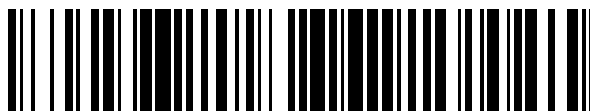


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 908**

51 Int. Cl.:

F04D 29/32	(2006.01) F16J 15/16	(2006.01)
F04D 29/34	(2006.01) F16J 15/34	(2006.01)
F04D 29/08	(2006.01)	
F04D 29/66	(2006.01)	
F03G 7/06	(2006.01)	
F04B 7/00	(2006.01)	
F04D 29/10	(2006.01)	
F04D 29/12	(2006.01)	
F04D 29/14	(2006.01)	
F15B 15/14	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.06.2014 PCT/US2014/041291**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.02.2015 WO15026422**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2014 E 14838406 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018 EP 3036440**

54 Título: **Junta de estanqueidad de bomba con actuador de retracción térmica**

30 Prioridad:

20.08.2013 US 201313970899

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

08.05.2018

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
(100.0%)
1000 Westinghouse Drive Suite 141
Cranberry Township, PA 16066, US**

72 Inventor/es:

**HAWKINS, PHILLIP J y
HODGSON, JUDITH E.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 666 908 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

Junta de estanqueidad de bomba con actuador de retracción térmica

Referencia cruzada a la solicitud relacionada

5 La presente solicitud es una continuación en parte de la solicitud padre con número de serie 13 / 798.632, presentada el 13 de marzo de 2013, titulada "Junta de estanqueidad de bomba con actuador de retracción térmica", y reivindica prioridad a tenor de 35 U.S.C. §119 (e) respecto de la Solicitud de Patente Provisional norteamericana con número de serie 61 / 862.304, presentada el 5 de agosto de 2013, titulada "Actuador de retracción térmica con junta de estanqueidad de parada de la bomba de refrigeración del reactor con cierre de seguridad térmico".

Antecedentes10 **1. Campo**

La presente invención se refiere en general a juntas de estanqueidad de árbol rotativo y, más en particular, a una junta de estanqueidad accionada térmicamente para una bomba centrífuga y, en particular, a un nuevo actuador térmico para una junta de estanqueidad de este tipo.

2. Técnica relacionada

15 En las plantas de energía nuclear de agua a presión se usa un sistema de refrigeración del reactor para transportar el calor desde el núcleo del reactor a los generadores de vapor para la producción de vapor. El vapor se usa a continuación para accionar un generador de turbina para la producción de trabajo útil. El sistema de refrigerante del reactor incluye una pluralidad de circuitos de refrigeración separados, cada uno conectado al núcleo del reactor y conteniendo un generador de vapor y una bomba de refrigerante del reactor.

20 La bomba de refrigerante del reactor es típicamente una bomba centrífuga vertical de etapa única diseñada para mover grandes volúmenes de refrigerante del reactor a altas temperaturas y presiones, por ejemplo, 280°C, y a presiones de aproximadamente 155 bar. La bomba básicamente incluye tres secciones generales de abajo hacia arriba; hidráulica, de junta de estanqueidad del árbol y del motor. La sección hidráulica inferior incluye un impulsor montado en un extremo inferior del árbol de la bomba que puede funcionar dentro de la carcasa de la bomba para bombear refrigerante del reactor por el circuito respectivo. La sección superior del motor incluye un motor que está acoplado para impulsar el árbol de la bomba. La sección de junta de estanqueidad del árbol medio incluye tres conjuntos de juntas de estanqueidad en tándem; los conjuntos de juntas de estanqueidad primario inferior (junta número 1), secundario medio y terciario superior. Los conjuntos de juntas de estanqueidad están situados concéntricos al extremo de la bomba y cerca del extremo superior, y su propósito combinado es proporcionar una fuga mínima de refrigerante del reactor a lo largo del árbol de la bomba a la atmósfera de contención durante las condiciones normales de operación. Ejemplos representativos de conjuntos de juntas de estanqueidad del árbol de la bomba conocidos en la técnica anterior se describen en las patentes norteamericanas números 3.522.948; 3.529.838; 3.632.117; 3.720.222 y 4.275.891.

35 Los conjuntos de juntas de estanqueidad del árbol de la bomba que sellan mecánicamente la interfaz entre el límite estacionario de presión de la bomba y el árbol rotativo deben ser capaces de contener la alta presión del sistema (aproximadamente 155 bar) sin fugas excesivas. La disposición en tándem de tres conjuntos de juntas de estanqueidad se utiliza para descomponer la presión en etapas. Estos tres conjuntos de juntas de estanqueidad de la bomba mecánica son juntas de estanqueidad de fuga controlada que, en funcionamiento, permiten una cantidad mínima de fuga controlada en cada etapa al tiempo que evitan fugas excesivas del refrigerante del reactor desde el sistema de refrigerante primario a los puertos de fuga de las juntas de estanqueidad respectivas.

40 Los conjuntos de juntas de estanqueidad de la bomba se mantienen normalmente a temperaturas muy inferiores a las del sistema de refrigerante primario, ya sea mediante inyección de fluido frío en los conjuntos de juntas de estanqueidad o mediante el uso de un intercambiador de calor que enfría el fluido primario antes de que alcance los conjuntos de juntas de estanqueidad.

45 Un actuador de acuerdo con la porción precaracterizadora de la reivindicación 1 se desvela en el documento EP 2 971 782 A1. Se conoce un actuador similar por el documento DE 29 01 282 A1.

50 El fallo teorizado de estos sistemas puede exponer los conjuntos de juntas de estanqueidad a altas temperaturas, lo que probablemente hará que la fuga controlada de los conjuntos de juntas de estanqueidad aumente considerablemente. Cuando la causa de la pérdida de toda la refrigeración del combustible nuclear en el núcleo del reactor se debe a la pérdida de toda la potencia de CA, la fuga de la junta de estanqueidad no tiene forma de volver al sistema de refrigeración sin electricidad para alimentar las bombas de rellenado. La fuga controlada sin los medios de rellenado podría conducir hipotéticamente a que el refrigerante del reactor descubriese el núcleo del reactor y el subsecuente daño al núcleo.

En consecuencia, existe la necesidad de una forma efectiva de respaldar los conjuntos de sellado estándar en el caso de una pérdida casual de toda la refrigeración de combustible y la pérdida de bombeo de rellenado. Preferiblemente, una junta de estanqueidad de respaldo de este tipo debería ser operable ante la pérdida de potencia u otra causa de pérdida de capacidad de bombeo de rellenado para sellar sustancialmente el árbol contra las fugas.

5 **Sumario**

Los objetivos anteriores se logran, de acuerdo con esta invención, por medio de un actuador de acuerdo con la reivindicación 1 para una junta de estanqueidad de parada accionada térmicamente para un árbol de un equipo rotativo a velocidad reducida o parado tal como una bomba, compresor o similar, que está diseñado para restringir la fuga normal de refrigerante a través de una junta de estanqueidad del árbol. La junta de estanqueidad de parada que se reivindica en la presente memoria descriptiva y a continuación es útil para sellar cualquier equipo que tenga un espacio anular de flujo estrecho entre su árbol y la carcasa.

La junta de estanqueidad de parada se caracteriza por un "anillo partido" que está diseñado (i) para rodear el árbol con un espacio anular entre ellos durante el funcionamiento normal y (ii) para contraerse contra el árbol cuando el árbol disminuye su velocidad por debajo de una velocidad predeterminada o deja de rotar. El anillo partido tiene extremos enfrentados que son mantenidos en una relación separada por un espaciador cuando el árbol está rotando durante el funcionamiento normal en línea. Cuando el árbol disminuye su velocidad o deja de rotar y la temperatura en la carcasa aumenta, el espaciador se retira de los extremos enfrentados del anillo partido y el anillo partido se contrae cuando los extremos enfrentados del anillo partido se aproximan uno al otro, lo que bloquea una porción sustancial de la fuga de refrigerante a través del espacio anular.

Preferiblemente, la junta de estanqueidad de parada también tiene un anillo de junta de estanqueidad polimérico flexible que es empujado contra el árbol por un aumento de presión en la carcasa cuando el anillo partido bloquea la fuga de refrigerante a través del espacio anular.

En particular, la presente invención proporciona una junta de estanqueidad de este tipo con un actuador mejorado para retirar el espaciador entre los extremos enfrentados del anillo partido cuando el líquido en el anillo tiene una temperatura superior a una temperatura preseleccionada, de manera que el anillo partido pueda contraerse para estrecharse o sellar sustancialmente la porción del espacio anular cubierta por el anillo partido. El actuador incluye un cilindro que tiene una dimensión axial con un pistón amovible axialmente dentro del cilindro, teniendo el cilindro unos extremos superior e inferior que están sellados alrededor del pistón. Una biela del pistón está conectado por un extremo al pistón y por el otro extremo al espaciador. Una cavidad ocupa un espacio dentro del cilindro entre los extremos superior e inferior, a través de la cual se desplaza el pistón. Una dimensión axial del pistón se extiende a través del espacio dentro de la cavidad cuando el espaciador está dispuesto entre los extremos enfrentados del anillo partido. La dimensión axial del pistón tiene al menos dos diámetros separados con un diámetro mayor que conduce a un diámetro menor en la dirección de desplazamiento del pistón para retirar el espaciador de los extremos enfrentados del anillo partido. Un material ocupa al menos una parte del espacio dentro de la cavidad. El material se expande al aumentar la temperatura para ejercer una fuerza sobre el pistón que hace que el pistón se mueva en una dirección para retirar el espaciador de entre los extremos enfrentados cuando la temperatura del material se eleva por encima de una temperatura preseleccionada. Preferiblemente, la fuerza es ejercida sobre un área alrededor de una circunferencia del pistón en la que se extiende al menos una parte de los al menos dos diámetros del pistón.

En una realización, el actuador incluye una primera junta de estanqueidad soportada entre la cavidad y el pistón en un extremo inferior de la cavidad y una segunda junta de estanqueidad soportada entre la cavidad y el pistón en un extremo superior de la cavidad siendo operables las juntas de estanqueidad primera y segunda para confinar el material en la cavidad. Preferiblemente, las juntas de estanqueidad primera y segunda son juntas de estanqueidad de copa y están construidas de PEEK. En esta realización, el actuador también puede incluir juntas de estanqueidad de respaldo para una o ambas junta de estanqueidad primera y segunda. Preferiblemente, las juntas de estanqueidad de respaldo son juntas tóricas y deseablemente, las juntas tóricas están formadas de EPDM o HNBR. En otra realización, el soporte para la primera junta de estanqueidad o un soporte para la segunda junta de estanqueidad está diseñado para liberar una presión dentro de la cavidad cuando la presión excede un valor predeterminado y, deseablemente, el material está en comunicación térmica con el líquido.

En otra realización, el actuador incluye un cierre de seguridad activado térmicamente configurado para evitar que el pistón se mueva en el cilindro en una dirección que retire el espaciador de entre los extremos enfrentados del anillo partido cuando la temperatura del material está por debajo de la temperatura preseleccionada y liberará el pistón para moverse y retirar el espaciador de los extremos del anillo partido cuando la temperatura del material se eleva por encima de la temperatura preseleccionada. Preferiblemente, el cierre de seguridad térmica está configurado para desbloquear pasivamente el pistón cuando la temperatura del fluido está por encima de la temperatura preseleccionada. En una realización, el cierre de seguridad activado térmicamente comprende una espiga que está suspendida desde un extremo del cilindro y se extiende en una dirección en la que el pistón se mueve para retirar el espaciador de los extremos enfrentados del anillo partido. La espiga se extiende al menos parcialmente dentro de un rebaje en

un extremo del pistón. Un resto sustancial del rebaje se llena sustancialmente con un material activado térmicamente, en el que el material activado térmicamente tiene una viscosidad a temperaturas por debajo de la temperatura preseleccionada que evita que el material activado térmicamente fluya a lo largo de un lado de la espiga y salga del rebaje. A temperaturas sustancialmente iguales o superiores a la temperatura preseleccionada, el material activado térmicamente tiene una viscosidad reducida que le permite fluir a lo largo de lado de la espiga y salir del rebaje. El desplazamiento resultante del material activado térmicamente permite que el pistón se mueva en una dirección para retirar el espaciador de entre los extremos enfrentados del anillo partido. El material activado térmicamente puede ser, por ejemplo, un polímero tal como polietileno.

Breve descripción de los dibujos

10 Se puede obtener una comprensión adicional de la invención a partir de la descripción que sigue de las realizaciones preferidas cuando se lee junto con los dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 es una representación esquemática de un circuito de refrigeración de un sistema de refrigeración de un reactor nuclear convencional que incluye un generador de vapor y una bomba de refrigerante del reactor conectados en serie en un sistema de circuito cerrado con el reactor;

15 la figura 2 es una vista recortada en perspectiva de la sección de junta de estanqueidad del árbol de una bomba de refrigerante del reactor, que ilustra en sección transversal la carcasa de la junta y los conjuntos de junta de estanqueidad primario inferior, secundario medio y terciario superior que están dispuestos dentro de la carcasa de la junta y rodean el árbol de la bomba;

20 la figura 3 es una vista en sección transversal ampliada de una porción de la carcasa de la junta y conjuntos de juntas de estanqueidad de la bomba de refrigerante del reactor de la figura 2;

la figura 4 es una vista en sección de la disposición de junta de estanqueidad del árbol que muestra una vista ampliada de la junta de estanqueidad primaria inferior que se muestra en las figuras 2 y 3, a la que se puede aplicar esta invención;

25 la figura 5 es una porción ampliada de la inserción de una junta de estanqueidad primaria que se muestra en la figura 4 con una porción del árbol de la bomba y la junta de estanqueidad de parada de esta invención anidada con la junta de estanqueidad de parada que se muestra empleando un pistón mecánico accionado térmicamente para retirar el espaciador del anillo partido;

30 la figura 6 es una vista ampliada de la disposición de pistón que se muestra esquemáticamente en la figura 5 con el pistón en la posición completamente extendida estando el espaciador insertado entre los extremos enfrentados del anillo partido de la junta de estanqueidad de parada que se puede beneficiar de esta invención;

la figura 7 es una vista en sección que muestra la disposición de pistón de la figura 8 empleado por la técnica anterior que muestra el pistón en un estado anterior a un evento de actuación, en el que el espaciador se retira de entre los extremos enfrentados del anillo partido;

35 la figura 8 es una vista en sección de un mecanismo de accionamiento mejorado de acuerdo con esta invención, que se puede aplicar para retirar el espaciador de la junta de estanqueidad de parada que se muestra en la figura 7;

la figura 9 es una vista en sección que muestra la disposición de pistón de una segunda realización de esta invención;

40 la figura 10 es una vista en sección transversal de la realización que se muestra en la figura 9 tomada a lo largo de las líneas A - A de la misma;

la figura 11 es una porción ampliada de la inserción de la junta de estanqueidad primaria que incorpora la realización de la junta de estanqueidad de parada que se ilustra en las figuras 9 y 10; la figura 12 es una vista en sección que muestra la disposición de pistón de una tercera realización de esta invención; y

45 la figura 13 es una vista en sección de una realización alternativa para bloquear el pistón antes del accionamiento térmico del mecanismo de parada.

Descripción de la realización preferente

En la descripción que sigue, los caracteres de referencia similares designan partes similares o correspondientes a lo largo de las múltiples vista. Además, en la descripción que sigue, se debe entender que los términos de dirección tales como "adelante", "atrás", "izquierda", "derecha", "hacia arriba", "hacia abajo" y otros similares son palabras de conveniencia y no se deben interpretar como términos limitantes.

Bomba de refrigeración del reactor de la técnica anterior

Para comprender la invención, es útil comprender un entorno en el que la invención operará. Sin embargo, se debe apreciar que la invención tiene muchas otras aplicaciones. Con referencia a la figura 1, se muestra una representación esquemática de uno de una pluralidad de circuitos de refrigeración del reactor 10 de un sistema de refrigeración de un reactor nuclear convencional. El circuito de refrigeración 10 incluye un generador de vapor 12 y una bomba de refrigeración 14 del reactor conectados en serie en un sistema de refrigeración de circuito cerrado con el reactor nuclear 16. El generador de vapor 12 incluye tubos de intercambio de calor primarios 18 que se comunican con las cámaras de entrada y salida 20, 22 del generador de vapor 12. La cámara de entrada 20 del generador de vapor 12 está conectada en comunicación de flujo con la salida del núcleo del reactor 16 para recibir refrigerante caliente a lo largo de la trayectoria de flujo 24, comúnmente denominada tramo caliente del sistema de circuito cerrado. El pleno de salida 22 del generador de vapor 12 está conectado en comunicación de flujo con un lado de la sección de entrada de la bomba de refrigeración del reactor 14 a lo largo de las trayectorias de flujo 26 del sistema de circuito cerrado. El lado de presión de salida de la bomba de refrigeración 14 del reactor está conectado en comunicación de flujo con la entrada del núcleo 16 del reactor para alimentar el refrigerante relativamente frío a lo largo de la trayectoria de flujo 28 del tramo frío del sistema de circuito cerrado.

La bomba de refrigeración 14 bombea el refrigerante a alta presión por encima del sistema de circuito cerrado. En particular, el refrigerante caliente que sale del reactor 16 es conducido a la cámara de entrada 20 del generador de vapor 12 y a través de los tubos de intercambio de calor 18 en comunicación con el mismo. Mientras se encuentra en los tubos de intercambio de calor 18, el refrigerante caliente fluye en relación de intercambio de calor con el agua de alimentación fría suministrada al generador de vapor 12 a través de un medio convencional (no mostrado). El agua de alimentación es calentada y porciones de la misma se convierten en vapor para su uso en el accionamiento de un generador de turbina (no mostrado). El refrigerante, cuya temperatura ha sido reducida por el intercambio de calor, se recircula entonces al reactor 16 por medio de la bomba de refrigeración 14.

La bomba de refrigeración 14 del reactor debe ser capaz de mover grandes volúmenes de refrigerante del reactor a altas temperaturas y presiones en el sistema de circuito cerrado. Aunque la temperatura del refrigerante que fluye desde el generador de vapor 12 a través de la bomba 14 como resultado del intercambio de calor se ha enfriado sustancialmente por debajo de la temperatura del refrigerante que fluye al generador de vapor 12 desde el reactor 16 antes del intercambio de calor, su temperatura todavía es relativamente alta siendo típicamente de alrededor de 288°C. Para mantener el refrigerante en un estado líquido a estas temperaturas relativamente altas, el sistema es presurizado por medio de bombas de inyección (no mostradas) y opera a presiones que son aproximadamente de 155 bar.

Como se ve en las figuras 2 y 3, la bomba de refrigeración 14 del reactor de la técnica anterior incluye generalmente una carcasa 30 de la bomba que termina en un extremo en una carcasa 32 de la junta de estanqueidad. La bomba también incluye un árbol 34 de la bomba que se extiende centralmente desde la carcasa 30 de la bomba y está sellado y montado rotativamente dentro de la carcasa 32 de la junta de estanqueidad. Aunque no se muestra, la parte inferior del árbol 34 de la bomba está conectada a un impulsor, mientras que una parte superior del mismo está conectada a un motor eléctrico de tipo inducción de alta potencia. Cuando el motor hace rotar el árbol 34, el impulsor dentro del interior 36 de la carcasa 30 de la bomba hace que el refrigerante del reactor presurizado circule a través del sistema de refrigeración del reactor. Este refrigerante presurizado aplica una carga hidrostática dirigida hacia arriba sobre el árbol 34 ya que la porción exterior de la carcasa 32 de la junta de estanqueidad está rodeada por la atmósfera ambiental.

Con el fin de que el árbol 34 de la bomba pueda rotar libremente dentro de la carcasa 32 de la junta de estanqueidad mientras se mantiene el límite de presión de 155 bar entre el interior de la carcasa 36 de la bomba y el exterior de la carcasa 32 de la junta de estanqueidad, hay provistos dispuestos en tándem los conjuntos de juntas de estanqueidad primario inferior, secundario medio y terciario superior 38, 40, 42 en las posiciones que se ilustran en las figuras 2 y 3 alrededor del árbol 34 de la bomba dentro de la carcasa 32 de la junta de estanqueidad. La junta de estanqueidad primaria inferior 38 que realiza la mayor parte del sellado a presión (aproximadamente 152 bar) es del tipo hidrostático sin contacto, mientras que los conjuntos de juntas de estanqueidad secundario medio y terciario superior 40, 42 son del tipo mecánico de contacto o fricción.

Cada uno de los conjuntos de juntas de estanqueidad 38, 40, 42 de la bomba 14 incluye generalmente una corredera anular respectiva 44, 46, 48 que está montada en el árbol 34 de la bomba para rotar con el mismo y un anillo respectivo 50, 52, 54 de junta de estanqueidad anular que está montado de manera estacionaria dentro de la carcasa 32 de la junta de estanqueidad. Las guías 44, 46, 48 y los anillos 50, 52, 54 de la junta de estanqueidad respectivos tienen superficies superior e inferior 56, 58, 60 y 62, 64, 66 que están enfrentadas unas a las otras. Las superficies enfrentadas 56, 62 de la corredera 44 y el anillo de junta de estanqueidad 50 del conjunto de junta de estanqueidad primario inferior 38 normalmente no están en contacto unas con las otras, sino que una película de fluido fluye normalmente entre ellas. Por otra parte, las superficies frontales 58, 64 y 60, 66 de las correderas y anillos de estanqueidad 46, 52 y 48, 54 de los conjuntos de junta de estanqueidad secundario medio y terciario superior 40 y 42 normalmente contactan o rozan unas con las otras.

Debido a que el conjunto de junta de estanqueidad primaria 38 normalmente funciona en un modo de desplazamiento de la película, debe preverse alguna disposición para manipular el fluido de refrigeración que "fuga" en el espacio anular entre la carcasa 32 de la junta de estanqueidad y el árbol 34 montado de forma rotativa en la misma. En consecuencia, la carcasa 32 de la junta de estanqueidad incluye un puerto de salida de fuga primario 69, mientras que los puertos de salida de fuga 71 acomodan la fuga de fluido refrigeración de los conjuntos de sellado secundario y terciario 40, 42.

La figura 4 es una sección transversal de la carcasa de la junta en el área del número 1 o junta de estanqueidad inferior primaria del tipo que se ilustra en las figuras 2 y 3 y proporciona una mejor comprensión del funcionamiento de la junta de estanqueidad número 1 y cómo interactuará con esta invención. La estructura que se muestra comprende una carcasa 32 que tiene una pared anular 33 adaptada para formar una cámara de presión 35 dentro de la carcasa 32; un árbol 34 montado rotativamente dentro de la carcasa 32; un conjunto de corredera de sellado 44 y un conjunto de anillo de junta de estanqueidad 50 dispuesto dentro de la carcasa 32. Como se ha mencionado más arriba, el árbol 34 puede ser accionado por medio de un motor adecuado (no mostrado) y utilizarse para accionar el impulsor de una bomba centrífuga (no mostrada) que hace circular el refrigerante en el sistema presurizado. El agua de inyección se puede suministrar a la cámara 35 a una presión más alta que la desarrollada por la bomba. El conjunto de corredera 44 comprende un soporte anular 70 y una placa de junta de estanqueidad anular 72. De manera similar, el conjunto de anillo de junta de estanqueidad 50 comprende un retenedor 74 y una placa frontal anular 76.

El retenedor 70 rota con el árbol 34 ya que está montado sobre un soporte anular 78 que se aplica a un reborde 80 en el árbol 34 y está asegurado al árbol por medio de un manguito 82 que está montado sobre el árbol 34 entre el árbol y un tramo 84 que se extiende hacia arriba del soporte 78 que generalmente tiene forma de L en sección transversal. Se debe apreciar que aunque esta realización de la invención se describe como aplicada a una bomba que emplea un manguito sobre el árbol de la bomba, la invención se puede emplear igualmente también en árboles de bombas que no emplean manguitos. Un reborde 86 en el retenedor 70 descansa sobre el extremo superior del tramo 84, y un reborde 88 en el manguito 82 retiene el retenedor 70 sobre el soporte 84. Se presiona una espiga 90 en un rebaje 92 en el manguito 82 y se aplica a una ranura axial 94 en el retenedor 70. Se ejerce una fuerza de sujeción axial sobre el manguito 82 y el soporte 78 desde una tuerca (no mostrada) que hace que el manguito 82 y el soporte 78 roten con el árbol 34. La espiga 90, a su vez, hace que el retenedor 70 rote con el manguito 82 que rota con el árbol 34. Las juntas de estanqueidad tóricas 96 y 98 están dispuestas entre el soporte 78 y el árbol 34 y el retenedor 70, respectivamente. También se proporciona una junta de estanqueidad tórica 100 en la interfaz 102 entre el retenedor 70 y la placa frontal 72.

La placa frontal 72 está compuesta de un material resistente a la corrosión y a la erosión que tiene sustancialmente el mismo coeficiente de expansión térmica que el material del que está compuesto el retenedor 70, y el retenedor 70 tiene un alto módulo de elasticidad. De manera similar, la placa frontal 76 está compuesta de un material resistente a la corrosión y a la erosión, que tiene sustancialmente el mismo coeficiente de expansión térmica que el material del retenedor 74 que tiene un alto módulo de elasticidad. Ejemplos de materiales adecuados son los carburos y los materiales cerámicos. Se proporciona una junta de estanqueidad tórica 104 en la interfaz 106 entre el retenedor 74 y la placa frontal 76.

El retenedor 74 está montado de forma móvil sobre un tramo 108 que se extiende hacia abajo de una inserción de anillo de junta de estanqueidad anular 110 que generalmente tiene una forma de L en sección transversal. La inserción 110 está retenida en la carcasa 32 por tornillos de tapa 112. Se proporciona una junta de estanqueidad tórica 114 en la interfaz entre la inserción 110 y la carcasa 32. De forma similar, la junta de estanqueidad tórica 118 está provista en la interfaz 120 entre el retenedor 74 y el tramo 108 de la inserción 110. El movimiento rotativo del retenedor 74 es evitado por la espiga 122 que es presionada en la inserción 110. La espiga 122 se extiende dentro de un pozo 124 en el retenedor 74 con holgura suficiente entre la pared 126 del pozo y la espiga 122 para permitir el movimiento axial del retenedor 74 pero limita el movimiento rotativo del retenedor 74.

La placa frontal 76 está unida al retenedor 74 por medios de sujeción 128 que incluyen un anillo de retención 130, un anillo de sujeción 132, un anillo de bloqueo 134, una pluralidad de tornillos de tapa 136 y resortes de Belleville 138 montados en el tornillo de tapa 136 entre el anillo de bloqueo 134 y el anillo de sujeción 132. Los tornillos de tapa 136 se extienden a través del anillo de retención 130, el anillo de sujeción 132, los resorte de Belleville 138 y están roscados en los anillos de bloqueo 134. La interfaz 106 del retenedor 74 está rebajada en 140 para proporcionar un fulcro anular 142 en la interfaz en un diámetro exterior que es menor que el diámetro exterior de la interfaz de la placa frontal 76. El anillo de retención 130 tiene una brida que se extiende hacia dentro con un reborde 144 que se aplica a la porción 146 de la placa frontal 76 que se extiende más allá del fulcro 142. El anillo de sujeción 132 tiene una brida que se extiende hacia dentro con un reborde 148 que se aplica a una placa frontal 150 sobre el retenedor 74. Por lo tanto, cuando los tornillos de tapa 136 están apretados para dirigir la abrazadera 132 y el anillo retenedor 130 uno hacia el otro, se produce una fuerza que ejerce un efecto de voladizo sobre la placa frontal 76 alrededor del fulcro 142. Durante la acción de sujeción, los resortes de Belleville 138 se comprimen parcialmente y la placa frontal 76 se deforma por la fuerza de sujeción.

La placa frontal 72 está unida al retenedor 70 por un medio de sujeción 151 de una manera similar a la que se ha descrito con referencia a la placa frontal 76. Sin embargo, el fulcro 152 en la interfaz 102 del retenedor 70 está situado más cerca del diámetro exterior de la placa frontal 72 que el fulcro 142 en el retenedor 74. Por lo tanto, la fuerza de sujeción sobre la placa frontal 72 no produce tanta deformación de la placa frontal alrededor del fulcro 152 como se produce en la placa frontal 76. Si se desea, los fulcros 142 y 152 pueden colocarse en los mismos lugares con respecto a sus placas frontales correspondientes.

Como se ha descrito previamente, el anillo de junta de estanqueidad 50 está montado para realizar un movimiento axial limitado con relación al árbol 34 y el conjunto de anillo de junta de estanqueidad 44. Además, el movimiento rotativo del conjunto de anillo de junta de estanqueidad 50 está limitado por la espiga antirrotacional 122 que se ajusta holgadamente en el pozo 124 en el soporte 74 del anillo de junta de estanqueidad. Una cara de junta de estanqueidad 154 en la placa frontal 76 está forzada hacia la cara de junta de estanqueidad enfrentada 156 en la placa frontal 72 por gravedad.

En el funcionamiento de la bomba accionada por el árbol 34, las superficies 158 y 160 del retenedor 174 del anillo de junta de estanqueidad son sometidas a la presión total en la cámara de alta presión 35. Es deseable proporcionar una barrera de presión entre la cámara de alta presión 35 y una región anular de baja presión 162 adyacente al manguito 82. El conjunto de anillo de junta de estanqueidad se utiliza como el medio de barrera de presión, pero permite una cantidad controlada de fuga de fluido a la región 162 desde la cámara de presión 35 a través de un espacio de sellado 164 provisto entre las superficies de junta de estanqueidad 154 y 156 enfrentadas en la placa de junta de estanqueidad 76 y 72, respectivamente.

Durante el funcionamiento, se mantiene una posición de balance o de equilibrio del conjunto 50 de anillo de junta de estanqueidad móvil axialmente de acuerdo con la presión en las caras opuestas del conjunto de anillo de junta de estanqueidad. El grosor del fluido en el espacio 164 y, en consecuencia, la cantidad de flujo de fuga a través del espacio 164 es determinado por la configuración del espacio 164.

Con el fin de obtener una autorregeneración de la posición relativa del conjunto de anillo de junta de estanqueidad 50 y el conjunto de guía 44 con una variación en el espacio de sellado 164, se proporciona un recorrido de flujo de fluido de grosor decreciente desde un borde de alta presión o extremidad 166 a una posición entre las extremidades enfrentadas a la junta de estanqueidad. Más específicamente, en la estructura que se ilustra, la trayectoria de flujo de fluido de grosor decreciente se extiende entre el borde exterior 166 y un círculo concéntrico intermedio situado en 168 en la cara de la junta de estanqueidad 154.

Como se muestra en la presente estructura, el grosor decreciente de la trayectoria del flujo se forma estrechando progresivamente la superficie 154 ligeramente alejada de la superficie enfrentada 156 de la placa frontal 72 entre el círculo 168 y el borde exterior 166 de la placa frontal 76. El ángulo entre las superficies 154 y 156 que se muestran en el dibujo está exagerado. Esta configuración o estructura se conoce como junta de estanqueidad de cara cónica. El funcionamiento de una junta de estanqueidad de este tipo se describe completamente en la patente norteamericana número 3.347.552, expedida el 17 de octubre de 1967 a Erling Frisch.

La junta de estanqueidad de parada actual se describe completamente en la patente norteamericana 8.356.972, expedida el 22 de enero de 2013 y transferida al cesionario de la presente invención. La junta de estanqueidad de parada, que se describe en esa patente, se ilustra en las figuras 5 - 7 y proporciona una junta de estanqueidad 170 adicional en la bomba 14 como un dispositivo de seguridad o parada de respaldo que se puede activar para evitar fugas excesivas a lo largo del árbol 34 entre el mismo y los conjuntos de juntas de estanqueidad 38, 40, 42 de la bomba en caso de una pérdida de refrigeración de la junta de estanqueidad. Como se muestra en la figura 5, la junta de estanqueidad de parada 170 está situada en una ranura mecanizada en la abertura anular en la inserción 110 de la junta de estanqueidad primaria número 1, 38. La junta de estanqueidad de parada se caracteriza por un anillo partido 172 que está diseñado (i) para rodear el árbol 34 con un espacio anular 174 entre ellos durante el funcionamiento normal y (ii) para contraerse contra el árbol 34 cuando el árbol reduce su velocidad o detiene la rotación significativamente después de una pérdida de refrigeración de la junta de estanqueidad. El anillo partido 172 es un miembro de anillo discontinuo de una sola pieza que está partido axialmente y los extremos enfrentados se mantienen en una relación separada por un espaciador 176 durante el funcionamiento normal de la bomba. En la figura 5, los extremos opuestos del anillo partido 172 están mecanizados en una configuración de lengüeta y ranura de manera que la lengüeta puede desplazarse en la ranura cuando los extremos del anillo partido se superponen. En otra realización, los extremos enfrentados pueden estar a tope o tener una junta de media caña ingleteada para que los extremos se solapen. El espaciador 176 se muestra en el espacio para evitar que los extremos enfrentados del anillo partido 172 se cierren sobre el árbol 34 para mantener el espacio anular 174 abierto para una fuga controlada durante la operación. De acuerdo con la realización que se ilustra en la figura 5, la junta de estanqueidad de parada es activada cuando la temperatura de la junta de estanqueidad aumenta como resultado de una pérdida de refrigeración y preferiblemente la rotación cuando el árbol de la bomba disminuye su velocidad o se detiene. El espaciador responde al aumento de temperatura (ya sea porque el árbol ha reducido su velocidad significativamente o ha dejado de rotar o por cualquier otra razón) para ser retirado de los extremos enfrentados del anillo partido 172. Esto hace que los extremos enfrentados del anillo partido se contraigan contra el árbol 34 cuando los extremos enfrentados del

anillo partido se aproximan, lo que bloquea la fuga de refrigeración a través del espacio anular de flujo 174. Preferiblemente, el anillo partido y el árbol (o manguito del árbol en el que se emplea un manguito sobre el árbol) están contruidos de materiales resistentes al gripado, de manera que si se actúa sobre un árbol rotativo no se crearán bolas de gripado que de otro modo servirían como una cuña para abrir un camino de fuga entre las superficies de sellado. Materiales como el acero inoxidable 17 - 4 tanto para el anillo partido como para el árbol han demostrado funcionar bien. Un anillo de junta de estanqueidad de polímero flexible 178 está situado preferiblemente alrededor del árbol 34 contra el anillo partido 172 entre el anillo partido y un anillo de asiento de retención sólido 180. El anillo de junta de estanqueidad de polímero flexible 178 es empujado contra el árbol por un aumento de presión en la carcasa cuando el anillo partido restringe la fuga de refrigeración a través del espacio anular 174, formando así una junta de estanqueidad hermética.

La figura 5 representa esquemáticamente una junta de estanqueidad de parada 170 del tipo que se ha descrito más arriba instalada en la bomba de refrigeración del reactor de la figura 4. La junta de estanqueidad de parada de la figura 5 está diseñado para activarse después de una pérdida de refrigeración de la junta de estanqueidad cuando el árbol 34 de la bomba disminuye su velocidad o no está rotando. La junta de estanqueidad de parada está situada dentro de la carcasa de la bomba, rodeando el árbol 34. En el caso del tipo de la bomba de refrigeración del reactor que se ilustra en las figuras 2 - 4, la inserción número 1 de la junta de estanqueidad se puede modificar para acomodar la junta de estanqueidad de parada mecanizando una porción del diámetro interior en la brida superior. Hasta que se encuentre activada, la junta de estanqueidad de parada 170 está sustancialmente contenida completamente dentro del espacio que una vez ocupaba la inserción número 1 antes de la modificación, sin alterar sustancialmente el espacio anular 174 entre la misma y el árbol 34. De esta manera, el flujo de refrigerante a través del espacio anular 174 a lo largo del árbol 34 no es impedido sustancialmente durante el funcionamiento normal del equipo rotativo.

La figura 5 muestra una junta de estanqueidad de parada 170 compuesta por un separador retráctil 176 que mantiene abiertos los extremos enfrentados del anillo partido 172. El espaciador retráctil 172 es activado por un dispositivo mecánico térmicamente sensible 184, tal como el pistón 186 que se describe en la presente memoria descriptiva a continuación con respecto a la figura 6. Cuando el espaciador 176 se retrae de los extremos del anillo partido 172, el anillo partido 172 se cierra repentinamente, contrayéndose alrededor del árbol 34, aunque también queda retenido en la inserción de junta de estanqueidad número 110 modificada número 1. El anillo partido 172 se asienta sobre un resorte ondulado 182 que fuerza el anillo partido 172 contra la junta de estanqueidad 178 que empuja contra el anillo de retención 180. La caída de presión causada por la interrupción del flujo a través del espacio anular 174 también fuerza la división 172 y el anillo de junta de estanqueidad 178 hacia arriba, asegurando un sellado hermético entre todas las superficies de sellado. El anillo partido 172 se asienta en un resorte ondulado 182 que fuerza el anillo partido 172 contra el anillo de junta de estanqueidad primario 178 para asegurar un contacto de sellado inicial de manera que la caída de presión a través del espacio anular partido 172 también actúa sobre el anillo de junta de estanqueidad primario 178.

Las figuras 6 y 7 representan el espaciador 176 y el conjunto de actuador 184 antes de un evento de actuación. El actuador 184 como se muestra en las figuras 6 y 7 está compuesto por un pistón encamisado 186 para restringir un espaciador cargado por resorte 176. Dentro de la camisa hay una cera 188 que cambia de fase a la temperatura de activación deseada, por ejemplo, 138°C para bombas de refrigeración de reactor, como se explica adicionalmente en la presente memoria descriptiva y a continuación. Este cambio de fase da como resultado un aumento sustancial en el volumen de la cera 188. Por ejemplo, una cera tal como el octacosano aumentará aproximadamente un 17% en volumen. Cuando la cera 188 cambia de fase y se expande, empuja una cabeza de pistón 190 alejándola del árbol 34 de la bomba. Cuando la cabeza del pistón 190 se mueve, las bolas 192, que antes se mantenían en su lugar por el pistón 190, se apartarán del camino y permitirán que se expanda un resorte comprimido 194 que empuja hacia atrás la biela 196 que está conectado al espaciador 176. A medida que el resorte 194 se expande, empuja la biela que tira del espaciador 176 con él, retrayendo de esta manera el espaciador 176 entre los extremos del anillo partido.

Por lo tanto, la activación térmica se logra de la siguiente manera: A medida que la temperatura aumenta, la cera 188 cambia de estado y se expande. Se usan dos juntas de estanqueidad anulares 198 de HNBR (caucho de butadieno nitrilo hidrogenado) para contener la cera con la junta de estanqueidad tórica superior que proporciona una interfaz deslizante para la leva 190. La expansión de la cera traslada la leva 190 permitiendo que los cojinetes de bolas en la pista 192 se desapliquen de la biela 196 desde la carcasa 200. Con los cojinetes de bolas desaplicados, el resorte de compresión 194 traslada la biela 196 hacia arriba junto con el espaciador 176 liberando de esta manera el anillo de pistón y activando la junta de estanqueidad de parada.

Actuador de la junta de estanqueidad de parada de la bomba mejorado

La figura 8 muestra un actuador de retracción térmica mejorado. Como se ha descrito más arriba, la traslación del espaciador 176 permite el cierre de un anillo de pistón que permite la activación de la junta de estanqueidad de parada. Cuando la temperatura aumenta y alcanza el punto de transición de fase de la cera 188, el volumen de la cera puede aumentar hasta aproximadamente el 17%. Si el volumen se mantiene constante, la presión de la cera aumentará y puede superar los 68.947,6 kPa. El pistón 196 tiene un diámetro mayor D_1 y un diámetro menor D_2 con áreas

de secciones transversales correspondientes A_1 y A_2 . A medida que aumenta la presión (P), una fuerza de traslación (F) es aplicada al pistón 196 que es igual al producto de la presión de la cera por la diferencia en las áreas de la sección transversal, es decir., $F = P \times (A_1 - A_2)$. Con una disposición que se muestra en la figura 8, una fuerza de pistón típica puede estar en el rango de 22,7 - 45,4 kg mientras se logra un desplazamiento del pistón adecuado para retirar el espaciador 176 del anillo partido. Este es un aumento significativo sobre la fuerza aproximada de 6,8 kg disponible del resorte de compresión 194 que se muestra en la figura 7. Las juntas de estanqueidad de copa 204 y 206 proporcionan un límite de presión para la contención de la cera 188. Pueden construirse a partir de PEEK (polieteretercetona) y tienen suficiente resistencia para contener la cera 188 a alta presión y son químicamente compatibles tanto con la cera como con el refrigerante circundante del reactor. Las juntas de estanqueidad tóricas 208, 210 y 212 están producidas de EPDM (caucho de clase M de etileno propileno dieno) o HNBR que son compatibles con el refrigerante del reactor. En el caso de que la junta de estanqueidad PEEK falle durante la activación, la junta de estanqueidad de EPDM o de HNBR puede actuar como un límite de presión redundante. La junta de estanqueidad de EPDM puede resistir la exposición a la cera a corto plazo. La tapa 214 distal se desliza libremente dentro de la carcasa 216 y se fija en su lugar con múltiples espigas de cizallamiento 218. En el caso de que el pistón 196 se desplace completamente y la presión de la cera continúe subiendo, las espigas 218 cizallan para liberar la tapa 214 permitiendo que la junta de estanqueidad 206 se desacople de la carcasa 216, liberando así el exceso de volumen de cera y reduciendo la presión a un estado seguro.

Puesto que todo el conjunto de retracción 202 puede ser sometido a una presión superior a la atmosférica, varias aberturas radiales 220 están orientadas alrededor de la brida superior del pistón 196. Sin las aberturas radiales 220, es posible que la cabeza del pistón 196 se pudiese obtener contra la tapa emparejada 214. La presión externa (sin que hayan presentes aberturas radiales) podría inducir una fuerza axial indeseable sobre el pistón 196.

Aunque puede no ser necesario, el manguito 222 se coloca sobre el diámetro expuesto del pistón 196 para mantener el pistón libre de contaminantes que pueden estar presentes en el entorno circundante. El manguito puede estar construido de polipropileno que puede fundirse cuando se alcanza la temperatura de activación. Alternativamente, se puede colocar una pequeña escobilla en el extremo de la carcasa 216 para retirar restos no deseados durante el traslado del pistón.

La figura 9 muestra una realización alternativa de la invención con una configuración diferente. La tapa alternativa 214 está asegurada en una carcasa alternativa con un anillo de retención en espiral 224. El resorte 226 proporciona una pequeña fuerza para mantener el pistón 196 en la posición extendida antes del accionamiento.

La carcasa 216 contiene al menos dos cavidades 228 en las que el grosor de la pared de la cámara que contiene la cera se reduce al grosor T1. En el caso de que el pistón 196 recorra una carrera completa y la presión de la cera 188 continúe aumentando, la pared de la carcasa puede abombarse en las cavidades 228 liberando así el exceso de volumen de cera y reduciendo la presión a un estado seguro. La sección A - A de la figura 9 se muestra en la figura 10 e ilustra una sección transversal de la carcasa 216 en la posición de las cavidades 228. La pared más delgada (T1) puede abombarse cuando la presión de la cera se hace excesiva. La pared más pesada (T2) ayuda a mantener la integridad estructural de la carcasa 216.

Otra configuración es tener una carcasa en la que la sección de pared delgada (T1) sea continua en 360°. Puesto que el actuador habrá realizado su función en el momento en el que la presión de cera puede llegar a ser excesiva, la integridad estructural de una sección más gruesa (T2) no es necesaria.

La figura 11 muestra una sección transversal del actuador retráctil alternativo aplicado a la inserción de la junta de estanqueidad de parada primaria.

Aunque la realización anterior tiene un resorte para evitar el movimiento inadvertido del pistón, es muy deseable proporcionar un mecanismo más robusto ya que la actuación inadvertida sería extremadamente costosa debido a la parada de la planta de energía. La figura 12 ilustra un mecanismo robusto de este tipo.

La figura 12 muestra una tercera realización del actuador retráctil que se utiliza en la junta de estanqueidad de parada. Los caracteres de referencia similares se utilizan entre las diversas figuras para designar los componentes correspondientes. La activación térmica se consigue cuando la temperatura aumenta provocando que la cera 188 cambie de estado y se expanda, lo que eleva la presión, como se ha explicado más arriba. A medida que aumenta la presión de la cera, se aplica una fuerza de traslación al pistón 196 igual al producto de la presión de la cera por la diferencia en las áreas de sección transversal del pistón. Sin la espiga 232 en su lugar, el pistón 196 traslada el espaciador 172 hacia la carcasa 200. La retirada del espaciador 176 permite el cierre de un anillo de pistón partido 172 que permite el funcionamiento de la junta de estanqueidad de parada del árbol de la bomba de refrigeración del reactor.

Una fuerza de pistón típica puede estar en el rango de 22,7 a 45,4 kg mientras se logra una carrera del pistón adecuada para retirar el espaciador 176 del anillo partido 172. La junta de estanqueidad tórica 204 y la junta de estanqueidad de copa 206 proporcionan un límite de presión para la contención de la cera 188. Las juntas de estanquei-

dad tóricas 210 y 212 actúan como un límite de presión redundante para la cera y proporcionan aislamiento para impedir que el fluido circundante entre en la cámara de cera. Una escobilla 208 junto con la junta de estanqueidad de copa 206 son semirrígidas y actúan como casquillos duales manteniendo el pistón 196 centrado dentro de la carcasa 200. La función principal de la escobilla 208 es evitar que material extraño entre en la carcasa 200. La escobilla también es una junta de estanqueidad para minimizar que el fluido circundante entre en la nueva junta de estanqueidad tórica 204.

En una realización, con el fin de impedir que el pistón 196 se traslade antes de la activación térmica, la tapa 230 encapsulada en el pistón 196 es lo suficientemente rígida para mantener la espiga metálica 232 en su sitio. Como se puede ver en la figura 12, la tapa 230 tiene una pared delgada en la posición 234 que proporciona un límite flexible que permite un ligero ajuste de presión entre el diámetro exterior de la espiga 232 y el diámetro interior de un rebaje 236 en el pistón 196. El ajuste a presión minimiza cualquier movimiento entre el pistón 196 y la espiga 232. El material preferido para la tapa 230 es un polímero tal como polietileno. Es flexible, lo que hace que se ajuste bien a presión a la vez que tiene una temperatura de fusión muy cercana a la temperatura de cambio de fase de la cera. El polietileno también es compatible con el entorno circundante de la bomba de refrigeración del reactor. Para evitar el deslizamiento potencial, es importante que la tapa 230 esté encapsulada. Si se aplica una carga a la espiga 232 en la dirección de la tapa 230, sin que la tapa esté contenida por el pistón 196, la fuerza incrementada sobre la tapa 230 provocaría que la tapa se deslizase radialmente hacia afuera y / o se pandease. Tal como está configurado, con una carga creciente sobre la tapa 230, la tapa tendría que extrudirse a lo largo del límite delgado 234 para escapar. Debido a la naturaleza de los enlaces del polímero, la extrusión a través del pequeño espacio entre la espiga 232 y el pistón 196 es extremadamente difícil hasta que se obtenga una temperatura más alta. La fuerza de retención de la combinación espiga / tapa puede exceder fácilmente los 45,4 kg antes de la activación.

Durante la activación térmica, por encima de la temperatura de funcionamiento normal, la tapa 230 se ablanda antes de que la cera comience a cambiar de estado. A medida que la temperatura aumenta aún más, la tapa puede alcanzar la temperatura de fusión ya sea antes o a medida que el pistón comience a moverse. Cuando la tapa 230 se funde, el material de la tapa se vuelve viscoso y fluye libremente alrededor de la espiga 232 y posteriormente permite la traslación de la espiga 232 dentro del rebaje de pistón 236 de manera que el pistón puede activar libremente la junta de estanqueidad de parada.

La figura 13 muestra una realización alternativa para evitar que el pistón 196 se traslade antes de la activación térmica. Para evitar que el pistón 196 se mueva antes del accionamiento, la espiga 232 está fijada de manera deslizante dentro del orificio 236. Las hojas 244 entre las ranuras 238 en la espiga 232 están inclinadas elásticamente hacia fuera en la dirección radial (tal como un resorte de lámina) para mantener el diámetro exterior de la espiga 232 en íntimo contacto con el diámetro interior del alma del pistón 196 en la interfaz 240. Unas proyecciones de espiga de cizallamiento 242, que se extienden radialmente hacia fuera desde la espiga 232 evitan que la espiga funcione hasta que el pistón 196 ejerza una fuerza suficiente para cizallar o romper las proyecciones 242, permitiendo de ese modo el desplazamiento total del pistón 196.

De esta manera, este actuador mejorado tiene un diseño simplificado de retracción térmica que tiene una mayor fuerza de salida y menos componentes que el diseño anterior que se ha descrito más arriba. El diseño anterior del actuador utiliza juntas de estanqueidad tóricas de HNBR con una vida útil que puede ser inferior a los doce años de funcionamiento deseados. La disposición de la junta de estanqueidad en el diseño preferido utiliza anillos tóricos de EPDM y juntas de estanqueidad PEEK de larga vida útil para proporcionar límites separados y redundantes para los componentes del actuador de retracción térmica.

Aunque las realizaciones específicas de la invención se han descrito en detalle, los expertos en la materia apreciarán que podrían desarrollarse diversas modificaciones y alternativas a esos detalles a la luz de las enseñanzas generales de la divulgación. De acuerdo con esto, las realizaciones particulares que se han descrito están destinadas a ser solo ilustrativas y no limitativas en cuanto al alcance de la invención que se proporciona en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un actuador (184) que comprende:
 - un cilindro (200) que tiene una dimensión axial;
 - un pistón (196) que es desplazable axialmente dentro del cilindro, teniendo el cilindro unos extremos superior e inferior que están sellado alrededor del pistón;
 - una biela del pistón (196) que se extiende en un extremo inferior del pistón y que tiene un extremo conectable a un operador (176);
 - una cavidad que ocupa un espacio dentro del cilindro (200) entre los extremos superior e inferior, desplazándose el pistón (196) a través de dicho espacio, una dimensión axial del pistón que se extiende a través del espacio dentro de la cavidad cuando el pistón se encuentra en una primera posición de su recorrido, teniendo la dimensión axial del pistón al menos dos diámetros separados, conduciendo el mayor de los diámetros a un menor de los diámetros en una dirección de desplazamiento del pistón para mover el pistón a una segunda posición, ocupando los dos diámetros al menos una porción del espacio cuando el pistón se encuentra en la primera posición;
 - un material (188) que ocupa al menos una porción del espacio dentro de la cavidad, expandiéndose el material al aumentar la temperatura para ejercer una fuerza sobre el pistón (196) que hace que el pistón se mueva a la segunda posición cuando la temperatura del material se eleva por encima de una temperatura preseleccionada; y

caracterizado por:

 - un cierre de seguridad configurado para evitar que el pistón (196) se mueva desde la primera posición a la segunda posición cuando el material (188) está sustancialmente por debajo de la temperatura preseleccionada y libere el pistón para moverse en una dirección hacia la segunda posición cuando la temperatura del material se eleva aproximadamente por encima de la temperatura preseleccionada.
2. El actuador (184) de la reivindicación 1, en el que el cierre está activado y configurado térmicamente para desbloquear pasivamente el pistón (196) cuando el fluido se encuentra por encima de la temperatura preseleccionada.
3. El actuador (184) de la reivindicación 2, en el que el cierre de seguridad activado térmicamente comprende una espiga (232) que está suspendida desde un extremo del cilindro (200) y se extiende en una dirección en la que el pistón (196) se mueve hacia la segunda posición, extendiéndose la espiga parcialmente dentro de un rebaje (236) en un extremo del pistón, estando un resto sustancial del rebaje sustancialmente lleno con un material activado térmicamente (230), en el que el material activado térmicamente tiene una viscosidad a temperaturas inferiores a la temperatura preseleccionada que impide que el material activado térmicamente fluya a lo largo de un lado (234) de la espiga y salga del rebaje y a temperaturas sustancialmente en o superiores a la temperatura preseleccionada, el material activado térmicamente tiene una viscosidad reducida que le permite fluir a lo largo del lado de la espiga y salir del rebaje, lo que permite que el pistón se mueva en una dirección hacia la segunda posición.
4. El actuador (184) de la reivindicación 1, en el que la fuerza es ejercida sobre un área alrededor de una circunferencia del pistón (196) en la que se extiende al menos una parte de los al menos dos diámetros separados del pistón.
5. El actuador (184) de la reivindicación 1 que incluye un resorte (226) soportado dentro del cilindro (216) y configurado para forzar al pistón (196) a la primera posición.
6. El actuador (184) de la reivindicación 1, en el que al menos una porción de una pared de la cavidad tiene un grosor reducido (T1) que se abombará hacia fuera cuando la presión dentro de la cavidad exceda a un valor de diseño para reducir la presión dentro de la cavidad a un nivel seguro.
7. El actuador (184) de la reivindicación 2, en el que el cierre de seguridad comprende una espiga de cizallamiento (242) que está configurada para formar una obstrucción que impide que el pistón (196) se mueva sustancialmente hacia la segunda posición cuando el material (230) se encuentra sustancialmente por debajo de la temperatura preseleccionada y cuando la fuerza sobre el pistón es lo suficientemente grande como para mover el pistón en una dirección hacia la segunda posición, la espiga de cizallamiento se rompe o se deforma de otra manera para retirar la obstrucción.

8. El actuador de la reivindicación 7, en el que el cierre de seguridad comprende una espiga (232) que está suspendida desde un extremo del cilindro (200), en una dirección en la que el pistón (196) se mueve hacia la segunda posición, sustancialmente por debajo de la temperatura preseleccionada, la espiga se extiende parcialmente dentro de un rebaje (236) en un extremo del pistón, siendo sustancialmente accesible un resto sustancial del rebaje para acomodar la carrera del pistón, teniendo la espiga proyecciones (242) en forma de una o más espigas de cizallamiento o anillos que evitan que la espiga se mueva sustancialmente al interior del resto sustancial del rebaje cuando el material (188) está sustancialmente por debajo de la temperatura preseleccionada, en el que las espigas están configuradas para romperse o deformarse de otro modo para permitir el desplazamiento del pistón en el resto sustancial del rebaje cuando la fuerza el pistón es lo suficientemente grande como para mover el pistón en una dirección hacia la segunda posición.
9. Una junta de estanqueidad de parada (170) para una bomba (14) que tiene una sección de impulsor que está conectada a un motor a través de un árbol (34) que está soportado rotativamente entre el motor y el impulsor con una carcasa de junta de estanqueidad (32) interpuesta alrededor del árbol entre el motor y la sección del impulsor, rodeando la carcasa de la junta a una porción axial del árbol rotativo, estando configurada la junta de estanqueidad de parada para estar soportada dentro de la carcasa de la junta para evitar que un fluido en un espacio anular (174) que rodea el árbol fugue más allá de la junta de estanqueidad de parada después de que la rotación del árbol haya disminuido su velocidad o se haya parado, comprendiendo la junta de estanqueidad de parada :
- un anillo partido contraible (172) configurado para rodear el árbol (34), teniendo el anillo partido extremos enfrentados y un diámetro interior que estará separado del árbol cuando se instala en la bomba y el árbol está rotando, definiendo el diámetro interior una porción del espacio anular (174);
- un operador (176) dispuesto entre los extremos enfrentados del anillo partido (172) para mantener el espacio anular entre los extremos enfrentados durante el funcionamiento normal del árbol (34), el operador es operable para ser retirado de entre los extremos enfrentados cuando el fluido se eleva por encima de una temperatura preseleccionada, de manera que el anillo partido se puede contraer para estrechar o sellar sustancialmente una porción del espacio anular (174);
- un actuador (184) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 para retirar el operador (176) de entre los extremos enfrentados del anillo partido (172) cuando el fluido se eleva por encima de la temperatura preseleccionada para que el anillo partido pueda contraerse para estrechar o sellar sustancialmente la porción del espacio anular (174).
10. Una bomba (14) que tiene una sección de impulsor que está conectada a un motor a través de un árbol (34) que está soportado rotativamente entre el motor y el impulsor, estando interpuesta una carcasa de junta de estanqueidad (32) alrededor del árbol entre el motor y la sección de impulsor, teniendo la carcasa de la junta una junta de estanqueidad de parada (170) de la reivindicación 9 para rodear el árbol rotativo y evitar que un fluido en un espacio anular (174) que rodea el árbol fugue más allá de la junta de estanqueidad de parada después de que la rotación del árbol haya disminuye su velocidad o se haya detenido.
11. La bomba (14) de la reivindicación 10 que incluye una primera junta de estanqueidad (204) soportada entre la cavidad y el pistón (196) en un extremo inferior de la cavidad y un segunda junta de estanqueidad (206) soportada entre la cavidad y el pistón en un extremo superior de la cavidad, siendo operables las juntas de estanqueidad primera y segunda para confinar sustancialmente el material en la cavidad.
12. La bomba (14) de la reivindicación 11, en la que un soporte (218) para la primera junta de estanqueidad (204) o un soporte para la segunda junta de estanqueidad (206) están diseñados para liberar una presión dentro de la cavidad cuando la presión excede un valor predeterminado.
13. La bomba (14) de la reivindicación 10, en la que el material (188) está en comunicación térmica con el fluido.
14. La bomba (14) de la reivindicación 10 que incluye:
- un anillo de retención generalmente rígido (180) que rodea y está separado a lo largo del árbol aguas arriba, en una dirección de flujo del fluido, desde el anillo partido (172), teniendo el anillo de retención un diámetro interior separado del árbol cuando el árbol está rotando, definiendo el diámetro interior una porción del espacio anular (174); y
- un anillo de polímero flexible (178) que rodea el árbol (34) y que se encuentra posicionado entre el anillo partido (172) y el anillo de retención (180), teniendo el anillo de polímero un diámetro interior separado del árbol cuando el árbol está rotando, definiendo el diámetro interior una porción del espacio anular (174), siendo forzado el anillo de polímero flexible hacia el árbol por una presión diferencial a través del anillo de polímero cuando el anillo partido se contrae y se mueve dentro del espacio anular hacia el árbol.

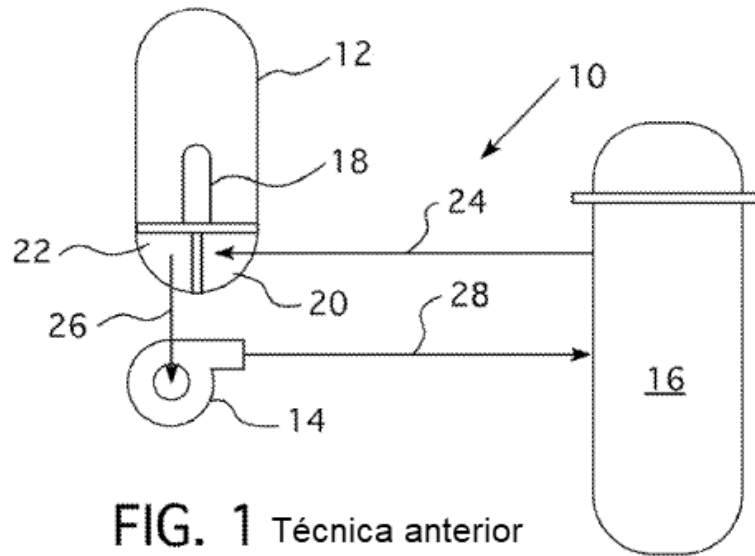


FIG. 1 Técnica anterior

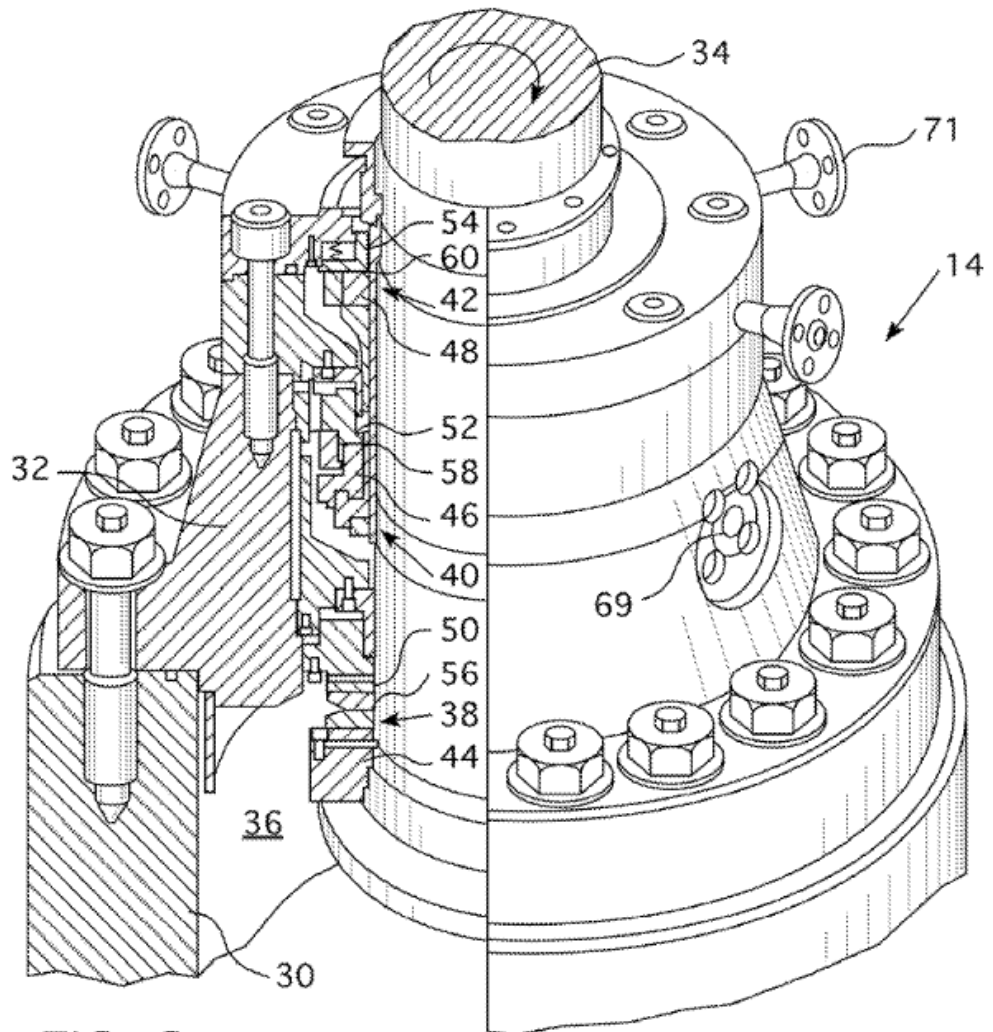


FIG. 2 Técnica anterior

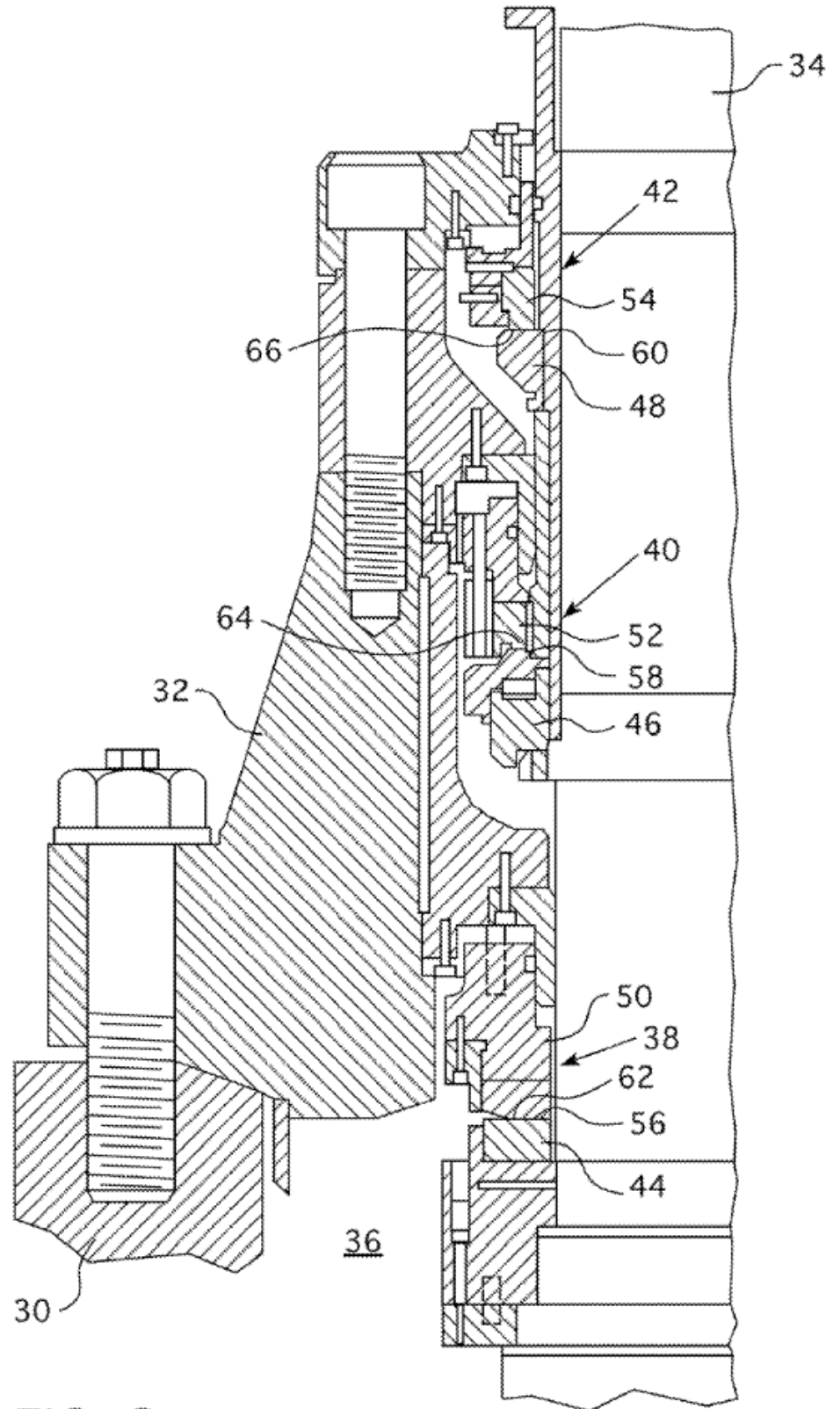


FIG. 3 Técnica anterior

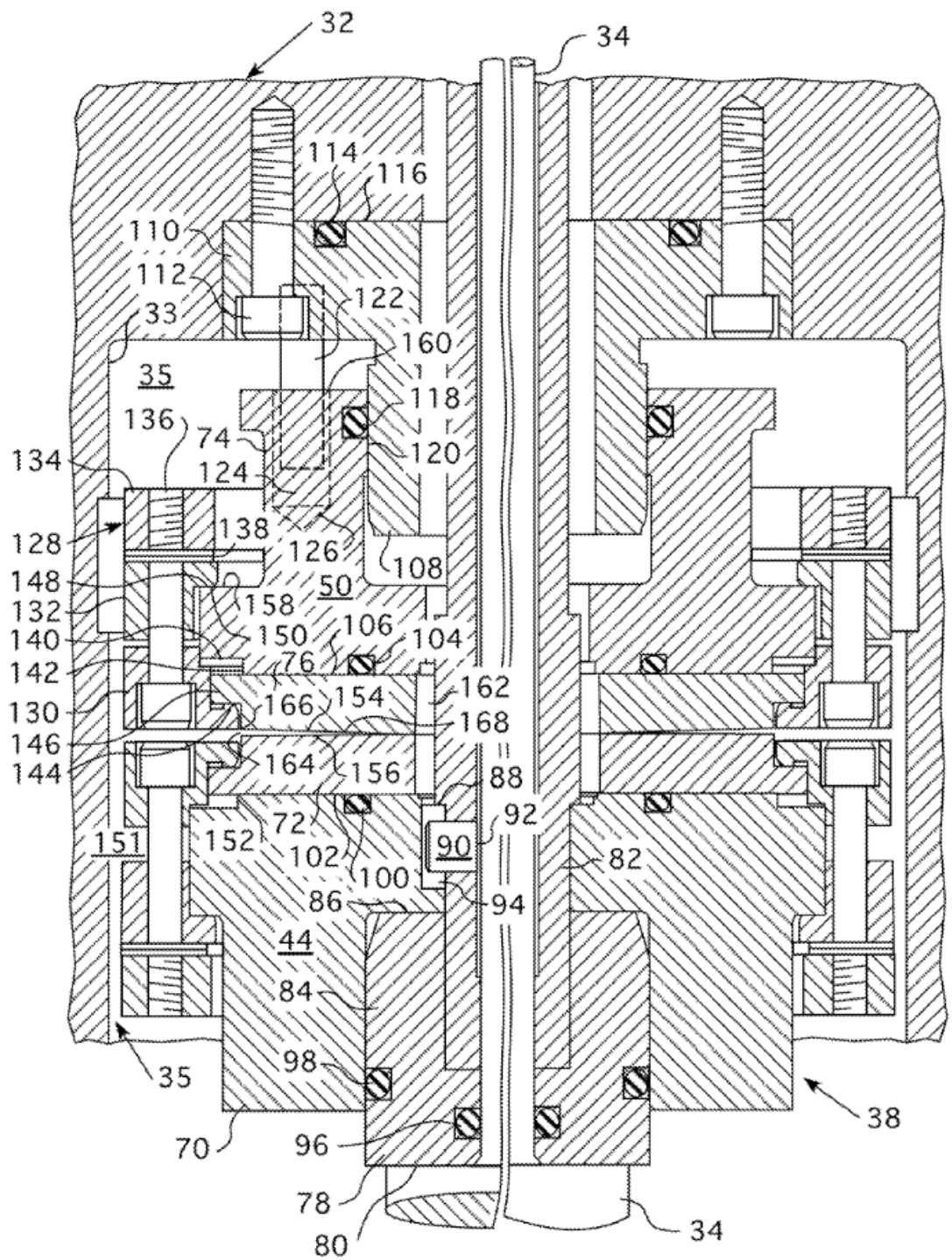


FIG. 4 Técnica anterior

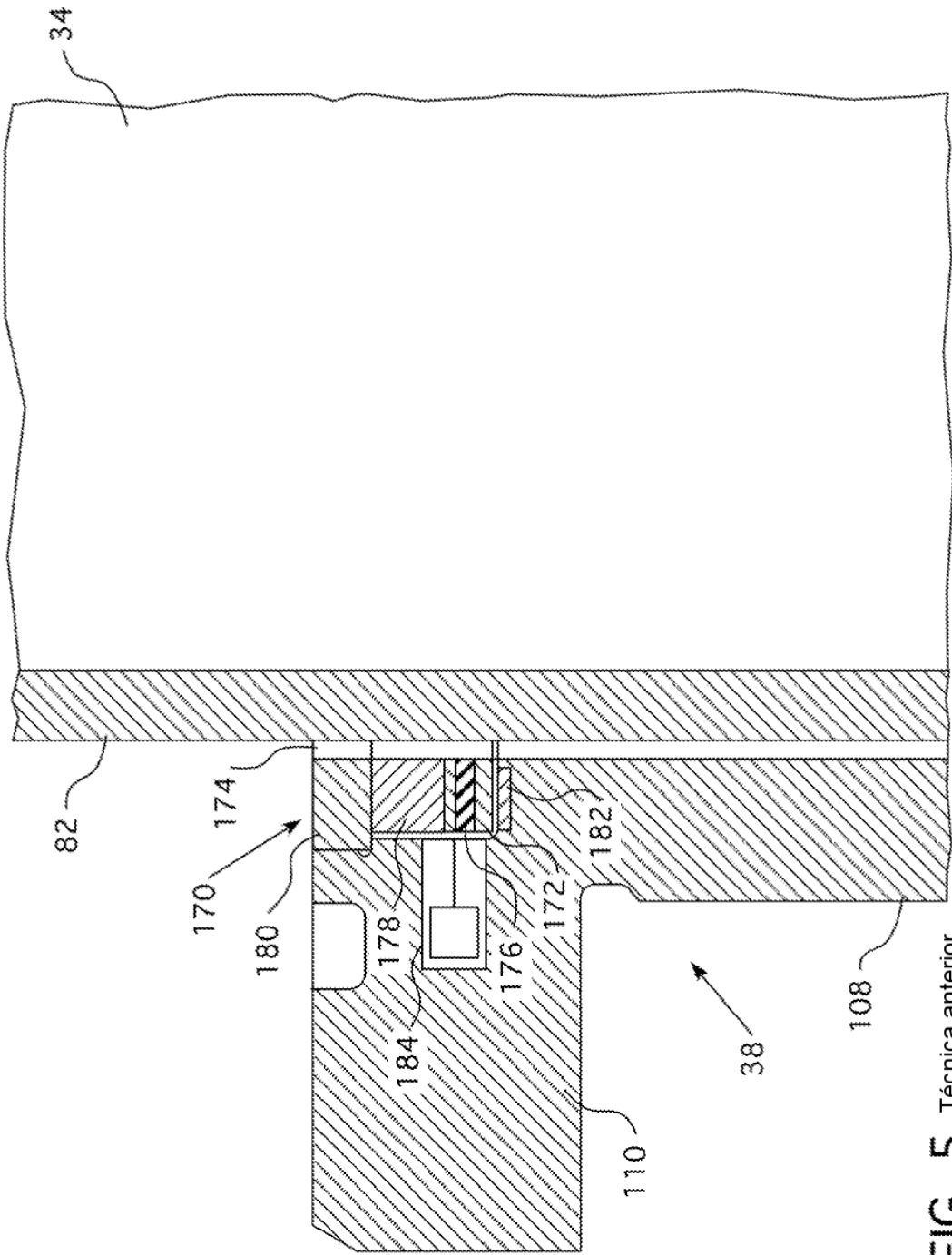


FIG. 5 Técnica anterior

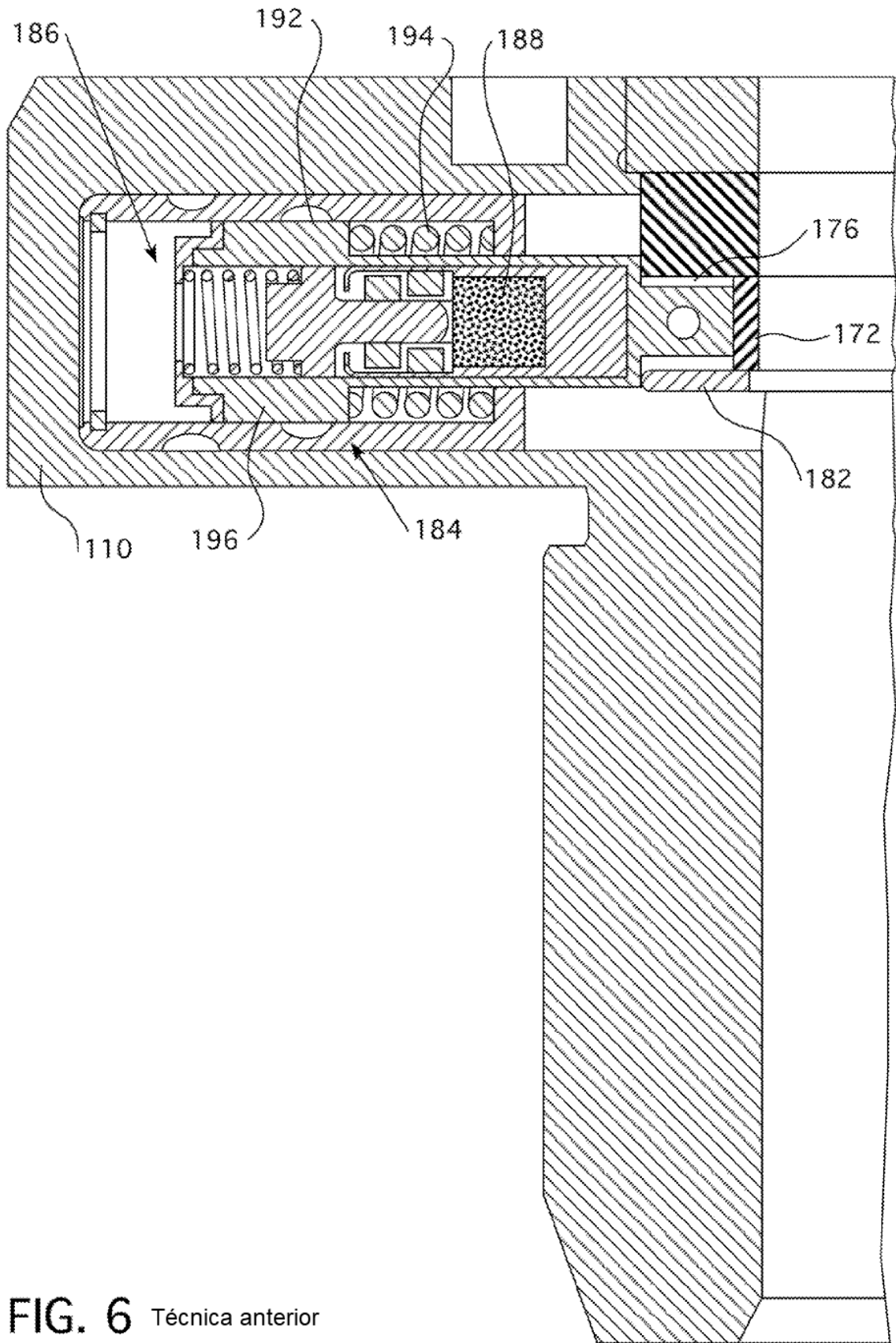


FIG. 6 Técnica anterior

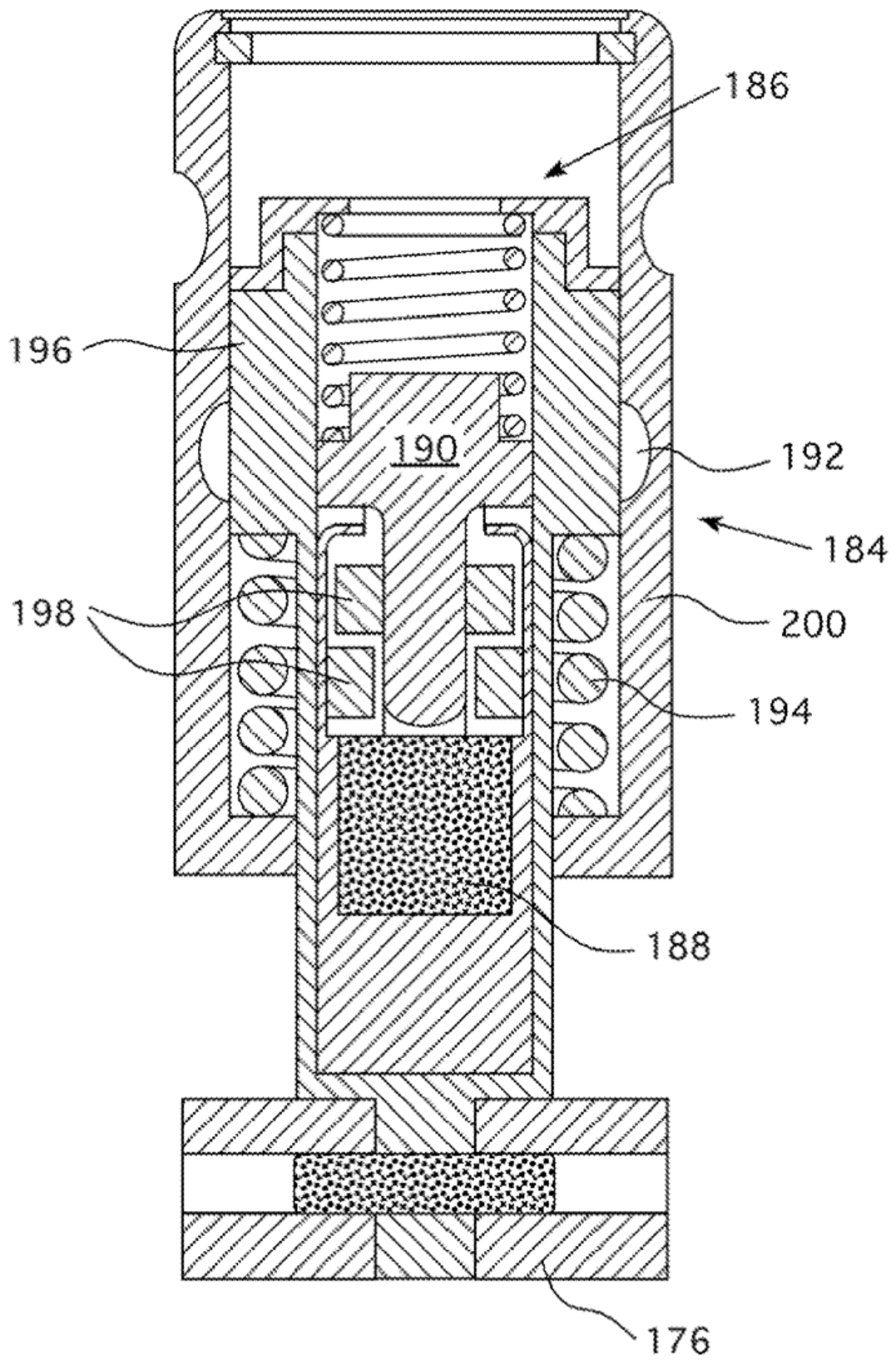


FIG. 7 Técnica anterior

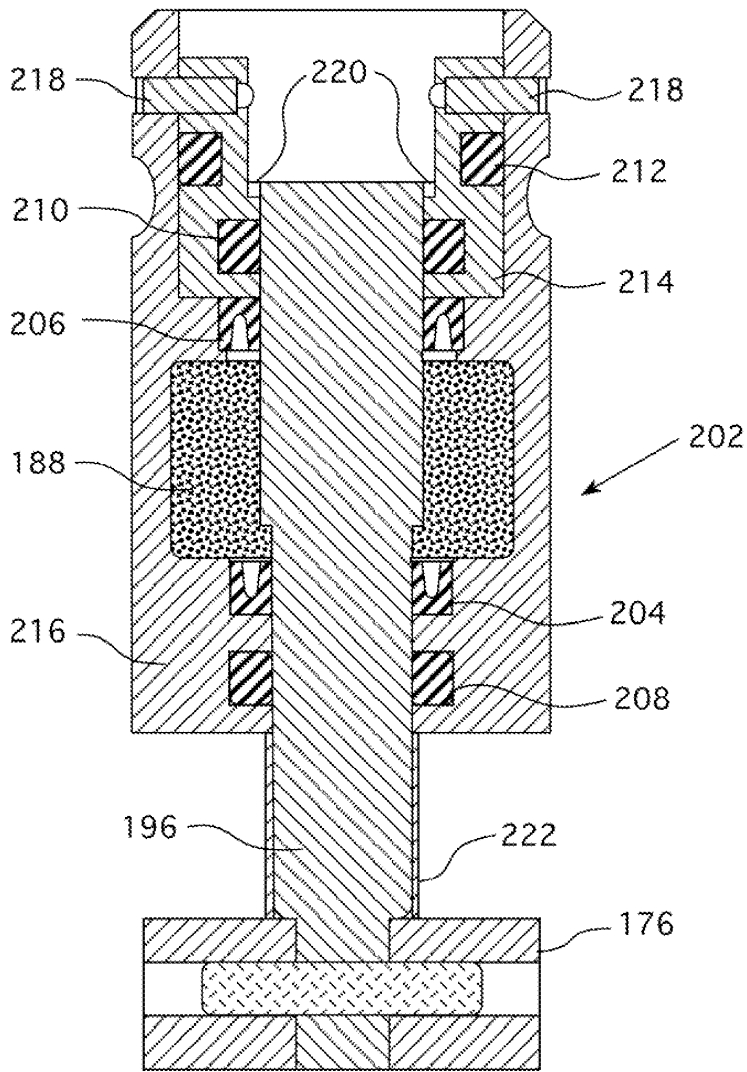


FIG. 8

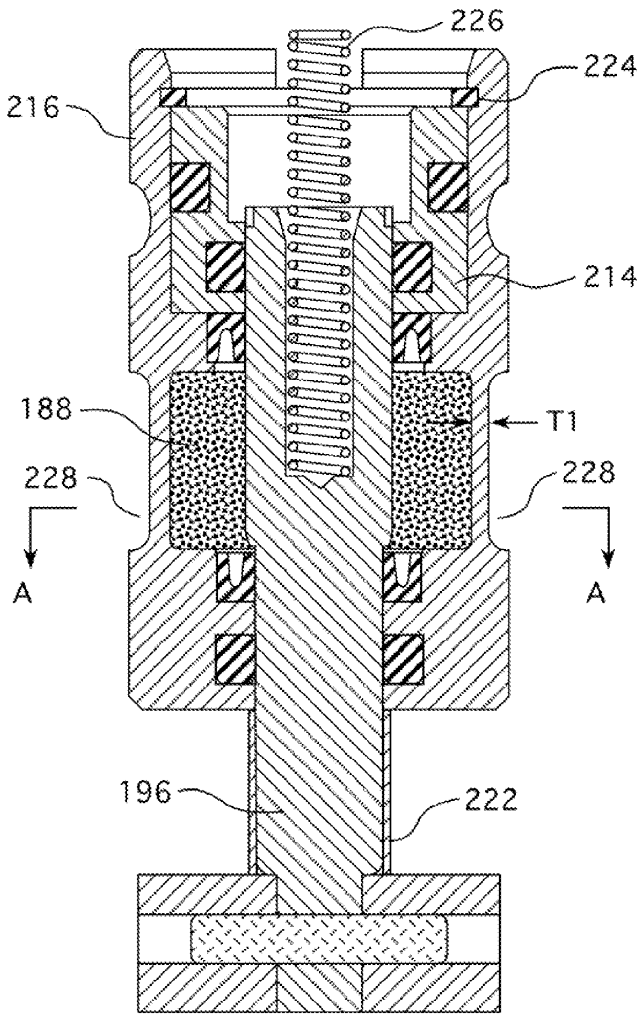


FIG. 9

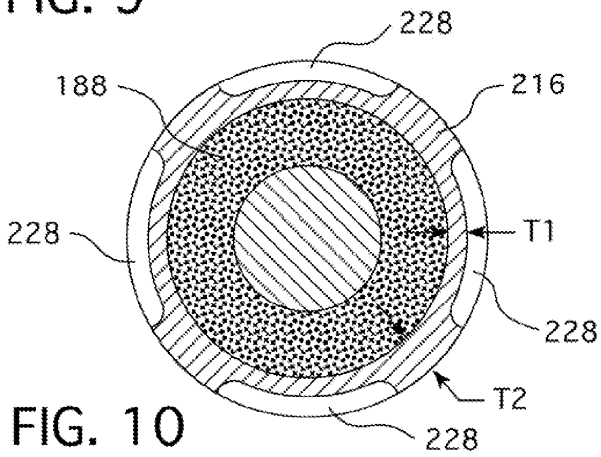


FIG. 10

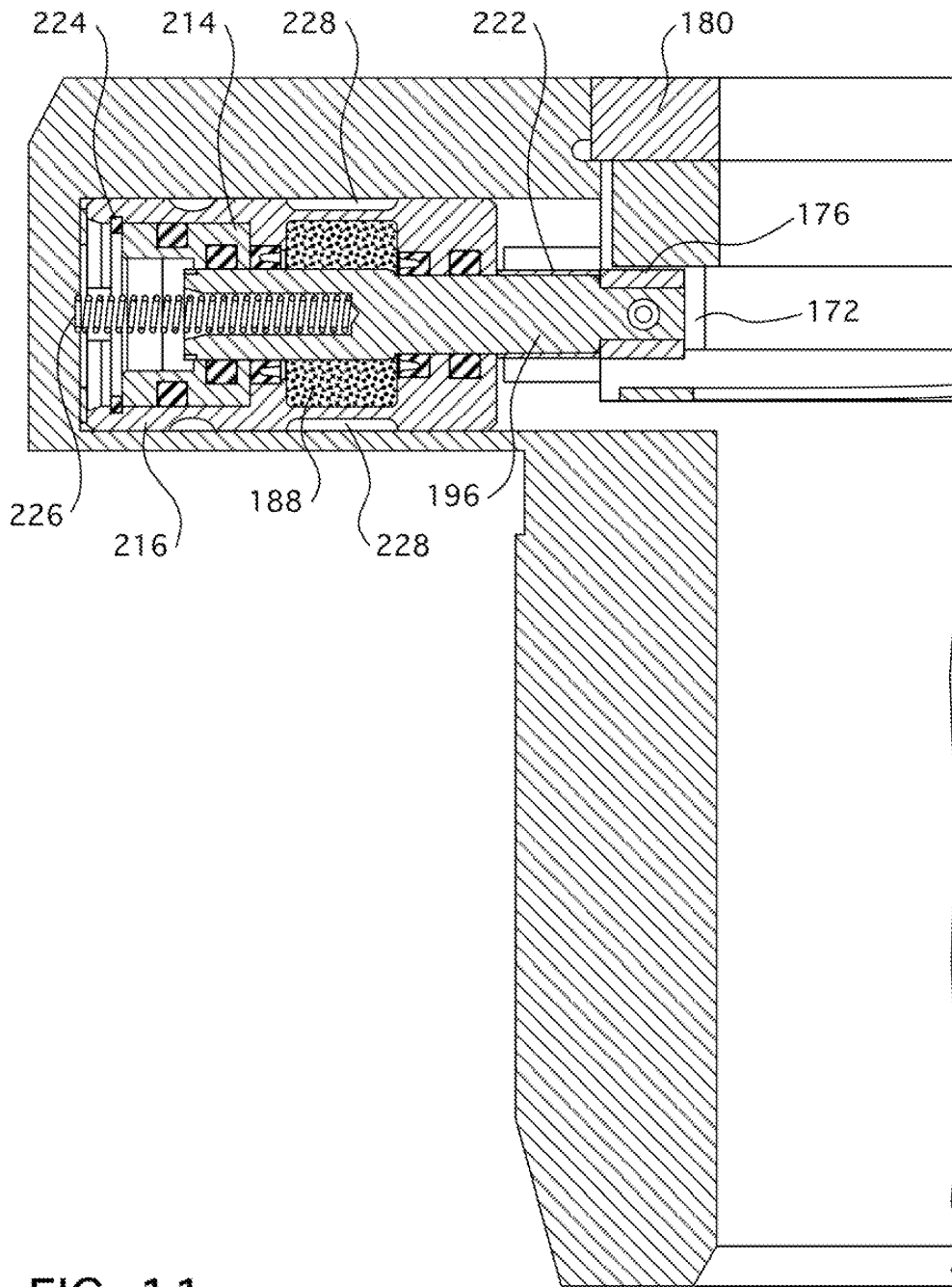


FIG. 11

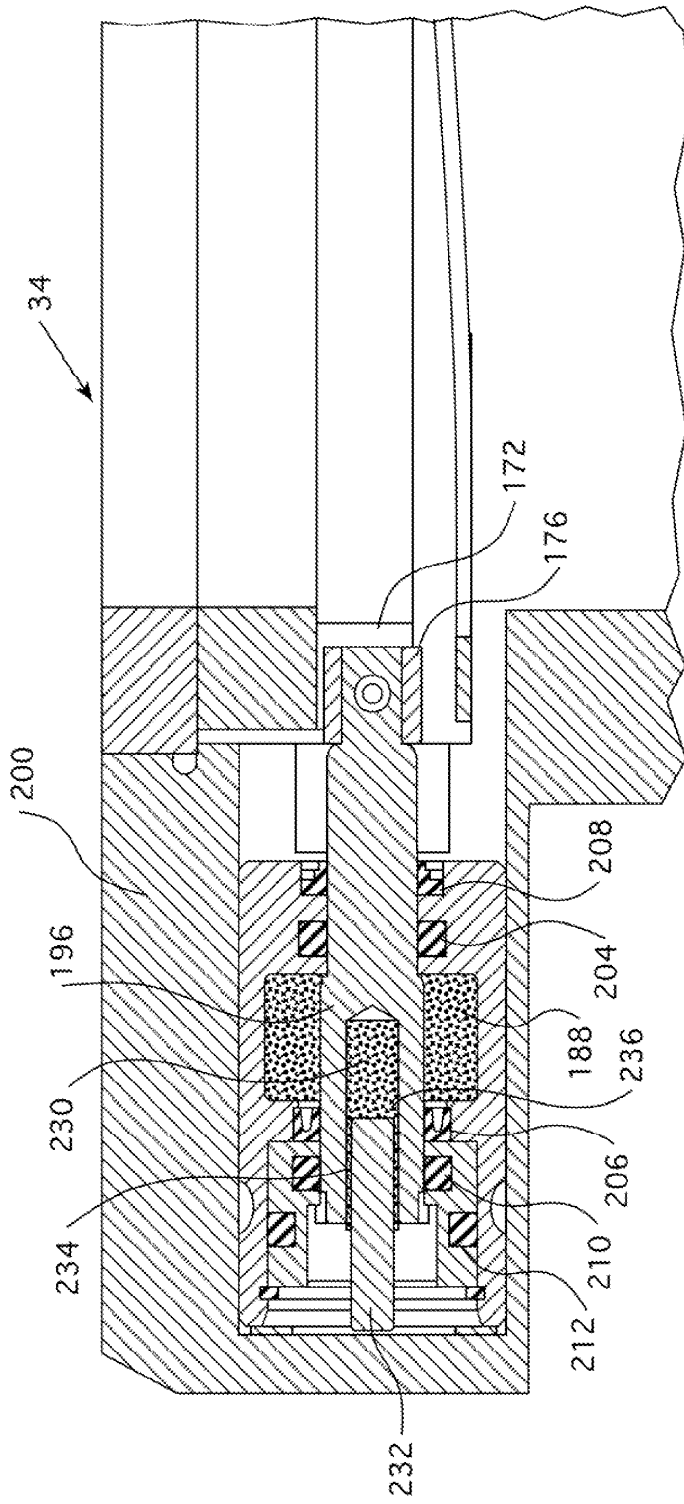


FIG. 12

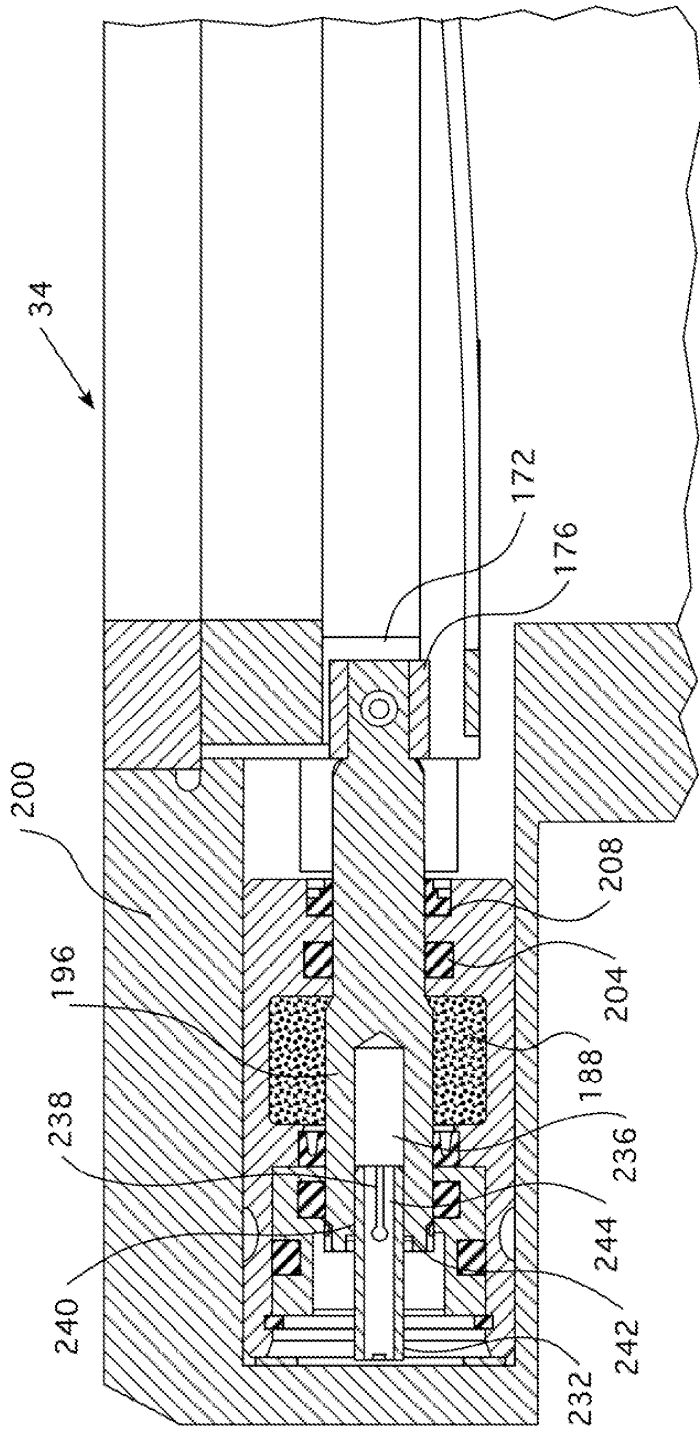


FIG. 13