(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 645 403**

(51) Int. Cl.:

F04B 39/00 (2006.01)
F04B 53/12 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2013** **PCT/EP2013/055174**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014** **WO14139565**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2013** **E 13709110 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017** **EP 2971765**

(54) Título: **Compresor de pistón horizontal**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.12.2017

(73) Titular/es:

HOWDEN THOMASSEN COMPRESSORS B.V. (100.0%)
Havelandseweg 8A PO Box 99
6990 AB Rheden, NL

(72) Inventor/es:

KOOP, LAURENTIUS GERARDUS MARIA y DUINEVELD, PETRUS NICOLAAS

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 645 403 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 horizontal

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

Las realizaciones de la invención se refieren en general a compresores de pistón para comprimir gas, y más particularmente a un compresor de pistón horizontal que incorpora una disposición de pistón libre flotante.

Discusión de la técnica relacionada

Los compresores de pistón horizontal son conocidos, en general. Estos compresores de pistón son en general grandes compresores de doble efecto con varios cilindros y se utilizan en la industria petrolera y petroquímica. Las fuerzas de inercia que son el resultado de la gran masa de las partes alternativas del compresor son una razón importante para colocar los cilindros horizontalmente en el bastidor. Aunque una gran parte de estas fuerzas pueden ser compensadas equilibrando los movimientos de las unidades de pistón / vástago de pistón, las fuerzas restantes sobre el bastidor del compresor pueden ser absorbidas más fácilmente por la placa de soporte del compresor si se dirigen horizontalmente en lugar de verticalmente.

Los compresores de pistón horizontal adolecen de un problema conocido en general con respecto a soportar la unidad de pistón / émbolo de pistón alternativo con respecto a la parte estacionaria del compresor (es decir, el bastidor y el cilindro o cilindros que forman parte del mismo). En general, una unidad de pistón / vástago de pistón está soportada en el lado de la cruceta por la cruceta que es guiada en el bastidor, y en el otro lado el pistón descansa sobre la parte inferior de la pared del cilindro. El pistón está a menudo provisto de una o más correas reemplazables, que se encuentran alrededor del pistón en la dirección periférica y sobresalen del cuerpo del pistón. Estas correas se conocen como anillos de conducción.

Con el paso del tiempo, el desgaste de los anillos de conducción conduce a un agotamiento, que es admisible sólo dentro de ciertos límites. Generalmente, el aceite ha sido usado como lubricación entre el pistón y la pared del cilindro para evitar el desgaste excesivo de las superficies de apoyo y minimizar la aparición de agotamiento. El problema con la lubricación con aceite, sin embargo, es que el aceite lubricante puede contaminar el gas comprimido. Por consiguiente, existe una continua necesidad de compresores "sin aceite". Para fabricar un compresor "sin aceite" se requiere una cuidadosa selección del material de los anillos de conducción y su fijación al pistón. En algunos casos los anillos de conducción están hechos de materiales con propiedades ventajosas de lubricación y desgaste, tales como politetrafluoroetileno (PTFE), comúnmente conocido como Teflón.

Como se ha indicado anteriormente, los compresores de pistón horizontal se usan con frecuencia en situaciones en las que se requiere un funcionamiento continuo. Y aunque la construcción mecánica de tales compresores se ha desarrollado para que los compresores puedan operar continuamente con una alta eficiencia durante años, la tasa de desgaste de los anillos de conducción es mayor de la deseada. Así, en la práctica, los compresores tienen que ser cerrados después de unos pocos meses para medir el desgaste de los anillos de conducción y para poder sustituir cualquier anillo que pueda estar desgastado hasta niveles inaceptables.

Este mantenimiento afecta adversamente a la eficiencia total y la capacidad de servicio de este tipo de compresor. Por lo tanto, sería deseable proporcionar una disposición de cojinete mejorada entre el pistón y el cilindro del compresor que hace posible operar un compresor continuamente durante periodos considerablemente más largos que los compresores actuales, como se describe p. ejemplo en el documento WO 96/15369.

Compendio de la descripción

La presente invención está definida por las reivindicaciones adjuntas. Se describe un compresor de pistón horizontal para comprimir un gas. El compresor puede incluir un bastidor que tiene un cilindro orientado a lo largo de un eje horizontal, y un pistón recibido de forma alternativa en el cilindro. El pistón puede tener una cámara interior y unas paredes extremas primera y segunda. El pistón y el cilindro pueden formar al menos una cámara de compresión en la que se comprime el gas. El compresor puede incluir además una válvula y un orificio dispuestos en al menos una parte de la primera pared extrema del pistón. La válvula y el orificio pueden estar configurados para admitir gas desde la cámara de compresión a la cámara interior durante una carrera de compresión de dicho pistón. El compresor puede incluir también un cojinete de gas para soportar el pistón con relación al bastidor. El cojinete de gas puede comprender una abertura de salida para admitir gas desde la cámara interior a un espacio entre el pistón y el cilindro. La posición de la al menos una abertura de salida y la presión del gas pueden ser tales que el gas admitido en el espacio ejerza una presión hacia arriba sobre la unidad de vástago de pistón.

En algunas realizaciones, la válvula comprende una válvula cargada por resorte y el orificio comprende un inserto de orificio situado entre la válvula y la cámara de compresión. En otras realizaciones no limitativas, la válvula es una válvula nominal de 1 pulgada y el inserto de orificio puede tener un diámetro de orificio de aproximadamente 2 milímetros a aproximadamente 5 milímetros y una longitud de garganta de aproximadamente 7 milímetros. Se

apreciará que estos valores son meramente ilustrativos y que pueden usarse otros tipos de válvula, tamaños, diámetros de orificio y longitudes de garganta sin apartarse del alcance de la descripción.

En algunas realizaciones no limitativas, la abertura de salida está configurada para mantener una relación de presión diferencial entre la cámara interior y el espacio entre el pistón y el cilindro de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 0,8. Se apreciará que estos valores son meramente ilustrativos y que pueden usarse otros valores. Se apreciará además que el valor de la presión diferencial está determinado por la masa de la unidad de pistón / vástago de pistón.

La al menos una cámara de compresión puede incluir primera y segunda cámaras de compresión, donde la primera cámara de compresión está formada por el cilindro y la primera pared extrema del pistón, y la segunda cámara de compresión está formada por el cilindro y la segunda pared extrema del pistón. La primera cámara de compresión puede tener primeras válvulas de entrada y salida y la segunda cámara de compresión puede tener segundas válvulas de entrada y salida.

Cuando la presión del gas en la al menos una cámara de compresión se eleva por encima de una presión de craqueo de la válvula, el gas en la al menos una cámara de compresión puede ser admitido a través de la válvula dentro de la cámara interior del pistón.

En algunas realizaciones, la abertura de salida incluye una pluralidad de aberturas de salida. El compresor puede incluir además primero y segundo anillos de conducción dispuestos alrededor de la periferia del pistón, donde el primer y segundo anillos de conducción incluyen la pluralidad de aberturas de salida. En otras realizaciones, la pluralidad de aberturas de salida están dispuestas en una porción inferior del primer y segundo anillos de conducción.

El compresor puede incluir una pluralidad de anillos de pistón dispuestos alrededor de la periferia del pistón. Al menos uno de la pluralidad de anillos de pistón puede estar dispuesto entre el primer anillo de conducción y la primera pared extrema del pistón y al menos otro de la pluralidad de anillos de pistón puede estar dispuesto entre el segundo anillo de conducción y la segunda pared extrema del pistón.

Se describe un pistón para su uso en un compresor de pistón horizontal. El pistón puede estar configurado para recibir de forma alternativa un cilindro del compresor. El pistón puede incluir una cámara interior y unas paredes extremas primera y segunda y puede estar configurado para formar al menos una cámara de compresión con el cilindro en el que se comprime un gas. El pistón puede incluir una válvula y un orificio dispuestos en al menos una parte de la primera pared extrema. La válvula y el orificio pueden estar configurados para admitir gas desde la cámara de compresión a la cámara interior durante una carrera de compresión del pistón. El pistón puede formar un cojinete de gas para soportar el pistón con respecto a un bastidor del compresor. El cojinete de gas puede comprender una abertura de salida para admitir gas desde la cámara interior a un espacio entre el pistón y el cilindro. La posición de al menos una abertura de salida y la presión del gas pueden ser tales que el gas admitido en el espacio ejerza una presión hacia arriba sobre el pistón.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos ilustran realizaciones preferidas del método descrito hasta ahora ideado para la aplicación práctica de sus principios, y en los que:

- la figura 1 es una vista en sección transversal de un compresor de pistón de doble efecto horizontal a modo de ejemplo que incluye el pistón libre flotante descrito;
- la figura 2 es una vista lateral de un anillo de conducción a modo de ejemplo para uso en el compresor de la figura 1;
- la figura 3 es una vista en sección transversal, tomada a lo largo de la línea 3-3 de la figura 2, del anillo de conducción de la figura 2;
- la figura 4 es una vista desde abajo del anillo de conducción de la figura 2;
- la figura 5 es una vista en sección transversal de una realización a modo de ejemplo de la disposición de pistón libre flotante (FFP – Free Floating Piston) descrita;
- la figura 6 es una vista en sección transversal de una válvula FFP a modo de ejemplo para uso en la disposición FFP de la figura 5; y
- la figura 7 es una vista en sección transversal de la disposición FFP a modo de ejemplo de la figura 5 que ilustra un ejemplo de flujo de gas a través del FFP.

Descripción de realizaciones

Se describe un pistón mejorado para su uso en compresores de pistón horizontal. El pistón mejorado está diseñado para flotar sobre una película de gas creada entre el pistón y la pared del cilindro asociada, reduciendo así el desgaste de los componentes del pistón en funcionamiento. Al reducir el desgaste, el diseño descrito permite que el compresor asociado funcione durante períodos más largos entre la renovación del componente en comparación con los diseños anteriores. Como se describirá con mayor detalle más adelante, el diseño descrito también acomoda una gama más amplia de presiones de funcionamiento diferenciales (succión frente a descarga) y diámetros de pistón más pequeños, en comparación con dispositivos anteriores que emplean dicha tecnología de película de gas, un ejemplo de los cuales se describe en el documento EP 0 839 280, cuya totalidad se incorpora aquí como referencia.

Haciendo referencia a las figuras 1 a 4, se muestra un compresor 1 de pistón horizontal a modo de ejemplo. El compresor puede incluir un bastidor 2, en el que un cilindro 4 está dispuesto de manera deslizable. El cilindro 4 contiene un pistón 6 que puede moverse alternativamente en el cilindro 4. La parte inferior del pistón se muestra en sección y la parte superior en elevación.

Un vástago de pistón 8 está fijado al pistón 6 en su extremo derecho, y en su extremo izquierdo está conectado a la cruceta 10. La cruceta10 está guiada alternativamente en una línea recta horizontal en el bastidor 2 del compresor por medio de las guías 12. El movimiento de la cruceta 10 es producido por una manivela, tal como se conoce en general en el caso de compresores de pistón horizontal. El movimiento giratorio del árbol de accionamiento 14 se transmite a la cruceta 10 por medio de la manivela 16 a la que está conectado y la biela 18, que está acoplada entre la manivela 16 y la cruceta10.

El compresor es del tipo de doble efecto, en el que se forman cámaras de compresión 20 y 22 en el cilindro 4 a cada lado del pistón 6. Cada una de las cámaras de compresión 20, 22 está provista de una válvula de entrada 24, 26 y una válvula de salida 28, 30, respectivamente. En el movimiento del pistón 6 en la dirección del mecanismo de manivela (es decir, a la izquierda en la figura 1), el gas a una presión de succión se introduce por medio de la válvula de entrada 24 en la cámara de compresión 20. Al mismo tiempo, el gas presente en la cámara de compresión 22 es comprimido y descargado a una presión de descarga por medio de la válvula de salida 30. Aunque no se muestra, una fuente de gas está acoplada a las válvulas de entrada 24, 26 de las cámaras de compresión 20, 22, mientras que las válvulas de salida 28, 30 se acoplarán a una tubería de descarga apropiada.

Como puede verse, el bastidor 2 del compresor está situado sobre una placa de soporte de tal manera que el cilindro 4 está situado en una posición horizontal. Se describe una disposición para el soporte de cojinete de la unidad de pistón / vástago de pistón, formada por el pistón 6 y el vástago de pistón 8. En el extremo izquierdo de la figura 1, la unidad descansa a través de la cruceta 10 sobre el bastidor 2, siendo introducido generalmente aceite lubricante entre las guías 12 y la cruceta 10. Sin embargo, este soporte en la cruceta 10 no puede impedir que el pistón 6 se arrastre a lo largo de la parte inferior de la pared del cilindro 4, en particular porque habrá un cierto grado de juego entre la cruceta 10 y las guías 12, lo que permite la inclinación de la cruceta 10, y porque el delgado vástago de pistón 8 se doblará. Los otros medios de cojinete que soportan la unidad de pistón / vástago de pistón se describen a continuación.

Alrededor del pistón 6, cerca de cada cara extrema del mismo, un anillo de conducción, que se explicará con más detalle con referencia a las figuras 2, 3 y 4, está montado en una ranura periférica en el cuerpo del pistón 6. Los anillos de conducción 32 y 34 se proyectan a una corta distancia más allá del cuerpo del pistón 6. También puede estar dispuesto un conjunto de anillos de pistón 36 alrededor del cuerpo del pistón 6. En la realización ilustrada, los anillos de pistón 36 están dispuestos entre los anillos de conducción 32, 34. Se apreciará, sin embargo, que en otras realizaciones los anillos de pistón 36 pueden estar dispuestos entre los anillos de conducción 32, 34 y los extremos del pistón 6. Como se apreciará, los anillos de pistón 36 pueden actuar para evitar que el gas fluya desde el lado de alta presión del cilindro 4 hasta el lado de baja presión.

Como puede verse en la figura 1, una cámara 42 del pistón 6 está en comunicación con una o más aberturas de flujo de salida 38, 40 formadas en cada anillo de conducción. La fuente, que está formada por una cámara 42 combinada con la parte del compresor que suministra gas a presión a dicha cámara 42, debe estar diseñada de tal manera que durante el funcionamiento del compresor el gas a presión fluya constantemente fuera de la cámara 42 hacia las aberturas de salida 38 y 40. Como se apreciará, el gas forma una película de gas entre los anillos de conducción 32, 34 y la pared lisa del cilindro 4. La capacidad de soporte de esta película de gas está determinada por la presión del gas en la película y la superficie sobre la cual actúa la presión sobre la parte de la unidad de pistón / barra de pistón a ser soportada. Esta superficie será una sección de la mitad inferior del anillo de conducción.

Se apreciará que en algunas realizaciones los anillos de conducción no pueden estar dispuestos en una ranura en el cuerpo del pistón, sino que más bien el cuerpo del pistón puede estar construido de varios segmentos separados, y un anillo de conducción puede estar sujeto entre dos segmentos.

Una realización a modo de ejemplo de los anillos de conducción 32 y 34 se describirá ahora en relación con el anillo de conducción 32 de las figuras 2, 3 y 4. El anillo de conducción 32 es un elemento anular con un diámetro interno cilíndrico preciso, que está adaptado a la ranura periférica que se ha de formar en el cuerpo del pistón, en cuya

ranura se coloca el anillo. Sin embargo, la periferia exterior del anillo de conducción 32 no es exactamente cilíndrica. Como puede verse en la figura 2, el segmento inferior de la periferia exterior cuando el anillo de conducción está montado tiene un radio ligeramente mayor que el segmento superior que se conecta al mismo. El segmento inferior se extiende a través de un ángulo a cada lado de la vertical 41, y el radio se corresponde virtualmente con el radio del cilindro a lo largo del cual se mueve el anillo de conducción. Las razones de este diseño de la periferia exterior es que para formar la película de gas entre el anillo de conducción 32 y el cilindro 4 debe estar configurada para mover el pistón 6 hacia arriba una pequeña distancia y debe quedar suficiente juego para la deformación mecánica y térmica.

Puede verse en la figura 3 que una boquilla 44 está acoplada al anillo de conducción, con un orificio que se abre en una cara extrema 45 circular. La cara extrema 45 se halla rebajada con respecto a la periferia exterior del anillo de conducción 32. Para el ajuste de la película de gas puede ser importante que la abertura de salida 46 en la boquilla 44 pueda restringir el flujo de gas. La abertura de salida 46 está en comunicación con la cámara 42 por medio de un orificio 48 en la pared del pistón 6 (véase la figura 1).

Como se ha descrito anteriormente, se determina la capacidad de soporte de este sistema de cojinete de gas, *entre otros,* por la superficie efectiva sobre la cual la película de gas soporta la unidad de pistón / vástago de pistón. Con el fin de obtener una superficie grande con una película de gas estable, se proporciona un patrón de ranuras en el segmento inferior del anillo de conducción 32, que puede verse en particular en la figura 4. En una realización, el patrón de ranuras comprende dos ranuras principales paralelas 48, 50, que se encuentran a cada lado de la boquilla 44. Se puede observar en la figura 2 que cada una de las ranuras principales 48, 50 se extiende de forma simétrica hacia uno y otro lado a lo largo de la abertura de salida 46 de la boquilla 44 situada en la vertical 42. Una ranura transversal central 52 conecta las dos ranuras principales 48, 50 a la abertura de salida 46. En sus extremos, las ranuras principales 48, 50 están conectadas por ranuras transversales 54. Las ranuras transversales 56 a 62, situadas simétricamente con respecto a la vertical 42, conectan las dos ranuras principales 48, 50 y de esta manera forman los campos 64 a 78. Los campos 64 a 78 están alineados con la parte restante del segmento inferior del anillo de conducción 32.

Se apreciará que el patrón ilustrado de ranuras es sólo una solución posible, y por lo tanto no es limitativa. Se contempla que en ciertas aplicaciones se puede eliminar el patrón de ranuras y, en su lugar, se pueden proporcionar una o más aberturas de salida en forma de un simple agujero. Los anillos de conducción 32 y 34 pueden estar hechos de un material que tiene propiedades de funcionamiento de emergencia ventajosas, de manera que, si la película de gas cae accidentalmente, no se producirá ningún desgaste indeseable de la pared del cilindro. Un ejemplo no limitativo de un material adecuado es PTFE.

Como se ha indicado anteriormente, el gas no se muestra, y se apreciará que se contemplan una diversidad de disposiciones de suministro diferentes. En principio, la condición principal que tal fuente debe cumplir es que el gas debe fluir constantemente fuera de una o más de las aberturas de salida, con el fin de mantener una película de gas entre el cilindro y el pistón. El flujo de salida del gas desde una abertura de salida dependerá, en este caso, *entre otros,* sobre la presión en la región a la cual fluye el gas. En algunas realizaciones puede ser importante que la fuente pueda suministrar gas a una presión que sea más alta o considerablemente menor que la presión máxima de suministro del gas en una cámara de compresión del compresor. Por ejemplo, es posible que la fuente sea formada por una etapa de presión más alta del mismo compresor o de otro compresor.

Con referencia ahora a figura 5 se describirá con mayor detalle un pistón 80 a modo de ejemplo para su uso con el compresor 1 descrito. El pistón 80 es un elemento en general cilíndrico que tiene una cámara interior 82 y unos extremos primero y segundo 84, 86. Un vástago de pistón 88 se extiende a través de aberturas en el primer y segundo extremos 84, 86 para mover el pistón 80 de una manera recíproca dentro del cilindro 90. El pistón 80 puede incluir un primer y un segundo anillos de conducción 92, 94 dispuestos en ranuras circunferenciales formadas en la superficie exterior del pistón. El primer y el segundo anillos de conducción 92, 94 pueden tener una construcción sustancialmente igual a los anillos de conducción descritos en relación con las figuras. 2 a 4. De este modo, una parte inferior de cada anillo puede incluir una abertura de salida 96, 98 en comunicación con un orificio 100, 102 respectivo formado en la pared del pistón para permitir que el gas en la cámara interior 82 salga a través de las aberturas y taladros de salida. El pistón 80 puede incluir también una pluralidad de anillos de pistón 104 situados entre los anillos de conducción 92, 94 y los respectivos extremos 84, 86 del pistón. Los anillos de pistón 104 pueden estar dispuestos en ranuras circunferenciales formadas en la superficie exterior del pistón. La realización ilustrada emplea dos pares de anillos de pistón 104 entre cada anillo de conducción y el respectivo extremo del pistón. Se apreciará que también se pueden usar disposiciones alternativas.

Una válvula 106 puede estar dispuesta en el primer extremo 84 (o alternativamente, el segundo extremo 86) del pistón 80 para proporcionar una trayectoria de flujo para que el gas se desplace desde la cámara de compresión 22 del cilindro 4 (véase la figura 1) en la cámara interior 82 del pistón. Como se describirá con más detalle más adelante, la válvula 106 puede incluir un orificio 108 situado aguas arriba de la válvula. En una realización, la válvula 106 es una válvula cargada por resorte y el orificio 108 está integrado solidariamente a la válvula 106. De esta manera, se puede admitir gas en la cámara interior 82 cuando se logra una presión predeterminada en la cámara de compresión 22 del cilindro. El gas puede entonces pasar a través de las aberturas de salida 96, 98 en los anillos de

conducción 92, 94 a lo largo de la dirección de la flecha "A" para proporcionar la capa de gas antes mencionada entre la superficie exterior del pistón 80 y la superficie interna del cilindro 4.

Haciendo referencia a la figura 6, se muestra una realización a modo de ejemplo no limitativa de una válvula 106 para su uso con el pistón 80 de la figura 5. La válvula 106 puede incluir una porción de orificio integral 108 que, en la realización ilustrada, consiste en un inserto roscado recibido en una porción de entrada 110 de la válvula. Se apreciará que, aunque se muestra un inserto de orificio roscado, tal disposición no es limitativa, y también se contemplan otras disposiciones de orificios. En la realización ilustrada, la porción de orificio 108 puede tener un cuerpo roscado 112 y un orificio 114. El orificio 114 puede tener un diámetro de orificio "OD" y una longitud de garganta "TL". En una realización a modo de ejemplo no limitativa, el diámetro del orificio "OD" puede ser de aproximadamente 2 milímetros (mm) a aproximadamente 5 mm, y la longitud de la garganta puede ser de un mínimo de aproximadamente 7 mm. Se apreciará, sin embargo, que pueden usarse también otras válvulas, y otros orificios que tienen otras dimensiones de orificio y longitudes de garganta. La válvula 106 puede incluir una porción de cuerpo 116 que tiene una pluralidad de trayectorias de flujo 118 a través de las cuales el gas puede pasar desde la porción de orificio 108 al área de asiento 120. Una porción 122 de vástago de válvula puede incluir una superficie 122 enfrentada que está solicitada por resorte para entrar en contacto con una parte 124 de asiento de válvula del cuerpo de válvula a través de un resorte 126 montado alrededor del vástago 128 de válvula. La interacción entre la superficie enfrentada 122 y la porción de asiento de válvula 124 bloquea el flujo de gas desde los trayectos de flujo 118 cuando la presión de gas en la válvula es inferior a una presión de craqueo predeterminada. Cuando la presión del gas en la válvula excede la presión de craqueo predeterminada, el resorte 126 se comprime y la superficie 122 enfrentada se aleja de la parte del asiento de la válvula, permitiendo que el gas fluya a través de la válvula y dentro de la cámara interna 82 del pistón (véase la figura 5). La figura 6 ilustra la válvula 106 en la configuración abierta en la que el gas puede pasar de la cámara de compresión 22 a la cámara interna 82 del pistón (figura 5). Cuando la presión del gas en la válvula se reduce a un valor por debajo de la presión de craqueo predeterminada, la fuerza del resorte 126 mueve entonces la superficie enfrentada 122 en acoplamiento con la porción de asiento de válvula 124, impidiendo el flujo de gas entre el cuerpo y el asiento.

Se apreciará que el orificio 108 puede montarse por separado en el cuerpo del pistón, y por lo tanto no necesita ser solidario de la válvula 106. El diámetro del orificio está diseñado para limitar el caudal a aproximadamente el 1% del flujo de suministro del pistón específico. La presión de craqueo se determina por la carga de resorte en la cara de placa 122 y es el parámetro principal para la estabilidad (apertura y cierre gradual) de la cara 122. En algunas realizaciones, la presión de craqueo puede ser inferior al 0,5% de la presión en las cámaras 20 y/o 22 (figura 5).

La figura 7 muestra un ejemplo de recorrido de flujo de gas a través del orificio FFP 108, válvula 106 y pistón 80 durante el funcionamiento. Como se puede ver, el pistón 80 está posicionado para movimiento recíproco dentro del cilindro 90, de manera que cuando el pistón 80 se mueve dentro del cilindro 90, el gas es arrastrado cíclicamente a través de las válvulas de entrada 24, 26 hacia las cámaras de compresión 20, 24 respectivamente y es descargado a través de las válvulas de salida 28, 30, respectivamente. En la posición ilustrada, el movimiento de derecha a izquierda del pistón 80 está haciendo pasar gas a la cámara de compresión 20 a través de la válvula de entrada 24. Al mismo tiempo, el gas que fue previamente aspirado a través de la válvula de entrada 26 está siendo comprimido en la cámara de compresión 22 y está siendo descargado en la dirección de la flecha "B" a través de la válvula de salida 28. A medida que el gas en la cámara de compresión 22 alcanza la presión de craqueo de la válvula 106 (es decir, una presión que supera la fuerza de empuje del resorte de válvula 126), la superficie 122 enfrentada de la válvula 106 se aleja de la porción de asiento de válvula 124 permitiendo que el gas comprimido entre en la cámara interna 82 del pistón 80 como se muestra por la flecha "C”. El gas comprimido en la cámara interior 82 del pistón 80 fluye a continuación a través de las aberturas de salida 96, 98 en los anillos de conducción 92, 94 (es decir, a lo largo de la dirección de la flecha "D") para crear una fina capa de gas entre el pistón 80 y el cilindro 90. Esta delgada capa de gas proporciona una fuerza hacia arriba deseada sobre el pistón 80, contrarrestando de este modo la gran fuerza hacia abajo sobre los anillos de pistón 104 y los anillos de conducción 92, 94 que de otro modo existirían. Minimizar la fuerza hacia abajo sobre los anillos de conducción y los anillos de pistón reduce así el desgaste por fricción durante la vida útil del compresor.

Aunque la figura 7 muestra que sólo se ha descrito la carrera de derecha a izquierda del pistón 80, se apreciará que se realizará un esquema de compresión de gas similar por una carrera de izquierda a derecha (es decir, el gas será aspirado a la cámara 22 a través de la válvula de entrada 26 y el gas comprimido será expulsado de la cámara 20 por medio de la válvula de salida 28). Sin embargo, la diferencia es que con la carrera de izquierda a derecha del pistón 80 no se admite gas en la cámara interior 82 del pistón 80.

En algunas realizaciones no limitativas, la disposición de FFP descrita puede abarcar aplicaciones que tienen un diferencial entre las presiones de succión y de descarga del cilindro específico en exceso de 50 bares (hasta aproximadamente 250 bares) y con diámetros de pistón de 500 mm o menos. Se apreciará que también pueden abarcarse otras diferencias de presión utilizando el diseño descrito.

Como se ha descrito, la válvula FFP 106 se abre cuando la presión en la cámara de compresión 22 supera la presión en la cámara interior 82 del pistón 80. La presión de la capa de gas (es decir, la capa entre el cilindro y el pistón) está dictada por el peso del pistón y el perfil de las aberturas de salida 96, 98 en los anillos de conducción 92, 94. Esta capa de gas puede denominarse "cojinete de gas".

Como se apreciará, la presión diferencial entre el cojinete de gas y la cámara interior 82 disminuye a través de las aberturas de salida 96, 98. Las aberturas de salida limitan el flujo de gas y, por tanto, la separación (es decir, el espesor) del cojinete de gas. No obstante, las aberturas de salida 96, 98 no influyen en la fuerza de elevación, de modo que cuando la diferencia de presión entre la cámara interior y el cojinete de gas es alta, las aberturas de salida no pueden limitar adecuadamente el flujo de gas, que es indeseable. Cuando la relación de presión sobre las aberturas de salida 96, 98 se aproxima a una relación crítica (<0,6), las propiedades de apoyo del cojinete de gas pueden llegar a ser inestables. Esto significa que el cojinete de gas puede no responder a variaciones en la carga, la "rigidez" del cojinete está en o cerca de cero, y el cojinete rebotará.

Por lo tanto, como se apreciará, las aberturas de salida en los anillos de conducción 92, 94 determinan la rigidez del cojinete de gas. La relación de presión óptima a través de las aberturas de salida 96, 98 está entre aproximadamente 0,6 y 0,8. En el caso de una presión diferencial en el cilindro específico, por encima de 50 bares, esto puede no ser suficiente para limitar el flujo de gas al cojinete de gas. En tal caso, debe reducirse la presión dentro de la cámara interna del pistón 82. El área de paso de gas, por ejemplo, de una válvula de 25,4 mm (1 pulgada)(válvula 106) puede ser demasiado grande para el flujo requerido, incluso con la elevación mínima de la placa de válvula. La solución, como se ha descrito, es reducir la presión de suministro a un nivel tal que la relación de presión sobre las aberturas de salida 96, 98 esté dentro del intervalo deseado (0,6 a 0,8). La reducción de la presión de suministro puede obtenerse por la reducción del flujo que pasa a través de la válvula FFP 106. Para estrangular el flujo, se instala un orificio 108 en la entrada de la válvula 106. El taladro de este orificio 108 puede ajustarse para conseguir una zona de estrangulación deseada según sea apropiado para la aplicación.

El orificio 108 funciona para proteger la válvula para presiones diferenciales elevadas y, con ello, altas velocidades de impacto en el área de asiento de válvula 120. Las condiciones de funcionamiento de la válvula FFP 106 son muy diferentes de las válvulas compresoras "estándar", ya que están sometidas a presiones diferenciales crecientes incluso cuando la válvula está abierta, y a fuerzas de aceleración debidas al movimiento del pistón 80.

La aplicación de un orificio de estrangulación aguas arriba de la placa de válvula normalmente no se hace, ya que el orificio introduce pérdidas de flujo, lo cual no es deseable en las válvulas de compresor de succión y descarga tradicionales. Con la disposición descrita, la combinación de orificio / válvula es capaz de mantener la presión del gas en la cámara interna 82 del pistón 80 a un nivel deseado de modo que la relación de presión diferencial a través de las aberturas de salida 96, 98 se mantenga entre aproximadamente 0,6 y aproximadamente 0,8. Se apreciará que este intervalo no es limitativo y que la disposición descrita puede usarse con diferentes relaciones de presión diferencial.

Este diseño descrito es apropiado, pero no está limitado a, uso en cilindros de compresores de alta presión. Esto hace que los rangos de aplicación sean más flexibles. La invención se puede aplicar a cualquier tamaño de válvulas o diámetros de cilindro

Aunque se describe en relación con compresores de doble efecto, quedará claro que la disposición descrita anteriormente para el soporte de cojinete de la unidad de pistón / vástago de pistón con relación a las partes estacionarias del compresor también se puede usar para compresores de simple efecto o tándem. Aunque se ha descrito la presente invención con referencia a ciertas realizaciones, son posibles numerosas modificaciones, alteraciones y cambios en las realizaciones descritas sin apartarse del espíritu y alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, se pretende que la presente invención no se limite a las realizaciones descritas, sino que tiene el alcance completo definido por el lenguaje de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un compresor de pistón horizontal para comprimir un gas, que comprende:

un bastidor (2) que tiene un cilindro (90) orientado a lo largo de un eje horizontal;

un pistón (80) recibido de forma alternada en el cilindro, teniendo el pistón una cámara interior y unas paredes extremas primera y segunda, formando el pistón y el cilindro al menos una cámara de compresión (20, 22) en la que el gas está comprimido;

una válvula (106) y un orificio (108) dispuestos en al menos una parte de la primera pared extrema (84), estando configurada la válvula y el orificio para admitir gas de la al menos una cámara de compresión a la cámara interior (82) durante una carrera de compresión de dicho pistón, y

un cojinete de gas para soportar el pistón con respecto al bastidor, comprendiendo el cojinete de gas una abertura de salida (96, 98) para admitir el gas desde la cámara interior a un espacio entre el pistón y el cilindro, siendo la posición de al menos una abertura de salida y la presión del gas tales que el gas que admite el espacio ejerce una presión hacia arriba sobre la unidad de vástago de pistón, caracterizado porque el orificio (108) se extiende a través de una porción de cuerpo (116) de la válvula (106), teniendo la porción de cuerpo una pluralidad de trayectos de flujo (118) a través de los cuales el gas puede pasar desde el orificio a un área de asiento de válvula (120).

2. El compresor de pistón horizontal de la reivindicación 1, en el que la válvula comprende una válvula cargada por resorte y el orificio comprende un inserto de orificio situado entre la válvula y la al menos una cámara de compresión.

3. Compresor de pistón horizontal según la reivindicación 1, en el que la abertura de salida está configurada para mantener una relación de presión entre la cámara interior y el espacio entre el pistón y el cilindro, siendo la relación de presión mayor de aproximadamente 0,6.

4. Compresor de pistón horizontal de la reivindicación 1, en el que la abertura de salida está configurada para mantener una relación de presión entre la cámara interior y el espacio entre el pistón y el cilindro, estando la relación de presión entre aproximadamente 0,6 y 0,8.

5. Compresor de pistón horizontal según la reivindicación 1, en el que la al menos una cámara de compresión comprende una primera y una segunda cámaras de compresión, estando la primera cámara de compresión formada por el cilindro y la primera pared extrema del pistón, estando la segunda cámara de compresión formada por el cilindro y la segunda pared extrema del pistón, teniendo la primera cámara de compresión primeras válvulas de entrada y salida y teniendo la segunda cámara de compresión segundas válvulas de entrada y salida.

6. Compresor de pistón horizontal según la reivindicación 1, en el que, cuando la presión del gas en la al menos una cámara de compresión se eleva por encima de una presión de craqueo de la válvula, el gas en la al menos una cámara de compresión es admitida a través de la válvula dentro de la cámara interior del pistón.

7. Compresor de pistón horizontal según la reivindicación 1, en el que la abertura de salida comprende una pluralidad de aberturas de salida, comprendiendo además el compresor de pistón horizontal unos primeros y segundos anillos de conducción dispuestos alrededor de una periferia del pistón, comprendiendo el primer y el segundo anillo de conducción la pluralidad de aberturas de salida.

8. El compresor de pistón horizontal de la reivindicación 7, que comprende además una pluralidad de anillos de pistón dispuestos alrededor de la periferia del pistón, estando al menos uno de la pluralidad de anillos de pistón dispuestos entre el primer anillo de conducción y la primera pared extrema del pistón y al menos otro de la pluralidad de anillos de pistón dispuestos entre el segundo anillo de conducción y la segunda pared extrema del pistón.

9. Un pistón (80) para uso en un compresor de pistón horizontal, que comprende:

un pistón (80) configurado para ser recibido de forma alternada en un cilindro (90) de dicho compresor, teniendo el pistón una cámara interior (82) y una primera y segunda paredes extremas, configurándose el pistón para formar al menos una cámara de compresión con el cilindro en que se comprime un gas;

una válvula (106) y un orificio (108) dispuesto en al menos una parte de al menos una de las primera y segunda paredes extremas (84, 86), estando configurados la válvula y el orificio para admitir gas desde al menos una cámara de compresión a la cámara interior durante una carrera de compresión de dicho pistón, y

un cojinete de gas para soportar el pistón (980) con respecto a un bastidor del compresor, comprendiendo el cojinete de gas una abertura de salida (96, 98) para admitir el gas desde la cámara interior a un espacio entre el pistón y el cilindro, siendo la al menos una abertura de salida y la presión del gas tales que el gas admitido en el espacio ejerce una presión hacia arriba sobre el pistón, caracterizado porque el orificio (108)

se extiende a través de una porción de cuerpo (116) de la válvula, teniendo la porción de cuerpo una pluralidad de trayectos de flujo (118), aunque el gas puede pasar desde el orificio a un área de asiento de válvula (120).

10. El pistón de la reivindicación 9, en el que la válvula comprende una válvula cargada por resorte y el orificio comprende un inserto de orificio situado entre la válvula y la al menos una cámara de compresión.

11. Pistón según la reivindicación 9, en el que la abertura de salida está configurada para mantener una relación de presión entre la cámara interior y el espacio entre el pistón y el cilindro, siendo la relación de presión mayor de aproximadamente 0,6.

12. El pistón de la reivindicación 9, en el que el orificio y la válvula están configurados para admitir gas en la cámara interior del pistón cuando una presión de gas adyacente a la primera pared extrema o la segunda pared extrema se eleva por encima de una presión de craqueo de la válvula.

13. Pistón según la reivindicación 9, en el que la abertura de salida comprende una pluralidad de aberturas de salida, comprendiendo además el pistón unos primeros y segundos anillos de conducción dispuestos alrededor de una periferia del pistón, estando la pluralidad de aberturas de salida dispuestas en una parte inferior del primer y segundo anillos de compresión.

14. Pistón según la reivindicación 13, que comprende además una pluralidad de anillos de pistón dispuestos alrededor de la periferia del pistón, estando al menos uno de la pluralidad de anillos de pistón dispuestos entre el primer anillo de conducción y la primera pared extrema del pistón y al menos otro de la pluralidad de anillos de pistón dispuestos entre el segundo anillo de conducción y la segunda pared extrema del pistón.

15. El pistón de la reivindicación 9, en el que la abertura de salida está configurada para mantener una relación de presión entre la cámara interior y el espacio entre el pistón y el cilindro, estando la relación de presión entre aproximadamente 0,6 y 0,8.

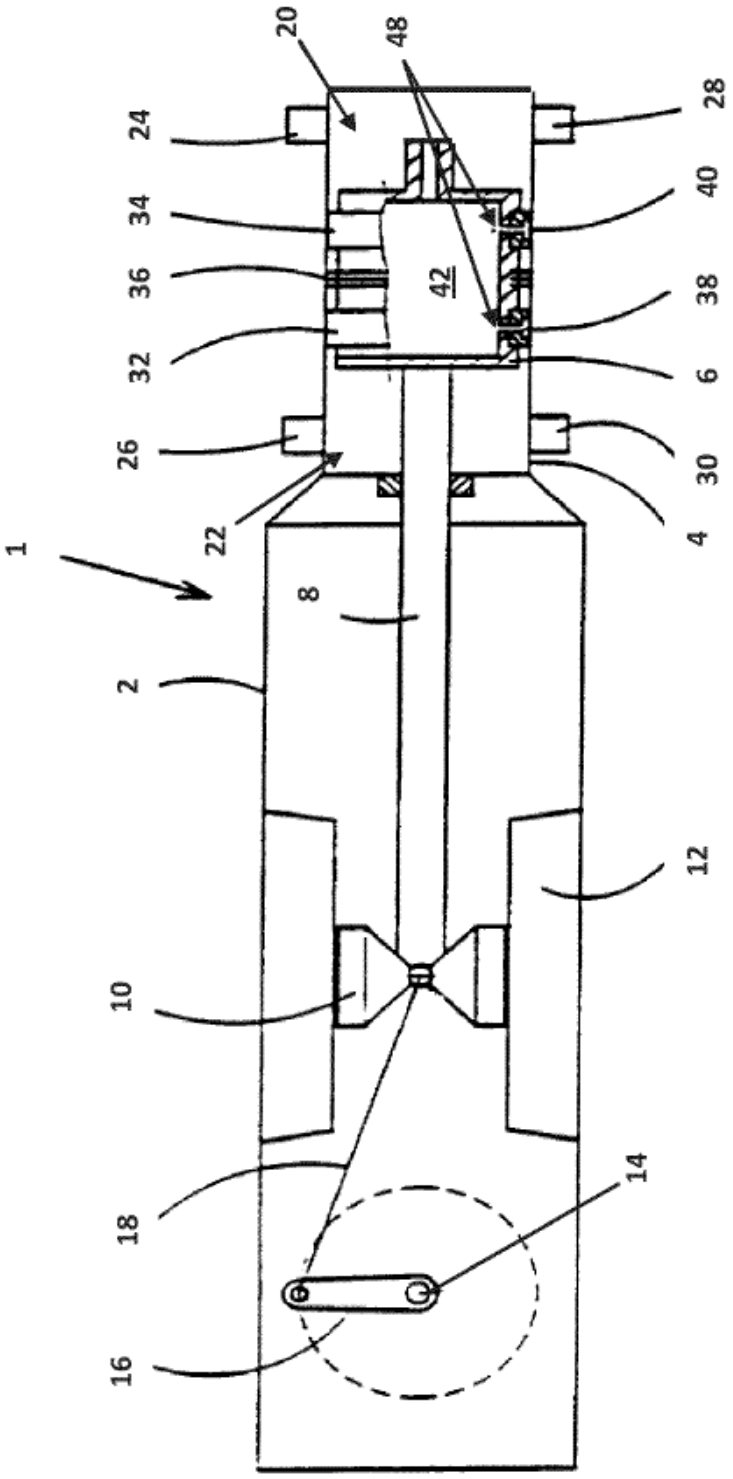

FIG. 1

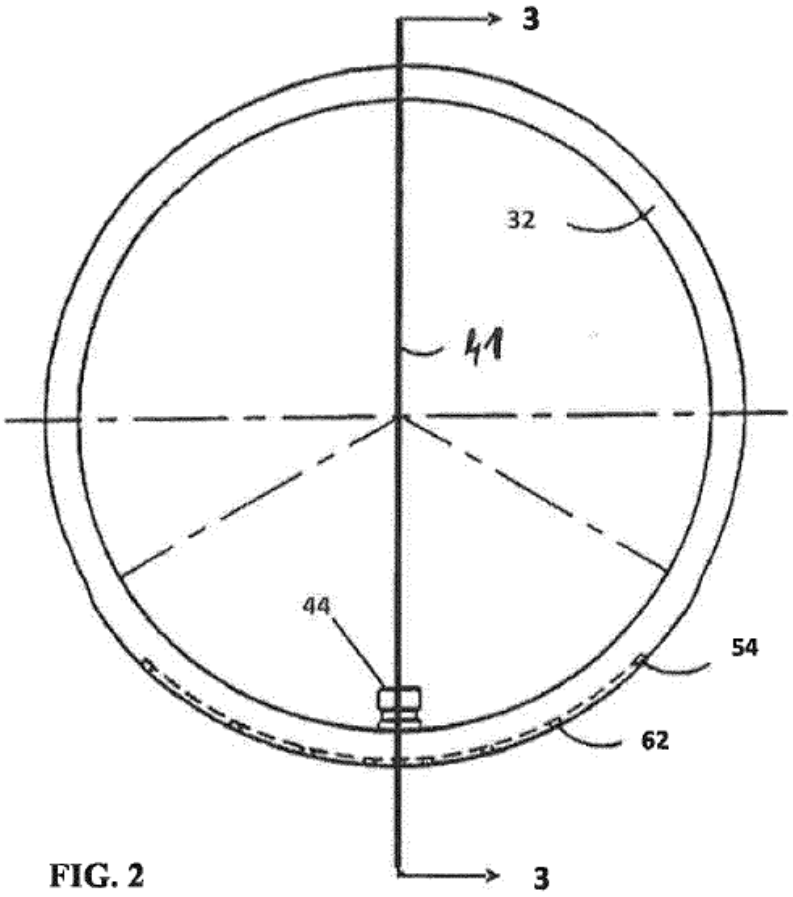

FIG. 2

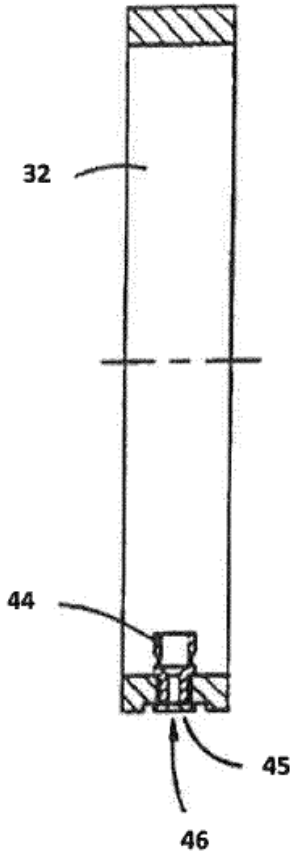

FIG. 3

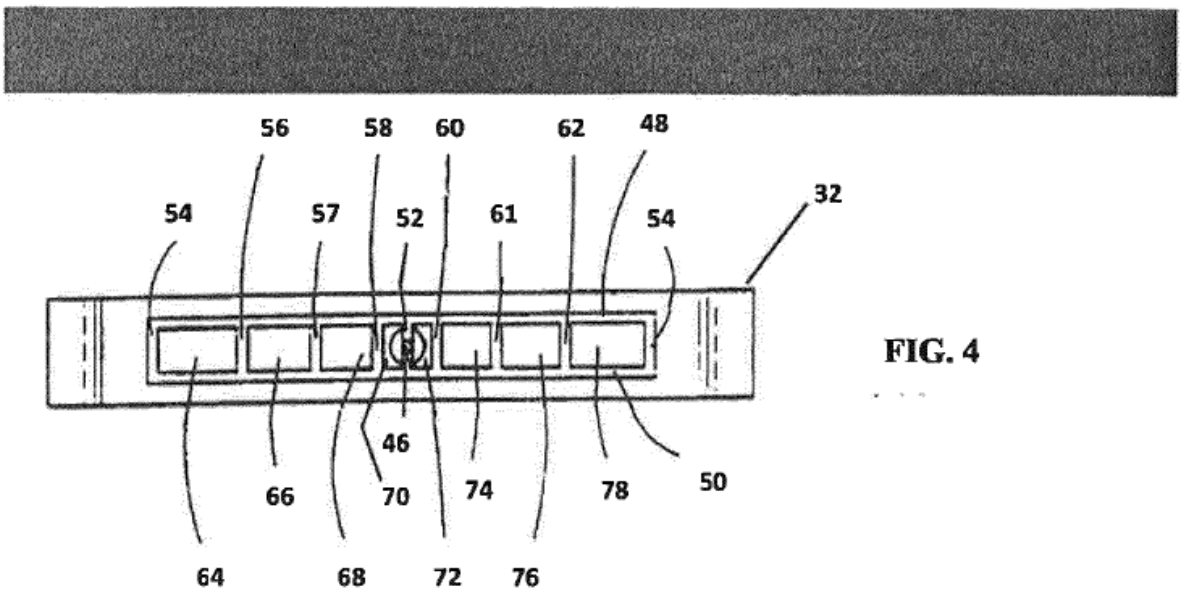

FIG. 4

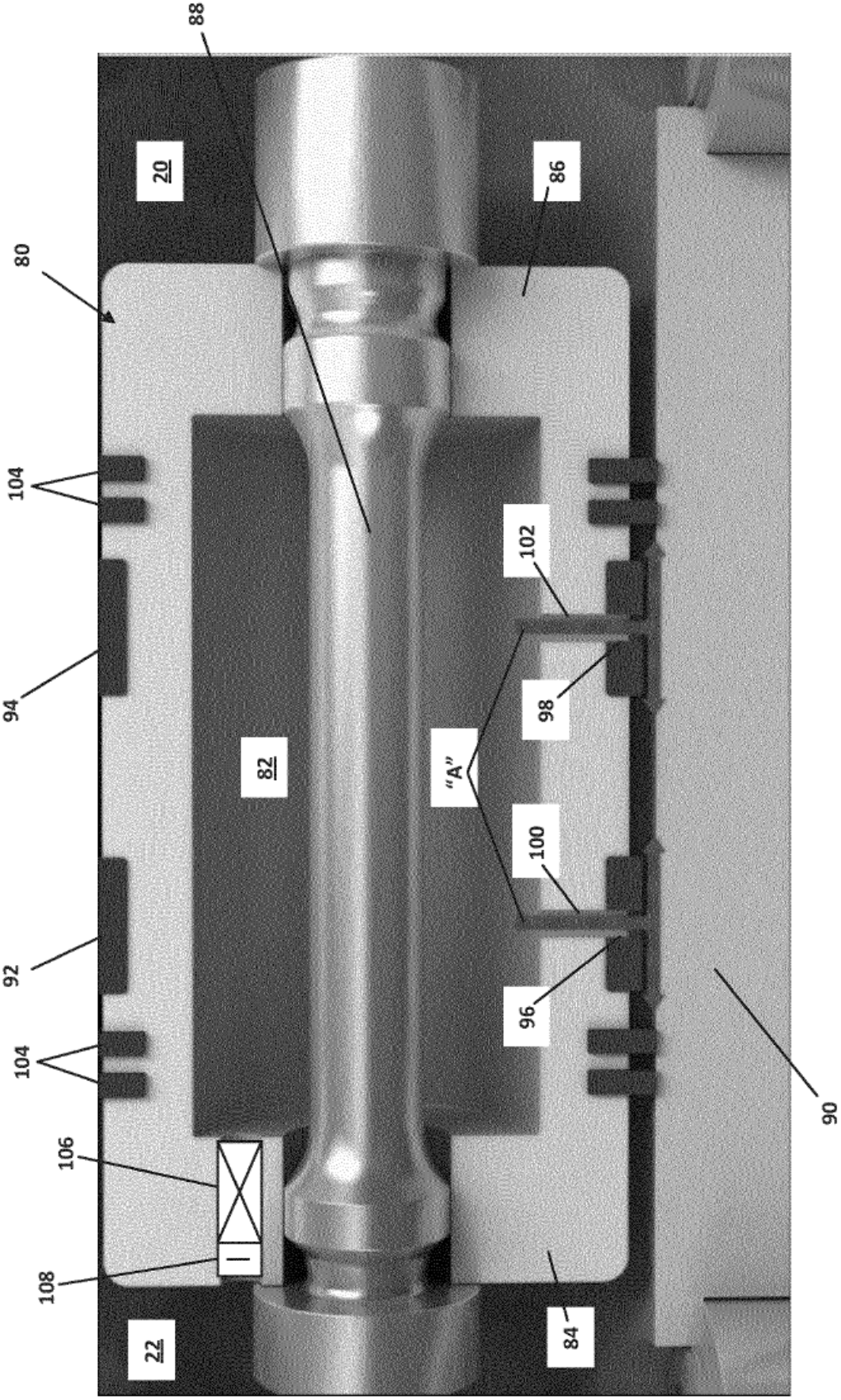

FIG. 5

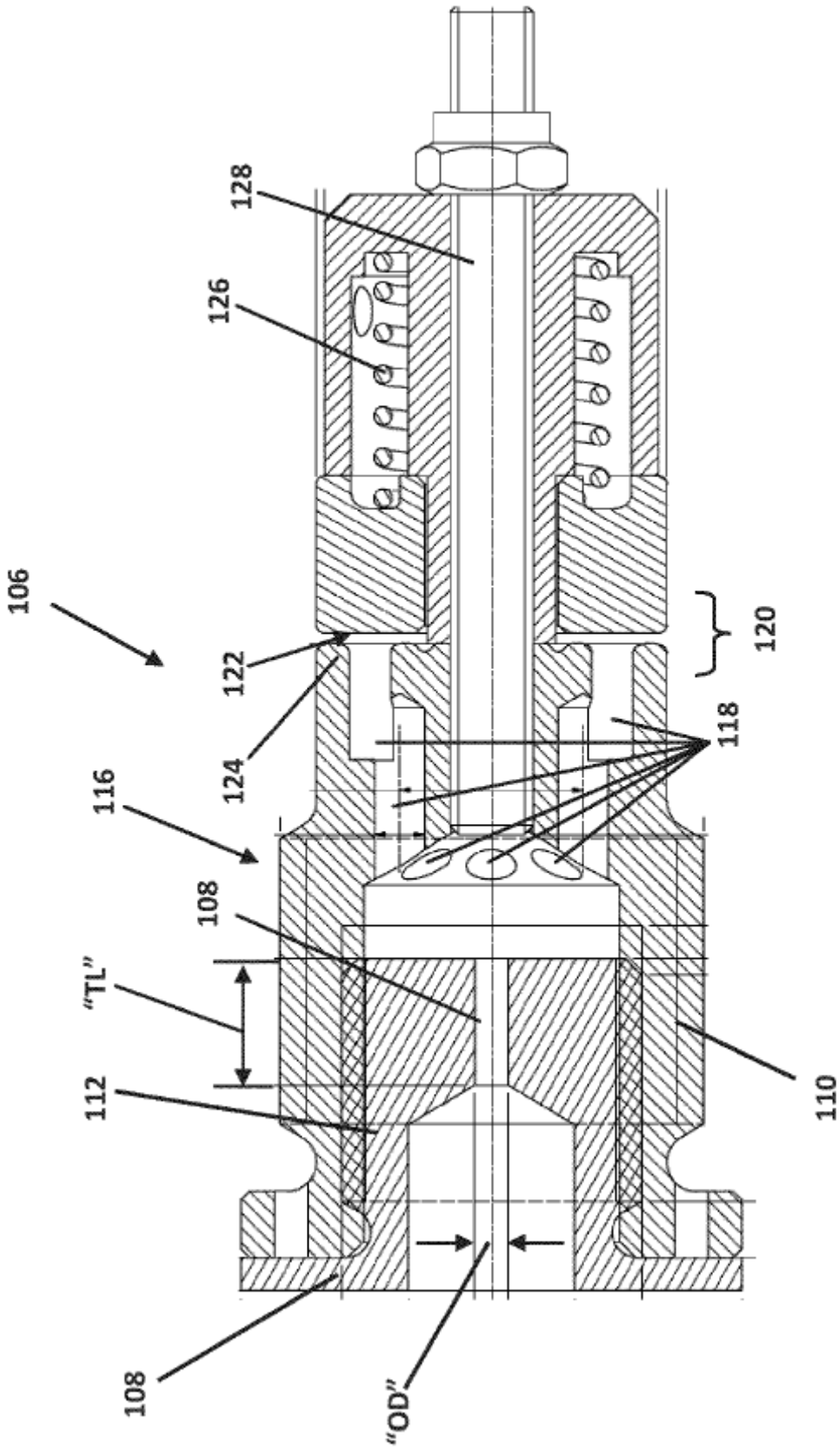

FIG. 6

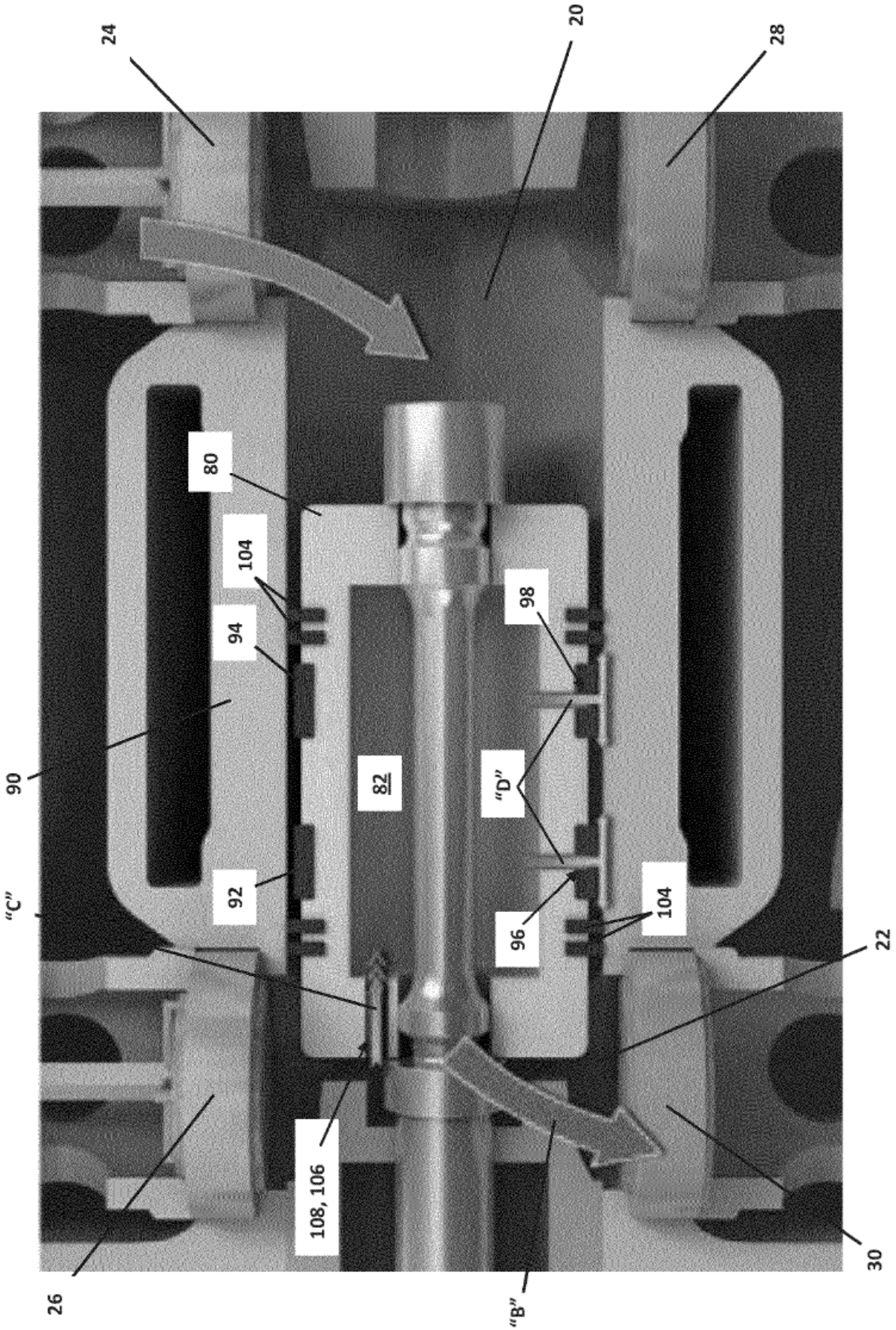

FIG. 7