(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 657 481**

(51) Int. Cl.:
F04C 18/16 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.10.2007** **PCT/US2007/021646**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2009** **WO09048447**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2007** **E 07839426 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2018** **EP 2209968**

(54) Título: **Sistema de válvula de corredera para un compresor de tornillo**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.03.2018

(73) Titular/es:

CARRIER CORPORATION (100.0%)
CARRIER WORLD HEADQUARTERS ONE
CARRIER PLACE
FARMINGTON, CT 06034, US

(72) Inventor/es:

PILESKI, PETER, J.

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 657 481 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

Sistema de válvula de corredera para un compresor de tornillo

Antecedentes

La presente invención se refiere en general a compresores de tornillo. Los compresores de tornillo comprenden típicamente un par de tornillos macho y hembra de rotación opuesta, que se acoplan uno al otro, que tienen una pluralidad de filetes y canales que se engranan, respectivamente, que se estrechan desde un extremo de entrada a un extremo de descarga de manera que un fluido o gas de trabajo efluente, o alguna otra materia de trabajo, se reduce en volumen a medida que es empujado a través de los tornillos. La materia de trabajo descargada se libera en pulsos a medida que cada filete y canal en acoplamiento empujan un volumen de la materia de trabajo sacándolo del compresor. Cada pulso comprende una ráfaga de energía de ondas que se propaga a través de la materia de trabajo y del compresor de tornillo a medida que la materia de trabajo se descomprime. Los compresores de tornillo son rotados típicamente por motores que operan a velocidades elevadas, de manera que las pulsaciones de ondas se descargan a una alta frecuencia. Las pulsaciones no solo producen la vibración del compresor de tornillo, sino que también producen ruido que es amplificado por la materia de trabajo y por el propio compresor. Tal vibración es indeseable ya que desgasta componentes del compresor y produce ruido adicional a medida que el compresor vibra.

El ruido de la materia de trabajo que se descarga y del compresor vibratorio es indeseable, ya que da lugar a entornos operativos ruidosos. Los intentos anteriores para contrarrestar estos problemas han involucrado silenciadores, montajes acolchados y abrazaderas que están montadas fuera del compresor de tornillo. Estas soluciones, sin embargo, se basan en complementos engorrosos que aumentan el costo, el peso y la complejidad del compresor de tornillo. Además, estas soluciones no abordan el origen subyacente del ruido y la vibración, sino que solo resuelven el problema una vez que se produce. Existe, por lo tanto, una necesidad de compresores de tornillo que tengan efectos reducidos producidos por las pulsaciones de descarga.

El documento US 2007/003421 describe una válvula de corredera de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Los documentos US 4 025 244 y US 6 898 948 describen válvulas de corredera adicionales de la técnica anterior.

Resumen

De acuerdo con la presente invención, se proporciona una válvula de corredera como se expone en la reivindicación 1.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista en perspectiva parcialmente recortada de un compresor de tornillo en el que se utiliza la presente invención.

La figura 2 muestra un diagrama esquemático del compresor de tornillo de la figura 1 en el que se usa una válvula de corredera que tiene el amortiguador de pulsaciones de la presente invención.

La figura 3 muestra una vista frontal de la válvula de corredera de la figura 2 anidada entre los rotores de tornillo del compresor de tornillo.

La figura 4 muestra una vista en sección transversal de la válvula de corredera de la figura 3, en la que se muestran una cámara de resonancia y tubos de amortiguación del amortiguador de pulsaciones.

La figura 5 muestra una vista desde arriba de la válvula de corredera de la figura 3.

Descripción detallada

La figura 1 muestra una vista en perspectiva parcialmente recortada del compresor de tornillo 10, que comprime un fluido o gas de trabajo tal como un refrigerante que se usa típicamente en sistemas de refrigeración o de aire acondicionado. El compresor de tornillo 10 incluye la carcasa 12 del rotor, la caja de salida 14, la caja de corredera 16, el rotor de tornillo macho 18, el rotor de tornillo hembra 20, el motor de accionamiento 22 y la válvula de corredera 23. El rotor de tornillo macho 18 y el rotor de tornillo hembra 20 están dispuestos dentro de la carcasa 12 del rotor e incluyen árboles y cojinetes que pueden ser accionados rotativamente por un motor de accionamiento 22.

Por ejemplo, el rotor de tornillo macho 18 incluye un árbol 24A que se extiende axialmente a través de la carcasa 12 del rotor y al interior del motor 22 y se apoya sobre el cojinete 26A, y el árbol 24B, que se extiende axialmente en la caja de salida 14 y se apoya en el cojinete 26B. El refrigerante se introduce al interior de la caja 12 del rotor en el puerto de aspiración 28, es dirigido alrededor del motor 22 y en la cámara de aspiración 30 en la entrada de los rotores de tornillo 18 y 20. El rotor de tornillo macho 18 y el rotor de tornillo hembra 20 incluyen ranuras y filetes de

engranaje que forman trayectorias de flujo helicoidales que tienen áreas de sección transversal decrecientes a medida que las ranuras y los filetes se extienden desde la cámara de aspiración 30. La válvula de corredera 23, que es accionada por un sistema del pistón dispuesto dentro de la caja de corredera 16, se traslada axialmente entre los rotores 18 y 20 para variar el volumen de refrigerante comprimido en la rutas de flujo en espiral para regular la capacidad de descarga del compresor de tornillo 10. De esta manera, el refrigerante se reduce de volumen y se presuriza cuando el refrigerante se dirige al interior de la cámara de presión 32 antes de ser descargado en el puerto de presión 34 y liberado, por ejemplo, a un condensador o evaporador de un sistema de enfriamiento. Debido a los múltiples conjuntos de ranuras y filetes de engrane, el refrigerante se descarga en el interior de cámara de presión 32 en una serie de pulsaciones de alta frecuencia, lo que produce un ruido y una vibración indeseables. La válvula de corredera 23 incluye un amortiguador de pulsaciones que mitiga los efectos de las pulsaciones del refrigerante descargado. En la realización mostrada, el compresor de tornillo 10 comprende un compresor de dos tornillos. Sin embargo, en otras realizaciones, la presente invención es fácilmente aplicable a los compresores que tienen tres, cuatro o más rotores de tornillo que emplean un sistema de válvula de corredera de movimiento alternativo.

La figura 2 muestra un diagrama esquemático del compresor de tornillo 10 de la figura 1, que tiene la válvula de corredera 23 de la presente invención. El compresor de tornillo 10 incluye la carcasa 12 del rotor, la caja de salida 14, la caja de corredera 16, el rotor de tornillo hembra 20, el motor de accionamiento 22, la válvula de corredera 23, el sistema de control 36, el vástago de corredera 38, el pistón 40, el cilindro 42 y auxiliar de resorte 44. Juntos la caja 12 del rotor, la caja de salida 14 y la caja de corredera 16 comprenden una trayectoria de flujo sellada para dirigir el refrigerante R a través del compresor de tornillo 10. El refrigerante R es dirigido a la caja 12 del rotor en el puerto de aspiración 28, y es dirigido alrededor del motor 22 a la cámara de aspiración 30. El rotor de tornillo macho 18 (no mostrado) y el rotor de tornillo hembra 20 comprimen el refrigerante R desde la cámara de aspiración 30 para descargarlo en la cámara de presión 32. El rotor de tornillo hembra 20 incluye canales de tornillo, o ranuras 46A - 46D que se engranan con los filetes o lóbulos en acoplamiento en el rotor de tornillo macho 18 para formar un recorrido de flujo sellado de volumen decreciente. El recorrido de flujo sellado disminuye en volumen de manera que el refrigerante R es empujado y comprimido a medida que se mueve desde la cámara de aspiración 30 a la cámara de presión 32. Por consiguiente, el refrigerante R entra, por ejemplo, en el canal de tornillo 46A en la entrada 26 que tiene la presión P_1 y se descarga desde el mismo canal de tornillo 46A en la cámara de presión 32 que tiene la presión elevada P_2. De esta manera, cada canal de tornillo suministra un pequeño volumen de refrigerante R a la cámara de presión 32. A medida que rotan los rotores de tornillo 18 y 20, se liberan una serie de pulsos de descarga de refrigerante R a la cámara de presión 32, lo que produce un ruido y vibración indeseables del compresor de tornillo 10. La válvula de corredera 23, que controla la capacidad del compresor de tornillo 10, incluye un amortiguador de pulsaciones para reducir el ruido y los efectos de vibración del refrigerante R a medida que se descarga desde los rotores de tornillo 18 y 20.

La válvula de corredera 23 está dispuesta dentro de un rebaje de corredera dentro de la cámara de presión 32 y está configurada para aplicarse a la hendidura existente entre el rotor de tornillo macho 18 y el rotor de tornillo hembra 20. De esta manera, válvula de corredera 23, los canales 46A - 46D del rotor hembra 20, los filetes del rotor macho 18, la caja 12 del rotor y la caja de descarga 14 definen un trayecto de flujo sellado y presurizado para el refrigerante R. La válvula de corredera 23 está conectada al vástago 38 y al cabezal 40 del pistón para desplazar axialmente la válvula de corredera 23 en el interior de la cámara de presión 32. La válvula de corredera 23 se traslada a lo largo del rotor de tornillo 20 para variar el volumen de refrigerante R que se encuentra ocluido dentro de los canales de tornillo 46A - 46D. Por ejemplo, cuando la válvula de corredera 23 se extiende a la posición totalmente cargada (a la izquierda en la figura 1) de tal manera que entra en contacto con el tope 48 de la corredera, la capacidad de salida del compresor de tornillo 10 se incrementa para suministrar cantidades adicionales de refrigerante R a un aparato refrigerador o de aire acondicionado. La válvula de corredera 23 se mueve hacia la cámara de presión 32 (a la derecha en la figura 1) para disminuir la capacidad de descarga del compresor de tornillo 10. El vástago 38 conecta la válvula de corredera 23 al cabezal 40 del pistón, que está dispuesto dentro del cilindro del pistón 42. El cabezal 40 del pistón incluye el primer lado de presión 50A, que está expuesto al refrigerante R a la presión P_2, y el segundo lado de presión 50B, que está expuesto a la cámara 52 del pistón a la presión P_3. La presión P_3 está controlada por el sistema de control 36, que comprende conmutadores, válvulas, solenoides y otros elementos similares para proporcionar selectivamente aceite a presión a la cámara 52 del pistón para ajustar el flujo de salida del refrigerante R en función de la carga (es decir, las demandas de refrigeración) del aparato refrigerador o acondicionador de aire. El aceite a presión dentro de la cámara 52 del pistón ejerce una fuerza sobre el segundo lado de presión 50B para mover la válvula de corredera 23 hacia el tope 48 de la corredera y la posición completamente cargada. Para mover la válvula de corredera 23 alejándola del tope 48 de la corredera, la presión P_3 se reduce retirando el aceite a presión de la cámara 52 del pistón. El auxiliar de resorte 44 empuja el cabezal del pistón hacia la derecha, lo cual tira de la válvula de corredera 23 por medio del vástago 38. El cabezal 40 del pistón también está en contacto con el refrigerante R, que ejerce la presión P_2 sobre el primer lado de presión 50A para tirar de la válvula de corredera 23 hacia la derecha.

La válvula de corredera 23 está directamente en contacto con el refrigerante R cuando el refrigerante R fluye a través de los canales 46A - 46D del rotor de tornillo 20 y sale a la cámara de presión 32. Específicamente, la cara de presión 54 de la válvula de corredera 23 está muy cerca del rotor de tornillo 18 en el que se descarga el refrigerante

R en el cámara de presión 32. De esta manera, las pulsaciones de descarga del refrigerante R pasan más allá de la cara de presión 54. La cara de presión 54 incluye canales de amortiguación de pulsaciones 56 que permiten que el refrigerante R entre en la cámara de resonancia 58 de manera que las vibraciones y el ruido asociados con la descarga del refrigerante R se atenúan.

La figura 3 muestra una vista delantera de la válvula de corredera 23 de la figura 2, en la que se muestran los canales de amortiguación de pulsaciones 56A - 56E de la cara de presión 54. La válvula de corredera 23 también incluye la interfaz de actuación 60, la cámara de descarga 62, las caras de descarga de presión 64A y 64B y la superficie exterior 66. Las caras de descarga de presión 64A y 64B de la válvula de corredera 23 comprenden juntas un cabezal en forma de V de la válvula de corredera 23 que sella el flujo de refrigerante R a lo largo del rotor de tornillo macho 18 y del rotor de tornillo hembra 20. La válvula de corredera 23 está conectada a un dispositivo de accionamiento, tal como el vástago 38 del pistón y el cabezal 40 del pistón de la figura 2 en la interfaz 60, de manera que la posición de la válvula de corredera 23 se pueda trasladar para regular la capacidad de descarga del refrigerante R de los rotores de tornillo 18 y 20. El refrigerante R es comprimido en la cámara de compresión 68, que está formada entre los canales de tornillo 46A y 46B del rotor de tornillo hembra 20, y los filetes de tornillo 70A y 70B del rotor de tornillo macho 18, respectivamente. El refrigerante R se libera de la cámara de compresión 68 en descargas pulsadas al interior de la cámara de descarga 62 cuando los rotores de tornillo 18 y 20 rotan inversamente para abrir la cámara de compresión 68 a la válvula de corredera 23. Las descargas pulsadas de refrigerante R pasan por la cara de presión 54 antes de ser descargadas del tornillo compresor 10 en el puerto de presión 34 (figura 1). El refrigerante R fluye dentro de los canales de amortiguación 56A - 56E, dentro de la cámara de resonancia interior 58 en el interior de la válvula de corredera 23. En la realización que se muestra, los canales de amortiguación 56A - 56E están equipados con tubos amortiguadores 72A - 72E, que se explican con mayor detalle con respecto a la figura 4.

La figura 4 muestra una vista en sección transversal de la válvula de corredera 23 de la figura 3, en la que se muestran los tubos de amortiguación 72A - 72C y la cámara de resonancia 58 del amortiguador de pulsaciones de la presente invención. Los tubos de amortiguación 72A - 72E se insertan en los canales de amortiguación 56A - 56E, como se ilustra en la figura 4 estando el tubo de amortiguación 72C insertado en la cavidad de amortiguación 56C. La cavidad de amortiguación 56C comprende una cámara ahuecada formada en el interior de la válvula de corredera 23. La válvula de corredera 23 comprende una pluralidad de paredes configuradas para definir un recipiente hueco que tiene un cabezal en forma de V formada por las caras de descarga de presión 64A y 64B y la superficie exterior semicilíndrica 66, que están dispuestas entre la cara de presión 54 y la tapa extrema 74. Como se muestra en las Figs. 4 y 5, las caras de descarga de presión 64A y 64B se unen para definir el vértice 76, que se ajusta entre los rotores de tornillo 18 y 20. Por lo tanto, las caras de descarga de presión 64A y 64B son de forma arqueada. Las caras de descarga de presión 64A y 64B se unen en el extremo delantero de la válvula de corredera 23 para formar la cámara de descarga 62. Los canales de amortiguación 56A - 56E se colocan generalmente debajo de la cámara de descarga 62 de manera que el refrigerante R después de salir de la cámara de descarga 62 fluye más allá de los canales de amortiguación 56A - 56E. La cámara de descarga 62 y las caras de descarga de presión 64A y 64B se unen en la cara de presión 54. La superficie exterior 66 se enrolla alrededor de la cara de presión 54 desde la primera cara de descarga de presión 64A a la segunda cara de descarga de presión 64B. La tapa extrema 74 está dispuesta entre la superficie exterior 66 y las caras de descarga de presión 64A y 64B para formar la cámara de resonancia 58. De esta manera, la cámara de resonancia 58 está encerrada dentro de las paredes de la válvula de corredera 23.

Volviendo a la figura 4, la cámara de resonancia 58 es accesible dentro de la válvula de corredera 23 a través de los canales de amortiguación 56A - 56E. Los canales de amortiguación 56A - 56E comprenden orificios que se extienden a través de la cara de presión 54 de manera que se permita que el refrigerante R se introduzca en la válvula de corredera 23 para presurizar la cámara de resonancia 58 a la presión P_2. Las longitudes de los canales de amortiguación 56A - 56E están determinadas por el grosor de la cara de presión 54, pero pueden alterarse insertando tubos de amortiguación 72A - 72E en los canales de amortiguación 56A - 56E. En una realización, los tubos de amortiguación 72A - 72E comprenden tubos de acero inoxidable encajados a presión en los canales de amortiguación 56A - 56E. Las longitudes y diámetros de los tubos de amortiguación 72A - 72E y de los canales de amortiguación 56A - 56E se seleccionan para influir en la acústica y la mecánica del refrigerante R cuando el refrigerante R se desplaza a través de los canales 56A - 56E y los tubos 72A - 72E. Específicamente, la longitud y los diámetros de los tubos de amortiguación 72A - 72E se seleccionan para extraer la cantidad máxima de energía del refrigerante R.

El refrigerante R se descarga desde los rotores de tornillo 18 y 20 en pulsos a intervalos regulares que tienen una frecuencia dictada por la velocidad a la que el motor 22 acciona los rotores de tornillo 18 y 20. Estos pulsos producen ondas de sonido indeseables que aumentan el ruido generado por el compresor de tornillo 10. La energía contenida en estas ondas de sonido, sin embargo, se puede usar para hacer el trabajo de atenuar la propagación de las ondas de sonido desde el compresor de tornillo 10. El refrigerante R llena la cámara de resonancia 58 de manera que el refrigerante adicional que intenta entrar en la cámara de resonancia 58 debe comprimir el volumen de refrigerante R que ya está presente en la cámara de resonancia 58. De esta manera, una onda pulsada de

refrigerante R que intenta entrar en la cámara de resonancia 58 comprime el refrigerante R hasta que se alcanza la cresta de la onda. Entonces, el refrigerante presurizado R dentro de la cámara de resonancia 58 empujará hacia atrás a medida que la onda se disipe a la artesa. A medida que la onda pulsada se propaga a través de crestas y ondas, el refrigerante presurizado R dentro de la cámara de resonancia 58 continúa comprimiéndose y descomprimiéndose, extrayendo energía del refrigerante R descargado de los rotores de tornillo 18 y 20. La extracción de energía reduce la amplitud de la onda de pulsación. Reduciendo el ruido y la vibración generados por las descargas pulsadas del refrigerante R. La posición de la válvula de corredera 23, sin embargo, no se ve afectada por las pulsaciones de onda del refrigerante R de manera que el rendimiento de la válvula de corredera 23 no se ve afectado. La posición de la válvula de corredera 23 se mantiene constante por medio de la conexión rígida con el vástago 38 del pistón y el cabezal 40 del pistón, que se mantiene por la presión P_3.

La ecuación (1) ilustra la frecuencia de resonancia de un tubo alargado, en el que f_R es la frecuencia de resonancia del tubo, v es la velocidad del sonido específica del refrigerante R, A es el área del tubo, L es la longitud del tubo y V_o es el volumen de la cámara de resonancia.

$$f_R = \frac{v}{2\pi}\sqrt{\frac{A}{V_0 L}}$$

(ecuación 1)

De esta manera, las dimensiones de los tubos 72A - 72E se seleccionan de forma que la frecuencia de los pulsos de descarga del refrigerante R desde los rotores de tornillo 18 y 20 coincida con la frecuencia de resonancia de los tubos. El número de tubos, la longitud de cada tubo y el área de cada tubo se pueden seleccionar en base a consideraciones de diseño tales como el rango de presión del compresor 10, el grosor de pared de la cara de presión 54 y el tamaño requerido de la válvula de corredera 23. Además, en otras realizaciones, los tubos 72A - 72E pueden tener diferentes longitudes de tal manera que las pulsaciones de diferentes frecuencias pueden ser amortiguadas, tal como para frecuencias de diferentes velocidades operativas del motor 22. Por ejemplo, como se puede ver en la figura 4, el tubo 72B es más corto que los tubos 72A y 72C.

Aunque la invención se ha descrito con referencia a una realización ejemplar o unas realizaciones ejemplares los expertos en la técnica entenderán que se pueden realizar diversos cambios sin apartarse del alcance de la invención. Además, se pueden hacer muchas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la invención sin apartarse del alcance esencial de la misma. Por lo tanto, se pretende que la invención no se limite a la realización particular o realizaciones particulares (que se han descrito, sino que la invención incluirá todas las realizaciones que se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una válvula de corredera (23) que comprende:

una porción de cuerpo principal configurada para deslizarse en un puerto de descarga de un compresor de tornillo (10) para regular la salida de una materia de trabajo a través de los rotores de tornillo (18, 20) del compresor de tornillo (10); y un amortiguador de pulsaciones soportado por el cuerpo principal para amortiguar las pulsaciones de presión en la materia de trabajo descargada.

en la que la porción de cuerpo principal comprende una pluralidad de paredes (56, 64, 74) que definen una cámara interior (58) encerrada, y el amortiguador de pulsaciones comprende un orificio (56) que se extiende en el interior de una pared (54) del cuerpo principal de tal manera que la materia de trabajo descargada de los rotores de tornillo tiene acceso a la cámara interior encerrada,

que se caracteriza porque el cuerpo principal incluye una pluralidad de orificios (56A - E) que se extienden dentro de la cámara interior (58)

2. La válvula de corredera de la reivindicación 1, en la que la pluralidad de orificios (56A - E) tienen diferentes longitudes para amortiguar vibraciones que tienen frecuencias diferentes.

3. La válvula de corredera de la reivindicación 1 que comprende, además, una pluralidad de tubos (72A - E) insertados en la pluralidad de orificios (56A - E).

4. La válvula de corredera de la reivindicación 1, en la que una de la pluralidad de paredes (64) que definen el cuerpo principal comprende una porción en forma de V diseñada para ajustarse entre los rotores de tornillo (18, 20) del compresor de tornillo (10).

5. La válvula de corredera de la reivindicación 1, en la que la porción de cuerpo principal incluye medios de conexión (38) para unir la válvula de corredera a un mecanismo de accionamiento (42).

6. La válvula de corredera de la reivindicación 1, en la que la porción de cuerpo principal incluye una cámara de descarga (32) para recibir materia de trabajo de los rotores de tornillo (18, 20) y dirigir la materia de trabajo fuera del compresor de tornillo (10) y pasar el orificio (56)

7. La válvula de corredera de la reivindicación 1, en la que el orificio (56) permite que la materia de trabajo descargada de los rotores de tornillo (18, 20) presurice la cámara interior (58).

8. La válvula de corredera de la reivindicación 7 en la que la cámara interior (58) está configurada de manera que la materia presurizada dentro de la cámara interior (58) extraiga energía de la materia de trabajo cuando la materia de trabajo intenta entrar en la cámara interior (58) a través del orificio (56).

9. La válvula de corredera de la reivindicación 1, en la que el orificio (56) reduce una amplitud de una onda de sonido en la materia de trabajo cuando la materia de trabajo entra en la cámara interior (58).

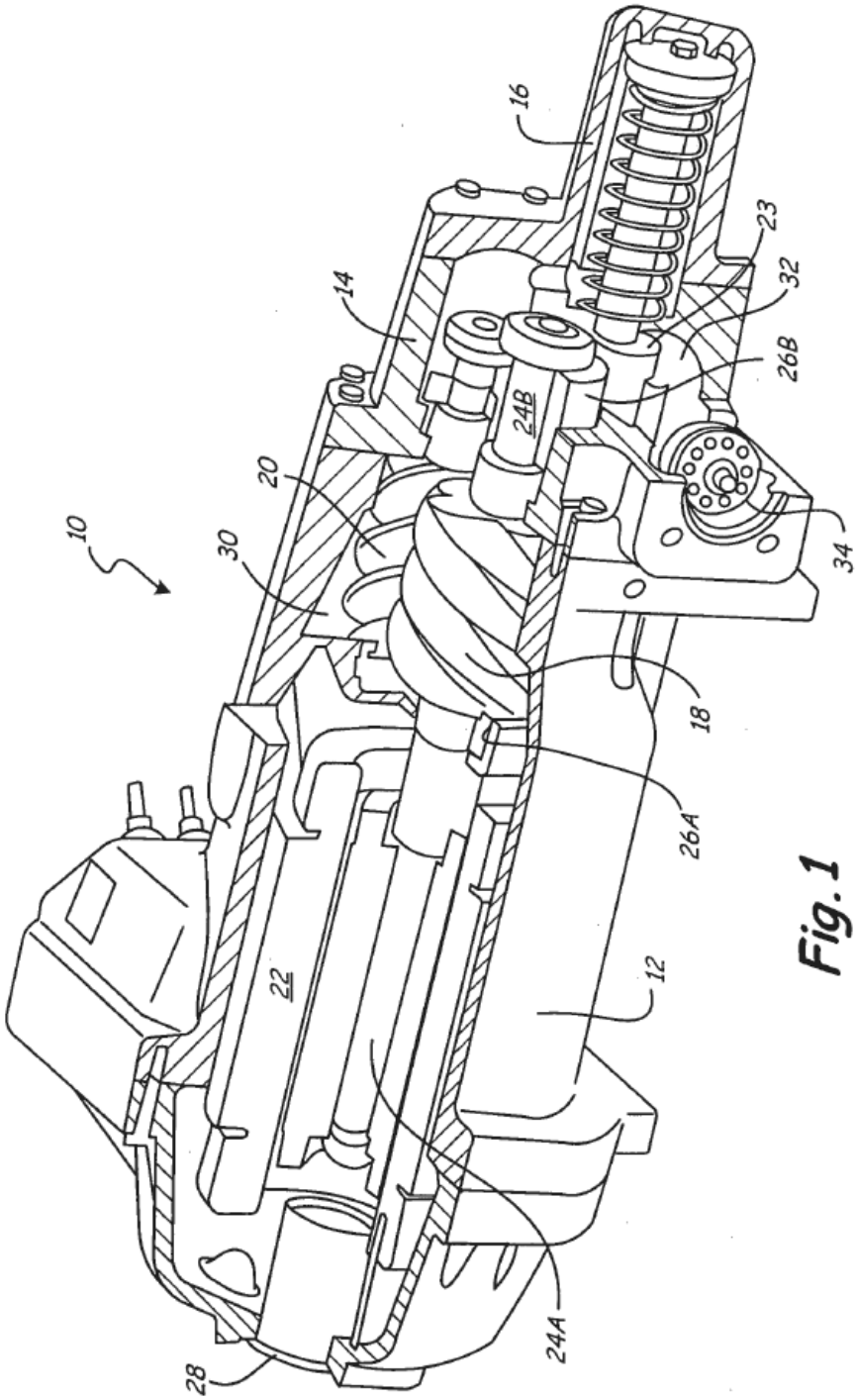

Fig. 1

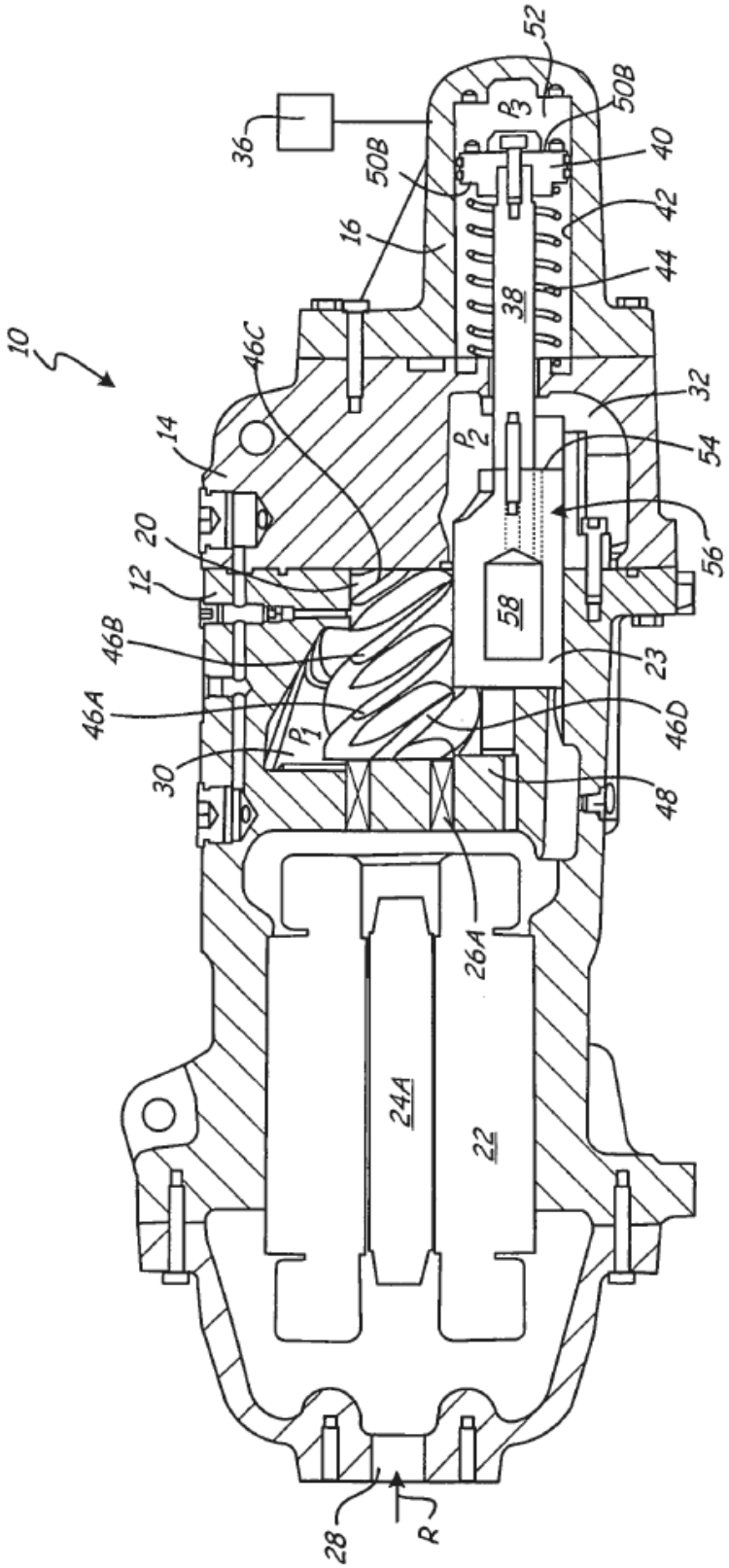
10
14
20
12
46B
46A
30
46C
16
50B
36
52
50B
40
42
44
38
32
54
56
58
23
46D
48
26A
24A
22
28
R
P1
P2
P3

Fig. 2

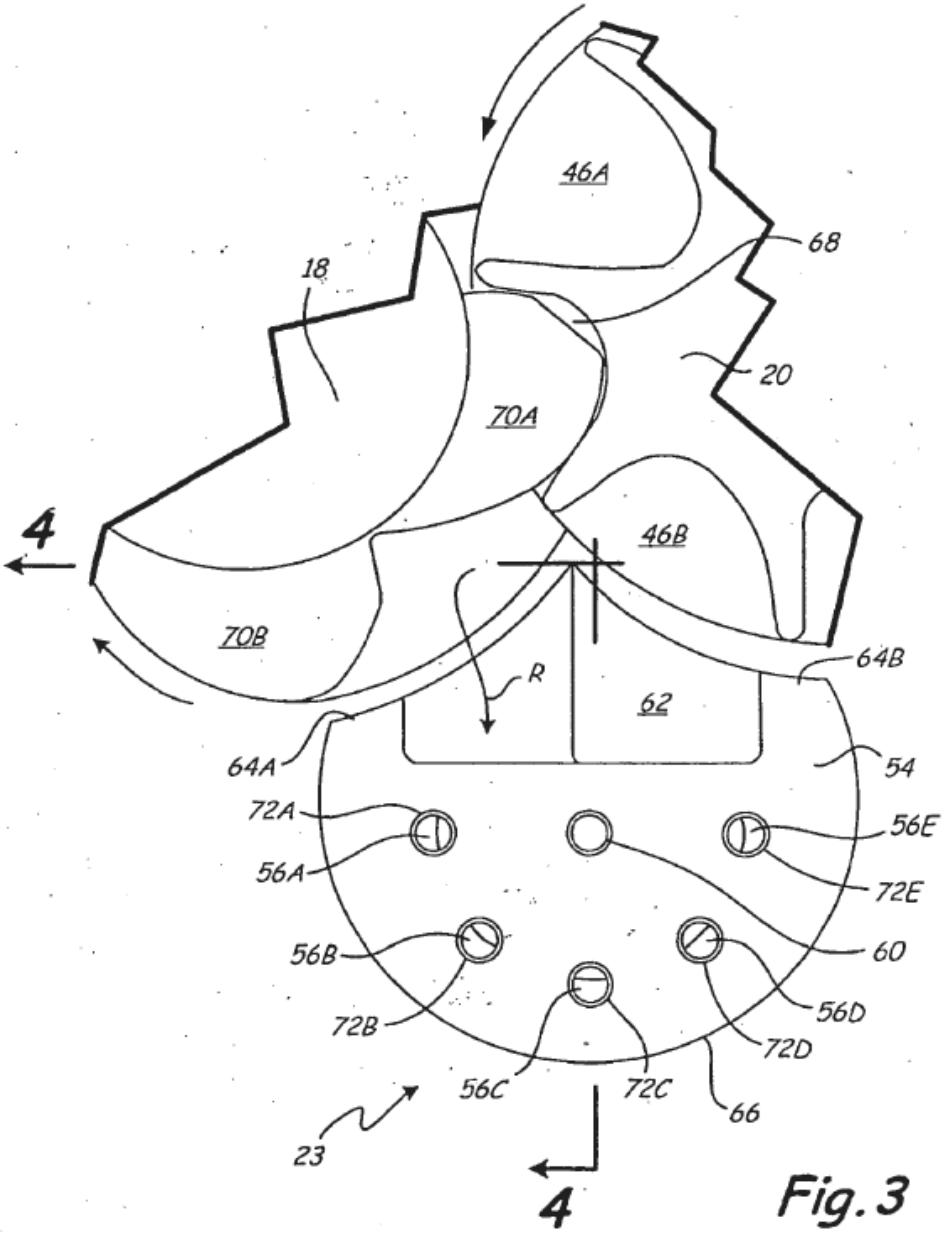
46A
68
18
20
70A
4
46B
70B
R
64B
62
64A
54
72A
56E
56A
72E
56B
60
72B
56D
72D
56C
72C
66
23
4

Fig. 3

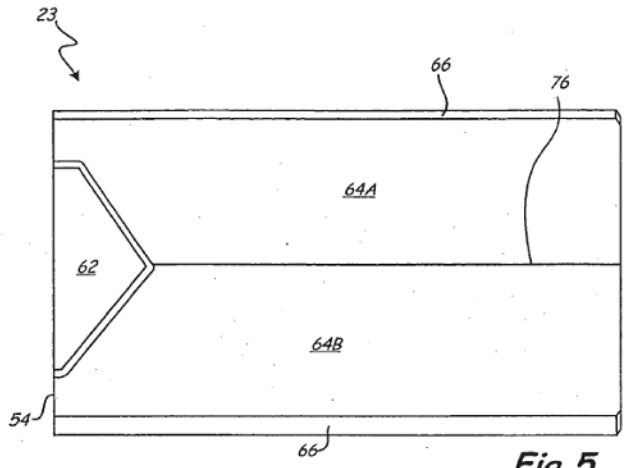

Fig. 5

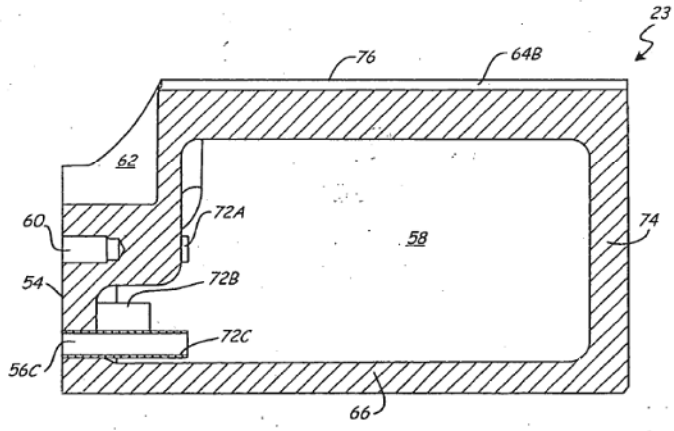

Fig. 4