

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 004 872**

51 Int. Cl.:

E21B 25/16 (2006.01)
E21B 25/04 (2006.01)
E21B 49/02 (2006.01)
E21B 34/08 (2006.01)
E21B 44/06 (2006.01)
E21B 47/017 (2012.01)
E21B 47/24 (2012.01)
E21B 25/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.10.2020** **PCT/US2020/055913**
87 Fecha y número de publicación internacional: **22.04.2021** **WO21076844**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2020** **E 20876135 (3)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2024** **EP 4045761**

54 Título: **Conjunto de cabezal de sacatestigos**

30 Prioridad:

17.10.2019 US 201962916585 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.03.2025

73 Titular/es:

VERACIO LTD. (100.00%)
2455 South 3600 West
Salt Lake City, UT 84119, US

72 Inventor/es:

DRENTH, CHRISTOPHER, L.;
LACHANCE, ANTHONY y
PRIMEVERT, VINCENT

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 3 004 872 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

Conjunto de cabezal de sacatestigos

5 Campo

La presente divulgación se refiere, en general, a aparatos de perforación y, más específicamente, a sistemas, dispositivos y métodos para recoger muestras de testigos.

10 Antecedentes

Los conjuntos de cabezal de sacatestigos pueden tener vías de paso y componentes mecánicos intrincados para su funcionamiento y manipulación en un entorno de fondo de pozo. Dichos conjuntos de cabezal de sacatestigos tienen un espacio limitado para integrar componentes adicionales. El documento WO 2016/054698 A1 divulga un conjunto de sacatestigos.

Sumario

Aquí se describe un conjunto de cabezal de sacatestigos que tiene un eje longitudinal. El conjunto de cabezal de sacatestigos puede comprender un cuerpo de tubo alargado que tiene una superficie exterior, una cavidad interior, un extremo proximal y un extremo distal. El cuerpo de tubo alargado puede definir una ranura helicoidal que se extiende desde la cavidad interior hasta la superficie exterior del cuerpo de tubo alargado. La ranura helicoidal puede estar configurada para permitir que el cuerpo de tubo alargado se extienda elásticamente desde una longitud neutra hasta una longitud alargada. La ranura helicoidal está configurada para permitir que el cuerpo de tubo alargado se comprima elásticamente desde la longitud neutra. El conjunto de cabezal de sacatestigos comprende, además, un cuerpo de válvula que está unido al cuerpo de tubo alargado y es móvil con respecto al extremo proximal del tubo alargado a lo largo del eje longitudinal, a medida que el cuerpo de tubo alargado se comprime, de una primera posición a una segunda posición.

El cuerpo de tubo alargado puede definir al menos una abertura que se extiende entre la cavidad interior y la superficie exterior. Cuando se encuentra en la segunda posición, el cuerpo de válvula provoca una mayor restricción al flujo a través de la al menos una abertura que cuando el cuerpo de válvula está en la primera posición.

El conjunto de cabezal de sacatestigos puede comprender, además, un compartimento de electrónica que tiene una superficie exterior. El cuerpo de válvula puede definir una cavidad interior. El compartimento de electrónica puede estar dispuesto dentro de la cavidad interior del cuerpo de válvula. El compartimento de electrónica puede estar unido al cuerpo de válvula de manera que la superficie interior de la cavidad interior del cuerpo de válvula y la superficie exterior del compartimento de electrónica definan un paso de fluido. Al menos uno de entre el cuerpo de válvula, el compartimento de electrónica, o una combinación de al menos una superficie interior del cuerpo de válvula y al menos una superficie exterior del compartimento de electrónica puede definir al menos una abertura para proporcionar comunicación de fluido entre el paso de fluido y el extremo distal del cuerpo de válvula.

Un sistema puede comprender una sarta de perforación que comprende una broca en un extremo distal, un conjunto de cabezal de sacatestigos, en donde el conjunto de cabezal de sacatestigos tiene un extremo distal, y un conjunto de tubo de sacatestigos unido al conjunto de cabezal de sacatestigos. El conjunto de tubo de sacatestigos puede comprender un sacatestigos que tiene un extremo distal y una carcasa elevadora de testigos en el extremo distal del sacatestigos. Cuando la broca está en una configuración de perforación, la broca está separada distalmente de la carcasa elevadora de testigos. Cuando la broca está en una configuración de rotura de testigos, la broca puede estar en contacto con la carcasa elevadora de testigos, y el tubo alargado puede alargarse con respecto a la longitud neutra.

Las realizaciones siguientes no están comprendidas en el tenor de las reivindicaciones, pero se consideran útiles para comprender la invención.

Un método puede comprender la retracción de la sarta de perforación hasta que la broca se encuentre en la configuración de rotura de testigos.

Un conjunto de cabezal de sacatestigos puede tener un eje longitudinal. El conjunto de cabezal de sacatestigos puede comprender un cuerpo de tubo alargado que tiene una superficie exterior, una cavidad interior, un extremo proximal y un extremo distal. El cuerpo de tubo alargado puede definir al menos una abertura que se extiende entre la cavidad interior y la superficie exterior y un cuerpo de válvula que es móvil con respecto al extremo proximal del tubo alargado a lo largo del eje longitudinal desde una primera posición a una segunda posición. Cuando se encuentra en la segunda posición, el cuerpo de válvula puede provocar una mayor restricción al flujo a través de la al menos una abertura que cuando el cuerpo de válvula está en la primera posición.

La al menos una abertura puede definir un área de flujo total de aproximadamente 1,93548 centímetros cuadrados (0,3 pulgadas cuadradas).

La al menos una abertura puede tener una dimensión de anchura a lo largo del eje longitudinal de aproximadamente 0,5588 cm (0,22 pulgadas).

- 5 El cuerpo de tubo alargado puede definir una ranura helicoidal que se extiende desde la cavidad interior hasta la superficie exterior del cuerpo de tubo alargado, en donde la ranura helicoidal está configurada para permitir que el cuerpo de tubo alargado se comprima elásticamente desde una longitud neutra.

El cuerpo de válvula puede fijarse al extremo distal del cuerpo de tubo alargado.

- 10 El conjunto de cabezal de sacatestigos puede comprender un compartimento de electrónica que tiene una superficie exterior. El compartimento de electrónica puede estar dispuesto dentro de la cavidad interior del cuerpo de válvula. El compartimento de electrónica puede estar unido al cuerpo de válvula de manera que la superficie interior de la cavidad interior del cuerpo de válvula y la superficie exterior del compartimento de electrónica definan un paso de fluido. Al menos uno de entre el cuerpo de válvula, el compartimento de electrónica, o una combinación de al menos una superficie interior del cuerpo de válvula y al menos una superficie exterior del compartimento de electrónica puede definir al menos una abertura para proporcionar comunicación de fluido entre el paso de fluido y el extremo distal del cuerpo de válvula.

- 20 Un método puede comprender el avance de una sarta de perforación que tiene un extremo distal. La sarta de perforación puede comprender al menos una varilla de perforación que define un calibre interior, una broca en el extremo distal de la sarta de perforación, y un conjunto de cabezal de sacatestigos. El conjunto de cabezal de sacatestigos puede tener un extremo distal y estar dispuesto dentro del calibre interior de al menos una varilla de perforación. En el extremo distal del conjunto de cabezal de sacatestigos se puede acoplar un tubo de sacatestigos. Se puede recibir una muestra de testigo en el tubo de sacatestigos hasta que el cuerpo de tubo alargado se comprima hasta una longitud en que el cuerpo de válvula está en la segunda posición.

El método puede comprender, además, retraer la sarta de perforación hasta que el cuerpo de tubo alargado se expanda hasta una tercera longitud que sea mayor que la longitud neutra.

- 30 Un conjunto de cabezal de sacatestigos puede comprender un cuerpo de válvula que tiene un extremo distal y un extremo proximal, en donde el cuerpo de válvula define una cavidad interior que tiene una superficie interior. Un compartimento de electrónica puede tener una superficie exterior. El compartimento de electrónica puede estar dispuesto dentro de la cavidad interior del cuerpo de válvula. El compartimento de electrónica puede estar unido al cuerpo de válvula de manera que la superficie interior de la cavidad interior del cuerpo de válvula y la superficie exterior del compartimento de electrónica definan un paso de fluido. Al menos uno de entre el cuerpo de válvula, el compartimento de electrónica, o una combinación de al menos una superficie interior del cuerpo de válvula y al menos una superficie exterior del compartimento de electrónica puede definir al menos una abertura para proporcionar comunicación de fluido entre la cavidad anular y el extremo distal del cuerpo de válvula.

- 40 El compartimento de electrónica puede alojar al menos uno de entre una batería o un instrumento electrónico de orientación.

- 45 El paso de fluido puede estar definido por la superficie interior de la cavidad interior del cuerpo de válvula y la superficie exterior del compartimento de electrónica es una cavidad anular.

El compartimento de electrónica puede definir al menos una abertura para proporcionar comunicación de fluido entre el paso de fluido y el extremo distal del cuerpo de válvula.

- 50 Una porción de la superficie exterior del compartimento de electrónica puede definir al menos una rosca macho a lo largo de una longitud roscada. La superficie interior del cuerpo de válvula puede definir al menos una rosca hembra correspondiente. El compartimento de electrónica puede acoplarse de forma roscada al cuerpo de válvula a través de al menos una rosca macho y la rosca hembra correspondiente. La al menos una abertura puede extenderse a través del compartimento de electrónica a lo largo de la longitud roscada.

- 55 La al menos una abertura puede comprender una pluralidad de aberturas separadas por unas bandas de extensión radial respectivas.

- 60 El cuerpo de válvula puede definir al menos una abertura para proporcionar comunicación de fluido entre el paso de fluido y el extremo distal del cuerpo de válvula.

La combinación de al menos una superficie interior del cuerpo de válvula y al menos una superficie exterior del compartimento de electrónica puede definir la al menos una abertura para proporcionar comunicación de fluido entre el paso de fluido y el extremo distal del cuerpo de válvula.

- 65 El conjunto de cabezal de sacatestigos puede comprender un único cojinete de empuje.

En algunas realizaciones, el conjunto de cabezal de sacatestigos no comprende un orificio de engrase.

Breve descripción de los dibujos

- 5 Estos y otros aspectos de la invención se volverán más evidentes en la descripción detallada, en que se hace referencia a los dibujos adjuntos, en donde:
- 10 La FIG. 1 es una vista lateral de un conjunto de perforación de acuerdo con realizaciones divulgadas en el presente documento.
- La FIG. 2 es una vista en sección transversal de un conjunto de tubo interior del conjunto de perforación como en la FIG. 1.
- 15 La FIG. 3 es una vista en perspectiva de un conjunto de cabezal de sacatestigos de acuerdo con realizaciones divulgadas en el presente documento.
- La FIG. 4 es una vista lateral del conjunto de cabezal de sacatestigos de la FIG. 3.
- 20 La FIG. 5 es una vista en sección transversal del conjunto de cabezal de sacatestigos de la FIG. 3.
- La FIG. 6 es una vista en sección en perspectiva de un cuerpo de válvula y un compartimiento electrónico del conjunto de cabezal de sacatestigos como en la FIG. 3.
- 25 La FIG. 7 es una vista en perspectiva de otro compartimiento de electrónica para su uso con el conjunto de cabezal de sacatestigos como en la FIG. 3.
- La FIG. 8 es una vista en perspectiva de un cuerpo de válvula y otro compartimiento de electrónica para su uso con el conjunto de cabezal de sacatestigos como en la FIG. 3.
- 30 La FIG. 9 es una vista en perspectiva de un cuerpo de tubo alargado del conjunto de cabezal de sacatestigos de la FIG. 3.
- La FIG. 10 es una vista en sección transversal del conjunto de cabezal de sacatestigos de la FIG. 3 cuando está en una configuración neutra.
- 35 La FIG. 11 es una vista en sección transversal del conjunto de cabezal de sacatestigos de la FIG. 3 cuando está en una configuración comprimida.
- La FIG. 12 es una vista en sección transversal del conjunto de cabezal de sacatestigos de la FIG. 3 cuando está en una configuración alargada.
- 40 La FIG. 13 es una vista en sección transversal parcial de un conjunto de cabezal de sacatestigos que tiene otro perfil de apertura.
- 45 La FIG. 14 es una vista en perspectiva del compartimiento de electrónica como en la FIG. 6.
- La FIG. 15 es una vista lateral de una porción superior del conjunto de cabezal como en la FIG. 3, detallando un mecanismo de pestillo.
- 50 La FIG. 16 es una vista en sección transversal de la porción superior del conjunto de cabezal como en la FIG. 15 con un cuerpo proximal en una primera posición.
- La FIG. 17 es una vista en sección transversal de la porción superior del conjunto de cabezal como en la FIG. 15 con un cuerpo proximal en una segunda posición.
- 55

Descripción detallada

60 La presente invención se puede entender más fácilmente haciendo referencia a la siguiente descripción detallada, ejemplos, dibujos y reivindicaciones, y su descripción previa y siguiente. Sin embargo, antes de que los presentes dispositivos, sistemas y/o métodos se divulguen y se describan, debe entenderse que la presente invención no está limitada a los dispositivos, sistemas y/o métodos particulares divulgados a menos que se especifique lo contrario, y, como tal, puede, evidentemente, variar. También debe entenderse que la terminología usada en el presente documento tiene el fin de describir únicamente aspectos particulares y no pretende ser limitante.

65 La siguiente descripción de la invención se proporciona como una enseñanza habilitadora de la invención en su mejor

realización actualmente conocida. Para este fin, los expertos en la técnica relevante reconocerán y apreciarán que se pueden hacer muchos cambios en los diversos aspectos de la invención descrita en el presente documento, sin dejar de obtener los resultados beneficiosos de la presente invención. También resultará evidente que algunos de los beneficios deseados de la presente invención se pueden obtener seleccionando algunas de las características de la presente invención sin utilizar otras características. En consecuencia, aquellos que trabajen en la técnica reconocerán que son posibles muchas modificaciones y adaptaciones a la presente invención e incluso pueden ser deseables en ciertas circunstancias y son parte de la presente invención. De este modo, la siguiente descripción se proporciona como ilustrativa de los principios de la presente invención y no como limitación de los mismos.

Como se usa en todo el documento, las formas singulares "un", "una", y "el/la" incluyen referencias plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario. De este modo, por ejemplo, la referencia a "una abertura" puede incluir dos o más de dichas aberturas a menos que el contexto indique lo contrario.

Los intervalos pueden expresarse en el presente documento como desde "aproximadamente" un valor particular y/o hasta "aproximadamente" otro valor particular. Cuando se expresa un intervalo de este tipo, otro aspecto incluye desde el valor particular y/o hasta el otro valor particular. De modo similar, cuando los valores se expresan como aproximaciones, por el uso del antecedente "aproximadamente", se entenderá que el valor particular forma otro aspecto. Se entenderá además que los puntos finales de cada uno de los intervalos son significativos tanto en relación con el otro punto final como independientemente del otro punto final. Opcionalmente, en algunos aspectos, cuando los valores se aproximen mediante el uso del antecedente "alrededor de", "aproximadamente", o "sustancialmente", se contempla que los valores dentro de hasta el 15 %, hasta el 10 %, hasta el 5 %, o hasta el 1 % (por encima o por debajo) del valor o característica particularmente indicado pueden incluirse dentro del ámbito de dichos aspectos.

Como se usa en el presente documento, el término "proximal" se refiere a una dirección hacia un equipo de perforación u operador de perforación (y lejos de una formación o pozo de sondeo), mientras que el término "distal" se refiere a una dirección que se aleja del equipo de perforación o del perforador (y se adentra en una formación o pozo de sondeo).

Como se usa en el presente documento, los términos "opcional" u "opcionalmente" significan que el evento o circunstancia descrito posteriormente puede ocurrir o no, y que la descripción incluye casos en los que ocurre dicho evento o circunstancia y casos en los que no.

La palabra "o", tal como se utiliza en el presente documento, incluye a cualquiera de los miembros de una lista concreta, así como cualquier combinación de miembros de dicha lista, a menos que se deduzca claramente del contexto.

En el presente documento se describe, con referencia a las FIG. 1 y 2, un conjunto de cabezal de sacatestigos 100 para su uso con un sistema de perforación 10 que incluye un cabezal de perforación 12. El cabezal de perforación 12 puede estar acoplado a un mástil 14 que, a su vez, está acoplado a un equipo de perforación 16. El cabezal de perforación 12 puede estar configurado para tener uno o más miembros tubulares 18 roscados acoplados al mismo. Los miembros tubulares 18 pueden incluir, sin limitación, varillas de perforación, carcassas y martillos de fondo. Con el fin de facilitar las referencias, los miembros tubulares 18 se describirán en el presente documento como componentes de la sarta de perforación. El componente de la sarta de perforación 18 puede a su vez acoplarse a componentes adicionales de la sarta de perforación 18 para formar una sarta de perforación o de herramientas 20. A su vez, la sarta de perforación 20 puede estar acoplada en un extremo distal a una herramienta de perforación 24, tal como una broca giratoria, una broca de muestreo de testigos (p. ej., una broca de muestreo de testigos impregnada), o una broca de percusión, configurada para interactuar con el material, o formación 22, a perforar. La herramienta de perforación 24 puede formar un pozo de sondeo 26 en la formación 22. La herramienta de perforación 24 puede formar, además, una muestra de testigo que puede recibirse dentro de un conjunto de tubo interior 90, que comprende un tubo de sacatestigos 130 y un conjunto de cabezal de sacatestigos 100, como se describe con más detalle en el presente documento. En varios aspectos, y como se ha descrito en el presente documento, el conjunto de cabezal de sacatestigos 100 puede comprender un indicador 302 que puede estar configurado para detectar una fuerza aplicada al conjunto de sacatestigos. El indicador puede usarse para determinar si el sacatestigos está lleno o si el testigo está atascado dentro del tubo de sacatestigos 130.

Con referencia a las FIG. 3-12, en el presente documento se describe un conjunto de cabezal de sacatestigos 100 que tiene un eje longitudinal 102. El conjunto de cabezal de sacatestigos 100 puede comprender un cuerpo de tubo alargado 104 que tiene una superficie exterior 106, una cavidad interior 108, un extremo proximal 110 y un extremo distal 112. El extremo proximal 110 puede definir roscas 114 (opcionalmente, roscas hembra) que se acoplan a roscas complementarias 118 de una carcasa de cojinete 116. La carcasa de cojinete 116 puede alojar un cojinete de empuje 120, o una pluralidad de cojinetes de empuje 120 (p. ej., dos, tres o más cojinetes de empuje 120). Opcionalmente, la carcasa de cojinetes 116 puede alojar, además, un cojinete de empuje inferior 122 configurado para recibir carga durante la elevación (o, opcionalmente, una pluralidad de dichos cojinetes). En algunos aspectos, la carcasa de cojinete 116 puede comprender un orificio de engrase 124 para proporcionar grasa a los cojinetes de empuje 120 y/o al cojinete de empuje inferior 122. Opcionalmente, en aspectos adicionales, los cojinetes de empuje 120 y el cojinete de empuje inferior 122 pueden, opcionalmente, no estar engrasados. Por ejemplo, los cojinetes 120 pueden ser

cojinetes macizos de aceite. De esta forma, el orificio de engrase puede omitirse, permitiendo una configuración longitudinalmente más pequeña de la carcasa de cojinete 116, permitiendo de este modo espacio adicional para incluir otras características (p. ej., electrónica o aberturas 184). Los cojinetes de empuje 120 y el cojinete de empuje inferior 122 pueden acoplarse de forma giratoria a un husillo 126. El husillo puede permitir que una porción superior del conjunto de cabezal de sacatestigos 100, incluido un cuerpo de pestillo 128, gire con la sarta de perforación mientras el tubo de sacatestigos 130 (FIG. 2) en un extremo distal del conjunto de la cabeza del sacatestigos 100 permaneciendo estacionario de forma giratoria para enganchar una muestra de testigo.

El extremo distal 112 del cuerpo de tubo alargado 104 puede definir roscas 132 para acoplarse de forma roscada al cuerpo de válvula 140. El cuerpo de válvula 140 puede tener un extremo distal 142, un extremo proximal 144 y una superficie exterior 146. El cuerpo de válvula 140 puede definir un asiento de válvula 148 para encajar con una bola de válvula 150 para proporcionar una válvula de retención 152. El cuerpo de válvula 140 puede definir una cavidad interior 154 que tiene una superficie interior 156. La cavidad interior 154 puede ser opcionalmente cilíndrica. El cuerpo de válvula 140 puede definir roscas hembra 158 en el extremo distal 142 para el acoplamiento roscado al tubo de sacatestigos 130 (FIG. 2).

Un compartimento de electrónica 160 que tiene una superficie exterior 162 puede estar dispuesto al menos parcialmente dentro de la cavidad interior 154 del cuerpo de válvula. El extremo distal 142 del cuerpo de válvula 140 puede definir roscas hembra 156 que pueden acoplarse de forma roscada a roscas macho 168 en la superficie exterior 162 del compartimento de electrónica 160. El compartimento de electrónica puede definir un receptáculo hexagonal 163 que recibe una herramienta hexagonal (p. ej., una llave Allen) para fijar y extraer el compartimento de electrónica del cuerpo de válvula. El compartimento de electrónica 160 puede definir un volumen interior 167 para alojar una batería 164, un instrumento electrónico de orientación 166, o ambos. El instrumento electrónico de orientación 166 puede comprender varios sensores (p. ej., acelerómetros, magnetómetros, giroscopios, etc.) que puede proporcionar datos de orientación del instrumento electrónico de orientación y, en consecuencia, una muestra de testigo en el tubo de sacatestigos 130. Opcionalmente, el volumen interno 167 puede cerrarse y sellarse con un capuchón roscado 169. Además de recoger orientación sobre muestras, los sensores del instrumento electrónico de orientación 166 pueden recoger información referida a los datos del estudio del orificio, datos geofísicos del orificio, datos visuales del orificio, profundidad del orificio, estado de la válvula de herramientas, y otros datos son conocidos como tal en la técnica.

La superficie exterior 162 del compartimento de electrónica 160 y la superficie interior 156 de la cavidad interior 154 pueden cooperar para definir un paso de fluido 170. El paso de fluido 170 puede ser opcionalmente anular. El paso de fluido 170 puede permitir el paso de fluido a través del mismo para diversas funciones, incluidas, por ejemplo, lubricar la broca durante la perforación.

En algunas realizaciones, el compartimento de electrónica 160 puede comprender al menos una abertura 172 que proporciona comunicación de fluido entre el extremo distal del compartimento de electrónica 160 y el paso de fluido 170. Por ejemplo, el compartimento de electrónica 160 puede comprender una pluralidad de (p. ej., dos) aberturas de sección anular 172 separadas por bandas 174 que se extienden a lo largo de la longitud de las roscas 168. Con referencia a la FIG. 7, en otras realizaciones adicionales, un cuerpo de válvula 140' y un compartimento de electrónica 160' pueden cooperar para definir uno o más orificios 172'. Por ejemplo, la porción roscada del compartimento de electrónica puede comprender una pluralidad de (p. ej., dos o tres) secciones 176 que tienen entre las mismas huecos 178 de extensión longitudinal. Las roscas 156 del cuerpo de válvula 140 y los huecos 178 del compartimento de electrónica pueden cooperar para proporcionar las aberturas 172'. Con referencia a la FIG. 8, en realizaciones adicionales, un cuerpo de válvula 140" puede definir uno o más orificios 172" que proporcionan comunicación de fluido entre el extremo distal del compartimento de electrónica 160" y el paso de fluido 170.

Incluir el compartimento de electrónica 160 dentro del conjunto de cabezal de sacatestigos 100 puede consumir espacio (en particular, lineal) dentro del conjunto de cabezal de sacatestigos 100. Para alojar el compartimento de electrónica 160, pueden aplicarse uno o más de los siguientes aspectos opcionales. En algunas realizaciones, se pueden usar cojinetes sin grasa, eliminándose de este modo el engrasador y se consigue una carcasa de cojinete más corto. De forma adicional, o como alternativa, un único cojinete de empuje (opcionalmente, un cojinete sin grasa) puede sustituir a la pluralidad convencional de cojinetes de empuje 120. El único cojinete de empuje puede tener una capacidad de carga mayor que los cojinetes de empuje de configuraciones que tienen una pluralidad de cojinetes de empuje. El cojinete puede tener una capacidad de carga superior a la capacidad de empuje de la broca. En consecuencia, el cojinete puede tener una capacidad de carga que varía en función del tamaño del testigo. Para una broca de tamaño NQ que tiene un diámetro exterior de 75,7 mm y un diámetro interior de 47,6 mm, por ejemplo, el cojinete de empuje puede tener una carga dinámica de al menos 36 475,42 N (8500 lbf). De acuerdo con algunos aspectos opcionales, pueden eliminarse las válvulas de cierre convencionales que detectan cuando el tubo de sacatestigos está lleno o atascado, y, en cambio, la detección de carga del taladro puede utilizarse para determinar cuándo el tubo de sacatestigos está lleno o atascado. Opcionalmente, los resortes convencionales de rotura de testigos y los resortes de la válvula de cierre pueden integrarse en el cuerpo del conjunto de cabezal de sacatestigos, como se ha descrito en el presente documento. De este modo, el cuerpo de tubo alargado 104 y el cuerpo de válvula 140 pueden cooperar para servir de indicador 302.

El cuerpo de tubo alargado 104 puede definir al menos una ranura helicoidal 180 que se extiende alrededor de la

circunferencia del cuerpo de tubo alargado 104 y a lo largo del eje longitudinal 102. Como se usa en el presente documento, "helicoidal" debe entenderse como una trayectoria que envuelve la circunferencia y se extiende a lo largo de la longitud del tubo alargado. En consecuencia, la ranura helicoidal 180, como se ha descrito en el presente documento, debe entenderse que incluye, por ejemplo, una ranura que tiene un perfil continuo y un paso constante (como se muestra), una ranura que tiene un paso variable, y una ranura escalonada que se extiende alternativamente en una dirección puramente longitudinal para un segmento y en una dirección puramente circunferencial para otro segmento. En algunas realizaciones, la ranura helicoidal 180 puede comprender una forma espiral que tiene un paso constante. Opcionalmente, la ranura helicoidal 180 puede comprender aproximadamente tres revoluciones alrededor de la circunferencia del cuerpo de tubo alargado 104. De acuerdo con al menos una realización opcional, la ranura helicoidal 180 puede tener aproximadamente 0,889 cm (0,35 pulgadas) de ancho y puede tener características circulares de alivio de tensión en cada extremo. La característica circular de alivio de tensión en el extremo distal de la ranura helicoidal 180 puede ser de aproximadamente 1,905 cm (0,75 pulgadas) de diámetro, y la característica de alivio de tensión en el extremo proximal de la ranura helicoidal 180 puede ser de aproximadamente 1,27 cm (0,5 pulgadas) de diámetro. El paso de la ranura puede ser opcionalmente de aproximadamente 0,67 rotaciones por cm (1,7 rotaciones por pulgada). Debe entenderse que las dimensiones divulgadas son opcionales y que las dimensiones pueden seleccionarse para proporcionar aspectos operativos como se ha descrito en el presente documento.

La ranura helicoidal 180 puede permitir que el cuerpo de tubo alargado 104 se comprima desde una longitud neutra 190 (es decir, la longitud del tubo alargado cuando no está ni en compresión ni en tensión, como se muestra en la FIG. 10). El cuerpo de tubo alargado 104 puede definir uno o más orificios 184 que se extienden entre la superficie exterior 106 y la cavidad interior 108. Opcionalmente, el cuerpo de tubo alargado 104 puede definir dos aberturas en forma de ranura que están espaciadas 180 grados alrededor de la circunferencia del cuerpo de tubo alargado. La(s) abertura(s) 184 puede(n) ser alargada(s) alrededor de la circunferencia del cuerpo de tubo alargado. La(s) abertura(s) 184 puede(n) estar dispuesta(s) a lo largo de la longitud del cuerpo de tubo alargado 104 de manera que, cuando el cuerpo de tubo alargado 104 está en la longitud neutra, cada una de las aberturas 184 está al menos parcialmente abierta y, cuando el cuerpo de tubo alargado 104 se comprime desde la longitud neutra 190, el extremo proximal 144 del cuerpo de válvula 140 bloquea o bloquea sustancialmente la(s) abertura(s) 184. De esta forma, a medida que la sarta de perforación avanza dentro de un pozo de sondeo, si el tubo de sacatestigos se atasca o el tubo de sacatestigos está lleno, el cuerpo de tubo alargado 104 puede comprimirse. A medida que el cuerpo de tubo alargado 104 se comprime, el cuerpo de válvula 140 puede moverse proximalmente con respecto al extremo proximal del cuerpo 140 del tubo alargado para bloquear cada abertura 184. En algunas realizaciones, el cuerpo de válvula 140 puede bloquear completamente cada abertura 184. En realizaciones adicionales, el cuerpo de válvula 140 puede reducir parcialmente el área efectiva de cada abertura 184. Es decir, para bloquear parcialmente cada abertura 184, el cuerpo de válvula puede reducir un área transversal mínima a través de la cual el fluido puede fluir desde la cavidad interior a la superficie exterior. En algunas situaciones, puede ser ventajoso bloquear solo parcialmente cada abertura 184 para permitir cierto flujo a su través, que puede proporcionar circulación a la broca.

De este modo, el cuerpo de válvula 140 puede provocar una mayor restricción del flujo a través de la(s) abertura(s) 184 a medida que el cuerpo de válvula se desplaza proximalmente con respecto al extremo proximal del cuerpo de tubo alargado 104. Al menos en algunos sistemas de perforación, una válvula de alivio de presión puede regular una presión máxima. De acuerdo con algunos aspectos, cuando el cuerpo de válvula 140 bloquea la(s) abertura(s) 184, la presión puede aumentar por encima de la presión establecida de la válvula de alivio de presión para provocar de este modo la apertura de la válvula y, de ese modo, indicar que el tubo de sacatestigos está lleno. Se contempla que el cambio en la restricción del flujo puede reflejarse como un cambio en el porcentaje del área bidimensional de la abertura 184 que está bloqueada por el cuerpo de válvula 140. Opcionalmente, el cambio en el porcentaje del área de la abertura que está bloqueada por el cuerpo de válvula puede ser al menos del 20 %, al menos del 40 %, al menos del 60 %, al menos del 80 %, al menos del 90 %, al menos del 95 %, al menos del 99 %, u, opcionalmente, ser al menos del 100 %. Se entiende que el cambio porcentual en el área bloqueada debe ser suficiente para distinguir de variaciones menores en el posicionamiento relativo del cuerpo de válvula que no están asociadas con el movimiento proximal del cuerpo de válvula con el propósito de causar una mayor restricción del flujo.

Opcionalmente, se contempla que el cuerpo de válvula 140 pueda moverse alrededor de y entre una posición totalmente "abierta" en que aproximadamente el 50 % de la abertura 184 esté bloqueada y una posición totalmente "cerrada" en la que el 100 % de la abertura esté bloqueada. Opcionalmente, cuando el cuerpo de válvula está en posición totalmente "abierta", el área de la abertura bloqueada por el cuerpo de válvula puede estar alrededor de 0,64516 centímetros cuadrados a aproximadamente 1,6129 centímetros cuadrados (0,1 pulgadas cuadradas a aproximadamente 0,25 pulgadas cuadradas). Cuando el cuerpo de válvula está totalmente "cerrado", el área de la abertura bloqueada por el cuerpo de válvula puede estar alrededor de 1,6129 centímetros cuadrados a aproximadamente 3,2258 centímetros cuadrados (0,25 pulgadas cuadradas a aproximadamente 0,5 pulgadas cuadradas). Opcionalmente, se contempla que el cambio en la restricción de flujo puede corresponder a un cambio en el "área bloqueada" de la abertura de al menos 0,064516 centímetros cuadrados (0,01 pulgadas cuadradas), al menos 0,32258 centímetros cuadrados (0,05 pulgadas cuadradas), al menos 0,64516 centímetros cuadrados (0,1 pulgadas cuadradas), o al menos 1,29032 centímetros cuadrados (0,2 pulgadas cuadradas). Se entiende que el cambio en el área bloqueada debe ser suficiente para distinguirse de variaciones menores en el posicionamiento relativo del cuerpo de válvula que no están asociadas con el movimiento

proximal del cuerpo de válvula con el propósito de causar una mayor restricción del flujo.

Opcionalmente, cuando el cuerpo de válvula provoque una restricción total o prácticamente total del flujo, la mayor restricción de caudal puede corresponder a un ajuste de presión máxima (medida por el operador, tal como con una bomba). Sin embargo, si el cuerpo de válvula 140 solo provoca una restricción parcial del flujo, a continuación, la mayor restricción de caudal puede corresponder a una presión inferior al ajuste de presión máxima. La restricción de flujo cambiante puede hacer que la presión del fluido cambie, y un operador de perforación puede detectar el cambio en la presión del fluido. Opcionalmente, la variación de la presión del fluido puede ser al menos del 20 %, al menos del 25 %, al menos del 30 %, al menos del 35 %, al menos del 40 %, al menos 45%, o al menos 50%. El cambio en la presión del fluido puede indicar al operador de la perforadora que la muestra de testigo está atascada o que el tubo de sacatestigos está lleno. En algunas realizaciones, una alarma puede activarse cuando la presión del fluido supera un umbral para notificar al operador que el tubo de sacatestigos está lleno o atascado. Opcionalmente, el operador de la perforadora puede activar la alarma manualmente. Como alternativa, la alarma puede activarse automáticamente en respuesta a un cambio detectado por un sensor de presión asociado a la sarta de perforación (opcionalmente, un sensor alojado dentro del compartimento de electrónica 160), siendo el cambio de presión detectado indicativo de un tubo de sacatestigos lleno o atascado.

Debe entenderse que, en algunas situaciones durante la perforación, particularmente en terrenos difíciles, el cuerpo de válvula 140 puede bloquear y desbloquear la(s) abertura(s) 184 en rápida sucesión. Ya sea de forma automática o por interpretación del operador, este rápido bloqueo y desbloqueo puede diferenciarse de cuando el tubo de sacatestigos está lleno, haciendo que el cuerpo de válvula bloquee la(s) abertura(s) durante un periodo de tiempo continuo.

Opcionalmente, el extremo proximal 144 del cuerpo de válvula 140 puede tener una porción girada hacia abajo (orientada hacia abajo) que define un resalte 196. La superficie interior del cuerpo de tubo alargado 104 puede definir un resalte complementario 198 que puede actuar como tope que engrana con el resalte 196 del cuerpo de válvula 140. De esta forma, el cuerpo de tubo alargado 104 puede limitarse a una longitud mínima comprimida 192 (FIG. 11).

La(s) abertura(s) 184 puede(n) tener un área de sección transversal (en el caso de una pluralidad de aberturas, un área de sección transversal combinada) en una dimensión radial que es perpendicular a la dimensión longitudinal, en donde el área de la sección transversal se selecciona para que sea al menos tan grande como el área de la sección transversal mínima en el conjunto del cabezal, de modo que el flujo a través de la abertura no aumente la restricción del flujo durante la perforación. Además, las aberturas proporcionan una transición entre el orificio del cabezal y el paso de flujo 170, que proporciona una caída de presión, por lo que una abertura o aberturas sobredimensionadas pueden ser beneficiosas para minimizar la caída de presión a lo largo del conjunto de cabezal de sacatestigos 100. El tamaño de la(s) abertura(s) 184 en la dimensión longitudinal 102 puede limitarse en función de la compresibilidad del cuerpo de tubo alargado 104 u otros límites de este tipo. Es decir, debido a que el desplazamiento compresible del cuerpo de tubo alargado 104 y, de este modo, el recorrido del cuerpo de válvula 140 es limitado, la geometría y el tamaño de la(s) abertura(s) pueden limitarse para restringir significativamente el flujo a través de la(s) abertura(s). En consecuencia, en algunas realizaciones, el tamaño de la(s) abertura(s) 184 en la dimensión longitudinal 102 puede ser inferior a 0,635 cm (un cuarto de pulgada) o de aproximadamente 0,5588 cm (0,22 pulgadas).

Con referencia a la FIG. 2, el conjunto de cabezal de sacatestigos 100 puede comprender una carcasa elevadora de testigos 134 unida a un extremo distal del tubo de sacatestigos 130. Un elevador de sacatestigos 136 puede moverse dentro de la carcasa elevadora de testigos 134 para enganchar y agarrar la muestra de testigo durante la rotura y recuperación del testigo. Un ejemplo no limitativo de un elevador de sacatestigos de acuerdo con realizaciones divulgadas en el presente documento se proporciona en la patente estadounidense N.º 8.770.320 a Drenth *et al.*, expedida el 8 de julio de 2014.

El conjunto de cabezal de sacatestigos 100 puede colocarse en un extremo distal de la sarta de perforación 20 y engancharse a la sarta de perforación mediante pestillos 210. Durante las operaciones de perforación, la broca puede estar separada de la carcasa elevadora de testigos para proporcionar un hueco 212 que permita el paso de fluido y la lubricación de la broca. Durante la rotura del testigo, la sarta de perforación se eleva hasta que se cierra el hueco de la broca, de modo que esta pueda tirar del extremo distal de la carcasa elevadora de testigos. Los conjuntos de cabezal de sacatestigos convencionales comprenden un resorte compresible de rotura de testigos que se comprime para mantener el tubo de sacatestigos en una posición longitudinal fija, de modo que el tubo de sacatestigos no se mueva con respecto a la muestra de testigo. De acuerdo con algunos aspectos, el resorte convencional de rotura de testigo puede eliminarse, y el cuerpo de tubo alargado 104 puede extenderse bajo tensión desde la longitud neutra 190 hasta una longitud alargada 194 (FIG. 11) en cuyo punto la broca engancha el elevador de sacatestigos. De esta forma, el cuerpo de tubo alargado 104 puede sustituir al resorte convencional de rotura de testigos. Es decir, a medida que la sarta de perforación se retrae en la dirección proximal 30 (FIG. 1), la porción superior del conjunto de cabezal de sacatestigos 100 se apoya en un anillo de aterrizaje de la sarta de perforación y, de este modo, se desplaza hacia arriba con la sarta de perforación. Como el tubo de sacatestigos 130 permanece en una posición fija con respecto a la muestra y, de este modo, la formación, el cuerpo de tubo alargado 104 puede alargarse hasta una longitud en la que el sistema se encuentra en una configuración de rotura de testigos en que el hueco de la broca está cerrado y la broca se acopla a la carcasa elevadora de testigos. Los distintos cuerpos de tubo alargado pueden tener

opcionalmente aberturas en distintas posiciones a lo largo de sus respectivas longitudes.

El material del cuerpo de tubo alargado 104 puede seleccionarse para que tenga un módulo elástico que proporcione una respuesta de carga significativa y lineal a pequeños desplazamientos. El material puede ser opcionalmente metales tradicionales, o, en realizaciones adicionales, metales amorfos de ingeniería, metales compuestos de ingeniería, etc. Además del material, el diámetro exterior del cuerpo de tubo alargado 104, el grosor de la pared y las dimensiones y geometría de la ranura pueden seleccionarse para proporcionar un cuerpo que tiene una constante de resorte deseada, al tiempo que permite una deformación puramente elástica. Por ejemplo, de acuerdo con algunos aspectos, la constante de resorte puede ser de aproximadamente 1926,40 kN/m (11 110 lbf/in) para un tamaño de broca NQ. Opcionalmente, la constante de resorte puede seleccionarse en función del material de la formación (y de la muestra de testigo recuperada). Por ejemplo, el granito puede tener una resistencia a la tracción de 13,79 MPa (2000 psi). En consecuencia, la constante de resorte puede seleccionarse para permitir la compresión y el alargamiento para diversos materiales. Opcionalmente, la constante del resorte puede estar alrededor de 1751,27 kN/m a 2101,52 kN/m (10 000 lbf/in a aproximadamente 12 000 lbf/in). En otras realizaciones adicionales, la al menos una ranura helicoidal puede comprender una pluralidad de ranuras, tal como, por ejemplo, ranuras dobles separadas 180 grados alrededor de la circunferencia del cuerpo de tubo alargado 104. Una constante de resorte deseable puede tener una resistencia a la carga significativa que permita a la perforadora empujar el tubo de muestra a través de arcillas pegajosas/inflamables o condiciones de suelo problemáticas sin comprimir el cuerpo de tubo alargado 104 hasta que el cuerpo de válvula 140 bloquee o bloquee suficientemente la(s) abertura(s) 184, indicando de este modo falsamente que el tubo de sacatestigos 130 está lleno. De acuerdo con varias realizaciones, un operador puede seleccionar entre varios cuerpos de tubo alargado 104 que tienen varias constantes de resorte en función de las condiciones del terreno.

Para usar un único resorte tanto para la rotura de testigo como para la detección de un tubo de sacatestigos atascado o lleno, es ventajoso tener en cuenta determinados parámetros. El cuerpo de tubo alargado 104 debe ser capaz de extender elásticamente la longitud del hueco de la broca. Además, el cuerpo de tubo alargado 104 debe proporcionar suficiente tensión de resorte una vez extendido a la longitud alargada 194 (cuando la broca se engancha en la carcasa elevadora de testigos) para permitir que el elevador de testigos se asiente entre la muestra de testigo y la carcasa elevadora de testigos. La abertura 184 puede situarse a lo largo de la longitud del cuerpo de tubo alargado 104 de forma que, para la constante de resorte proporcionada por el cuerpo de tubo alargado, una fuerza selectiva hace que el cuerpo de válvula 140 bloquee la abertura 184. La fuerza de resorte del cuerpo de tubo alargado 104 cuando el cuerpo de tubo alargado está en la configuración comprimida 194 puede coincidir opcionalmente con la constante de resorte de un resorte de compresión utilizado en válvulas de cierre convencionales para detectar cuándo la muestra de testigo está llena. Es más, el cuerpo de válvula puede bloquear la abertura de la válvula con una carga que es similar a la de una válvula de cierre convencional. En algunas realizaciones, las válvulas de cierre convencionales pueden cerrar con una carga de aproximadamente 11 120,55 N (2500 lbf), aunque la carga puede variar en función del tamaño y la configuración.

Una broca de sacatestigos se puede utilizar para recoger una muestra de testigo es un cilindro hueco con una superficie de corte en una cara del cilindro hueco. La broca de sacatestigos puede fijarse en un extremo de una varilla de perforación cilíndrica e insertarse en un pozo de sondeo previamente perforado. Se pueden añadir nuevas secciones de varillas de perforación al extremo superior de la varilla original, creando una serie de varillas de perforación conectadas en lo que se denomina una sarta de perforación, al introducir la broca de sacatestigos en el pozo de sondeo. Cada sección de varilla de perforación puede ser del orden de 3,048 m (10 pies) de largo. Cuando la broca de sacatestigos alcanza el fondo del pozo de sondeo, la broca de sacatestigos puede ser forzada contra un estrato rocoso al girar la broca mediante la rotación de la sarta de perforación. La combinación de la fuerza y la superficie de corte giratoria puede cortar una muestra de testigo cilíndrico de los estratos rocosos. Se puede bombear fluido de perforación en el pozo de sondeo para refrigerar y lubricar la broca. Opcionalmente, el fluido de perforación puede pasar por la sarta de perforación y a través de la ranura de la broca, como se ha divulgado en el presente documento, entre la carcasa elevadora de testigos y la broca. La muestra de testigo puede capturarse en una porción interior de la sarta de perforación, dentro del tubo de sacatestigos, detrás de la broca de sacatestigos hasta que se pueda extraer el testigo del pozo de sondeo. La longitud de un tubo interior que contiene un sacatestigos es normalmente de 1,524 m a 9,144 m (cinco pies a 30 pies) de longitud.

La sarta de perforación puede retraerse, de este modo, el elevador de testigos se asienta entre la muestra de testigo y la carcasa elevadora de testigos. Al hacerlo, el hueco de la broca puede cerrarse, de modo que la broca se apoye contra la carcasa elevadora de testigos. A medida que la sarta de perforación se retrae más, el enganche entre el elevador de testigos aplica tensión al testigo, provocando de este modo la rotura de testigo, de modo que la muestra de testigo se separe de la formación. El conjunto de tubo interior con la muestra de testigo en su interior puede extraerse mediante cable para extraer la muestra de testigo del calibre.

Se contempla que, en algunos aspectos opcionales, puede ser deseable que el conjunto de cabezal de sacatestigos 100 tenga diferentes índices de resorte para la rotura de testigo (tensión del resorte) y para el cierre de la válvula (bloqueo de las aberturas 184 en la compresión del resorte). Por ejemplo, el cierre de la válvula puede requerir fuerzas sustancialmente menores que la rotura de testigo. En consecuencia, en algunos aspectos, el conjunto de cabezal de sacatestigos 100 puede tener un primer índice de resorte en tensión que está configurado para permitir la rotura del

resorte y un segundo índice de resorte en compresión que está configurado para permitir la compresión. Opcionalmente, esto puede lograrse mediante resortes compuestos. Por ejemplo, un segundo resorte (no mostrado) puede estar configurado para aplicar una fuerza de resorte durante solo una porción del recorrido entre el extremo proximal 110 y el extremo distal 112 entre la longitud alargada y la longitud comprimida. Dicho segundo resorte puede ser opcionalmente un resorte de compresión o un resorte de tracción.

Opcionalmente, en otros aspectos, está previsto que el índice de resorte pueda ser variable. Por ejemplo, la ranura helicoidal 180 que define el resorte puede tener un paso variable. De esta forma, el movimiento entre el extremo proximal 110 y el extremo distal 112 del cuerpo de tubo alargado 104 puede estar sujeto a una fuerza de resorte no lineal entre la longitud alargada y la longitud comprimida.

En otros aspectos, se contempla que, en lugar de que el cuerpo de válvula 140 se desplace axialmente para bloquear las aberturas 184, el conjunto de cabezal de sacatestigos 100 puede comprender una válvula convencional que comprende un anillo de válvula expandible radialmente para servir de indicador 302. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el sacatestigos inferior puede comprender también una o más arandelas de compresión que restrinjan el flujo de fluido de perforación una vez que el tubo de muestras de testigos esté lleno, o una vez que una muestra de testigo esté atascada en el tubo de muestras de testigos. Las arandelas de compresión pueden comprimirse axialmente cuando la sarta de perforación y el sacatestigos superior presionan en la dirección de perforación, pero el tubo de muestras de testigos no se desplaza axialmente porque el tubo de muestras está lleno o se impide de otro modo que se desplace hacia abajo con la sarta de perforación. Esta compresión axial hace que las arandelas aumenten de diámetro para reducir, y finalmente eliminar, cualquier espacio entre la superficie interior de la sarta de perforación y el perímetro exterior de las arandelas. A medida que las arandelas reducen este espacio, pueden provocar un aumento de la presión del fluido de perforación. Este aumento en la presión del fluido de perforación puede funcionar para notificar a un operador de la necesidad de recuperar la muestra de testigo y/o el sacatestigos interior.

En otros aspectos más, y con referencia a la FIG. 2, opcionalmente, el indicador 302 del conjunto de cabezal de sacatestigos 100 puede comprender o ser una célula de carga configurada para medir la fuerza axial en el tubo de sacatestigos. De este modo, la célula de carga puede servir de indicador 302. La célula de carga puede estar en comunicación con un dispositivo informático a través de medios de comunicación convencionales para proporcionar retroalimentación a un operador. La fuerza axial medida puede indicar que la muestra central está atascada dentro del tubo de sacatestigos. En aspectos adicionales, la fuerza axial medida puede indicar que el sacatestigos está lleno.

En aspectos adicionales, los conjuntos de sacatestigos divulgados pueden comprender mecanismos de pestillo y características de pestillo-asiento como es conocido en la técnica. En estos aspectos, se contempla que los mecanismos de pestillo y las características del pestillo-asiento puedan tener una tolerancia y un movimiento axial significativos de tal manera que, durante un bloqueo o un atasco de un testigo, el resalte de aterrizaje del conjunto de cabeza puede levantarse del anillo de aterrizaje de acoplamiento en el conjunto de tubo exterior y proporcionar derivación de fluido, provocando de este modo una caída de presión del fluido que puede servir como indicación de un atasco de testigo en el tubo de sacatestigos.

Con referencia a las FIG. 15-17, el conjunto de cabeza puede comprender un mecanismo de pestillo 300 que está configurado para engancharse a la pared interior de la sarta de perforación para retener el conjunto de cabeza 100 en posición relativa al eje longitudinal de la sarta de perforación. El mecanismo de pestillo 300 puede comprender un cuerpo de pestillo 304 que define una pluralidad de orificios pasantes 306 que reciben los respectivos miembros de cuña 308. El mecanismo de pestillo puede comprender, además, un cuerpo proximal 310 que se puede recibir en el cuerpo de pestillo y es desplazable axialmente con respecto al cuerpo de pestillo. El cuerpo proximal puede comprender una superficie circunferencial 312 que define una o más superficies de cuña 314 que están configuradas para impulsar los respectivos miembros de cuña hacia fuera a través de los respectivos orificios pasantes del cuerpo del pestillo cuando el cuerpo proximal está en una primera posición axial (FIG. 16) relativa al cuerpo del pestillo. Opcionalmente, los miembros de cuña 308 pueden ser bolas, rodillos, levas, u otros miembros adecuados que estén configurados para calzar contra las paredes internas de la sarta de perforación.

El cuerpo proximal puede estar configurado para acoplarse a un cable (p. ej., a través de un acoplamiento de punta de lanza convencional) para recibir de este modo una fuerza proximal. La fuerza proximal puede mover el cuerpo proximal 310 a una segunda posición axial (FIG. 17) relativa al cuerpo de pestillo 304. Cuando el cuerpo proximal 310 está en la segunda posición axial relativa al cuerpo del pestillo que es proximal de la primera posición axial, la superficie circunferencial 312 del cuerpo proximal puede definir una porción radialmente rebajada 318 que permite a los miembros de cuña 308 moverse radialmente hacia el interior para desengancharse de la superficie interior de la sarta de perforación, permitiendo de este modo que el conjunto de cabezal se mueva con respecto a la sarta de perforación.

Un retén puede retener el cuerpo proximal en sus posiciones primera y segunda. Por ejemplo, una extensión interior 320 puede estar fijamente acoplada al cuerpo del pestillo (es decir, a través de un pasador de resorte acoplado) de modo que la extensión interior no pueda moverse axialmente con respecto al cuerpo de pestillo. La extensión interior puede definir una ranura que puede recibir un resorte de espiral inclinada 326. El cuerpo proximal puede definir un primer resalte 322 y un segundo resalte 324 que están axialmente espaciados entre sí. El resorte helicoidal inclinado

326 puede enganchar los resaltes primero y segundo cuando el cuerpo proximal está en la primera y segunda posición, respectivamente, que sirve de retén para retener el cuerpo proximal en cada posición. Es decir, cuando el cuerpo proximal está en la primera posición, el resorte helicoidal inclinado puede ejercer presión contra el primer resalte para inhibir el movimiento del cuerpo proximal hacia la segunda posición. Cuando el cuerpo proximal está en la segunda posición, el resorte helicoidal inclinado puede ejercer presión contra el segundo resalte para inhibir el movimiento del cuerpo proximal hacia la primera posición.

Aunque en esta memoria descriptiva se han divulgado varias realizaciones de la invención, se entiende por los expertos en la técnica que muchas modificaciones y otras realizaciones de la invención vendrán a la mente a la que la invención pertenece, que tiene el beneficio de la enseñanza presentada en la descripción anterior y los dibujos asociados. Se entiende por tanto que la invención no se limita a las realizaciones específicas descritas anteriormente, y que se pretende incluir muchas modificaciones y otras realizaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, aunque se empleen términos específicos en el presente documento, así como en las reivindicaciones que siguen, se utilizan únicamente en sentido genérico y descriptivo, y no para limitar la invención descrita, ni las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de cabezal de sacatestigos (100) que tiene un eje longitudinal (102), comprendiendo el conjunto de cabezal de sacatestigos:
5 un cuerpo de tubo alargado (104) que tiene una superficie exterior (106), una cavidad interior (108), un extremo proximal (110), y
un extremo distal (112), **caracterizado por que** el cuerpo de tubo alargado define una ranura helicoidal (180) que se extiende desde la cavidad interior hasta la superficie exterior del cuerpo de tubo alargado, en donde la ranura helicoidal está configurada para permitir que el cuerpo de tubo alargado se extienda elásticamente desde una longitud neutra (190) hasta una longitud alargada (194),
10 y en donde la ranura helicoidal está configurada para permitir que el cuerpo de tubo alargado se comprima elásticamente desde la longitud neutra; y
un cuerpo de válvula (140) que está unido al cuerpo de tubo alargado y es móvil con respecto al extremo proximal del cuerpo de tubo alargado a lo largo del eje longitudinal, a medida que el cuerpo de tubo alargado se comprime, de una primera posición a una segunda posición.
2. El conjunto de cabezal de sacatestigos de la reivindicación 1, en donde el cuerpo de tubo alargado define al menos una abertura (184) que se extiende entre la cavidad interior y la superficie exterior, en donde, cuando el cuerpo de tubo alargado está en la segunda posición, el cuerpo de válvula provoca una mayor restricción al flujo a través de la al menos una abertura que cuando el cuerpo de válvula está en la primera posición.
3. El conjunto de cabezal de sacatestigos de la reivindicación 2, en donde la al menos una abertura define un área de flujo total inferior a 3,2258 cm cuadrados (0,5 pulgadas cuadradas).
- 25 4. El conjunto de cabezal de sacatestigos de la reivindicación 3, en donde la al menos una abertura tiene una dimensión de anchura a lo largo del eje longitudinal inferior a 0,635 cm (0,25 pulgadas).
5. El conjunto de cabezal de sacatestigos de la reivindicación 2, que comprende, además, un compartimento de electrónica (160) que tiene una superficie exterior (162) en donde el cuerpo de válvula define una cavidad interior (154), en donde el compartimento de electrónica está dispuesto dentro de la cavidad interior del cuerpo de válvula, en donde el compartimento de electrónica está unido al cuerpo de válvula de manera que la superficie interior de la cavidad interior del cuerpo de válvula y la superficie exterior del compartimento de electrónica definan un paso de fluido (170), en donde el cuerpo de válvula, el compartimento de electrónica, o una combinación de al menos una superficie interior (156) del cuerpo de válvula y al menos una superficie exterior del compartimento de electrónica, defina al menos una abertura para proporcionar comunicación de fluido entre el paso de fluido y el extremo distal (142) del cuerpo de válvula.
- 30 6. El conjunto de cabezal de sacatestigos de la reivindicación 5, en donde el compartimento de electrónica aloja al menos uno de entre una batería (164) o un instrumento electrónico de orientación (166).
7. El conjunto de cabezal de sacatestigos de la reivindicación 5, en donde el paso de fluido definido por la superficie interior de la cavidad interior del cuerpo de válvula y la superficie exterior del compartimento de electrónica es una cavidad anular.
- 45 8. El conjunto de cabezal de sacatestigos de la reivindicación 5, en donde el compartimento de electrónica define la al menos una abertura (177) para proporcionar comunicación de fluido entre el paso de fluido y el extremo distal del cuerpo de válvula.
9. El conjunto de cabezal de sacatestigos de la reivindicación 8, en donde una porción de la superficie exterior del compartimento de electrónica define al menos una rosca macho (168) a lo largo de una longitud roscada, en donde la superficie interior del cuerpo de válvula define al menos una rosca hembra (156) correspondiente, en donde el compartimento de electrónica se acopla de forma roscada al cuerpo de válvula a través de la al menos una rosca macho y la rosca hembra correspondiente, en donde la al menos una abertura se extiende a través del compartimento de electrónica a lo largo de la longitud roscada.
- 50 10. El conjunto de cabezal de sacatestigos de la reivindicación 8, en donde la al menos una abertura comprende una pluralidad de aberturas separadas por unas bandas de extensión radial (174) respectivas.
11. El conjunto de cabezal de sacatestigos de la reivindicación 5, en donde el cuerpo de válvula define la al menos una abertura para proporcionar comunicación de fluido entre el paso de fluido y el extremo distal del cuerpo de válvula.
- 60 12. El conjunto de cabezal de sacatestigos de la reivindicación 5, en donde la combinación de al menos una superficie interior del cuerpo de válvula y al menos una superficie exterior del compartimento de electrónica define la al menos una abertura para proporcionar comunicación de fluido entre el paso de fluido y el extremo distal del cuerpo de válvula.
- 65

13. El conjunto de cabezal de sacatestigos de la reivindicación 1, en donde el conjunto de cabezal de sacatestigos comprende un único cojinete de empuje (122).

5 14. El conjunto de cabezal de sacatestigos de la reivindicación 1, en donde el conjunto de cabezal de sacatestigos no comprende un orificio de engrase (124).

15. Un sistema de perforación, que comprende:

una sarta de perforación (20), que tiene:

10 una broca (24) en un extremo distal de la sarta de perforación;
un conjunto de cabezal de sacatestigos de cualquiera de las reivindicaciones 1-14, en donde el conjunto de cabezal de sacatestigos tiene un extremo distal; y

15 un conjunto de tubo de sacatestigos (130) unido al conjunto de cabezal de sacatestigos, en donde el conjunto de tubo de sacatestigos comprende:

un sacatestigos que tiene un extremo distal; y
una carcasa elevadora de testigos (134) en el extremo distal del sacatestigos;

20 en donde, cuando la broca está en una configuración de perforación, la broca está separada distalmente de la carcasa elevadora de testigos, y

en donde, cuando la broca está en una configuración de rotura de testigos, la broca está en contacto con la carcasa elevadora de testigos, y el cuerpo de tubo alargado se alarga desde la longitud neutra.

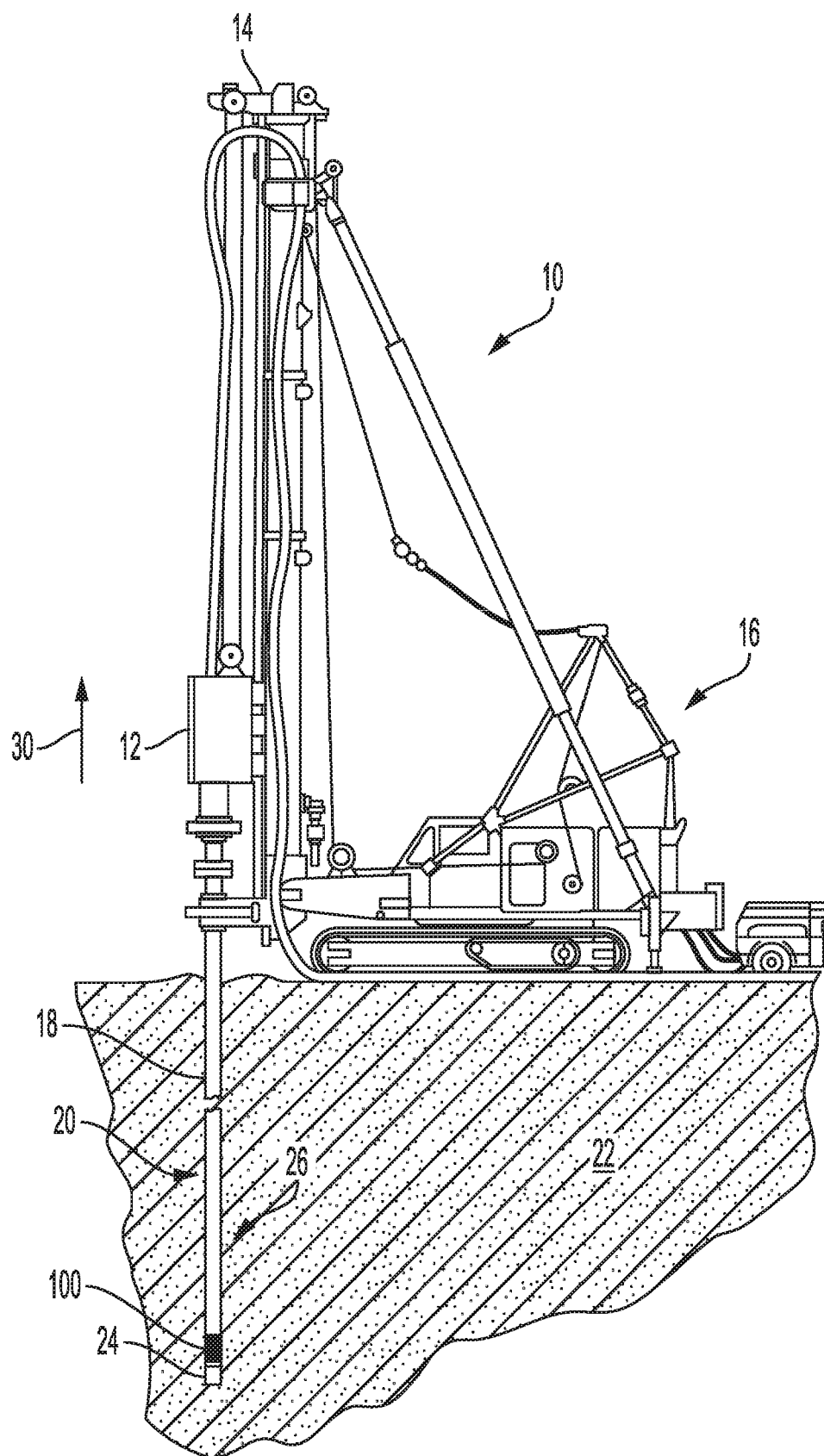


FIG. 1

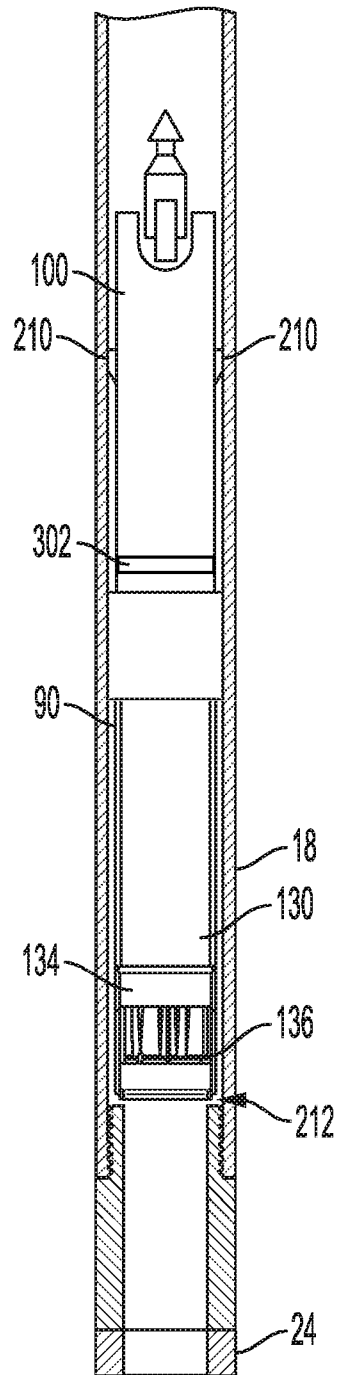


FIG. 2

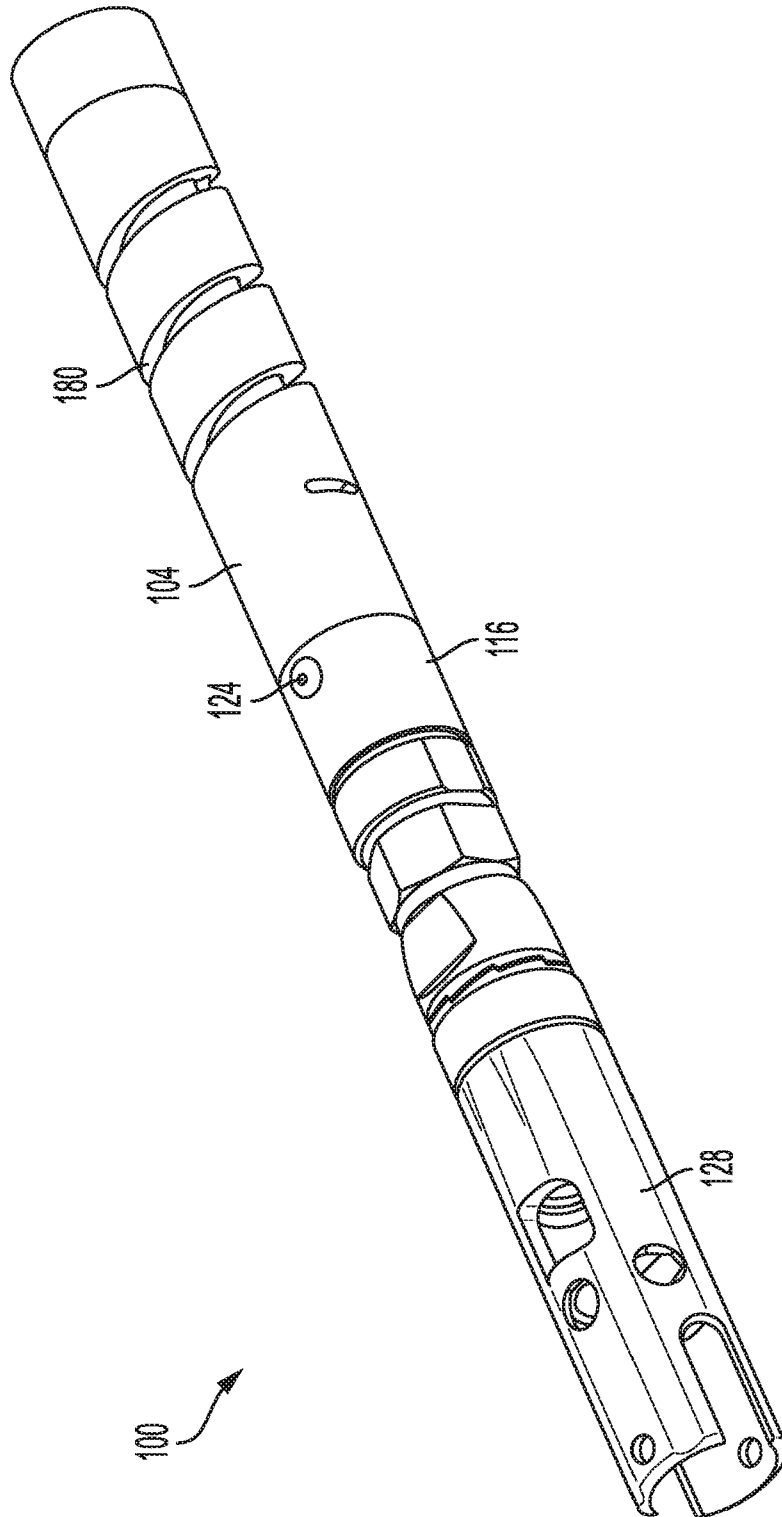


FIG. 3

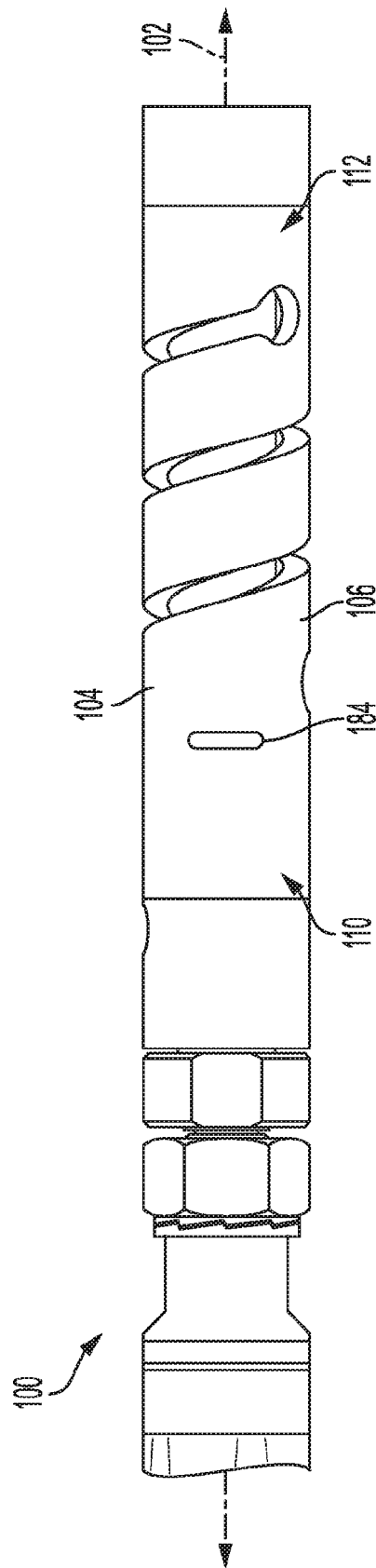


FIG. 4

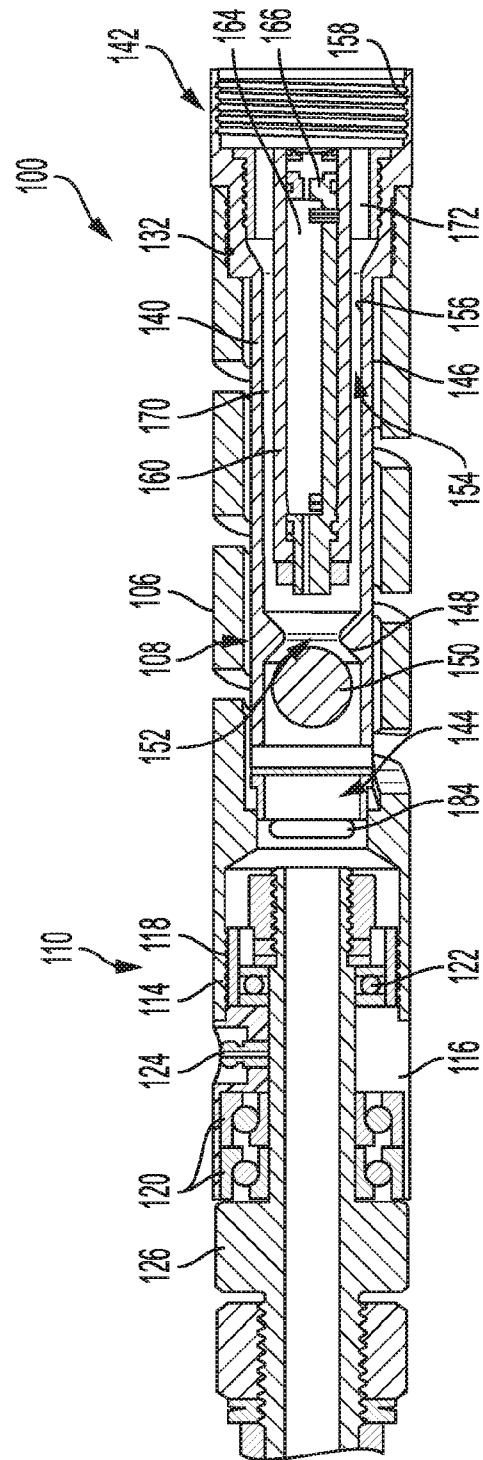


FIG. 5

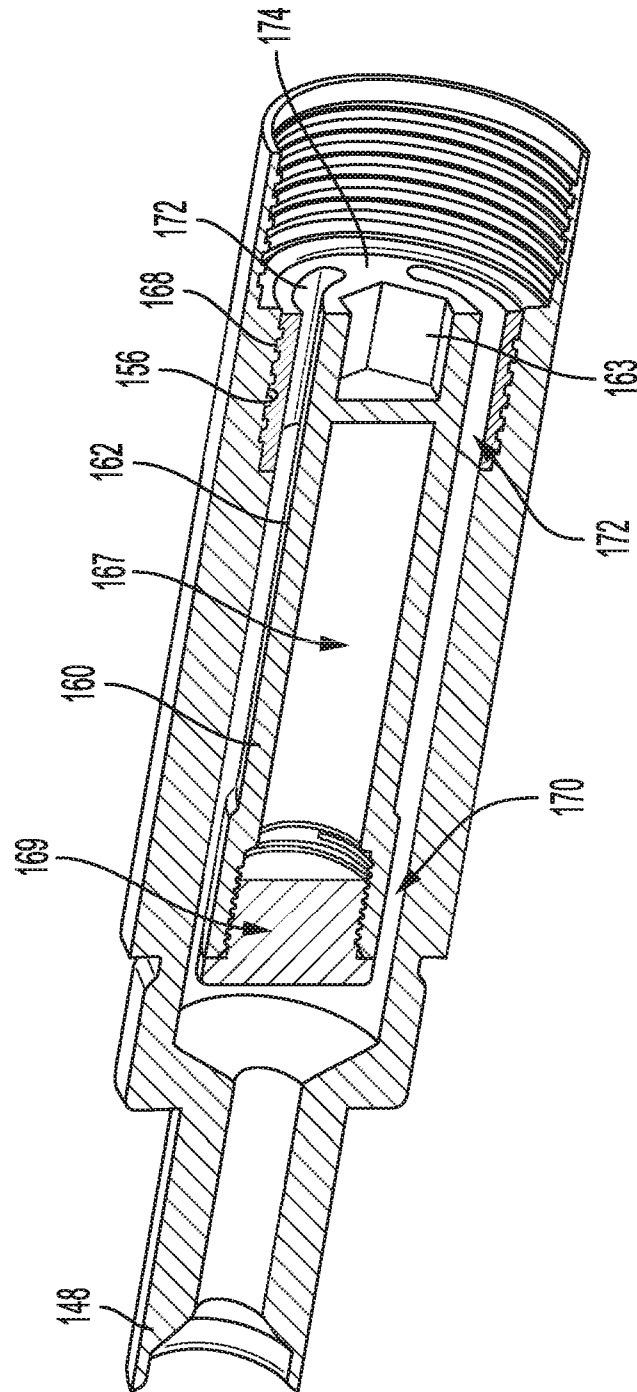


FIG. 6

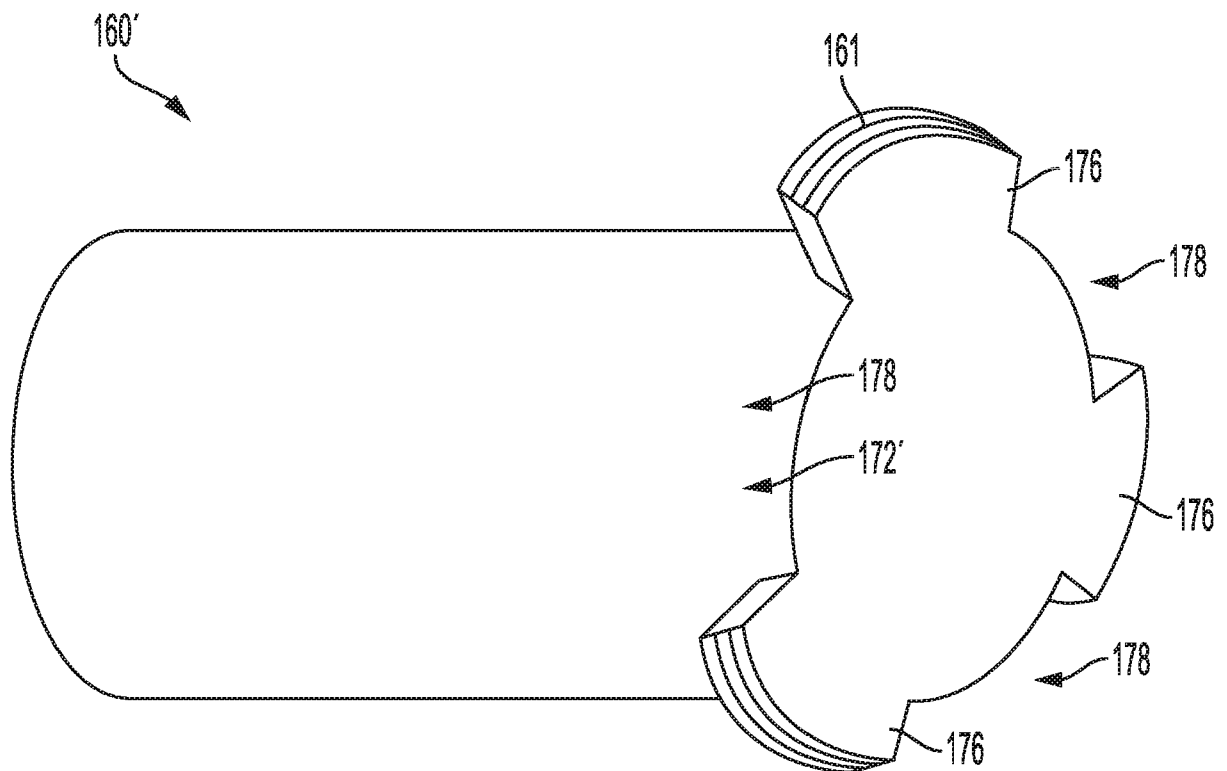


FIG. 7

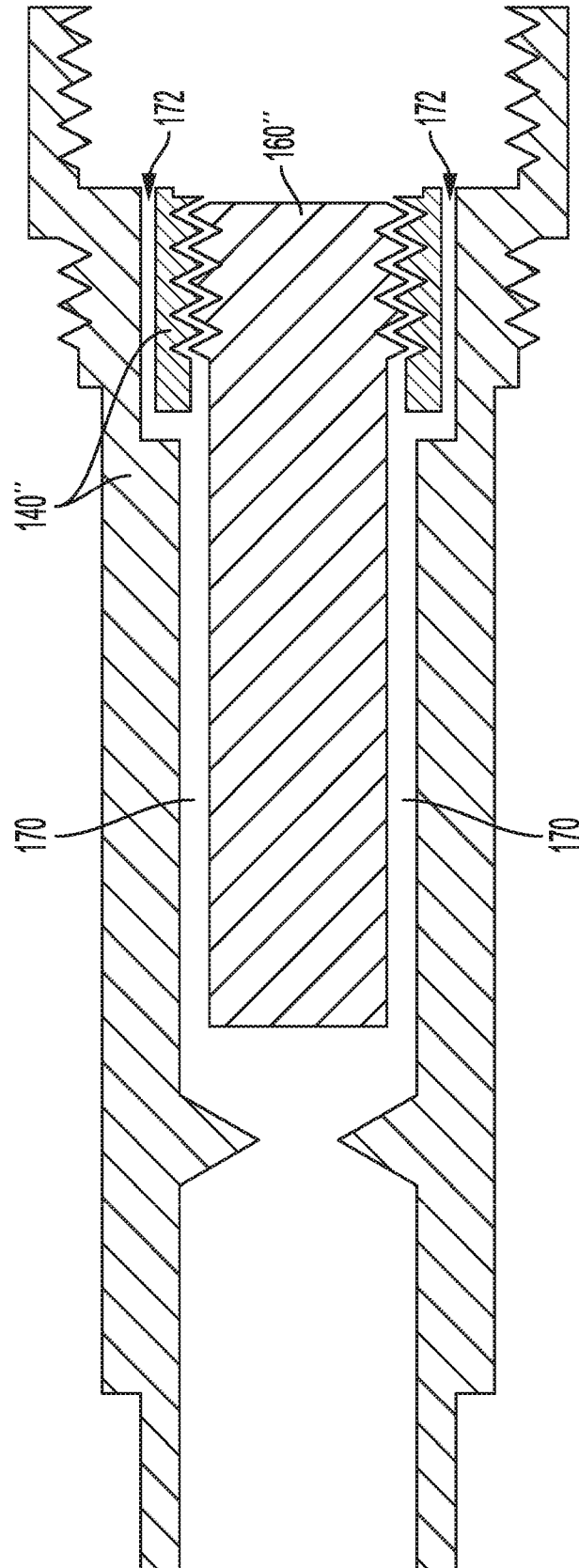


FIG. 8

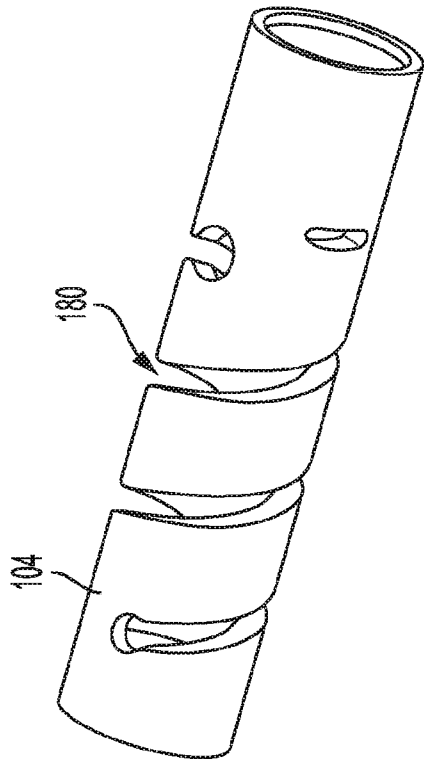


FIG. 9

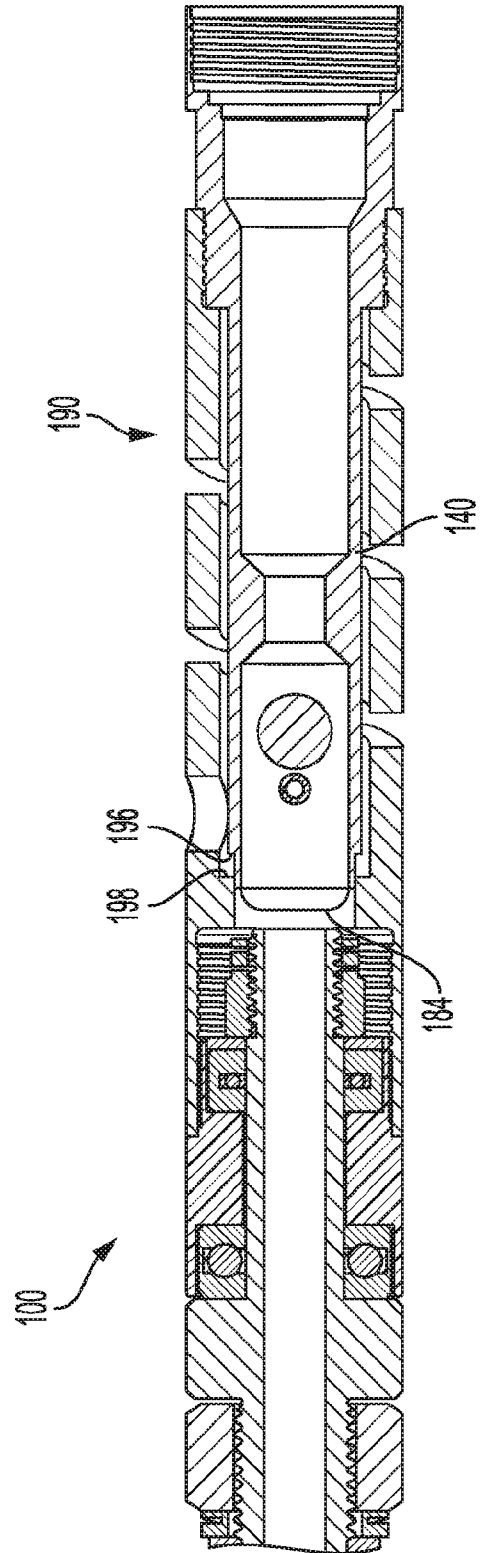


FIG. 10

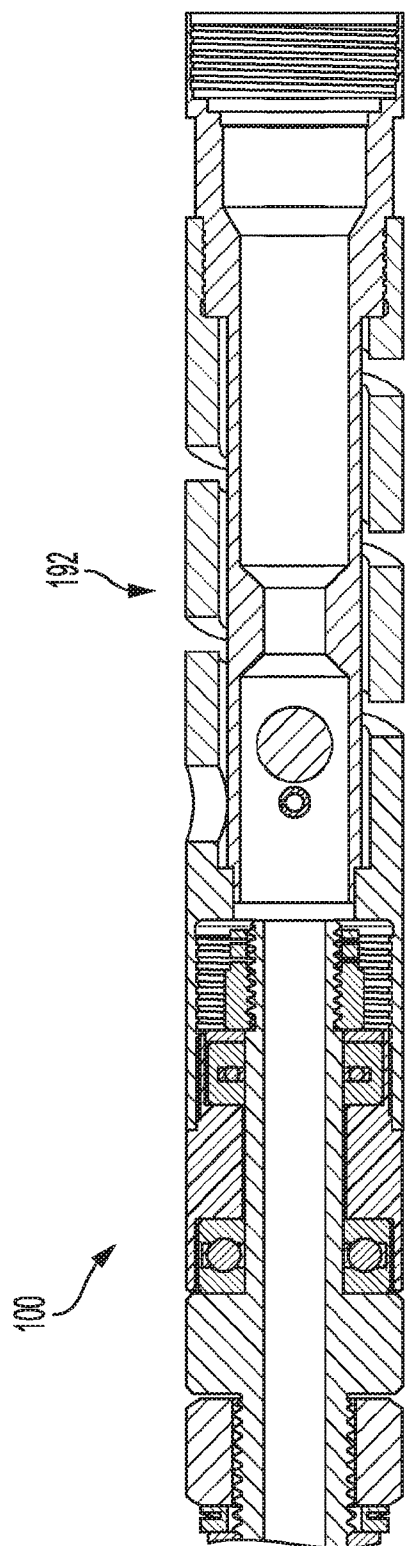


FIG. 11

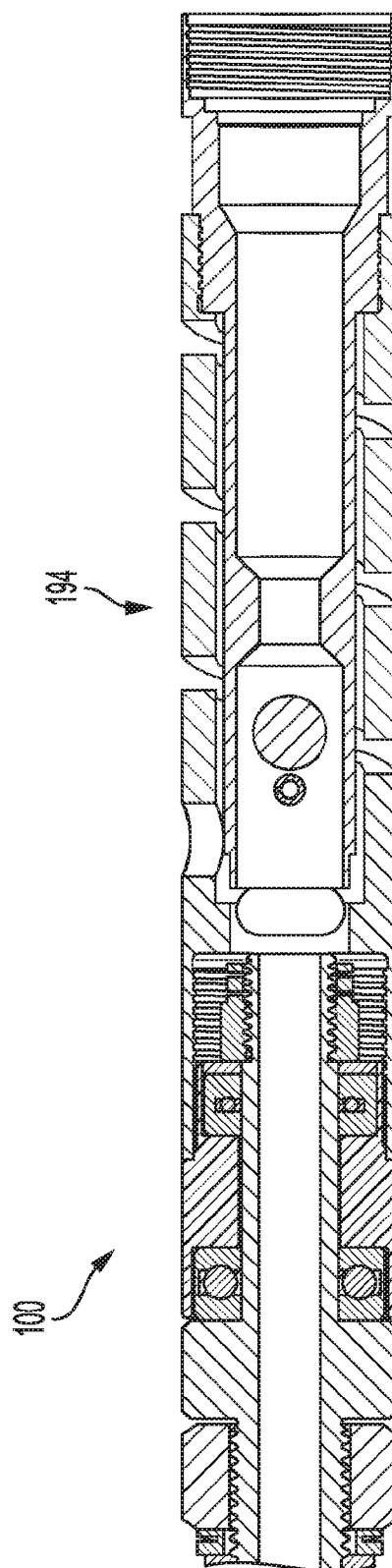


FIG. 12

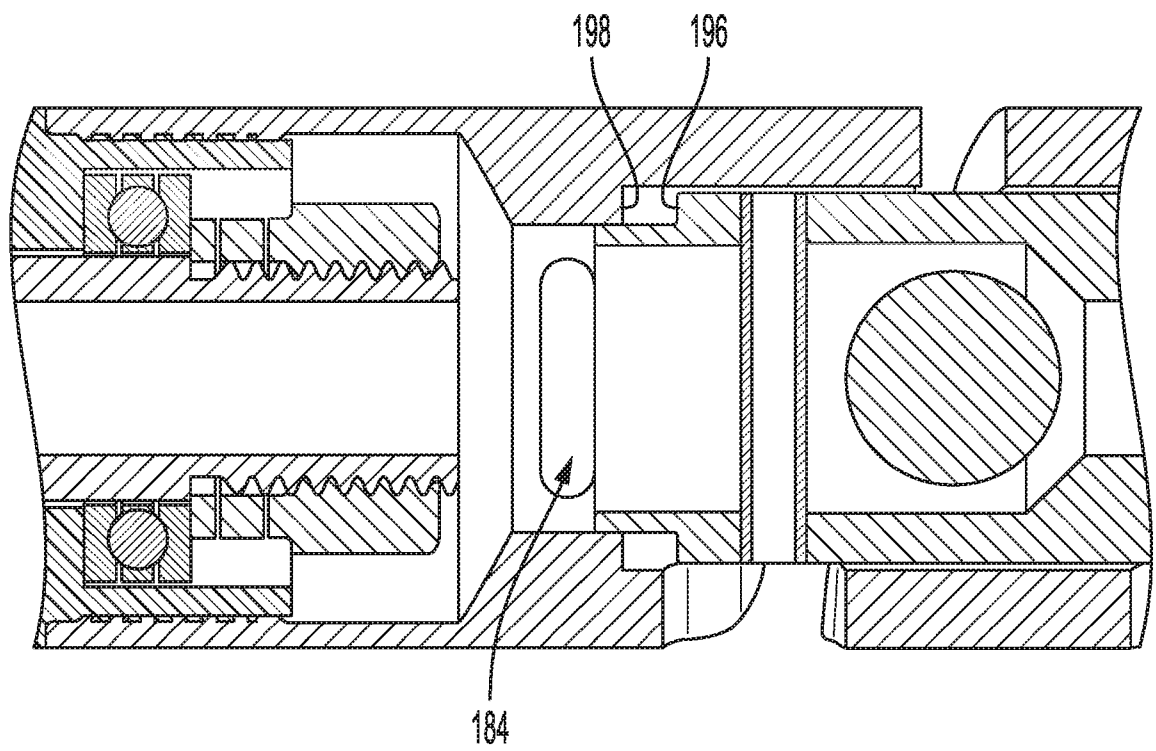


FIG. 13

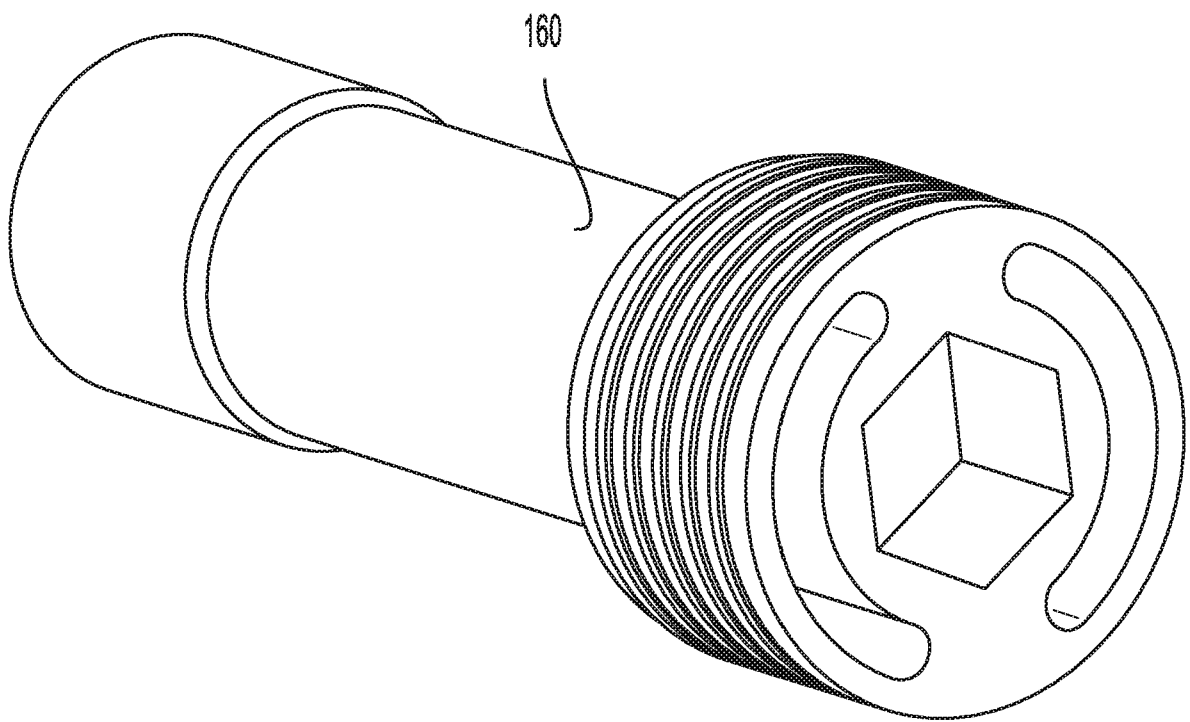


FIG. 14

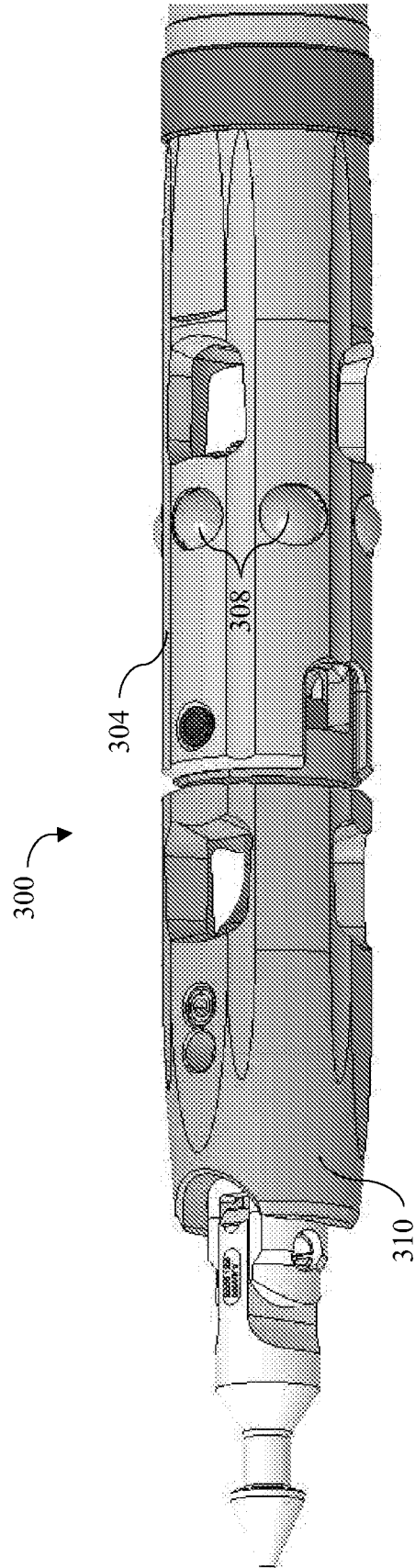


FIG. 15

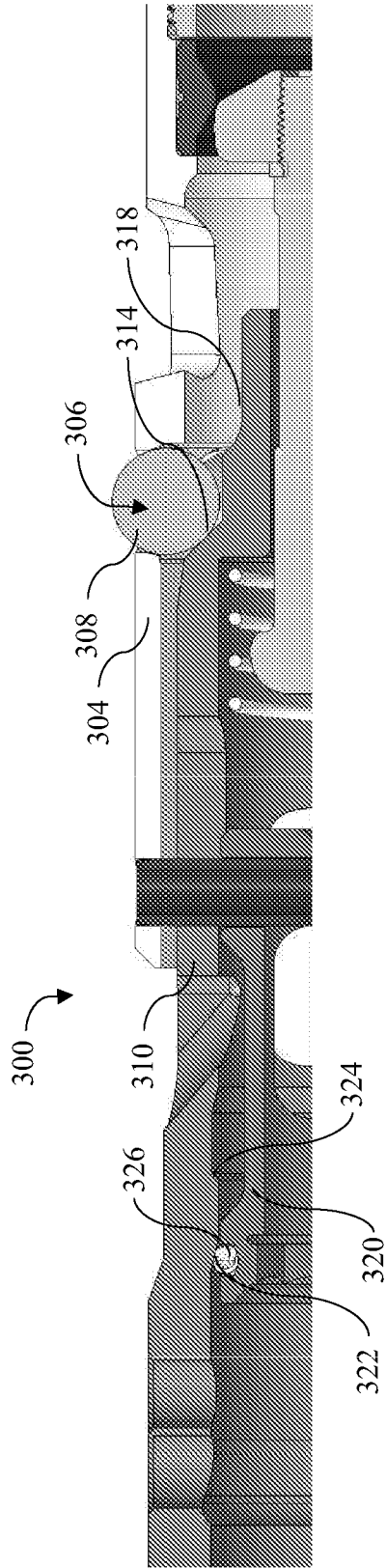


FIG. 16

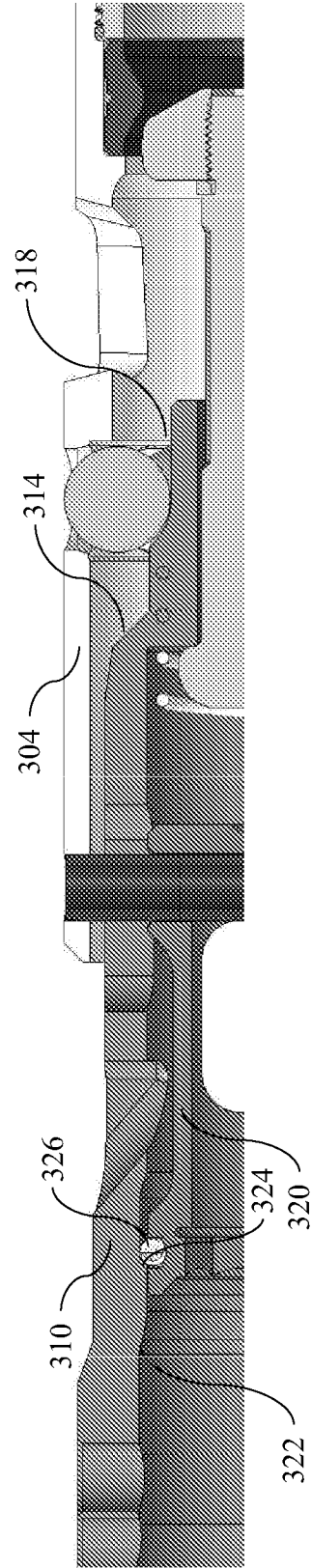


FIG. 17