

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 934 065**

51 Int. Cl.:

F01C 21/10 (2006.01)

F04C 2/08 (2006.01)

F04C 2/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2021** **E 21168615 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2022** **EP 3913187**

54 Título: **Bomba de tornillo helicoidal**

30 Prioridad:

18.05.2020 DE 102020113372

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

16.02.2023

73 Titular/es:

LEISTRITZ PUMPEN GMBH (100.0%)
Markgrafenstraße 36-39
90459 Nürnberg, DE

72 Inventor/es:

TROSSMANN, OLIVER;
MAURISCHAT, ROLAND y
ROSSOW, PHILIPP

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 934 065 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

Bomba de tornillo helicoidal

5 La invención se refiere a una bomba de tornillo helicoidal que comprende una carcasa con un orificio de paso que consta de al menos dos orificios que se cruzan, en los que se alojan respectivamente sendos husillos, presentando los husillos perfiles helicoidales que por secciones engranan los unos en los otros y que durante el funcionamiento se doblan en una dirección de flexión definida debido a una presión de flexión hidráulica.

10 Las bombas de tornillo helicoidal de este tipo sirven para el bombeo de los fluidos más diversos. Estas bombas comprenden una carcasa con un orificio de paso formado por al menos dos orificios que se cruzan. En cada uno de estos orificios se aloja un husillo, uno de los cuales suele ser un husillo de accionamiento y el otro un husillo de trabajo accionado por el otro husillo. A veces, también se prevén dos husillos de trabajo dispuestos a ambos lados de un husillo de ataque central, en cuyo caso el orificio de paso consta de tres orificios que se cruzan. Los husillos tienen los correspondientes perfiles helicoidales a través de los cuales engranan entre sí, formándose a través del engranaje cavidades que crean los espacios de transporte para el fluido a bombear. De este modo es posible bombear el fluido 15 aportado desde este lado de succión hasta el lado de presión, por el que el fluido se descarga. En principio, la construcción y el funcionamiento de una bomba de tornillo helicoidal de este tipo ya se conocen.

20 Como se ha descrito, la bomba de tornillo helicoidal aspira el fluido a bombear en el lado de aspiración y lo bombea hacia el lado de presión bajo una compresión constante. Como consecuencia se produce una presión diferencial correspondiente entre el lado de aspiración y el de presión, que, dependiendo del diseño de la bomba de tornillo helicoidal, puede ser de unos pocos bares hasta mucho más de 100 bares. Esto significa que, especialmente cuando la presión diferencial es mayor, se aplica una presión de flexión hidráulica correspondiente a los husillos, que, dado que el recorrido del fluido dentro de la bomba está definido, se dirige siempre en una dirección definida. Esta presión de flexión hidráulica provoca una flexión de los husillos en una dirección de flexión definida, lo que significa que los husillos, que se suelen apoyar en cojinetes lisos en la zona de sus dos extremos, experimentan una ligera flexión, es decir, se deforman. Dado que los husillos se disponen en los respectivos orificios de la carcasa, en cuyo caso se puede tratar de una carcasa individual o de un inserto que se introduce en una carcasa exterior, y que giran en el orificio correspondiente, se produce, por consiguiente, un cambio de la posición relativa del husillo con respecto a la pared del orificio, es decir, la hendidura en forma de segmento anular existente aumenta por un lado ligeramente en anchura debido a la flexión, mientras que por el otro lado se va estrechando un poco, variando este cambio de anchura ligeramente, visto a lo largo de la longitud del husillo, debido a la geometría de flexión. Para evitar que el husillo o el perfil helicoidal del tornillo choquen a causa de esta flexión contra la pared interior del orificio, lo que fomentaría en gran medida el desgaste, el diámetro del orificio se elige con una sobremedida correspondiente, de modo que, a pesar de la flexión, siga existiendo en el caso ideal una distancia correspondiente incluso en la zona de máxima flexión. Además, se conoce el método de disponer el husillo con el eje desplazado en el agujero central, es decir, con su eje de husillo ligeramente desplazado del centro en contra de la dirección de flexión. Este diseño se elige de manera que, en la zona de máxima flexión, la distancia entre el husillo y la pared del orificio en la dirección de flexión y en sentido contrario a la misma sea prácticamente la misma. Esto da lugar a que en esta zona exista una hendidura de anchura casi constante entre el husillo y la pared interior del orificio. El tamaño de la hendidura, que rodea todos los husillos, y que en el caso de un orificio de paso compuesto por dos orificios tiene aproximadamente la forma de un "8", se incluye en el cálculo del caudal. Esto se debe a que a través de esta hendidura se produce una cierta fuga, es decir, una cierta cantidad de fluido que no se bombea. Cuanto mayor sea la hendidura o la sección transversal de la hendidura perimetral, mayor será este porcentaje de fuga.

35 Los documentos DE102011101648A1, SU1435819A1 y US2019078566A1 revelan bombas de tornillo helicoidal según el preámbulo de la reivindicación 1.

45 Por lo tanto, la invención se basa en el problema de proponer una bomba de tornillo helicoidal perfeccionada con respecto a las conocidas.

50 Para resolver este problema, se prevé según la invención, en una bomba de tornillo helicoidal del tipo antes mencionado, que cada orificio se configure en forma de agujero alargado con un primer eje de simetría más largo y un segundo eje de simetría más corto situado ortogonalmente con respecto al mismo, extendiéndose el primer eje de simetría más largo en la dirección de flexión.

55 Por consiguiente, la bomba de tornillo helicoidal según la invención no presenta orificios centrados, es decir, circulares, como ha sido habitual en el estado de la técnica, sino orificios, o sea, orificios que no tienen un radio único, sino que están definidos por dos ejes de simetría diferentes ortogonales entre sí. El orificio en forma de agujero alargado presenta un primer eje de simetría más largo y un segundo eje de simetría más corto y ortogonal con respecto al primero. El eje de simetría más largo se extiende en la dirección de flexión, el eje de simetría más corto se extiende ortogonalmente. Este diseño tiene la ventaja de que, por un lado, el husillo se puede flexionar sin problemas, ya que, una vez producida la flexión a lo largo del eje de simetría más largo, hay espacio suficiente dentro del orificio para garantizar que el husillo o su perfil helicoidal no choque contra la pared interior del orificio. Sin embargo, en la dirección ortogonal, en la que no se produce ninguna deformación, es posible reducir, debido al diseño en forma de agujero alargado, la distancia entre las superficies de las paredes opuestas del orificio, de modo que la anchura total de la hendidura vista en dirección del segundo eje de simetría es menor que en la dirección del primer eje de simetría.

Gracias a esta geometría del orificio a modo de agujero largo, toda la superficie de sección transversal de la hendidura se puede reducir considerablemente, puesto que a causa del diseño del orificio a modo de agujero alargado con un eje de simetría más largo y otro más corto, no existe una hendidura redonda que rodee el respectivo husillo y que presente alrededor del perímetro una anchura constante, sino una hendidura con una anchura variable alrededor del perímetro. Dependiendo de la proximidad de las zonas de pared interior opuestas del orificio al husillo en el eje de simetría corto, resulta una reducción correspondientemente grande de la anchura de la hendidura que, a su vez, se traduce en una reducción correspondientemente grande de la sección transversal total de la hendidura.

Como consecuencia de la reducción de esta sección transversal de la hendidura, también se produce inevitablemente una reducción considerable del volumen de fuga a través del rango del intervalo de presión diferencial, y los ensayos han demostrado que una reducción de hasta un 25 % o más se puede conseguir fácilmente.

De este modo, la bomba de tornillo helicoidal según la invención o la geometría del orificio proporcionada según la invención permite un funcionamiento de la bomba sin problemas y con poco desgaste, ya que una flexión del husillo a consecuencia de la presión de flexión hidráulica es posible sin problemas y siempre existe una distancia suficiente con respecto a las paredes del orificio adyacentes en dirección del eje de simetría más largo, produciéndose al mismo tiempo, debido a la reducción del diámetro de la hendidura en la dirección del eje de simetría más corto, una considerable reducción de la sección transversal total de la hendidura y, por lo tanto, del volumen de fuga. Por un lado, esto se traduce en un funcionamiento con un desgaste extremadamente bajo, pero por otro lado también en un transporte significativamente más eficiente en comparación con la anterior geometría del orificio circular.

Para que también en este caso sea posible que en dirección del primer eje de simetría más largo la distancia del husillo o del perfil helicoidal en dirección del primer eje de simetría más largo sea en ambos lados prácticamente la misma, es conveniente disponer los husillos o sus ejes de husillo, en estado sin carga, desplazados con respecto al centro del primer eje de simetría, es decir, casi de forma excéntrica. Como se ha explicado, la ubicación de la distancia igual se refiere en última instancia a la zona de mayor flexión del husillo, encontrándose esta zona normalmente en la zona central del husillo.

En este caso, la disposición se elige convenientemente de forma que los husillos se coloquen de manera que, a una presión diferencial definida entre un lado de succión y un lado de presión de la bomba o dentro de un intervalo de presión diferencial definido, la anchura de la hendidura entre los perfiles helicoidales y la pared interior del orificio en dirección del primer eje de simetría sea mayor que la anchura de la hendidura en dirección del segundo eje de simetría. Es decir, la disposición de los husillos se elige de modo que, en caso de flexión, la distancia entre el perfil helicoidal y la pared interior del orificio en dirección del primer eje de simetría sea en las dos direcciones de eje siempre mayor que la distancia o la anchura de la hendidura en el segundo eje de simetría ortogonal. Por lo tanto, en dirección del segundo eje de simetría la hendidura es durante el funcionamiento siempre más estrecha que en la dirección del primer eje de simetría. De este modo, se pueden ajustar finalmente en esta zona de flexión condiciones simétricas en la dirección de los dos ejes de simetría.

Como se ha descrito, cada orificio se configura a modo de agujero alargado con dos ejes de simetría de diferentes longitudes que son ortogonales entre sí. Un orificio como éste se puede formar, por ejemplo, mediante una herramienta de fresado que permita no sólo practicar un orificio cilíndrico, sino también extenderlo ligeramente en dirección del primer eje de simetría para alargarlo y darle la forma de un agujero alargado. Además, existe la posibilidad alternativa de alargar el orificio en un proceso de rectificación y de darle la forma de agujero alargado. Por lo tanto, en primer lugar, se perfora un simple orificio cilíndrico, que después se rectifica de manera definida para formar el eje de simetría más largo. En cambio, otra posibilidad alternativa de la configuración del orificio prevé que cada orificio se forme a partir de dos orificios individuales separados que se cruzan y cuyos ejes de orificio se encuentran desplazados entre sí en dirección de la flexión. Por lo tanto, cada orificio consta de dos orificios individuales que se cruzan. Estos orificios están mínimamente desplazados entre sí en dirección de la flexión, es decir, sus ejes están mínimamente separados en dirección de la flexión, concretamente en la distancia de la flexión máxima esperada, que está, por ejemplo, en el rango de 0,1 - 0,3 mm. La formación del orificio a través de dos orificios individuales separados tiene, por una parte, la ventaja de que el orificio como tal se puede practicar con facilidad, ya que la creación de los orificios sólo requiere un simple movimiento lineal de un taladro. Además, se puede utilizar un taladro que tenga un diámetro menor que el de un taladro utilizado para producir un agujero circular y centrado, como el que se ha empleado hasta ahora habitualmente según el estado de la técnica (esto también tiene validez en caso de utilizar una fresa, puesto que ésta también puede tener un diámetro menor). Únicamente se tiene que garantizar que el diámetro de los dos orificios individuales sea lo suficientemente grande como para que el husillo, visto en dirección del segundo eje de simetría, siga estando suficientemente separado de la pared del orificio, aunque a través de una hendidura bastante más estrecha, después de haber obtenido espacio suficiente en dirección del primer eje de simetría para la absorción de la flexión. Al formar dos orificios individuales que se cruzan, queda en la zona de intersección, es decir, en dirección del segundo eje de simetría, debido a la geometría, un alma o un reborde mínimo, que a causa del desplazamiento mínimo de los ejes de orificio sólo se extiende unos pocos micrómetros hacia el interior del orificio. Ciertamente, esto reduce la hendidura por lo lados, pero su altura es tan pequeña que en ningún caso tiene un efecto perjudicial en el movimiento del husillo en la dirección de flexión y en sentido opuesto a la misma, especialmente porque no se produce ninguna deformación del husillo en dirección del segundo eje de simetría.

Los dos orificios individuales se extienden convenientemente por toda la longitud de la carcasa, lo que simplifica su formación. Como se ha descrito, en el caso de la carcasa se puede tratar de una carcasa completa o de un bloque de

carcasa central que sólo se cierra por medio de dos tapas. Alternativamente, en el caso de la carcasa también se puede tratar de un inserto que se introduce en una carcasa exterior correspondiente.

5 Como alternativa a la forma de realización en la que los dos orificios individuales de cada orificio se extienden a lo largo de toda la carcasa, también es posible, según una variante de la invención, que cada orificio comprenda dos secciones de orificio axialmente adyacentes, colocándose los ejes centrales de cada sección de orificio en ángulo. En esta variante de realización de la invención, cada orificio consiste, por lo tanto, en dos secciones de orificio separadas, estando cada sección de orificio, a su vez, formada por dos orificios individuales separados, como se ha descrito antes. Las secciones de los orificios se van fundiendo de forma natural entre sí, pero no están alineadas axialmente entre sí, sino que marginalmente forman un ángulo. El ángulo se elige de forma que se reproduzca aproximadamente la geometría de flexión del husillo. Esto significa que cada sección de orificio, que comienza en un lado de la carcasa y se extiende hasta el centro de la misma, está mínimamente inclinada, de modo que, visto en sección, resulte una mínima forma de V, señalando la punta de la V en dirección de la flexión. Por lo tanto, esta geometría del orificio recoge la geometría de flexión del husillo, con lo que la geometría del orificio se adapta aún mejor a las condiciones reales y, en particular, la hendidura resultante de la forma de agujero alargado adaptada a la flexión del husillo se adapta aún mejor a la flexión del husillo, visto en dirección axial.

10 Con preferencia, en el caso de la bomba de tornillo helicoidal se trata de una bomba de doble flujo, es decir, cada husillo helicoidal presenta dos perfiles helicoidales axialmente adyacentes y opuestamente ascendentes, previstos preferiblemente más o menos en la zona del centro longitudinal de los respectivos husillos helicoidales o aproximadamente de forma simétrica con respecto al centro longitudinal. En esta forma de bomba de doble flujo, se prevén los correspondientes perfiles helicoidales que funcionan en sentido opuesto y que se extienden desde la zona del centro del husillo en dirección a los extremos del mismo, en los que se apoya el husillo. Sin embargo, alternativamente también se puede tratar de una bomba de un solo flujo, en la que cada husillo sólo presenta un perfil helicoidal que asciende en una sola dirección.

15 La propia bomba de tornillo helicoidal puede ser simplemente una bomba de líquidos. Sin embargo, también puede ser una bomba multifásica, es decir, una bomba capaz de bombear una mezcla de líquido y gas además de un simple líquido.

20 Además de la bomba de tornillo helicoidal propiamente dicha, la invención se refiere además a una carcasa para una bomba de tornillo helicoidal del tipo descrito. La carcasa presenta un orificio de paso que consta de al menos dos orificios que se cruzan para la recepción de sendos husillos, presentando los husillos tienen perfiles helicoidales que se cruzan por secciones y se doblan en una dirección de flexión definida debido a una presión de flexión hidráulica durante el funcionamiento de la bomba de tornillo helicoidal. Según la invención, esta carcasa, en cuyo caso se puede tratar de la carcasa de la bomba o de un inserto en una carcasa exterior, se caracteriza por el hecho de que cada orificio está diseñado en forma de un agujero alargado con un primer eje de simetría más largo y un segundo eje de simetría más corto y ortogonal al primero, extendiéndose el primer eje de simetría más largo en la dirección de flexión.

25 Preferiblemente, cada orificio está formado por dos orificios individuales separados, que se cruzan, cuyos ejes de orificio están desplazados el uno con respecto al otro en la dirección de flexión. Alternativamente, el orificio en forma de agujero alargado también se puede realizar como un orificio fresado, es decir, la herramienta de fresado se maneja debidamente para alargar el orificio mientras se forma el eje de simetría más largo. Otra alternativa prevé que el orificio a modo de agujero alargado se rectifique a partir de un orificio cilíndrico, es decir, que se elimine material de forma selectiva y local por esmerilado para formar el eje de simetría más largo.

30 Cada uno de los dos orificios individuales puede extenderse a lo largo de toda la carcasa, es decir, el orificio completo comprende estos dos orificios individuales que se extienden axialmente. Alternativamente, también es concebible que cada orificio conste de dos secciones de orificio axialmente adyacentes, colocándose los ejes centrales de cada sección de orificio y, por lo tanto, los ejes centrales de los orificios individuales de una sección de orificio en ángulo con respecto a los de la otra sección de orificio. Por lo tanto, cada sección de orificio está formada por dos orificios individuales separados, cuyos ejes de orificio están ligeramente desplazados entre sí, es decir, forman entre sí un ángulo que no es igual a 180° y no están alineados entre sí. Esto permite inclinar mínimamente toda la geometría del orificio siguiendo la línea de flexión.

35 La invención se refiere además a un procedimiento para la fabricación de una carcasa para una bomba de tornillo helicoidal del tipo anteriormente descrito, que comprende un orificio de paso formado por al menos dos orificios que se cruzan. Este procedimiento se caracteriza por el hecho de que, para formar cada orificio, se perforan en un cuerpo de carcasa al menos dos orificios individuales separados que se cruzan, cuyos ejes de orificio están desplazados el uno con respecto al otro. Los dos orificios individuales o sus ejes de orificio están desplazados entre sí en una dirección de flexión previamente definida.

40 También se puede prever que los orificios individuales se extiendan a lo largo de todo el cuerpo de la carcasa. Alternativamente, cada orificio puede consistir en dos secciones de orificio axialmente adyacentes, en las que los ejes centrales de cada sección de orificio se colocan en ángulo, en las que se perforan dos orificios individuales separados en cada uno de los dos lados opuestos del cuerpo de la carcasa para formar las secciones de orificio. Las secciones de los orificios individuales coinciden en el centro de la carcasa, donde se encuentra la zona de máxima flexión del husillo.

Otras ventajas y detalles de la presente invención resultan de los ejemplos de realización descritos a continuación, así como a la vista de los dibujos. Éstos muestran en la:

Figura 1 una vista en perspectiva de una bomba de tornillo helicoidal según la invención en estado parcialmente cortado:

5 Figura 2 la carcasa interior recortada junto con dos husillos de la bomba de tornillo helicoidal de la figura 1;

Figura 3 una vista frontal de la carcasa de la figura 2 que representa el orificio de paso;

Figura 4 una representación de principio para la formación de los dos orificios que forman el orificio de paso, constando cada uno de ellos de dos orificios individuales que se cruzan;

10 Figura 5 una representación de principio de un orificio en forma de agujero alargado junto con un husillo dispuesto de modo descentrado en el mismo en estado sin carga;

Figura 6 la disposición de la figura 5 con husillo cargado bajo carga;

Figura 7 una representación de principio de un orificio centrado con un husillo dispuesto de forma descentrada según el estado de la técnica;

Figura 8 la disposición de la figura 7 con el husillo bajo carga y

15 Figura 9 una representación de principio de una bomba de tornillo helicoidal o de una carcasa con dos secciones de orificio colocadas en ángulo la una con respecto a la otra.

La figura 1 muestra, en forma de una vista en perspectiva parcialmente cortada, una bomba de tornillo helicoidal de doble flujo 1 según la invención, que comprende una carcasa exterior 2 con una carcasa interior 3 realizada como un inserto, en la que se han dispuesto, véase la figura 2, dos husillos 4, 5 que sirven para aspirar, bombear y descargar un fluido o una mezcla de líquido y gas. Para ello se prevé, por el lado de la carcasa, una entrada, como muestra la flecha P1, a través de la cual se aspira el fluido. A través de una salida dispuesta en el ejemplo mostrado en un ángulo de 90 grados, no ilustrada en detalle, el fluido se descarga bajo presión, como representa la flecha P2.

20 Los dos husillos 4, 5 están dotados respectivamente de dos perfiles helicoidales 6, 7 y 8, 9, presentando los respectivos pares de perfiles helicoidales 6, 7 y 8, 9 pasos opuestos. Esto significa que se trata de una bomba de tornillo helicoidal de doble flujo 1. En este caso, los perfiles helicoidales 6 y 8 engranan de manera en sí conocida, al igual que los perfiles de helicoidales 7 y 9.

Los dos husillos 4, 5 se apoyan de forma giratoria en la zona de sus respectivos extremos a través de elementos de apoyo correspondientes 10, 11 o 12, 13, tratándose en el caso de los elementos de apoyo 10 - 13 generalmente de cojinetes lisos.

30 Los dos husillos 4, 5 se alojan en un orificio de paso 14 que tiene la forma de un "8 tumbado" y que se muestra como ilustración de principio en la figura 3. La figura 3 muestra una vista frontal de la carcasa 3 con vistas sobre el orificio de paso 14, que se extiende axialmente en línea recta a través de la carcasa 3.

35 El orificio de paso 14 consiste en dos orificios separados 15, 16 que se cruzan entre sí, dando lugar a dos rebordes centrales 17. En respectivamente un orificio de paso 15, 16 se aloja y gira un husillo 4, 5, siendo uno de los husillos el husillo de accionamiento acoplado a un motor de accionamiento, mientras que el otro husillo es el husillo de trabajo. En el ejemplo mostrado, el husillo 5 es, a modo de ejemplo, el husillo de accionamiento, mientras que el husillo 4 es el siguiente husillo de trabajo. Los husillos 4, 5 se alojan en el orificio de paso 14 o en los orificios 15, 16 a distancia de la pared interior del orificio adyacente, de modo que puedan girar sin contacto. Por consiguiente, se forma una hendidura que rodea ambos husillos 4, 5, que presenta igualmente la forma de un "8 tumbado".

40 Según la invención, cada uno de los orificios 15, 16 se configura a modo de agujero alargado, es decir, cada uno de los orificios 15, 16 no es un orificio circular, sino que presenta un eje de simetría más largo y otro más corto. Como es natural, los dos orificios 15, 16 se cruzan, no obstante, a cada orificio se le tiene que asignar una geometría de agujero alargado definida y específica.

45 La figura 4 muestra a este respecto una representación de principio. Se muestran los dos orificios 15, 16. Cada orificio 15, 16 consta de dos orificios individuales que se cruzan 18, 19 en el caso del orificio 15, así como 20, 21 en el caso del orificio 16. Los dos pares de orificios individuales 18, 19 y 20, 21 presentan respectivamente ejes de orificio o centrales Z1 y Z2 que, sin embargo, están distanciados el uno del otro en una dirección de flexión R. Esta dirección de flexión R es la dirección en la que el respectivo husillo 4, 5 se dobla debido a la presión de flexión hidráulica existente en la carcasa 3, que resulta de la diferencia de presión entre el lado de aspiración y el lado de presión. De hecho, esta flexión es mínima, pero existe como consecuencia del apoyo que se produce casi por el lado de los extremos de los husillos 4, 5 a través de los elementos de apoyo 10 - 13. Esta deformación de flexión definida, que se produce en la dirección de flexión R, da lugar a que los perfiles helicoidales 6, 7, 8, 9 cambien ligeramente su posición con respecto a la pared interior del orificio, en comparación con el estado sin carga, de modo que, como se explicará más adelante, la hendidura correspondiente que rodea al respectivo husillo 4, 5 o al respectivo perfil helicoidal 6 - 9 varía en cuanto a su anchura.

Por razones de una mayor claridad, en la figura 4 los respectivos orificios individuales 18, 19 o 20, 21 se separan ampliamente en la medida de distancia a con sus ejes centrales Z1. En realidad, la medida de distancia a es, por ejemplo, de sólo 0,1 - 0,3 mm, es decir, mínima, pero no obstante mensurable.

Este desplazamiento de los orificios individuales 18, 19 en la dirección de flexión R hace que el orificio resultante 15, 16 tenga una geometría similar a la de un agujero alargado, es decir, ya no tiene una forma de orificio circular o de pared interior, sino una forma de un orificio ligeramente alargada. Por lo tanto, cada orificio individual 15, 16 presenta un primer eje de simetría más largo S1, que se extiende en la dirección de flexión R, así como un segundo eje de simetría más corto S2 ortogonal con respecto al primero. Para el orificio 15 se representan los ejes de simetría S1, S2, la geometría del orificio 16 es idéntica. La diferencia de longitud entre los ejes de simetría S1 y S2 corresponde finalmente a la medida de distancia a de los dos ejes centrales Z1, Z2, es decir, también es de aproximadamente 0,1 - 0,3 mm.

Como se ha descrito en el caso de la figura 4, se trata de una simple representación de principio con los respectivos orificios individuales 18, 19 o 20, 21 distanciados en exceso. Como consecuencia, resulta en la figura 4, respectivamente en el lado derecho del orificio 15 y en el lado izquierdo del orificio 16, un reborde. Sin embargo, con el mínimo desplazamiento axial a existente, este reborde sólo se nota por lo lados y tiene una altura de unos pocos micrómetros, por lo que no obstaculiza el movimiento o la flexión del husillo ni influye en el funcionamiento de la bomba.

El funcionamiento de esta configuración a modo de agujero alargado de los orificios 15, 16 en comparación con un orificio simplemente centrado, que hasta ahora ha sido habitual en el estado de la técnica, se hace evidente al comparar las figuras 5 y 6 con las figuras 7 y 8. La figura 5 muestra, en forma de una representación de principio, un orificio a modo de agujero 15, que por razones de descripción e ilustración se ilustra aquí cerrado (la siguiente descripción, que ilustra el principio básico, se aplica naturalmente también al segundo orificio en forma de agujero alargado 16, que se complementa con el orificio 15 creando el orificio de paso en forma de 8 14). Se ilustra además, como representación de principio del husillo 4, o el perímetro exterior del perfil helicoidal 6. Como muestra la figura 5, entre la pared interior 22 del orificio a modo de agujero alargado 15 y el perímetro exterior 23 del perfil helicoidal 6 se forma un espacio de hendidura perimetral en forma de anillo 24, en el que se acumula el fluido durante el funcionamiento para su bombeo (en el orificio de paso, la hendidura que se tiene que asignar a al respectivo orificio 15, 16, sólo presenta una forma de segmento anular, complementándose los dos segmentos anulares para formar el "8"). También se representa el primer eje de simetría S1, más largo, y el segundo eje de simetría S2, más corto. Igualmente se muestra el diámetro D del husillo 4 y su eje longitudinal o central ZS. Se puede apreciar que éste está separado del centro longitudinal o eje central Z del orificio 15 en la medida de distancia b, es decir, concretamente en contra de la dirección de flexión R. Esto decir, visto en la figura 5, se desplaza ligeramente hacia arriba desde el centro del orificio 15. La medida de la distancia b corresponde, en definitiva, a la medida de distancia a en la que se desplazan los dos orificios individuales 18, 19, mediante los cuales se forma el orificio 15.

Si, durante el funcionamiento, una presión de flexión hidráulica actúa sobre el husillo 4 en la dirección de flexión R, el husillo se dobla ligeramente. La figura 6 muestra esta situación de funcionamiento, en la que se indica el rango de flexión máxima del husillo. Se puede ver que el eje central ZS del husillo 4 y el eje central Z del orificio 15 coinciden de manera ejemplar. Por lo tanto, el husillo 4 se dobla ligeramente hacia abajo en el orificio 15. Como consecuencia, la anchura B1 de la hendidura aquí anular o del espacio de hendidura 24, vista en la dirección del primer eje de simetría más largo S1 y, por lo tanto, en la dirección de flexión R, es prácticamente la misma en comparación con el estado sin carga. Sin embargo, vista en dirección del segundo eje de simetría más corto S2, la anchura B2 del espacio de separación 24 es significativamente más estrecha. En consecuencia, la anchura del espacio de hendidura cambia alrededor del perímetro o se estrecha desde el punto acial del eje superior e inferior del primer eje de simetría S1 hacia los puntos axiales laterales del segundo eje de simetría S2, lo que también ocurre en el caso de un orificio de paso. Esto se debe al hecho de que los dos orificios individuales 18, 19 presentan respectivamente un diámetro de orificio d1 y d2, que es algo menor que el diámetro que tendría un orificio simplemente centrado. Un orificio centrado 25, como el que se podría prever según el estado de la técnica, se indica en la figura 6 con una línea discontinua. Se puede apreciar que el diámetro de dicho orificio centrado correspondería a la longitud del primer eje de simetría más largo S1. Visto en la dirección del segundo eje de simetría más corto S2, la comparación en la figura 6 muestra claramente que la anchura B2 de la hendidura 24 es significativamente menor comparada con la situación con un orificio 25. El resultado es que, como también muestra claramente la figura 6, toda la superficie de sección transversal del diámetro de la hendidura 24 es, en el caso de la configuración de un orificio a modo de agujero alargado 15, mucho más pequeña que la superficie de sección transversal en el caso de la configuración de un orificio centrado 25, lo que a su vez da lugar a que un posible volumen de fuga pueda ser reducido significativamente, pudiéndose mejorar por consiguiente tanto el caudal como la eficiencia de la bomba de tornillo helicoidal.

Las figuras 7 y 8 muestran, en comparación, la disposición del husillo 4 en un orificio centrado 25, es decir, en un orificio con un diámetro constante correspondiente a la longitud del primer eje de simetría S1. También en este caso el eje central ZS del husillo 4 se ha desplazado con respecto al eje central Z del orificio circular centrado 25, por lo que aquí se produce igualmente un desplazamiento del eje en sentido contrario a la dirección de flexión R.

Si durante el funcionamiento el husillo 4 se somete a una carga, éste se dobla ligeramente, como se muestra en la figura 8. Como se observa, el husillo 4 se encuentra entonces casi en el centro del orificio centrado 25. Se produce un espacio de hendidura anular perimetral 24, que presenta por todo el perímetro prácticamente la misma anchura B1, es decir, la anchura de la hendidura como la que existe en el caso de la configuración según la invención únicamente

en el punto axial superior e inferior. Se aprecia que la superficie de sección transversal resultante en la figura 8 del espacio de hendidura anular 24 es mucho mayor que la superficie del espacio de hendidura 24 según la figura 6.

La reducción según la invención de la superficie del espacio de hendidura o de la distancia de la pared interior del orificio, vista desde el husillo, en el plano del segundo eje de simetría más corto S2, resulta de la configuración en forma de agujero alargado y de la circunstancia de que esto ofrece la posibilidad de producir el orificio respectivo a partir de dos orificios individuales, cuyo respectivo diámetro individual d_1 , d_2 es más pequeño que el diámetro d de un orificio cilíndrico que sería igualmente adecuado para absorber la flexión del husillo. Es decir, $d_1, d_2 < d$.

Aunque se haya descrito anteriormente que el respectivo orificio 15, 16 se forma a través de dos orificios individuales 18, 19 o 20, 21 que se practican uno tras otro y se cruzan, existe en principio también la posibilidad de formar el respectivo orificio 15, 16 por medio de una fresa que, por un lado, perfora un orificio pero que, por otro lado, también se puede mover ligeramente en la dirección de flexión para producir la geometría de agujero alargado. Esta fresa también presenta un diámetro más pequeño que el de un taladro que forma, como es habitual en el estado de la técnica, un orificio centrado.

En el ejemplo de realización de las figuras descritas anteriormente, cada orificio 15, 16 se extiende linealmente a través de la carcasa 3. Sin embargo, de forma alternativa, cabe la posibilidad de formar el respectivo orificio 15, 16 a partir de dos secciones de orificio adyacentes cuyos ejes centrales se inclinan ligeramente el uno con respecto al otro con el fin de acoger a través de esta disposición casi en ángulo de las secciones de los orificios la forma resultante de la flexión del husillo. Una representación de principio de una disposición de este tipo se representa en la figura 9. En ella se muestra, a modo de ejemplo, la carcasa 3, así como el orificio 15. Éste está formado por dos secciones de orificio 15a, 15b, constando cada sección de orificio a su vez de dos orificios individuales separados 18a, 19a y 18b, 19b que se cruzan, como se ha descrito antes en relación con la primera alternativa de la invención. Es decir, también en este caso los orificios individuales 18a, 19a o 18b, 19b están mínimamente desplazados en la medida de distancia a en la dirección de flexión. Es obvio que las secciones de orificio 15a, 15b no están alineadas entre sí, sino que forman un ángulo $\alpha \neq 180^\circ$, es decir, que se inclinan casi en el centro en la dirección de flexión R.

La figura 9 muestra además esquemáticamente el curso del eje central ZS del husillo 4, que inevitablemente también está ligeramente doblado debido a la flexión del husillo. La disposición en ángulo de las secciones de orificio 15a 15b asume de forma aproximada esta línea de flexión o curso del eje curvo, por lo que, en última instancia, el orificio casi angular o doblado 15 resultante se adapta mejor a la geometría del husillo resultante en caso de una carga hidráulica.

Como es lógico, también en este caso es cierto que la flexión y la disposición en ángulo se ilustran, por razones de representación, de forma claramente exagerada. De hecho, el ángulo α es de sólo unos pocos minutos.

Aunque las formas de realización descritas, especialmente las figuras 1 - 4, muestren una bomba de tornillo helicoidal de doble flujo con dos husillos, la invención no se limita a ésta. Por el contrario, también puede ser una bomba de tornillo helicoidal de flujo único, en la que sólo se prevé un perfil helicoidal en cada husillo. Además, también se pueden prever más de dos husillos, es decir, se pueden prever un husillo de trabajo central y dos husillos de funcionamiento paralelo. En principio, el diseño en forma de agujero alargado del respectivo orificio del husillo según la invención se puede utilizar en cualquier lugar en el que se produzca y se tenga que compensar durante el funcionamiento la flexión del husillo debido a las condiciones de presión hidráulica existentes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Bomba de tornillo helicoidal, que comprende una carcasa (3) con un orificio de paso (14) que consta de al menos dos orificios que se cruzan (15, 16), en los que se alojan respectivamente sendos husillos (4, 5), presentando los husillos (4, 5) perfiles helicoidales (6, 7, 8, 9) que por secciones engranan los unos en los otros y que durante el funcionamiento se doblan en una dirección de flexión definida (R) debido a una presión de flexión hidráulica, caracterizada por que cada orificio (15, 16) se configura a modo de agujero alargado con un primer eje de simetría más largo (S1) y un segundo eje de simetría más corto (S2) ortogonal al primero, extendiéndose el primer eje de simetría más largo (S1) en la dirección de flexión (R).
- 10 2. Bomba de tornillo helicoidal según la reivindicación 1, caracterizada por que los husillos (4, 5) se disponen en estado sin carga desplazados con respecto al centro (Z) del primer eje de simetría S (1).
- 15 3. Bomba de tornillo helicoidal según la reivindicación 2, caracterizada por que los husillos (4, 5) se posicionan de manera que, a una presión diferencial definida entre un lado de aspiración y un lado de presión de la bomba o dentro de un intervalo de presión diferencial definido, la anchura (B1) de una hendidura (24) entre los perfiles helicoidales (6, 7, 8, 9) y la pared interior (22) del orificio en dirección del primer eje de simetría (S1) es mayor que la anchura (B2) de la hendidura (24) en dirección del segundo eje de simetría (S2).
- 20 4. Bomba helicoidal según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que cada orificio (15, 16) está formado por dos orificios individuales separados (18, 19, 20, 21) que se cruzan, cuyos ejes de orificio (Z1, Z2) están desplazados el uno con respecto al otro en la dirección de flexión (R), o a modo de orificio fresado u orificio rectificando a partir de un orificio cilíndrico.
- 25 5. Bomba de tornillo helicoidal según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que los dos orificios individuales (18, 19, 20, 21) se extienden a lo largo de toda la carcasa (3).
- 30 6. Bomba de tornillo helicoidal según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que cada orificio (15, 16) consta de dos secciones de orificio (15a, 15b) axialmente adyacentes, disponiéndose los ejes centrales de cada sección de orificio (15a, 15b) en ángulo.
- 35 7. Bomba de tornillo helicoidal según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que cada husillo (4, 5) presenta dos perfiles helicoidales (6, 7, 8, 9) axialmente adyacentes y opuestos, que se prevén en la zona del centro longitudinal de los respectivos husillos (4, 5).
- 40 8. Bomba de tornillo helicoidal según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que se trata de una bomba de líquidos o de una bomba multifásica.
- 45 9. Carcasa para una bomba de tornillo helicoidal (1) según una de las reivindicaciones anteriores, con un orificio de paso (14) que consta de al menos dos orificios (15, 16) que se cruzan para la recepción de respectivamente un husillo (4, 5), presentando los husillos (4, 5) perfiles helicoidales (6, 7, 8, 9) que engranan por secciones y que, durante el funcionamiento de la bomba de tornillo helicoidal (1), se dobla en una dirección de flexión definida (R) como resultado de una presión de flexión hidráulica, caracterizada por que cada orificio (15, 16) está diseñado se configura en forma de agujero alargado con un primer eje de simetría más largo (S1) y un segundo eje de simetría más corto (S2) ortogonal al primero, extendiéndose el primer eje de simetría más largo (S1) en la dirección de flexión (R).
- 50 10. Carcasa según la reivindicación 9, caracterizada por que cada orificio (15, 16) está formado por dos orificios individuales separados (18, 19, 20, 21) que se cruzan, cuyos ejes de orificio (Z1, Z2) están desplazados el uno con respecto al otro en la dirección de flexión (R), o se configura como orificio fresado o como orificio rectificando a partir de un orificio cilíndrico.
- 55 11. Carcasa según la reivindicación 9 o 10, caracterizada por que los dos orificios individuales (18, 19, 20, 21) se extienden a lo largo de toda la carcasa (3).
- 60 12. Carcasa según la reivindicación 9 o 10, caracterizada por que cada orificio (15, 16) consta de dos secciones de orificio (15a, 15b) axialmente adyacentes, inclinándose los ejes centrales de cada sección de orificio (15a, 15b) el uno frente al otro.
- 65 13. Procedimiento para la fabricación de una carcasa para una bomba de tornillo helicoidal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende un orificio de paso (14) formado por dos orificios que se cruzan (15, 16), caracterizado por que para la creación de cada orificio (15, 16) se perforan dos orificios individuales separados que se cruzan (18, 19, 20, 21), cuyos ejes de orificio (Z1, Z2) están desplazados el uno con respecto al otro, en un cuerpo de carcasa, o por que cada orificio se fresa con los dos ejes de simetría diferentes, o por que cada orificio se forma rectificando un agujero cilíndrico con los dos ejes de simetría diferentes.

14. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado por que los dos orificios individuales (18, 19, 20, 21) se extienden a lo largo de todo el cuerpo de la carcasa.

5 15. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado por que cada orificio consta de dos secciones de orificio (15a, 15b) axialmente adyacentes, inclinándose los ejes centrales de cada sección (15a, 15b) el uno frente al otro y perforándose para la formación de las secciones de orificio (15a, 15b), en los dos lados opuestos del cuerpo de carcasa, respectivamente dos orificios individuales separados (18a, 19a, 18b, 19b).

FIG. 1

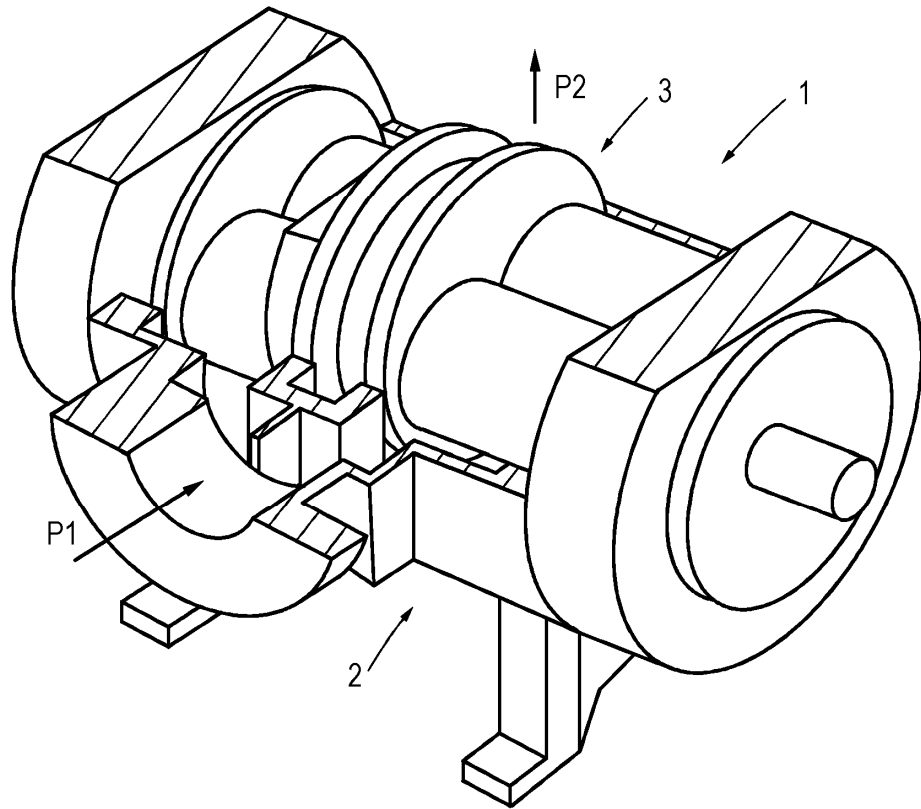


FIG. 2

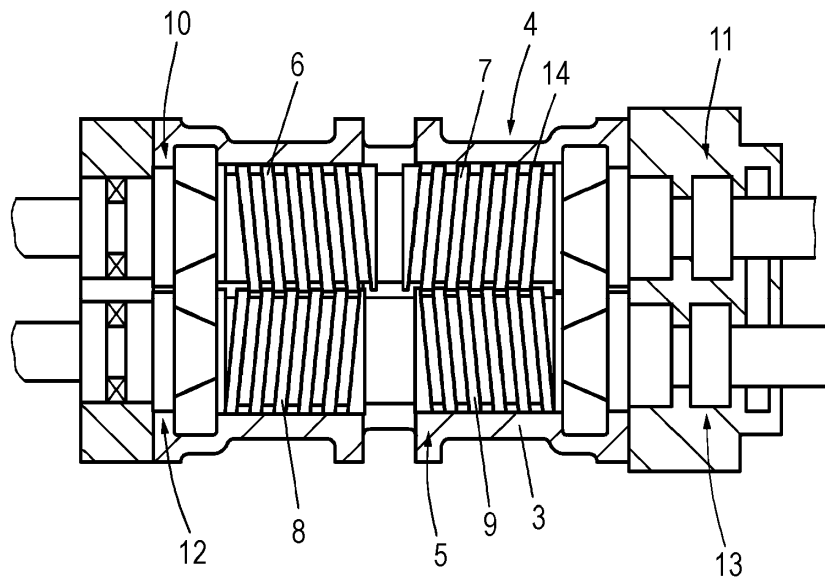


FIG. 3

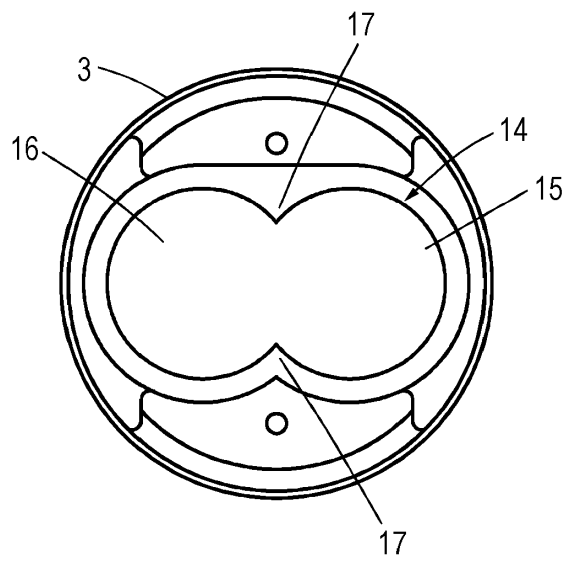


FIG. 4

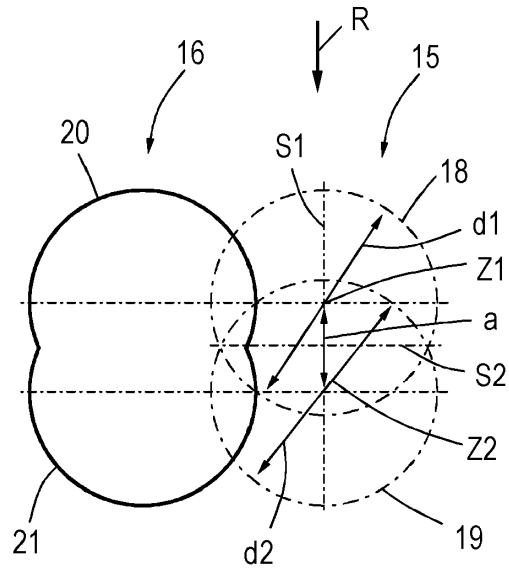


FIG. 5

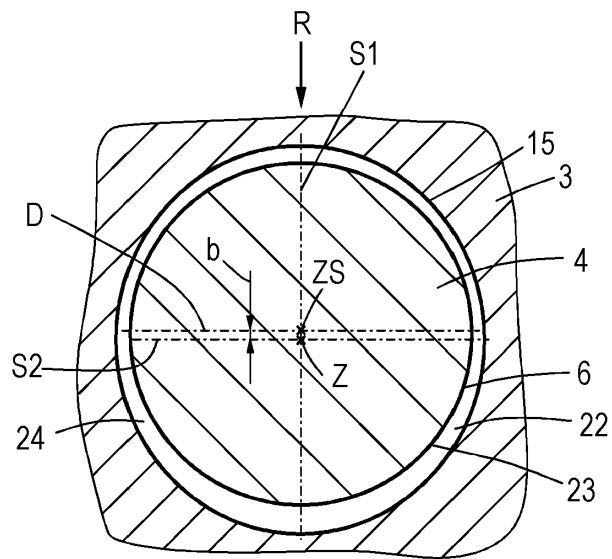


FIG. 6

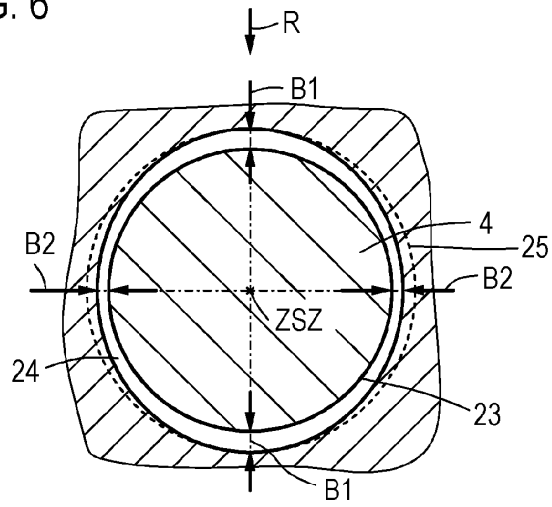


FIG. 7

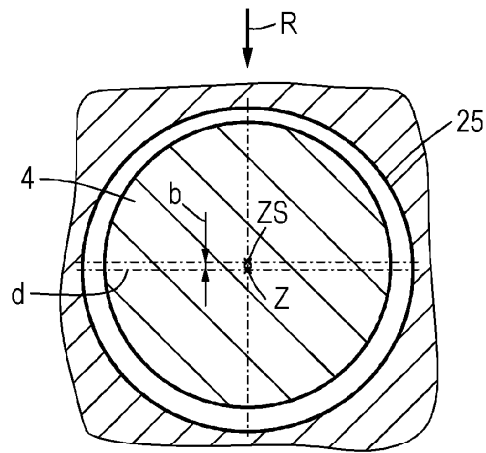


FIG. 8

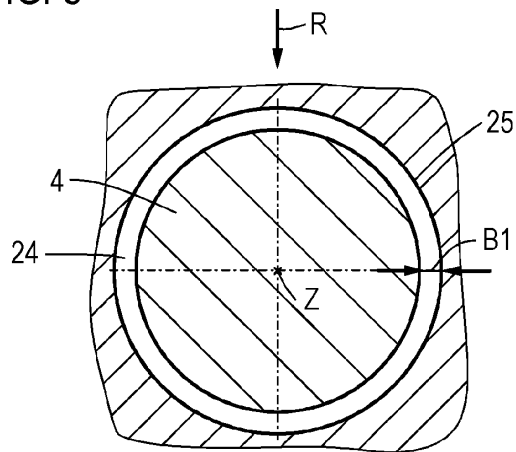


FIG. 9

