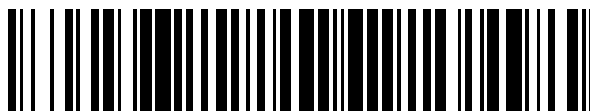


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 778**

51 Int. Cl.:

F16J 15/26

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.12.2013** **PCT/EP2013/076141**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015** **WO15086050**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2013** **E 13811414 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019** **EP 3080490**

54 Título: **Caja de empaquetadura con anillo de sellado único**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
16.07.2019

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 2 719 778 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

Caja de empaquetadura con anillo de sellado único

Campo de la invención

5 Las realizaciones de la invención se refieren generalmente a disposiciones de sellado para compresores de gas, y más particularmente a una disposición de sellado de caja de empaquetadura para un compresor de gas alternativo.

Discusión de la técnica relacionada

10 Una caja de empaquetadura es un conjunto de sellado que sella el área alrededor del vástago del pistón en un compresor alternativo para minimizar la fuga de gas de proceso del cilindro presurizado del compresor a la atmósfera y / o los espacios internos del compresor. (Ver DE-A-4201246) Debido al movimiento alternativo de alta velocidad del vástago del pistón, los componentes internos de la caja de empaquetadura pueden experimentar un alto desgaste por fricción con el tiempo. Por ejemplo, los elementos de sellado individuales utilizados para sellar contra la superficie del vástago del pistón pueden sufrir una corta vida útil debido al calor por fricción y al desgaste por fricción generado entre la superficie exterior del vástago del pistón y la superficie del sello interno. Como se apreciará, la corta vida de estos elementos de sellado da como resultado intervalos de mantenimiento relativamente cortos para el compresor asociado.

15 Cuanto más frecuentemente se debe desconectar el compresor para reemplazar los elementos de sellado, menos eficiente es el funcionamiento del sistema en general.

20 Los intentos anteriores para abordar el desgaste del elemento de sellado en compresores alternativos han estado dirigidos a ajustar los materiales utilizados para formar los elementos de sellado. Por ejemplo, los sellos se han fabricado con materiales de fibra de vidrio de politetrafluoroetileno (PTFE) o poliéter éter-cetona (PEEK) combinados con cargas tales como carbono, grafito, disulfuro de molibdeno (MoS_2), y similares. Otros intentos han involucrado el uso de múltiples anillos de sellado y anillos de ruptura de presión en la caja de empaquetadura y/o la aplicación de técnicas de compensación de presión para limitar el desgaste.

25 Aún así, tales intentos no han logrado un sello con una larga vida deseada que pueda proporcionar intervalos de mantenimiento adecuadamente aumentados. Por lo tanto, existe la necesidad de una disposición mejorada de la caja de empaquetadura para su uso con compresores alternativos.

Compendio de la descripción

Para abordar las deficiencias anteriores en la técnica anterior, se describe una disposición de sellado de la caja de empaquetadura que es más resistente al desgaste operacional que los conjuntos de sellado disponibles actualmente, particularmente en condiciones de alta presión y sin lubricación.

30 El diseño descrito incluye dos partes. Primero, la compensación de presión se emplea para reducir la fuerza radial en los anillos de sellado. En segundo lugar, se proporcionan nuevos revestimientos de anillo de sellado resistentes al desgaste. La menor fuerza radial en los anillos de sellado (debido a la compensación de presión) conduce directamente a menos fricción y, por lo tanto, a menos desgaste y generación de calor. Además, el diseño mejorado del revestimiento del anillo de sellado disminuye las fugas de gas debido a la alta conformabilidad de los anillos de sellado delgados (en dirección radial).

35 En algunas realizaciones, el material utilizado para los revestimientos de sellado tiene un coeficiente de fricción reducido que reduce aún más el desgaste por fricción. El material de sellado también puede soportar altas cargas internas causadas por la compensación de presión a altas presiones (p. ej., > 100 bar). Además, el material tiene una alta resistencia a la contaminación por partículas.

40 Las cajas de empaquetadura convencionales generalmente consisten en múltiples bolsillos que contienen múltiples anillos y con frecuencia requieren lubricación para reducir el desgaste. El diseño del anillo de sellado descrito sella eficientemente las varillas del pistón en servicio no lubricado y/o para condiciones de alta presión (> 100 bar). Esto resulta en un diseño compacto de la caja de empaque general.

45 Además, el diseño descrito puede incluir una característica de compensación de presión que incluye ranuras en los anillos de sellado individuales. Estas ranuras se pueden conectar al lado de alta presión de la caja de empaquetadura a través de una división en la parte del anillo de soporte del anillo de sellado. Un anillo de sellado de cubierta puede comprender material de PTFE convencional, mientras que los anillos de sellado de revestimiento pueden estar hechos de un material resistente a la fricción mejorado que comprende PEEK con aditivos de nanomateriales para reducir la fricción y aumentar la conductividad térmica. Estos anillos de sellado de revestimiento tienen una alta resistencia, de modo que el conjunto de anillos se pueda utilizar a presiones muy altas. Debido a esta alta resistencia mecánica, de los anillos de sellado de revestimiento, el ancho de los anillos puede ser pequeño, lo que, en combinación con la función de compensación de presión, puede dar como resultado una baja potencia de fricción durante el funcionamiento. El uso descrito de los anillos de sellado de revestimiento en combinación con uno o más anillos de sellado de cubierta es una mejora con respecto a los diseños anteriores. Mientras que los intentos anteriores de soluciones han empleado compensación de presión, tales intentos permitieron solo una compensación de presión

55

parcial y usaron múltiples anillos divididos sin anillos de sellado de revestimiento.

La combinación descrita de la compensación de presión y los anillos de sellado de revestimiento de baja fricción puede dar como resultado un conjunto de sellado que tiene una configuración de anillo único en lugar de los conjuntos de anillos de sellado múltiple anteriores. La caja de empaquetadura resultante puede tener una vida útil mejorada en comparación con los sellos convencionales y puede funcionar en alta presión y en circunstancias no lubricadas. La caja de empaquetadura descrita tendrá una vida útil prolongada, un diseño compacto y un rendimiento excelente en circunstancias difíciles, con menos material de sellado total requerido. El diseño descrito finalmente conducirá a intervalos de mantenimiento más largos para los compresores en los que se emplea la disposición de sellado.

Se describe un anillo de sellado para su uso en una caja de empaquetadura de un compresor alternativo. El anillo de sellado puede incluir un primer y segundo anillo de sellado enganchados a lo largo de las respectivas superficies laterales, y el primer y segundo anillo de cubierta dispuestos alrededor del primer y segundo anillo de sellado, de modo que los diámetros externos del primer y segundo anillo de sellado se acoplen a los diámetros internos del primero y segundo anillo de la segunda cubierta, respectivamente. Un anillo de soporte puede engancharse con el primer anillo de sellado y el primer anillo de cubierta, mientras que un anillo de respaldo puede estar enganchado con el segundo anillo de sellado y el segundo anillo de cubierta. En algunas realizaciones, el primer anillo de sellado tiene un ancho que es más pequeño que el ancho del segundo anillo de sellado. En otras realizaciones, el segundo anillo de sellado tiene una ranura circunferencial formada en una superficie interior del mismo, la ranura dispuesta directamente adyacente al primer anillo de sellado. El primer y segundo anillo de sellado pueden estar hechos de PEEK con un aditivo de nanomateriales.

Se describe un anillo de sellado para su uso en una caja de empaquetadura de un compresor alternativo. El anillo de sellado puede incluir un primer y segundo anillo de sellado acoplados entre sí, y el primer y segundo anillo de cubierta dispuestos alrededor del primer y segundo anillos de sellado. Un anillo de soporte puede engancharse con el primer anillo de sellado y el primer anillo de cubierta, y un anillo de respaldo puede estar enganchado con el segundo anillo de sellado y el segundo anillo de cubierta. En algunas realizaciones, el primer anillo de sellado tiene un ancho que es más pequeño que el ancho del segundo anillo de sellado. En otras realizaciones, el segundo anillo de de sellado tiene una ranura formada en una superficie interior del mismo. El primer y segundo anillo de sellado pueden estar hechos de PEEK con un aditivo de nanomateriales.

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 el que:

FIG. 1 es una vista en sección transversal de un compresor alternativo de ejemplo;

FIG. 2 es una vista isométrica de un conjunto de anillo de sellado de la caja de empaquetadura de ejemplo para uso en el compresor de pistón de la FIG. 1;

FIG. 3A es una vista ampliada del conjunto de anillo de sellado de FIG. 2; FIG. 3B es una vista inversa ampliada del conjunto de anillo de sellado de FIG. 2;

FIGS. 4A y 4B son vistas en sección transversal ampliadas del conjunto de anillo de sellado de FIG. 2;

FIG. 5A es una vista recortada de un conjunto de anillo de sellado de caja de empaquetadura alternativo para uso en el compresor de pistón de FIG. 1; FIG. 5B es una vista isométrica del primer y segundo anillo de sellado del conjunto del anillo de sellado de FIG. 5A;

FIG. 6 es una vista en sección transversal del conjunto del anillo de sellado de FIG. 2 dispuesto en una caja de empaquetadura de ejemplo;

FIGS. 7A-7C muestran distribuciones de presión de ejemplo entre un anillo de sellado y un vástago de pistón para varias configuraciones de sellado;

FIG. 8 es una disposición de sellado de caja de empaquetadura de ejemplo que incluye una pluralidad de conjuntos de anillos de sellado de FIG. 2; y

FIG. 9 es un gráfico que ilustra el rendimiento del conjunto de anillo de sellado descrito de FIG. 2.

Descripción de las realizaciones

Se describe una disposición de sellado mejorada para uso en compresores de pistones alternativos. La disposición de sellado mejorada incluye un anillo de sellado de múltiples piezas configurado para sufrir un desgaste reducido en la operación. Al reducir el desgaste, el diseño de anillo de sellado de múltiples piezas descrito permite que el compresor alternativo asociado funcione durante períodos más prolongados entre la renovación de componentes en comparación con los diseños anteriores. El diseño descrito también se adapta a un rango más amplio de presiones de operación diferenciales (succión contra descarga) en aplicaciones no lubricadas en comparación con los dispositivos anteriores.

Refiriéndose a FIG. 1, se muestra una vista en sección transversal de un compresor de pistón horizontal 1 de ejemplo. El compresor puede incluir un marco 2, en el que se dispone un cilindro 4. El cilindro 4 contiene un pistón 6, que es recíproco en el cilindro 4. Un vástago de pistón 8 está fijado al pistón 6 en un extremo, y una cruceta 10 en el extremo opuesto. La cruceta 10 se guía recíprocamente en una línea recta horizontal en el marco 2 del compresor por medio de una guía de cruceta 12. El movimiento lineal de la cruceta 10 se produce mediante una biela 14 que se acopla a la cruceta 10 a través de una biela 16. El movimiento giratorio de la manivela 14 se transmite a la cruceta 10 mediante la biela 16.

El compresor ilustrado es del tipo de doble efecto, en el que las cámaras de compresión primera y segunda 20 y 22 están formadas en el cilindro 4 a cada lado del pistón 6. Cada una de las cámaras de compresión primera y segunda 20, 22 está provista de la succión apropiada y válvulas de descarga de tal manera que el movimiento del pistón 6 en la dirección del mecanismo de la manivela (es decir, a la izquierda en FIG. 1), el gas a una presión de succión se introduce en la segunda cámara de compresión 22 a través de la válvula de succión asociada. Al mismo tiempo, el gas presente en la primera cámara de compresión 20 se comprime y descarga a una presión de descarga a través de la válvula de descarga asociada. Aunque no se muestra, una fuente de gas está acoplada a las válvulas de entrada, mientras que las válvulas de salida pueden estar acopladas a la tubería de descarga apropiada.

Para sellar la primera cámara de compresión 20 del resto de los componentes internos del compresor, una caja de empaquetadura 24 (ver FIG. 7) está dispuesta alrededor del vástago de pistón 6 directamente adyacente a la primera cámara de compresión. Como se explicará con mayor detalle más adelante, la caja de empaquetadura 24 puede incluir: entre otros, una pluralidad de anillos de sellado 25 (ver FIG. 2) configurada para evitar la fuga de gas comprimido desde la primera cámara de compresión 22. En la realización ilustrada, la caja de empaquetadura 24 comprende una parte de cuerpo cilíndrica 26 y una parte de brida de conexión 28. La parte de cuerpo cilíndrica 26 se recibe de forma deslizante dentro de un rebaje cilíndrico 30 del tamaño correspondiente en el marco 2, mientras que la parte de brida de conexión 28 se apoya en una cara de sellado 32 del marco. La parte de brida de conexión 28 puede fijarse al marco 2 a través de una pluralidad de sujetadores 34, que en la realización ilustrada comprenden pernos. Aunque no se muestra, se puede disponer una junta apropiada u otro material de sellado dispuesto entre la parte de brida de conexión 28 y la cara de sellado 32 de la brida.

Así dispuestos, durante la operación, el vástago del pistón 6 experimenta un movimiento recíproco como lo indica la flecha "A" de doble extremo, de tal manera que la superficie exterior del vástago del pistón 6 se desliza sobre la superficie interna de los anillos de sellado 25. La disposición de los anillos de sellado dentro de la caja de empaquetadura 24 evita que el gas comprimido en la primera cámara de compresión 20 pase a través de la caja de empaquetadura.

Las Figuras 2-4B muestran un ejemplo de anillo de sellado 25 para uso en la caja de empaquetadura 24 revelada para sellar contra el vástago de pistón 6. Como se describirá, el anillo de sello 25 puede estar compuesto por una pluralidad de elementos individuales que actúan juntos para proporcionar las características de sellado deseadas durante la operación del compresor asociado 1. Por lo tanto, el anillo de sello ilustrado 25 incluye un anillo de respaldo 36 y un anillo de soporte 38 que juntos emparedan el primer y segundo anillo de cubierta 40, 42 y el primer y segundo anillo de sellado 44, 46.

El anillo de soporte 38 se puede colocar en el lado del conjunto de sellado 25 sujeto a la alta presión de la primera cámara de compresión 20. En funcionamiento, el anillo de soporte 38 sirve para mantener el primer y segundo anillo de sellado 44, 46 y el primer y segundo anillo de cubierta 40, 42 en posición uno con relación al otro, y para evitar que el primer y segundo anillo de sellado se deslicen entre el vástago de pistón 6 y la cámara de la caja de empaquetadura. El anillo de soporte 38 puede ser un miembro de anillo plano generalmente cilíndrico que tiene un diámetro interno ID1, y un diámetro externo OD1, primera y segunda cara opuesta 38a, b y un ancho W1. En algunas realizaciones, el anillo de soporte 38 puede estar hecho de PTFE para rellenar cualquier espacio en la parte de la cámara de la caja de empaquetadura contra la cual se sella el anillo de respaldo. El anillo de soporte 38 puede colocarse en el lado del conjunto de sellado 25 que mira hacia la primera cámara de compresión 20, y por lo tanto, puede estar sujeto a la presión de la primera cámara de compresión durante la operación. En algunas realizaciones, el anillo de soporte 38 está hecho de PTFE.

El anillo de respaldo 36 también puede ser un miembro plano de anillo generalmente cilíndrico que tiene un diámetro interno ID2, un diámetro externo OD2, una primera y una segunda cara opuesta 36a, b y un ancho W2. En algunas realizaciones, el anillo de respaldo 36 está hecho de metal como bronce o hierro fundido, para evitar la extrusión del primer y segundo anillo de sellado 44, 46 cuando el conjunto de sellado 25 está bajo presión.

El primer y segundo anillo de cubierta 40, 42 pueden ser miembros de anillo cilíndricos, teniendo cada uno un diámetro interno ID3, ID4 y un diámetro externo OD3, OD4, primera y segunda cara opuesta 40a, b, 42a, b y un ancho W3, W4. Como se puede ver, el primer anillo de cubierta 40 puede tener un ancho W3 que es más pequeño que el ancho W4 del segundo anillo de cubierta 42. Esta disposición de ancho relativo es parte de la función de compensación de presión del diseño del anillo de sellado 25, como será descrito con mayor detalle más adelante. El primer y segundo anillo de cubierta 40, 42 puede incluir un primer y segundo rebaje circunferencial externo 41, 43 respectivo configurado para recibir el primer y segundo elemento de resorte 45, 47 respectivo para mantener el primer y segundo anillo de cubierta 40, 42 acoplado al primer y segundo anillo de sello 44, 46.

El primer y segundo anillo de sellado 44, 46 pueden ser miembros de anillo cilíndrico, teniendo cada uno un diámetro interno ID5, ID6, un diámetro externo OD5, OD6, primera y segunda caras opuestas 44a, b, 46a, b, un ancho W5, W6. Como se puede ver, el diámetro externo OD5, OD6 de cada uno del primer y segundo anillo de sellado 44, 46 es más pequeño que el diámetro interno ID3, ID4 del primer y segundo anillo de cubierta 40, 42, de modo que el primer y segundo anillo de sellado puede estar encerrado por el primer y el segundo anillo de cubierta con el anillo de sellado 25 montado.

Como se puede ver en FIG. 4A, el primer y segundo anillo de sellado 44, 46 pueden incluir cada uno además una lengüeta que se extiende radialmente 49, 51 configurada para encajar dentro de un rebaje radial respectivo 53, 55 formado en los anillos de cubierta asociados 40, 42 para evitar la rotación relativa del primer y segundo anillo de sellado durante el funcionamiento.

En la realización ilustrada, el primer y segundo anillo de sellado 44, 46 tienen diámetros internos ID5, ID6 que son sustancialmente iguales y diámetros externos OD5, OD6 que son sustancialmente iguales. El segundo anillo de sellado 46, sin embargo, tiene un ancho W6 que es mayor que el ancho W5 del primer anillo de sellado 44. En algunas realizaciones, los anchos W5, W6 del primer y segundo anillo de sellado 44, 46 pueden corresponder a los anchos W3, W4 de sus respectivos anillos de cobertura 40, 42.

El primer y segundo anillo de sellado 44, 46 pueden ser además anillos "divididos", ya que cada uno puede tener una abertura 57, 59 que les permite expandirse o contraerse ligeramente para adaptarse a pequeñas diferencias en el diámetro del vástago del pistón, asegurando así un contacto constante con el vástago de pistón 6. Como se puede ver, las aberturas 57, 59 en el primer y segundo anillo de sellado 44, 46 están desplazadas entre sí para no constituir una trayectoria de fuga a través del anillo de sellado 25. En la realización ilustrada, las aberturas 57, 59 están desplazados en aproximadamente 180 grados, aunque esto no es crítico y se pueden usar desplazamientos de otras magnitudes.

El primer y segundo anillo de cubierta 40, 42 pueden funcionar como anillos "divididos", debido a los rebajes radiales 53, 55 formados en estos. Estos rebajes pueden permitir que los anillos de cubierta primero y segundo 40, 42 se expandan o se contraigan ligeramente para coincidir con cualquier pequeño ajuste en el diámetro externo OD5, OD6 del primer o segundo anillo de sellado asociado 44, 46 durante la operación. En la realización ilustrada, el primer anillo de cubierta 40 incluye un segundo rebaje 57 espaciado aproximadamente 180 grados del rebaje 53. Con referencia a FIG. 3B, este segundo rebaje 57 recibe una proyección 61 formada en el segundo anillo de cubierta 42. Este ajuste intermedio evita la rotación de los anillos entre sí. Se apreciará que esta disposición de proyección/rebaje no es crítica, y que se pueden usar otras características para evitar la rotación relativa entre los elementos.

La estrecha disposición interna de los elementos del conjunto de anillos de sellado 25 se puede ver en FIG. 4B, en el que el primer y segundo anillo de sellado 44, 46 están cubiertos alrededor de sus diámetros externos OD5, OD6 mediante los respectivos diámetros internos ID3, ID4 del primer y segundo anillo de cubierta 40, 42. Este grupo de elementos luego se intercala entre el anillo de soporte 38 y el anillo de respaldo 36. El juego axial del juego completo de anillos de sellado 25 en la cámara puede ajustarse ajustando el ancho W1 del anillo de soporte 38. El juego entre los elementos individuales del conjunto de anillos de sellado 25 es lo suficientemente pequeño para mantener los elementos del anillo de sellado juntos, mientras que son lo suficientemente grandes para acomodar la expansión térmica de los elementos durante la operación. Los elementos de resorte primero y segundo 45, 47 mantienen los anillos de cubierta primero y segundo 40, 42 juntos y enganchados alrededor de los anillos de cierre primero y segundo 44, 46.

FIG. 5A muestra una construcción alternativa de un conjunto de sellado 125 que incluye un anillo de soporte 138, un anillo de respaldo 136, el primer y segundo anillo de sellado 144, 146, y un único anillo de sellado de cubierta 140. El anillo de sellado de cubierta 140 incluye rebajes circunferenciales para recibir el primero y segundo elemento de sellado, elementos de resorte 145, 147 que mantienen el anillo de cubierta 140 enganchado con el primer y segundo anillo de sellado 144, 146.

Las dimensiones y características operativas del conjunto de sellado 125 de esta realización pueden ser similares o iguales a las del anillo de sellado 25 descrito en relación con las FIGS. 2-4B. Por ejemplo, el anillo de soporte, el anillo de respaldo, el anillo de cubierta y los anillos de sellado primero y segundo pueden estar hechos de los mismos materiales que se describen en relación con la realización anterior. Además, las dimensiones relativas de los elementos pueden ser similares a las descritas en relación con la realización anterior.

Como puede verse, con esta realización, los anchos W5, W6 del primer y segundo anillo de sellado 144, 146 son sustancialmente iguales. El segundo anillo de sellado 146, sin embargo, incluye una ranura circunferencial 149 dispuesta de forma adyacente al primer anillo de sellado 144. Esta ranura circunferencial corre a lo largo de una parte de la circunferencia del segundo anillo de sellado 146 y reduce el espesor del segundo anillo de sellado 146 a lo largo de una parte del ancho W6. Como se describirá con mayor detalle más adelante, se proporciona una característica de compensación de presión a través de la ranura 149. Específicamente, la ranura 149 se puede acoplar a gas a alta presión a través de una abertura 151 en el primer anillo de sellado 144 (ver FIG. 5B).

Haciendo referencia ahora a FIG. 6, se muestra una vista en sección transversal del conjunto de sellado 25 descrito

dispuesto en relación con un vástago de pistón 6 de ejemplo y una parte de la cámara de la caja de empaquetadura 60. Los diámetros internos ID5, ID6 del primer y segundo sello 40, 42 están acoplados a la superficie exterior 7 del vástago de pistón 6. Se muestra un hueco 9 entre el anillo de soporte 38, el anillo de respaldo 36 y los anillos de cubierta primero y segundo 40, 42 y la parte de la cámara de la caja de empaquetadura 60. En funcionamiento, este rebaje 9 puede presurizarse con gas. El anillo de soporte 38 está en el lado de alta presión, y el anillo de respaldo 36 en el lado de baja presión. Hay una separación entre el anillo de soporte 38 y la carcasa. Como se señaló anteriormente, los anillos de sellado 25, 125 incluyen una característica de compensación de presión para reducir la presión diferencial a través del primer y segundo anillo de sellado 44, 46; 144, 146. Al reducir la presión diferencial a través del primer y segundo anillos de sellado 44, 46, la potencia de fricción durante la operación disminuye, lo que resulta en menos generación de calor y desgaste en la operación.

Como se indicó en relación con la realización del anillo de sellado 125 de FIG. 5A, se proporciona una ranura circunferencial parcial 149 en el segundo anillo de sellado 146. La ranura 149 puede presurizarse o llenarse con gas desde el lado de alta presión (es decir, el lado adyacente a la primera cámara de compresión 20), por lo que el área de sellado efectiva entre el anillo de sellado 125 y el pistón 6 es solo la sección muy pequeña del segundo anillo de sellado 146 desde la ranura 149 hasta el anillo de respaldo 136. Por lo tanto, con el diseño descrito, una pequeña "SW" de ancho del anillo de sellado 146 es sellada contra el vástago del pistón 6, y se proporciona una compensación de presión entre el lado exterior 146a y el lado interior 146b del segundo anillo de sellado 146. La presión en el diámetro externo OD6 y el diámetro interno ID6 es igual, ya que la ranura 149 está presurizada.

Como se apreciará, la fuerza de sellado neta es la presión sobre el diámetro externo (Presión OD) de un sello por el tiempo de presión de suministro menos la presión promedio bajo el sello. (Ver Fig. 7A.) Con la disposición del sello de FIG. 5, que incluye un espacio 149 entre el primer y el segundo anillo de sellado 144, 146 el gradiente de presión en el espacio 149 entre el anillo de sellado 125 y el vástago de pistón 6 sigue una función hiperbólica (ver FIG. 7B). La fuerza radial neta en el anillo de sellado 125 es causada por la fuerza de presión en el diámetro externo del anillo de sellado menos la fuerza de presión promedio debajo del anillo de sellado. Por lo tanto, cuanto mayor sea la presión promedio debajo del anillo de sellado, menor será la fuerza radial.

Cuando se proporciona una ranura 149 en el segundo anillo de sellado 146, la presión bajo la junta permanece en un valor alto constante hasta el final de la ranura. De esta manera, la fuerza radial se compensa parcialmente y se reduce la fricción. La presión del gas entra en la ranura 149 a través de una abertura 151 (FIG. 5B) del primer anillo de sellado 144. Como se apreciará, sin embargo, la ranura 149 puede ser vulnerable a daños mecánicos. También puede llenarse de escombros durante el funcionamiento.

La realización descrita en relación con las FIGS. 2-4B ilustra una característica de compensación de presión que no incluye una ranura en ninguno de los anillos de sellado. Los inventores han encontrado que variar los anchos de los anillos de sellado primero y segundo 44, 46 puede dar como resultado un resultado de compensación de presión deseado sin el uso de una ranura. Por lo tanto, con la modalidad de las FIGS. 2-4B, se usa un primer anillo de sellado relativamente estrecho 44, y un segundo anillo de sellado relativamente ancho 46. El segundo anillo de sellado 46 relativamente ancho tiene un ancho igual al ancho del anillo de la realización anterior *incluso* la ranura (ver FIG. 7C). Como resultado, el efecto de compensación de presión es el mismo que con el conjunto de anillos ranurados.

Además de la característica de compensación de presión, el material del primer y segundo anillo de sellado 44, 46 pueden seleccionarse para tener un pequeño coeficiente de fricción, reduciendo aún más la fricción. En una realización, los anillos de sellado 44, 46 pueden estar hechos de un material PEEK modificado vendido bajo el nombre comercial LUVOCOM 1105-8160, Lehmann & Voss & Co. Alsterufer 19, D-20354 Hamburg, Alemania. Este material es capaz de soportar altas cargas internas causadas por la compensación de presión a altas presiones. Además, este material tiene una alta resistencia a la contaminación por partículas (de agua) que es alta debido a su alta dureza, lo que permite que los anillos de sellado sean mecanizados para tener superficies muy lisas.

FIG. 8 ilustra de caja de empaquetadura 24 un ejemplo que incluye el conjunto de anillos de sellado 25 descrito. Como puede verse, la caja de empaquetadura 24 incluye un conjunto de anillos de ventilación 62, tres conjuntos de anillos de sellado 25 y un conjunto de interruptor de presión 64. Conexiones de acoplamiento de gas 66, 68 están dispuestas dentro de la caja de empaquetadura 24 y se pueden enrutar para proporcionar gas a ubicaciones seleccionadas adyacentes a uno o más del conjunto de anillos de ventilación 62, los anillos de sellado 25 y el conjunto de interruptores de presión 64.

FIG. 9 es un gráfico que ilustra una comparación de la potencia de fricción, en una atmósfera de nitrógeno, entre un conjunto de anillos que incluye el anillo de sellado 25 descrito y un conjunto de anillos convencional. Como puede verse, la potencia de fricción asociada con el conjunto de anillos convencional aumenta hasta un máximo de aproximadamente 2550 vatios a una presión estática de aproximadamente 50 bares. Con el conjunto de anillos que incluye el anillo de sellado 25 descrito, a una presión estática de aproximadamente 50 bares, la potencia de fricción es de aproximadamente 1000 vatios. La potencia de fricción para el conjunto de anillos, incluido el anillo de sellado 25 descrito, alcanza los 1200 vatios a una presión estática de aproximadamente 100 bares. Por lo tanto, con el anillo de sellado 25 descrito, la potencia de fricción es sustancialmente menor que las disposiciones de sellado convencionales. Esto resulta en una reducción sustancial del calor generada durante el funcionamiento, y un desgaste sustancialmente menor de los elementos de sellado. Para otros gases no oxidantes se espera la misma caída en el poder de fricción.

Aunque la presente invención se ha descrito con referencia a ciertas realizaciones, son posibles numerosas modificaciones, alteraciones y cambios en las realizaciones descritas sin apartarse del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, se pretende que la presente invención no se limite a las realizaciones descritas, sino que tenga el alcance completo definido por el lenguaje de las siguientes reivindicaciones.

5

REIVINDICACIONES

Se reivindica lo siguiente:

1. Un anillo de sellado (25,125) para usar en una caja de empaquetadura de un compresor alternativo, el anillo de sellado (25,125) comprende:

- 5 el primer y segundo anillo de sellado (44,46,144,146) se enganchan a lo largo de las respectivas superficies laterales;

 el primero y segundo anillo de cubierta (40,42,140,142) dispuestos alrededor del primer y segundo anillo de sellado (44,46,144,146) de modo que los diámetros externos (OD5, OD6) del primer y segundo anillo de sellado se acoplen a los diámetros internos (ID3, ID4) del primer y segundo anillo de cubierta, respectivamente;
- 10 caracterizado en que dicho anillo de sellado (25,125) comprende además:

 un anillo de soporte (38,138) acoplado al primer anillo de sellado (44,144) y el primer anillo de cubierta (40,140); y

 un anillo de respaldo (36,136) acoplado al segundo anillo de sellado (46,146) y el segundo anillo de cubierta (42,142).
- 15 2. El anillo de sellado de la reivindicación 1, en donde el primer anillo de sellado (44) tiene un ancho que es más pequeño que el ancho del segundo anillo de sellado (46).
3. El anillo de sellado de la reivindicación 1, en donde el segundo anillo de sellado (146) tiene una ranura circunferencial (149) formada en una superficie interior del mismo, la ranura dispuesta directamente adyacente al primer anillo de sellado (144).
- 20 4. El anillo de sellado de la reivindicación 3, en el que el primer anillo de sellado (144) tiene una abertura (151) que atraviesa un ancho de dicho primer anillo de sellado para proporcionar una trayectoria de gas entre una superficie externa de dicho anillo de sellado a dicha ranura (149).
5. El anillo de sellado de la reivindicación 1, en el que el primer y segundo anillos de sellado (44,46) incluyen una primera y segunda lengüeta (49,51), y el primer y segundo anillo de cubierta (40,42) incluyen una primera y segunda ranura (53, 55) en el que se reciben dichas primera y segunda pestañas para evitar la rotación relativa entre ellas.
- 25 6. El anillo de sellado de la reivindicación 1, en donde el primer anillo de sellado (44) tiene una abertura (57) que atraviesa un ancho de dicho primer anillo de sellado para permitir que el primer anillo de sellado se expanda y contraiga, y el segundo anillo de sellado (46) tiene una la abertura (59) que atraviesa un ancho de dicho segundo anillo de sellado para permitir que el segundo anillo de sellado se expanda y se contraiga.
- 30 7. El anillo de sellado de la reivindicación 6, en el que el primer anillo de cubierta (40) tiene una abertura (53) que atraviesa un ancho de dicho primer anillo de cubierta para permitir que el primer anillo de cubierta se expanda y se contraiga con dicho primer anillo de sellado (44), y el segundo anillo de cubierta (42) tiene una abertura (55) que atraviesa un ancho de dicho segundo anillo de cubierta para permitir que el segundo anillo de cubierta se expanda y se contraiga con dicho segundo anillo de sellado (46).
- 35 8. El anillo de sellado de la reivindicación 1, en donde el primer y segundo anillo de sellado (44, 46) comprenden PEEK impregnado con un nanomaterial.
9. El anillo de sellado según la reivindicación 1, en donde el primer anillo de sellado (44) tiene un ancho (W5) que es igual a un ancho (W3) del primer anillo de cubierta (40) y el segundo anillo de sellado (46) tiene un ancho (W6) que es igual al ancho (W4) del segundo anillo de cubierta (42).
- 40 10. El anillo de sellado según la reivindicación 9, en donde el ancho (W3) del primer anillo de cubierta (40) es menor que el ancho (W4) del segundo anillo de cubierta (42).

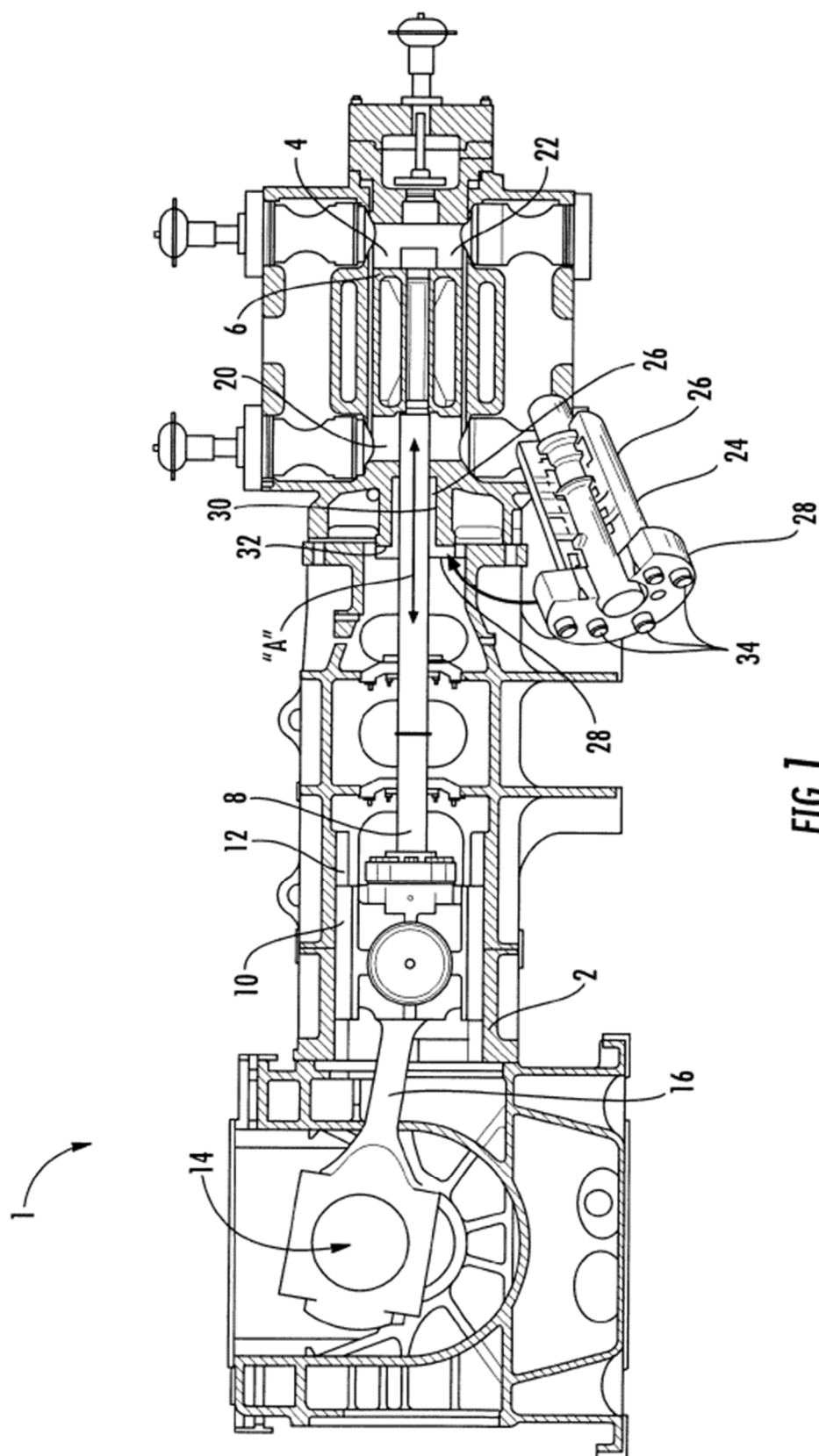


FIG. 1

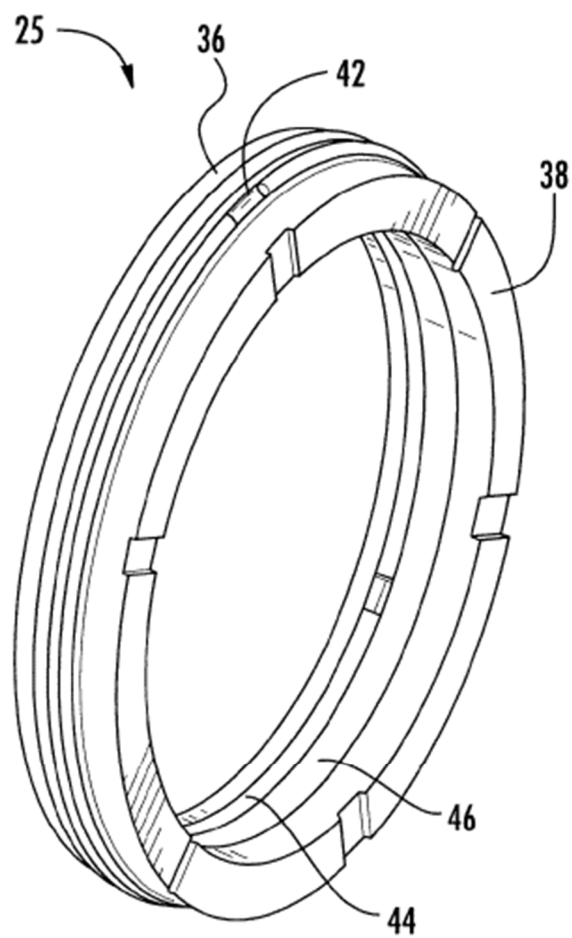
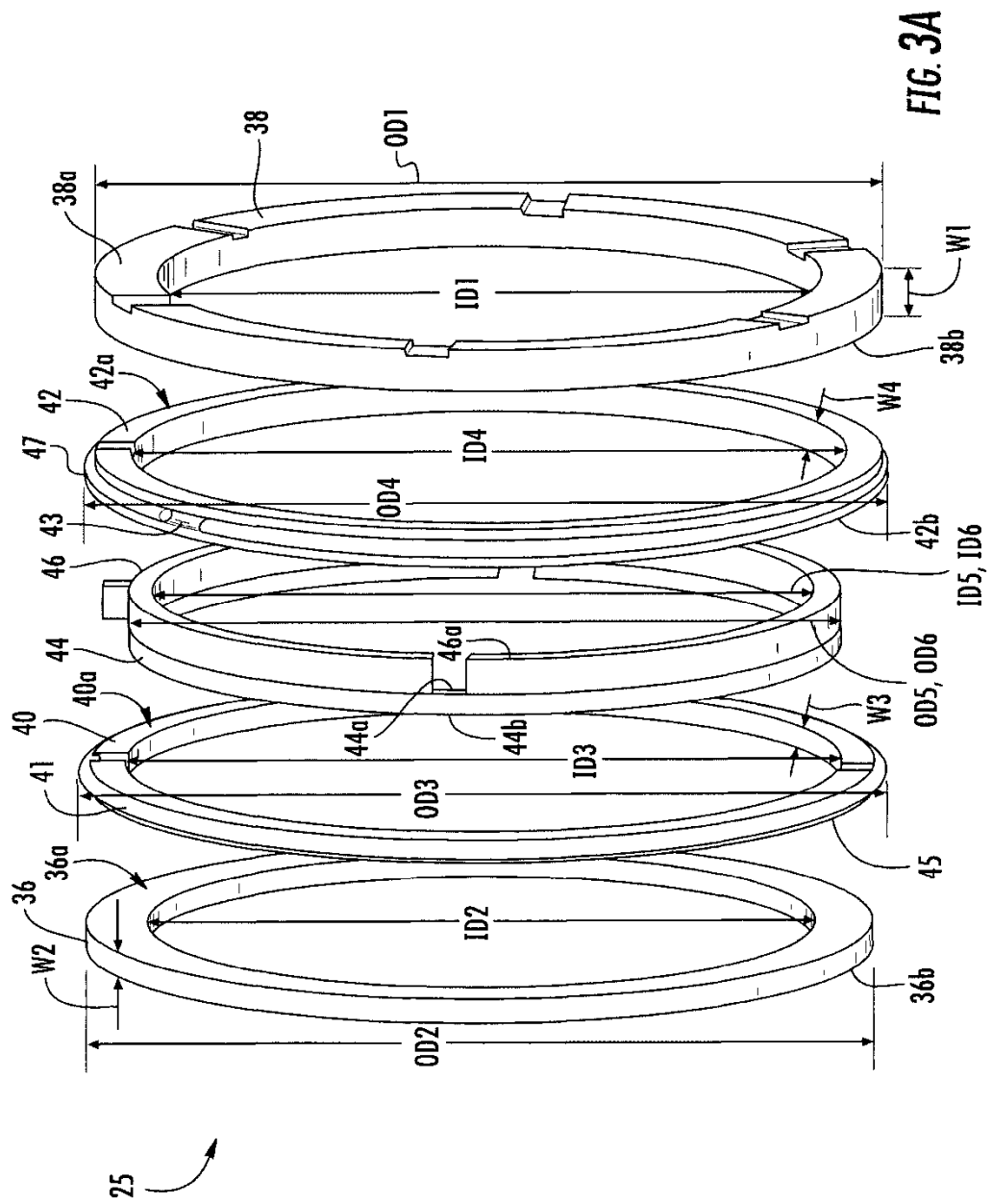


FIG. 2



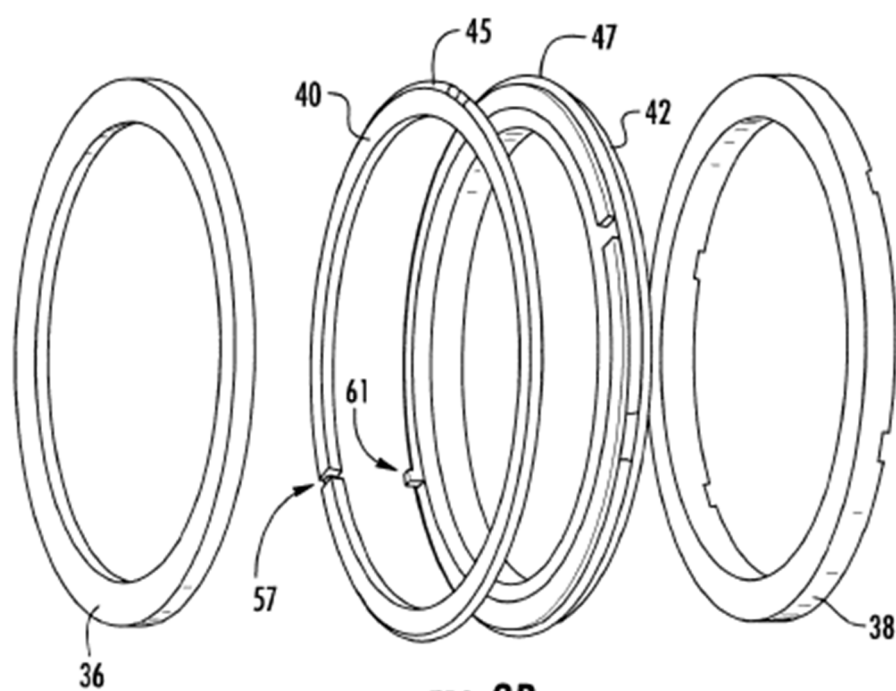


FIG. 3B

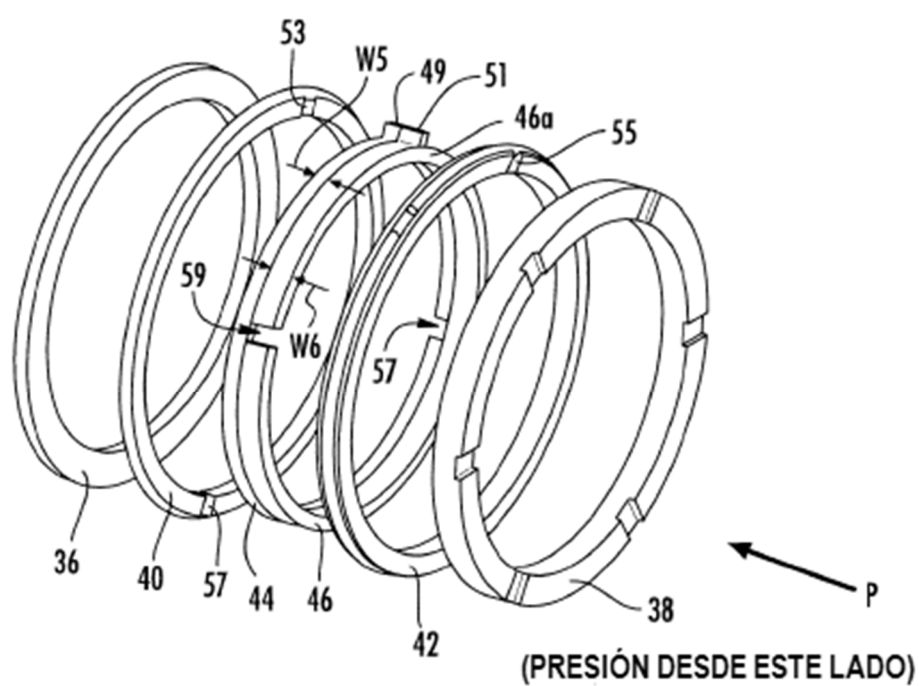


FIG. 4A

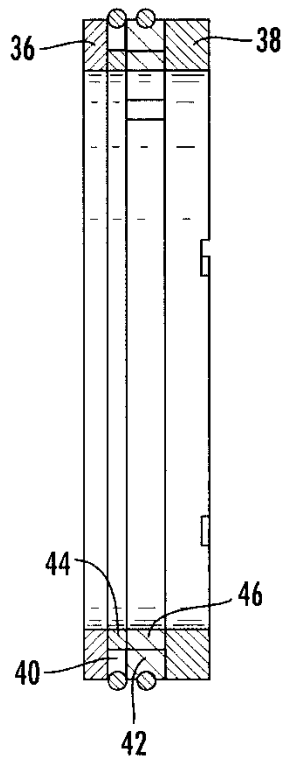


FIG. 4B

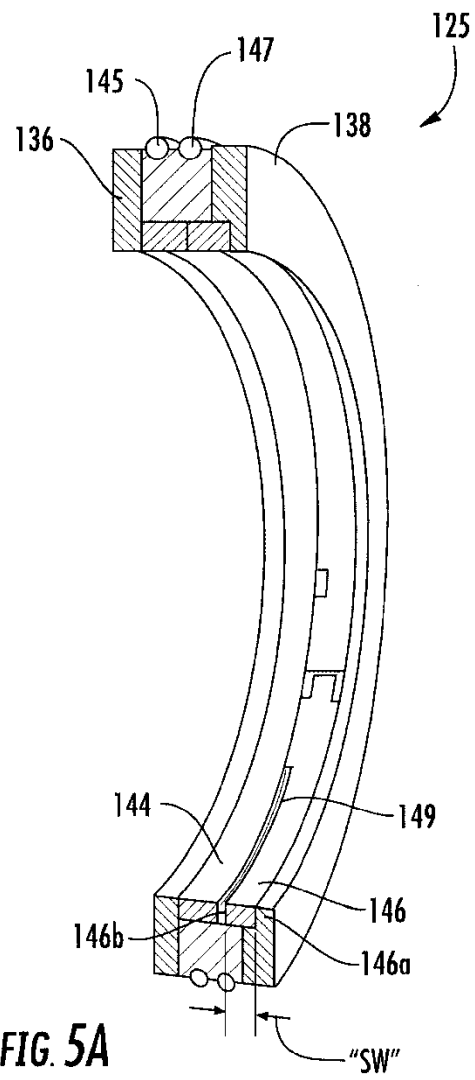


FIG. 5A

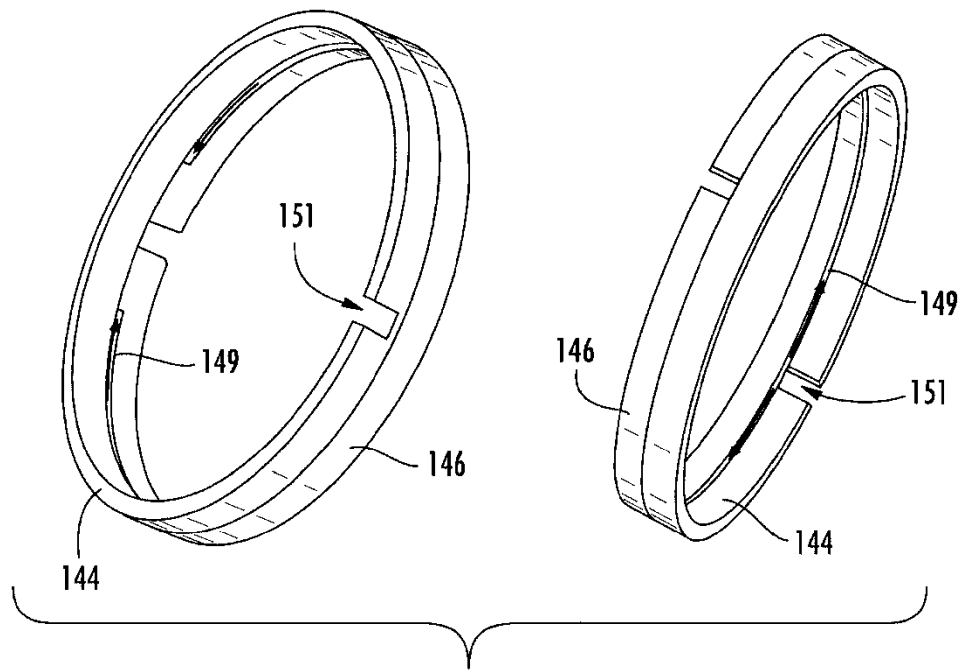


FIG. 5B

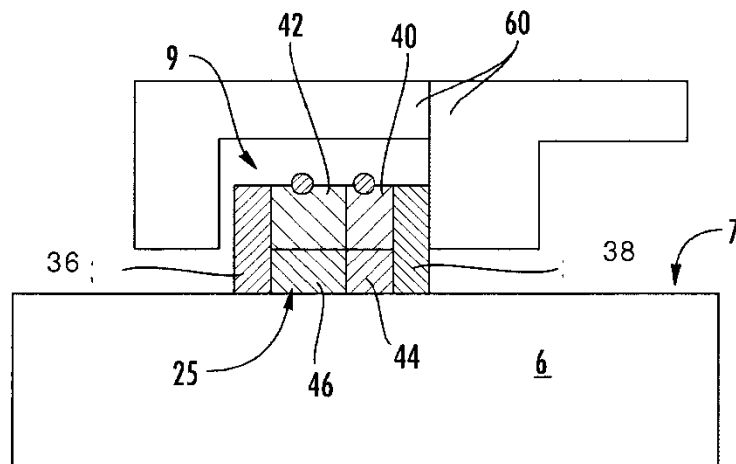


FIG. 6

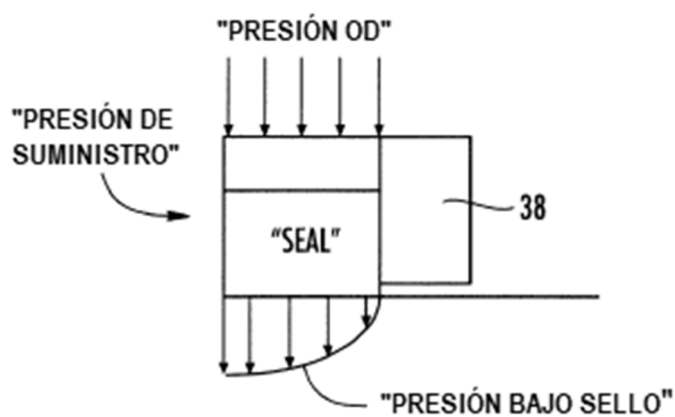


FIG. 7A

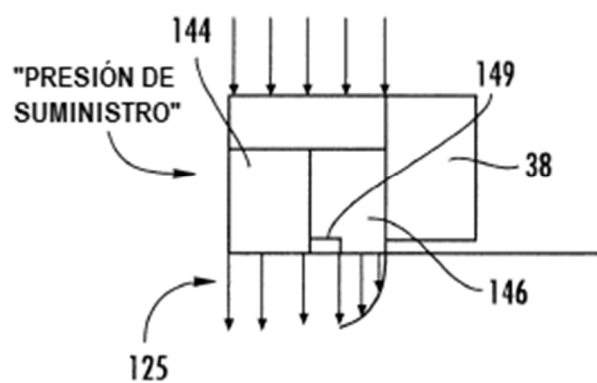


FIG. 7B

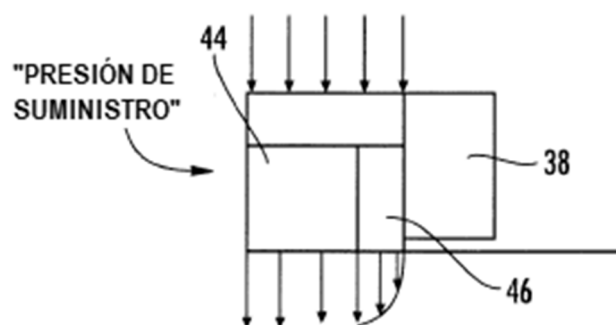
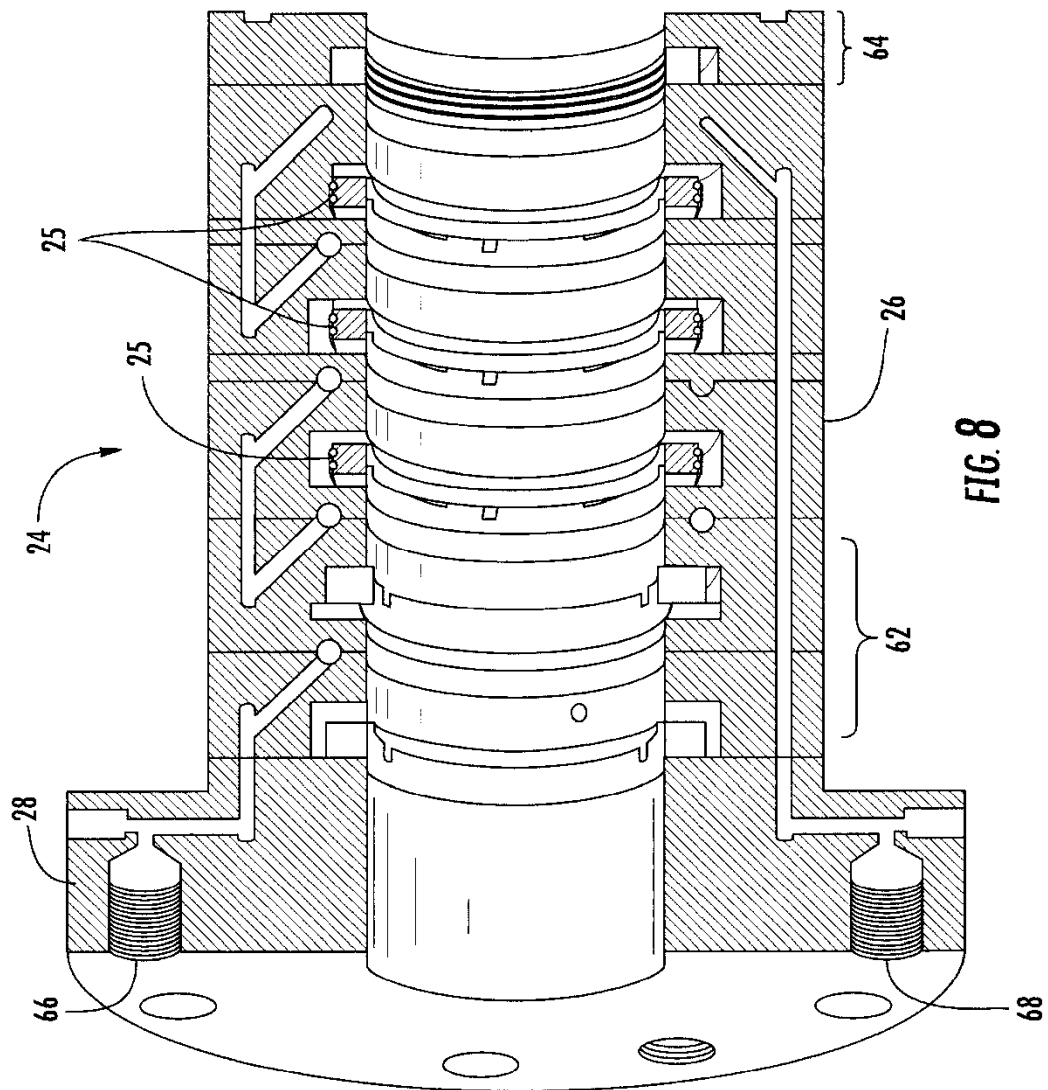


FIG. 7C



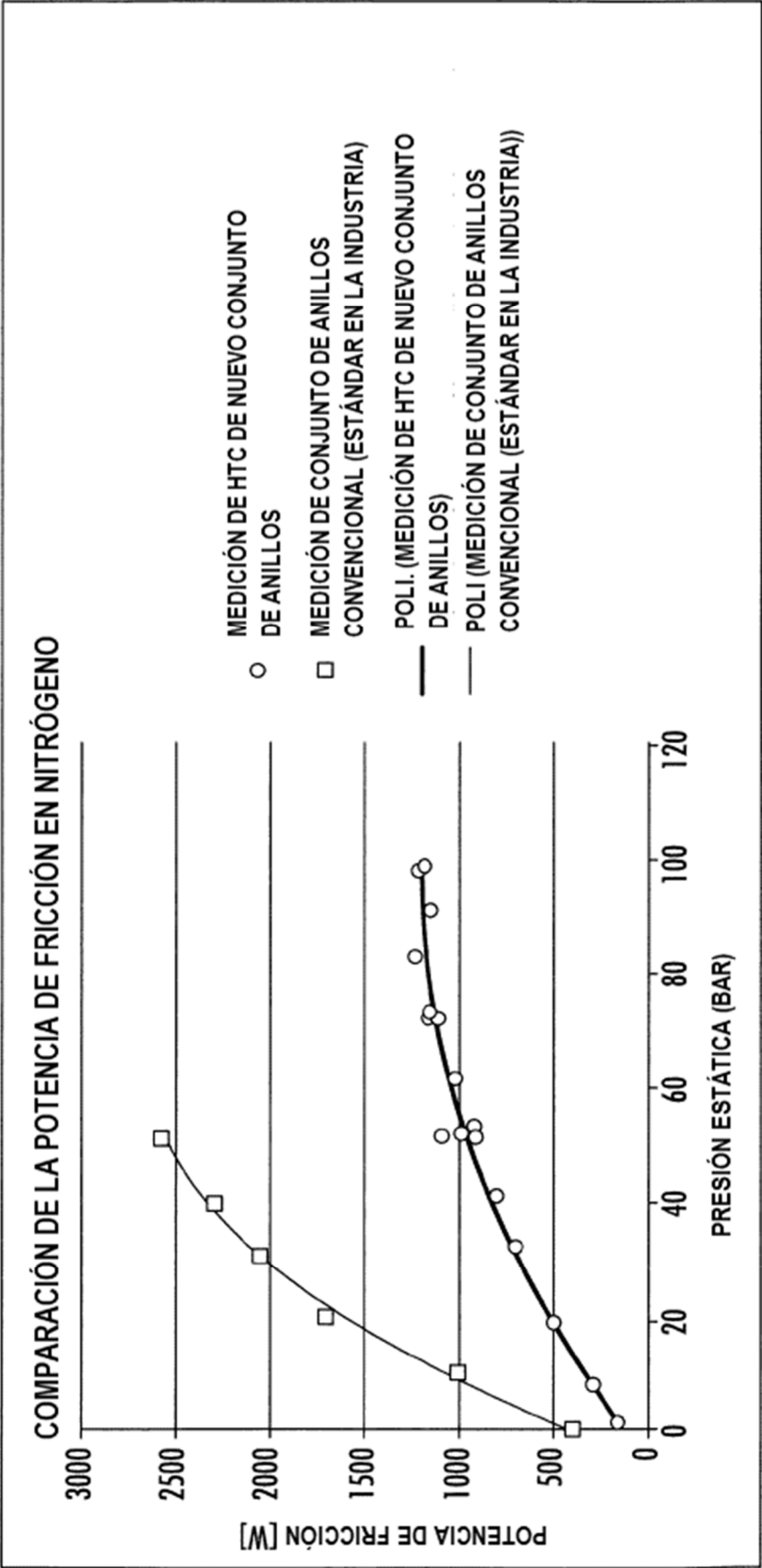


FIG. 9