerdo con la reivindicación 2,

en el que cada uno de los sellos de líquido refrigerante es un anillo de sello (90; 230) que está recibido en una correspondiente ranura (97; 231), estando recibido dicho anillo de sello en la ranura, preferiblemente, con juego radial para permitir un movimiento radial relativo del miembro anular con respecto al anillo de sello, estando provisto el miembro anular, preferiblemente, de una conducción (98; 233) que conecta la región de juego radial con el canal de descarga del líquido refrigerante.

4.- Compresor de pistón de acuerdo con la reivindicación 2 o 3,

en el que la unidad de enfriamiento (60; 200) está provista – cerca de uno o de cada uno de los sellos de líquido refrigerante – de uno o más sellos de gas amortiguador (105; 260) respectivos que delimitan un espacio de gas amortiguador (104; 260) anular en cada extremo axial del espacio anular (77; 207) en donde se hace fluir el líquido refrigerante, y en el que la unidad de enfriamiento está provista de uno o más canales de alimentación de gas amortiguador (102; 252), los cuales se extienden desde una entrada de gas amortiguador hasta cada uno de los espacios de gas amortiguador anulares para alimentar un gas amortiguador a los mismos, y en el que el sistema de enfriamiento comprende una fuente (100; 250) para presurizar el gas amortiguador que está adaptada para establecer una presión de gas amortiguador en cada uno de los espacios de gas amortiguador (104; 260), actuando dicho espacio de gas amortiguador para contrarrestar el arrastre de líquido refrigerante sobre la superficie externa del vástago del pistón (30) hacia el exterior de la unidad de enfriamiento.

5.- Compresor de pistón de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes,

en el que la envolvente de la unidad de enfriamiento es una envolvente tubular (71, 72), y en el que el miembro anular (75) está dispuesto dentro de la porción de dicha envolvente que tiene un diámetro interno que es mayor que el diámetro externo del miembro anular de tal forma que está presente una corona circular (73) entre el miembro anular y la envolvente,

y en el que, preferiblemente, dicha envolvente comprende porciones de extremo espaciadas entre las cuales está retenido el miembro anular (75) en la dirección axial.

6.- Compresor de pistón de acuerdo con la reivindicación 5,

en el que, en dicha corona circular (73) entre la envolvente y el miembro anular (75), están presentes miembros de sello (84, 99) espaciados que forman al menos uno de un espacio de alimentación (83) de líquido refrigerante y un espacio de descarga (94) de líquido refrigerante en dicha corona circular, en el que al menos una de la entrada (81) y la salida (96) para líquido refrigerante está provista en dicha envolvente, y en el que el canal de alimentación de líquido refrigerante está formado parcialmente por dicho espacio de alimentación de líquido refrigerante y/o el canal de descarga de líquido refrigerante está formado parcialmente por el espacio de descarga de líquido refrigerante.

7.- Compresor de pistón de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes,

en el que los uno o más puertos de alimentación (86; 226) del canal de alimentación de líquido refrigerante que se abren al paso cilíndrico (76; 206) están dispuestos en el miembro anular (75; 205), situado centralmente entre los extremos axiales del miembro anular, y en el que los puertos de descarga (92; 234) están dispuestos en ubicaciones espaciadas en lados opuestos de los uno o más puertos de alimentación dispuestos centralmente, para permitir que se cause un flujo anular de líquido refrigerante generalmente en direcciones axiales opuestas en el espacio de líquido refrigerante anular.

8.- Compresor de pistón de acuerdo con la reivindicación 7,

en el que el paso cilíndrico (76) del miembro anular (75) tiene una porción central de un diámetro menor (78), estando situados los uno o más puertos de alimentación en dicha porción central, y en el que el paso cilíndrico del miembro anular (75) tiene en cualquiera de los dos extremos axiales de dicha porción central una cámara de recogida (87) de líquido refrigerante de un diámetro mayor, estando situados los uno o más puertos de descarga (92) en dichas cámaras de recogida de líquido refrigerante.

9.- Compresor de pistón de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que múltiples puertos de alimentación (86; 226) de líquido refrigerante están dispuestos distribuidos alrededor del miembro anular.

10.- Compresor de pistón de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que un puerto de

alimentación (86; 226) está formado mediante una abertura de orificio que forma una restricción de flujo para el líquido refrigerante a través del canal de alimentación de líquido refrigerante.

5 11.- Compresor de pistón de acuerdo con la reivindicación 2, en el que los anillos de sello (90) están dispuestos en el miembro anular (75).

12.- Compresor de pistón de acuerdo con la reivindicación 2, en el que los anillos de sello (230) están dispuestos en el anillo de descarga (240).

10 13.- Compresor de pistón de acuerdo con la reivindicación 4, en el que los sellos de gas amortiguador (261a,b) están dispuestos en un anillo de gas amortiguador (255),

14.- Compresor de pistón de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el sistema de enfriamiento comprende, además, un sistema de circulación de líquido refrigerante cerrado que incluye una bomba (65) para proporcionar flujo del líquido refrigerante y un cambiador de calor (66) adaptado para enfriar el líquido refrigerante.

15 15.- Compresor de pistón de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que la fuente de líquido refrigerante es un sistema de lubricación con aceite del compresor de pistón, siendo enfriado, preferiblemente, dicho aceite por un cambiador de calor antes de llegar a la unidad de enfriamiento (60; 200).

20 16.- Compresor de pistón de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1-11, en el que el líquido refrigerante contiene agua, por ejemplo, un líquido agua/glicol.

25 17.- Compresor de pistón de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que la envolvente de la unidad de enfriamiento está conectada a o es integral con una envolvente del prensaestopas.

18.- Sistema de enfriamiento de la superficie externa del vástago del pistón para enfriar la superficie externa del vástago del pistón de un compresor de pistón de acuerdo con la reivindicación 1 con un líquido refrigerante, el cual sistema de enfriamiento comprende:

30 - una unidad de enfriamiento (60; 200) del vástago del pistón, que está dispuesta adyacente al lado del conjunto de uno o más anillos de empaquetadura más alejado de la primera cámara de compresión,

35 - una fuente (61) de líquido refrigerante que está adaptada para proveer un flujo de líquido refrigerante a la unidad de enfriamiento,

en el que la unidad de enfriamiento comprende:

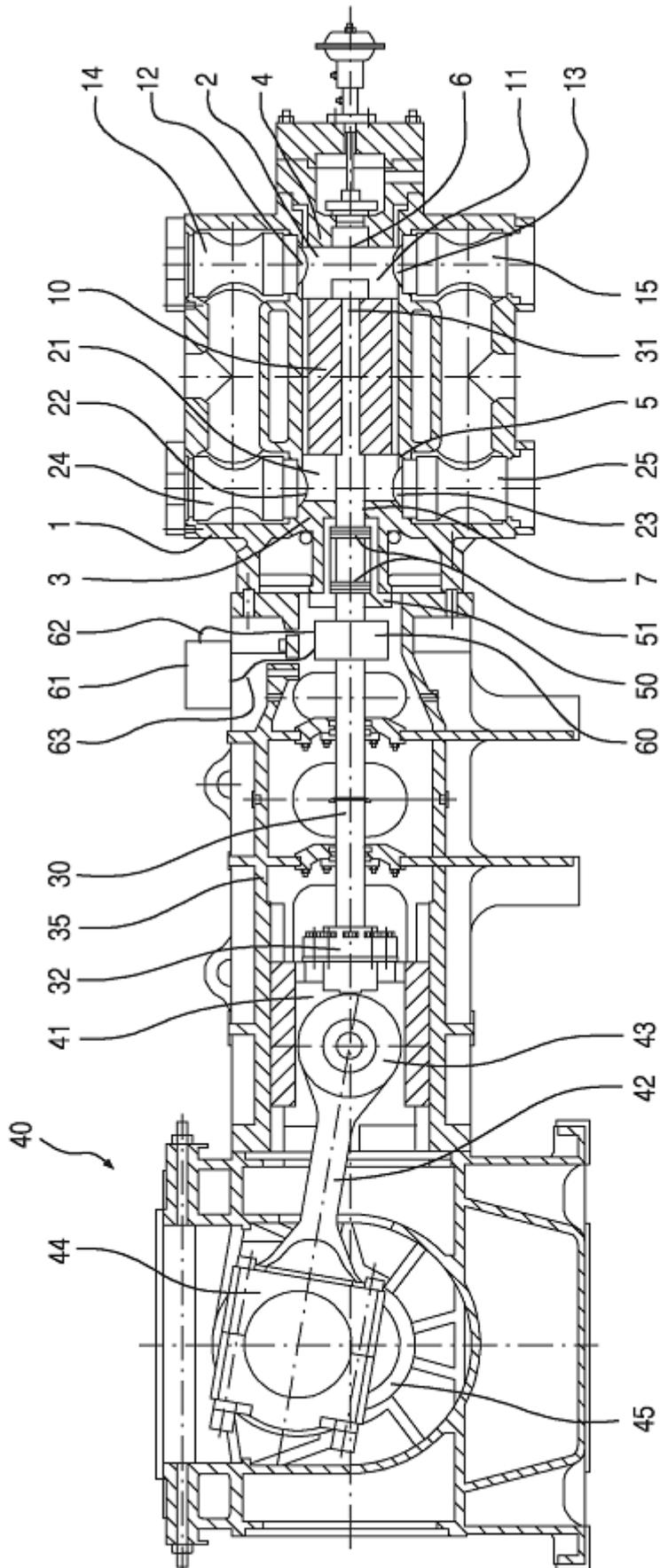
40 - una envolvente (70; 210);

- un miembro anular (75; 205) que tiene un paso cilíndrico (76; 206) a través del cual, en uso, se extiende el vástago del pistón, siendo el diámetro de dicho paso cilíndrico mayor que el diámetro del vástago del pistón, de tal manera que está presente un espacio anular (77; 207) entre el vástago del pistón y el miembro anular,

45 - un canal de alimentación (80; 85; 220) de líquido refrigerante, el cual se extiende desde una entrada del mismo hasta uno o más puertos de alimentación (86;226) en comunicación con el paso cilíndrico (76; 206) para pasar el líquido refrigerante al espacio anular entre el miembro anular y el vástago del pistón, permitiendo de este modo establecer un flujo de líquido refrigerante en contacto con la superficie externa del vástago del pistón y a través de dicho espacio anular causando la extracción de calor de la superficie externa del vástago del pistón.

50 en el que el miembro anular (75; 205) está soportado de manera que puede moverse con respecto a la envolvente tal como para permitir movimientos del miembro anular en direcciones radiales que siguen y compensan los movimientos y desviaciones del vástago del pistón en direcciones radiales con el fin de mantener el espacio anular.

55 19.- Método para comprimir gas en el cual método se hace uso de un compresor de pistón horizontal de acuerdo con la reivindicación 1.



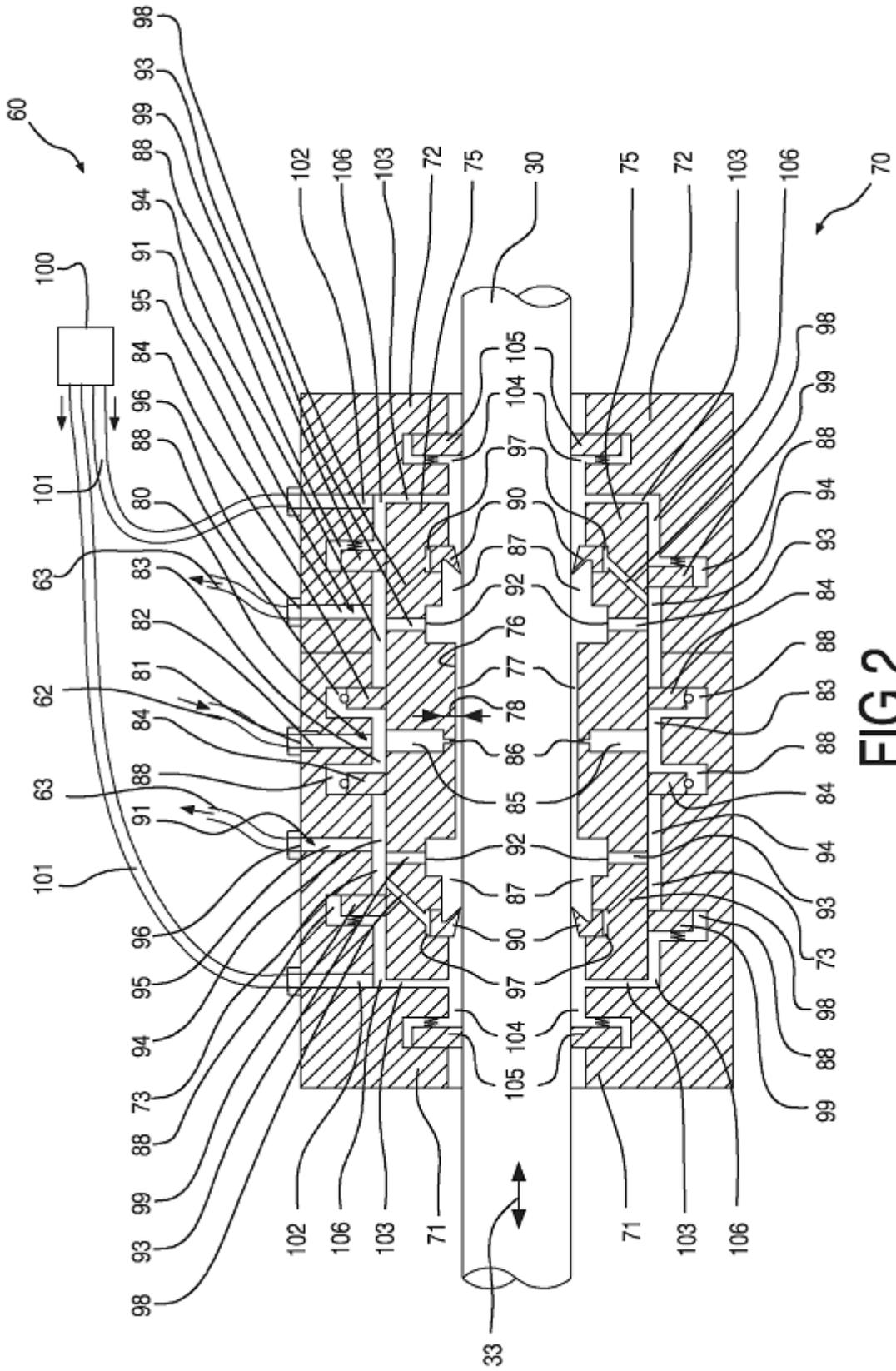


FIG. 2

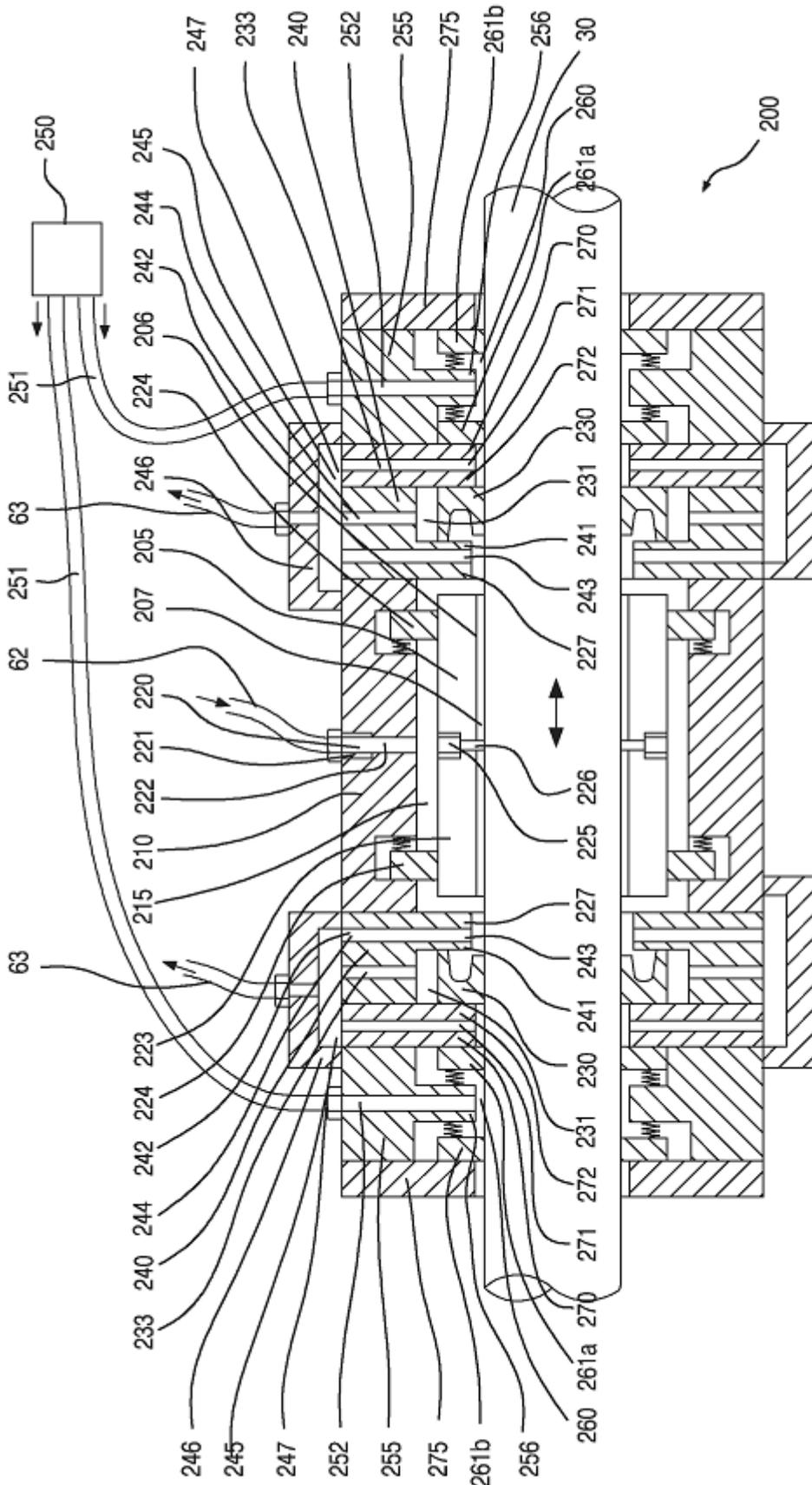


FIG.3

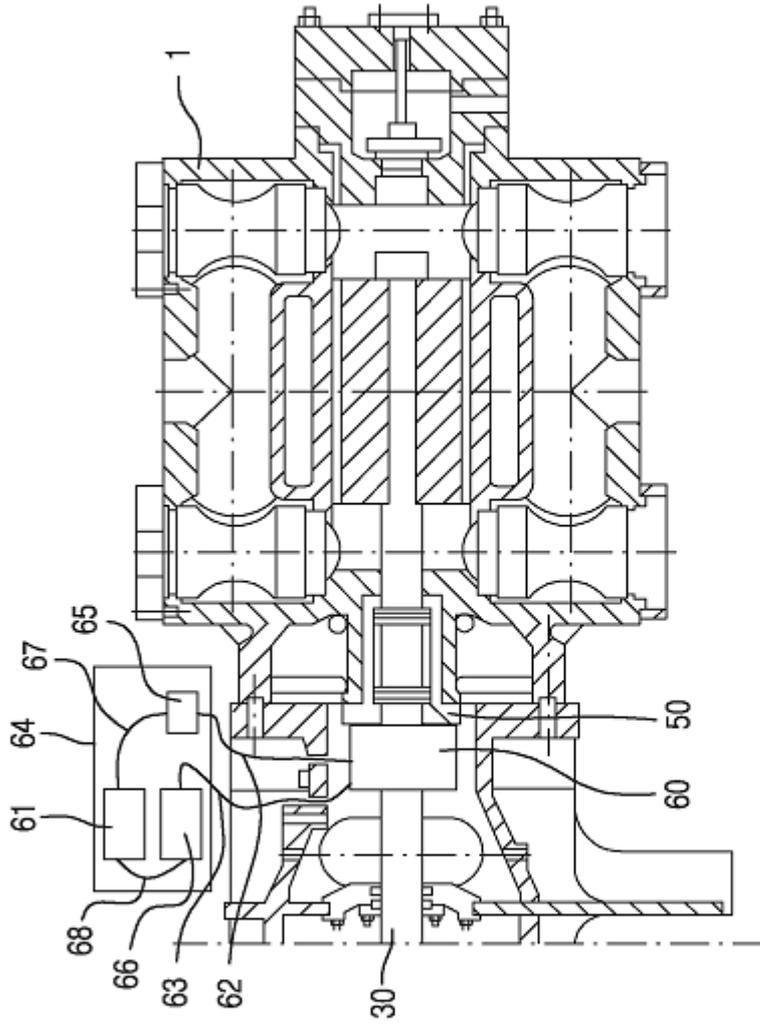


FIG. 4

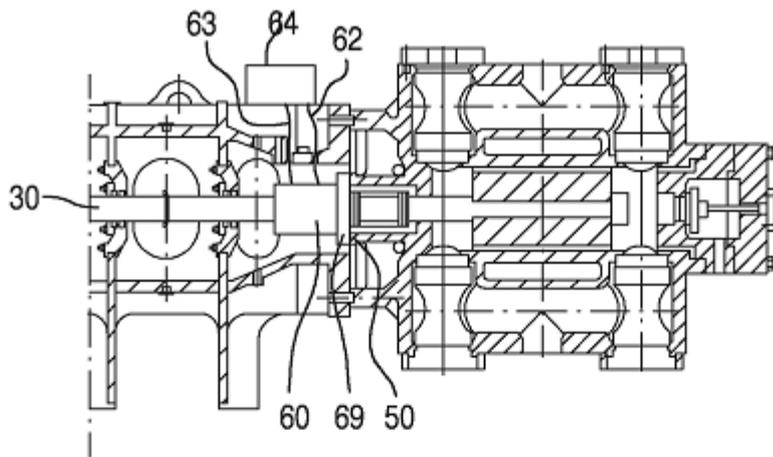


FIG.5A

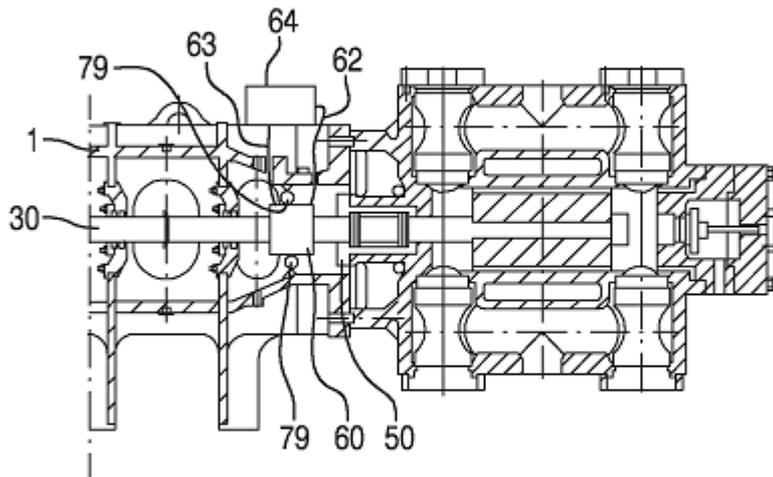


FIG.5B

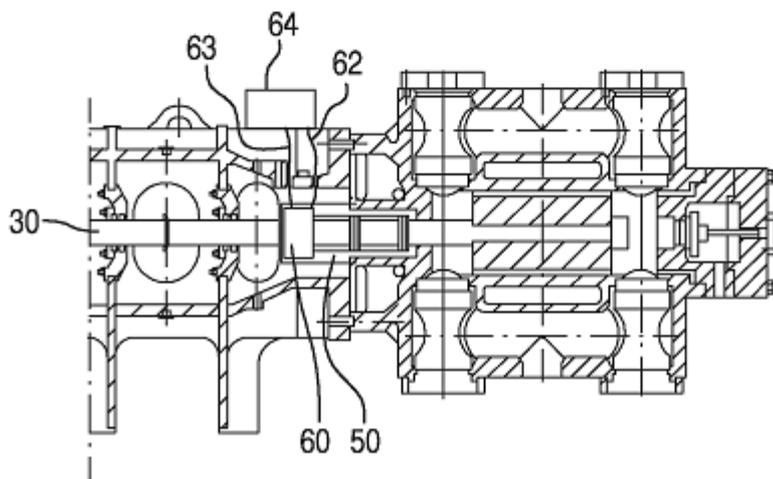


FIG.5C