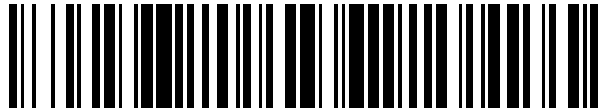


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 543 988**

51 Int. Cl.:

E21B 43/119 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2009** **E 09764876 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2015** **EP 2364396**

54 Título: **Aparato y método para dar servicio a un pozo de perforación**

30 Prioridad:

03.12.2008 US 327600

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.08.2015

73 Titular/es:

HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.
(100.0%)
P.O. Box 1431
Duncan, OK 73536, US

72 Inventor/es:

HOWARD, ROBERT;
PIPKIN, ROBERT L. y
HRISCU, IOSIF J.

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 543 988 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

Aparato y método para dar servicio a un pozo de perforación

5 Los pozos de producción de hidrocarburos son estimulados a menudo mediante operaciones de fractura hidráulica en las que puede introducirse un fluido de fractura en una parte de una formación subterránea penetrada por un pozo de perforación con una presión hidráulica suficiente para crear o aumentar por lo menos una fractura en la misma. La estimulación o tratamiento del pozo de perforación de tales maneras aumenta la producción de hidrocarburos del pozo. Los equipos de fractura, tales como un dispositivo perforador, pueden incluirse en un conjunto de estimulación utilizado en el proceso de producción global. En algunos pozos, puede ser deseable crear túneles de perforación dentro de una formación.

10 Los túneles de perforación típicamente mejoran la producción de hidrocarburos al propagar y crear aún más fracturas dominantes y microfracturas de modo que en el pozo de perforación puede drenarse/producirse la mayor cantidad posible de hidrocarburos en un depósito de aceite y/o gas. Cuando se perfora una formación desde un pozo de perforación, o cuando se completa el pozo de perforación, especialmente los pozos de perforación que están sumamente desviados u horizontales, la orientación de las herramientas puede suponer un reto. Unas herramientas orientadas correctamente facilitan el tratamiento del pozo de perforación de modo que el pozo de perforación pueda producir eficazmente. La mejora de los métodos y los aparatos para superar tales retos puede mejorar aún más la producción de hidrocarburos. De este modo, actualmente existe la necesidad de desarrollar nuevos métodos y aparatos para orientar las herramientas utilizadas para dar servicio a un pozo de perforación.

15 La patente europea EP 0 313 374 describe un método para anotar registros de un pozo de perforación sumamente desviado.

20 El documento US 4130162 describe un aparato de servicio de pozo de perforación.

Compendio

25 Según un primer aspecto de la invención se proporciona un aparato de servicio de pozo de perforación, que comprende un primer mandril móvil longitudinalmente a lo largo de un eje central y rotatorio alrededor del eje central, un miembro orientador configurado para interferir selectivamente con el movimiento del primer mandril a lo largo del eje central, en donde el primer mandril comprende una pata de mula en disminución que contacta selectivamente con el miembro orientador de modo que a medida que el primer mandril se mueve longitudinalmente hacia el miembro orientador, la pata de mula en disminución se desliza a lo largo del miembro orientador; y un segundo mandril conectado al primer mandril y configurado para rotar alrededor del eje central cuando el primer mandril rota alrededor del eje central, en donde el miembro orientador identifica la dirección de la gravedad.

30 Según un segundo aspecto de la invención se proporciona un método según la reivindicación 9. Unos rasgos adicionales se definen en las reivindicaciones dependientes.

35 En esta memoria también se describe un método para orientar una herramienta de servicio de pozo de perforación, que comprende conectar una herramienta orientadora a la herramienta de servicio de pozo de perforación, identificar una dirección predeterminada, aumentar la presión dentro de la herramienta orientadora, hacer rotar una parte de la herramienta orientadora como respuesta al aumento de presión dentro de la herramienta orientadora, y hacer rotar la herramienta de servicio de pozo de perforación como respuesta a la rotación de la parte de la herramienta orientadora.

40 En esta memoria también se describe un método de servicio a un pozo de perforación, que comprende conectar una herramienta orientadora a una herramienta de servicio de pozo de perforación en una orientación angular relativa seleccionada alrededor de un eje central, colocar la herramienta orientadora y la herramienta de servicio de pozo de perforación en el pozo de perforación, identificar una dirección predeterminada, hacer rotar una parte de la herramienta orientadora alrededor del eje central una cantidad que depende de la posición de la herramienta orientadora y de la dirección predeterminada y hacer rotar la herramienta de servicio de pozo de perforación como respuesta a la rotación de la parte de la herramienta orientadora.

Breve descripción de los dibujos

Para un entendimiento más completo de la presente descripción y de las ventajas de la misma, ahora se hace referencia a la siguiente breve descripción, tomada en relación a los dibujos adjuntos y la descripción detallada:

50 La Figura 1 es una vista en sección transversal parcial esquemática de una realización de un aparato para completar un pozo de perforación en un entorno operativo;

La Figura 2 es una vista en sección transversal de un dispositivo orientador, un adaptador y un dispositivo perforador del aparato para completar el pozo de perforación de la Figura 1;

La Figura 3 es una vista en despiece ordenado del dispositivo orientador de la Figura 2;

La Figura 4 es una vista en sección transversal ortogonal del dispositivo orientador de la Figura 2 tomada en la línea A-A de la Figura 2;

La Figura 5 es una vista en sección transversal ortogonal del dispositivo orientador de la Figura 2 tomada en la línea B-B de la Figura 2;

5 La Figura 6 es una vista en sección transversal ortogonal parcial del dispositivo orientador de la Figura 2 tomada en la línea C-C de la Figura 2;

La Figura 7 es una vista en sección transversal ortogonal del dispositivo orientador de la Figura 2 tomada en la línea D-D de la Figura 2;

La Figura 8 es una vista en corte ortogonal del dispositivo orientador de la Figura 2;

10 La Figura 9 es una vista en sección transversal ortogonal del dispositivo orientador, el adaptador y el dispositivo perforador de la Figura 2 al principio de la operación de servicio de pozo de perforación;

La Figura 10 es una vista en corte ortogonal del dispositivo orientador alrededor del mandril de pata de mula al principio de la operación de servicio de pozo de perforación;

15 La Figura 11 es una vista en corte ortogonal del dispositivo orientador alrededor del mandril de pata de mula cuando se recibe la bola dentro y se acopla a una de las muescas de bola;

La Figura 12 es una vista en corte ortogonal del dispositivo orientador alrededor del mandril de pata de mula cuando se rota parcialmente la pata de mula en disminución;

La Figura 13 es una vista en corte ortogonal del dispositivo orientador alrededor del mandril de pata de mula cuando se rota completamente la pata de mula en disminución;

20 La Figura 14 es una vista en sección transversal ortogonal del dispositivo orientador, el adaptador y el dispositivo perforador de la Figura 2 durante la formación de unos túneles de perforación y unas fracturas dominantes;

y

La Figura 15 es una vista en sección transversal ortogonal de una realización alternativa de un dispositivo orientador.

25 Descripción detallada de las realizaciones

En los dibujos y en la descripción que sigue, las piezas semejantes están marcadas típicamente en la memoria descriptiva y en los dibujos con los mismos números de referencia, respectivamente. Las figuras de los dibujos no están necesariamente a escala. Ciertos rasgos de la invención se pueden mostrar exagerados a escala o de una forma en cierto modo esquemática y algunos detalles de elementos convencionales pueden no mostrarse en interés de la claridad y la concisión.

A menos que se especifique de otro modo, cualquier uso de cualquier forma de los términos "conectar", "enganchar", "acoplar", "sujetar" o cualquier otro término que describa una interacción entre elementos no tiene el sentido de limitar la interacción a una interacción directa entre los elementos y también puede incluir una interacción indirecta entre los elementos descritos. En la siguiente presentación y en las reivindicaciones, los términos "que incluye" y "que comprende" se utilizan de una manera no concluyente, y de este modo deben interpretarse en el sentido de "que incluye, pero no se limita a...". La referencia a arriba y abajo se hará con la finalidad de descripción, donde "arriba", "superior", "hacia arriba" o "aguas arriba" significan hacia la superficie del pozo de perforación y "abajo", "inferior", "hacia abajo" o "aguas abajo" significan hacia el extremo terminal del pozo, independientemente de la orientación del pozo de perforación. Los términos "zona" y "zona explotable" tal como se emplean en esta memoria se refieren dos partes separadas del pozo de perforación designadas para el tratamiento o la producción y pueden referirse a una formación entera de hidrocarburos o a unas partes separadas de una sola formación tales como unas partes espaciadas horizontal y/o verticalmente de la misma formación. Las diversas características mencionadas arriba, así como otros rasgos y características descritos con más detalles más adelante, serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica con la ayuda de esta descripción tras leer la siguiente descripción detallada de las realizaciones, y por referencia a los dibujos adjuntos.

Haciendo referencia a la Figura 1, en un ejemplo de un entorno operativo se muestra una realización del aparato 100 de servicio de pozo de perforación. Tal como se representa, el entorno operativo comprende un equipo de perforación 106 que está colocado en la superficie de la tierra 104 y se extiende sobre y alrededor de un pozo de perforación 114 que penetra en una formación subterránea 102 con la finalidad de recuperar hidrocarburos. El pozo de perforación 114 puede ser taladrado en la formación subterránea 102 utilizando cualquier técnica adecuada de taladrado. El pozo de perforación 114 se extiende de manera substancialmente vertical lejos de la superficie de la tierra 104 sobre una parte vertical 116 del pozo de perforación y se desvía con un ángulo respecto la superficie de la tierra 104 sobre una parte desviada u horizontal 118 del pozo de perforación. En entornos operativos alternativos,

todo o unas partes del pozo de perforación pueden ser verticales, estar desviados con cualquier ángulo adecuado, horizontales y/o estar curvados.

5 Por lo menos una parte de la parte vertical 116 del pozo de perforación está en línea con un revestimiento 120 que se asegura en su posición contra la formación subterránea 102 de una manera convencional utilizando cemento 122.

10 En unos entornos operativos alternativos, una parte horizontal del pozo de perforación puede ser revestida y cementada y/o unas partes del pozo de perforación pueden estar sin revestir. El equipo de perforación 106 comprende una torre de perforación 108 con un piso 110 de equipo a través del que se extiende un tubo o sarta de producción 112 (p. ej. cable, alambre, línea eléctrica, línea Z, tubería unida, tubo en espiral, revestimiento o cordón, etc.) hacia abajo desde el equipo de perforación 106 adentro del pozo de perforación 114. La sarta de producción 112 entrega el aparato 100 de servicio de pozo de perforación a una profundidad seleccionada dentro del pozo de perforación 114 para realizar una operación tal como la perforación del revestimiento 120 y/o de la formación subterránea 102, la creación de túneles de perforación y fracturas (p. ej. fracturas dominantes, microfracturas, etc.) dentro de la formación subterránea 102, la producción de hidrocarburos a partir de la formación subterránea 102, y/u otras operaciones de finalización. El equipo de perforación 106 comprende un cabestrante impulsado por motor y otros equipos asociados para extender la sarta de producción 112 en el pozo de perforación 114 para colocar el aparato de servicio 100 de pozo de perforación a la profundidad seleccionada.

20 Si bien el ejemplo de entorno operativo representado en la Figura 1 se refiere a un equipo de perforación estacionario 106 para bajar y preparar el aparato 100 de servicio de pozo de perforación dentro de un pozo de perforación en tierra 114, en unas realizaciones alternativas, pueden utilizarse equipos móviles de remediación, unidades de servicio de pozos de perforación (tales como unidades de tubos en espiral), y similares para bajar adentro del pozo de perforación un aparato de servicio de pozo de perforación. Debe entenderse que el aparato de servicio de pozo de perforación puede utilizarse como alternativa en otros entornos operativos, tales como dentro de un entorno operativo de pozo de perforación marítimo.

25 El aparato de servicio 100 de pozo de perforación comprende un sujetador de tubería colgante 124 (tal como un sujetador de tubería colgante Halliburton VersaFlex®) y una sección de tubo 126 que se extiende entre el sujetador de tubería colgante 124 y el extremo inferior del pozo de perforación. La sección de tubo 126 comprende una zapata de flotación y un collarín de flotación, alojados en la misma y cerca del extremo inferior del pozo de perforación. Además, dentro de la sección de tubo 126 y junto al collarín de flotador hay alojado un dispositivo de transporte de tubo.

30 La parte horizontal 118 del pozo de perforación y la sección de tubo 126 definen una corona 128 entremedio de las mismas. La sección de tubo 126 comprende una pared interior 130 que define un paso de flujo 132 a través del mismo. Una sarta interior 134 está dispuesta en el paso de flujo 132 y la sarta interior 134 se extiende a través de modo que el extremo inferior de la sarta interior se extiende adentro y es recibida por un receptáculo de calibre pulido cerca del extremo inferior del pozo de perforación.

35 Una realización de un dispositivo orientador 136 está alojada en el paso de flujo 132 de la sección de tubo 126 y está conectada rígidamente a un dispositivo perforador 140 a través de un adaptador 138. El dispositivo orientador 136 está tendido longitudinalmente a lo largo de un eje central 135. En esta realización, el dispositivo perforador 140 es una herramienta Hydra-Jet®, que está disponible en Halliburton Energy Services, Inc.

40 El dispositivo orientador 136 tiene una boca de caudal 137 de dispositivo orientador que está en comunicación de fluidos con el paso de flujo 132. El adaptador 138 tiene una boca de caudal 139 de adaptador que permite la comunicación de fluidos entre el dispositivo orientador 136 y el dispositivo perforador 140 a través del adaptador 138. El dispositivo perforador 140 tiene una boca de caudal 146 de dispositivo perforador que está en comunicación de fluidos con la boca de caudal 139 de adaptador. Con otras palabras, el paso de flujo 132, la boca de caudal 137 de dispositivo orientador, la boca de caudal 139 de adaptador y la boca de caudal 146 de dispositivo perforador están conectados todos entre sí en comunicación de fluidos. El dispositivo orientador 136, el adaptador 138 y el dispositivo perforador 140 están dispuestos en la parte horizontal 118 del pozo de perforación y están asociados con la zona de formación 150. En unas realizaciones alternativas, un dispositivo orientador, un adaptador y un dispositivo perforador pueden disponerse en una parte desviada o vertical del pozo de perforación y pueden asociarse con múltiples zonas de formación. El dispositivo orientador 136 comprende un miembro orientador, en esta realización una bola 244 (véase la Figura 2), para identificar una orientación seleccionada tal como la dirección de la gravedad. En esta realización, el dispositivo orientador 136 comprende la bola 244 para identificar la dirección de la gravedad mediante la identificación de una posición con la menor energía potencial gravitatoria. Sin embargo, en unas realizaciones alternativas, un dispositivo orientador puede comprender cualquier miembro orientador adecuado tal como un rodamiento, una barra o cualquier otro miembro adecuado para identificar una orientación seleccionada (p. ej. una posición con la menor energía potencial gravitatoria, una posición con la mayor energía potencial gravitatoria, etc.) mediante el uso de otros medios adecuados tales como una fuerza de flotabilidad, un fuerza magnética u otros medios y/o métodos adecuados. Generalmente, en funcionamiento, después de que la bola 244 identifique la dirección de la gravedad, el dispositivo orientador 136 hace rotar el dispositivo perforador 140 sobre la base de la orientación seleccionada relativa a la dirección de la gravedad alrededor del eje central 135. Una vez que el dispositivo perforador 140 está orientado en la orientación seleccionada, el dispositivo perforador 140 crea unos túneles de perforación que tienen una orientación en la orientación seleccionada. Los túneles de perforación se

propagan y crean aún más unas fracturas dominantes y microfracturas para proporcionar unos pasos de flujo que permitan a los hidrocarburos llegar al pozo de perforación 114. El funcionamiento del dispositivo orientador 136 se describe a continuación con más detalle.

5 Haciendo referencia ahora a la Figura 2, se muestra con más detalle el dispositivo orientador 136 que está conectado al dispositivo perforador 140 con el adaptador 138. Además, en la Figura 3 se muestra una vista en despiece ordenado del dispositivo orientador 136. La vista en despiece ordenado ilustra los componentes del dispositivo orientador 136 como se trata a continuación en la Figura 2. También, en la Figura 8 se muestra una vista en corte ortogonal del dispositivo orientador ensamblado 136. El dispositivo orientador 136 comprende un primer sustituto 202, un mandril 216 de pistón, un mandril 228 de pata de mula, un mandril 266 de junta giratoria, un tensor 288 y un segundo sustituto 292, cada uno de ellos tendido longitudinalmente a lo largo del eje central 135 y juntos forman la boca de caudal 137 de dispositivo orientador que permite la comunicación de fluidos entre el dispositivo orientador 136 el paso de flujo 132. El dispositivo orientador 136 también comprende un alojamiento superior 208 y un alojamiento inferior 252 que alojan los otros componentes del dispositivo orientador 136 como se describe más adelante y protegen los componentes del dispositivo orientador 136 contra la suciedad y la interferencia con la pared interior 130.

El primer sustituto 202 tiene forma generalmente tubular y comprende una parte superior 204 de primer sustituto, una parte inferior 206 de primer sustituto y unas roscas 205 de primer sustituto. La parte superior 204 de primer sustituto se dispone dentro de la sección de tubo 126 coaxial con el eje central 135 permitiendo de ese modo la comunicación de fluidos entre el dispositivo orientador 136 y el paso de fluido 132. La parte inferior 206 de primer sustituto se lleva dentro del alojamiento superior 208.

El alojamiento superior 208 también tiene una forma generalmente tubular y no solo aloja la parte inferior del primer sustituto 202, sino que también aloja el mandril 216 de pistón y la parte superior del mandril 228 de pata de mula. El alojamiento superior 208 comprende una parte superior 210 de alojamiento superior, una parte inferior 212 de alojamiento superior, unas roscas superiores 209 de alojamiento superior, un hombro interior 213 de alojamiento superior y una abertura 214 de alojamiento superior. Hay configurado un filtro 211 de alojamiento superior para encajar dentro y complementar a la abertura 214 de alojamiento superior. El filtro 211 de alojamiento superior filtra el fluido que fluye a través de la abertura superior 214 de alojamiento adentro de la boca de caudal 137 de dispositivo orientador. Unos tornillos de fijación 215 de alojamiento superior se insertan a través de la abertura 214 de alojamiento superior a su sitio contra el mandril 216 de pistón para asegurar posicionalmente el alojamiento superior 208, el mandril 216 de pistón, y el mandril 228 de pata de mula unos respecto otros como se describe más adelante.

El mandril 216 de pistón tiene generalmente forma tubular y comprende una parte superior 218 de mandril de pistón, una parte inferior 220 de mandril de pistón y un hombro 222 de mandril de pistón. El mandril 216 de pistón se conecta a la parte inferior 206 de primer sustituto mediante la inserción de la parte superior 218 de mandril de pistón en la parte inferior 206 de primer sustituto de modo que el hombro 222 de mandril de pistón contacte con la parte inferior 206 de primer sustituto. Un surco 224 de mandril de pistón se coloca cerca de la parte inferior 220 de mandril de pistón y se utiliza para recibir los tornillos de fijación 215 de alojamiento superior para conectar el mandril 216 de pistón, el mandril 228 de pata de mula y el alojamiento superior 208. El mandril 216 de pistón se conecta al mandril 228 de pata de mula de modo que se impida al mandril 216 de pistón moverse longitudinalmente a lo largo del eje central 135 o rotacionalmente alrededor del eje central 135 con respecto al mandril 228 de pata de mula. El mandril 216 de pistón y la parte superior del mandril 228 de pata de mula están alojados coaxialmente dentro del alojamiento superior 208 a lo largo del eje central 135. Los tornillos de fijación 215 de alojamiento superior se insertan individualmente desde la abertura 214 de alojamiento superior a través de las aberturas 234 de mandril de pata de mula hasta que los tornillos de fijación 215 de alojamiento superior contactan con el surco 224 de mandril de pistón. En esta realización, hay seis tornillos de fijación 215 de alojamiento superior, seis aberturas 234 de mandril de pata de mula y solo una abertura 214 de alojamiento superior. El ensamblaje de los tornillos de fijación 215 de alojamiento superior desde la abertura 214 de alojamiento superior y a través de las aberturas 234 de mandril de pata de mula se describe más adelante.

Un resorte compresible 226 de pistón está colocado coaxial con el eje central 135 y está ubicado entre el mandril 216 de pistón y el alojamiento superior 208, alrededor del mandril 216 de pistón, en un espacio entre el hombro 222 de mandril de pistón y el hombro interior 213 de alojamiento superior.

El mandril 228 de pata de mula tiene una forma generalmente tubular y comprende una parte superior 230 de mandril de pata de mula, una parte inferior 232 de mandril de pata de mula, una aberturas 234 de mandril de pata de mula, un hombro 242 de mandril de pata de mula, dos alas 248 de mandril de pata de mula y una pata de mula en disminución 236 que tiene una parte superior 235 de pata de mula en disminución, una parte inferior 237 de pata de mula en disminución (mostrada en la Figura 3) y un pico 239 de pata de mula en disminución (mostrado en la Figura 3). Volviendo a la Figura 2, un resorte compresible 240 de manguito deslizante está colocado coaxial con el eje central 135 alrededor del mandril 228 de pata de mula entre el hombro interior 213 de alojamiento superior y la parte superior 235 de pata de mula en disminución. Un manguito deslizante 238 está colocado coaxial con el eje central 135 y alrededor de la pata de mula en disminución 236 entre el resorte 240 de manguito deslizante y la bola 244.

La parte inferior del mandril 228 de pata de mula y la parte superior del mandril 266 de junta giratoria están alojadas dentro del alojamiento inferior 252. El alojamiento inferior 252 tiene una forma generalmente tubular y comprende una parte superior 254 de alojamiento inferior, una parte inferior 256 de alojamiento inferior, unas muescas 246 de bola, un orificio de grasa 258 de alojamiento inferior, unas aberturas 260 de junta giratoria de alojamiento inferior y unas pistas 264 de junta giratoria de alojamiento inferior. Las muescas 246 de bola están colocadas a lo largo de la extremidad de la parte superior 254 de alojamiento inferior y están configuradas para recibir y acoplarse a la bola 244. La bola 244 tiene un diámetro de aproximadamente 14,2875 mm (0,5625 pulgadas). Sin embargo, en unas realizaciones alternativas, una bola puede tener un diámetro de más o de menos de aproximadamente 14,2875 mm (0,5625 pulgadas). Por ejemplo, en una realización alternativa, una bola puede tener un diámetro de aproximadamente 12,7 mm (0,50 pulgadas). La bola 244 está colocada dentro de un espacio definido entre la pata de mula en disminución 236, el manguito deslizante 238, el hombro 242 de mandril de pata de mula, el alojamiento superior 208 y las muescas 246 de bola. Además, la posición de la bola 244 no se ve influenciada substancialmente por la presión de fluido dentro del espacio que rodea la bola 244, pero en cambio, se ve influenciada principalmente por el efecto de la gravedad que actúa en la bola 244 como se explica más adelante. En funcionamiento, la bola 244 es recibida dentro y se acopla con una de las muescas 246 de bola como se describe más adelante. El mandril 228 de pata de mula tiene unas alas 248 de mandril de pata de mula y el mandril 266 de junta giratoria tiene dos canales 250 de ala de mandril de junta giratoria. Las alas 248 de mandril de pata de mula tienen una forma para complementar a los canales 250 de ala de mandril de junta giratoria de modo que las alas 248 de mandril de pata de mula puedan transferir la rotación de la pata de mula en disminución 236 alrededor del eje central 135 al mandril 266 de junta giratoria. Los tornillos de fijación 262 de alojamiento inferior se insertan en las aberturas 260 de junta giratoria de alojamiento inferior para mantener la pluralidad de bolas 282 de junta giratoria de mandril de junta giratoria en su posición designada, como se describe más adelante.

El mandril 266 de junta giratoria tiene generalmente una forma tubular y comprende una parte superior 268 de mandril de junta giratoria, una parte inferior 270 de mandril de junta giratoria, unas pistas 272 de junta giratoria de mandril de junta giratoria, un surco 278 de anillo tórico de mandril de junta giratoria mandril, un reborde 280 de mandril de junta giratoria, unos dientes 284 de mandril de junta giratoria, y un indicador visual 286 de mandril de junta giratoria. Entre las pistas 264 de junta giratoria de mandril de junta giratoria y las pistas 272 de junta giratoria de mandril de junta giratoria se captura una pluralidad de bolas 282 de junta giratoria de mandril de junta giratoria, que permiten al mandril 266 de junta giratoria rotar dentro del alojamiento inferior 252. Con otras palabras, el mandril 266 de junta giratoria está configurado para rotar alrededor del eje central 135 dentro del alojamiento inferior 252 con respecto al alojamiento inferior 252. Un anillo tórico 276 de mandril de junta giratoria se asienta en el surco 278 de anillo tórico de mandril de junta giratoria para proporcionar un sellado entre el mandril 266 de junta giratoria y el alojamiento inferior 252. El indicador visual 286 de mandril de junta giratoria se coloca en el reborde 280 de mandril de junta giratoria para alinear el dispositivo perforador 140 con respecto al dispositivo orientador 136.

El orificio de grasa 258 de alojamiento inferior proporciona un recorrido de flujo a las pistas 272 de junta giratoria de mandril de junta giratoria y a las pistas 264 de junta giratoria de alojamiento inferior. El orificio de grasa 258 de alojamiento inferior se utiliza como paso para insertar aceite, lubricante, etc. en el espacio entre las pistas 272 de junta giratoria de mandril de junta giratoria y las pistas 264 de junta giratoria de alojamiento inferior para lubricar las bolas 282 de junta giratoria de mandril de junta giratoria, las pistas 272 de junta giratoria de mandril de junta giratoria y las pistas 264 de junta giratoria de alojamiento inferior, reduciendo de ese modo el rozamiento entre los mismos. El anillo tórico 276 de mandril de junta giratoria se asienta en el surco 278 de anillo tórico de mandril de junta giratoria, proporcionando de ese modo un sellado entre el alojamiento inferior 252 y el mandril 266 de junta giratoria de modo que el fluido no deseado no pueda entrar al dispositivo orientador 136 al tiempo que todavía se permite al mandril 266 de junta giratoria rotar dentro del alojamiento inferior 252 con respecto al alojamiento inferior 252. El mandril 266 de junta giratoria comprende además unos dientes 284 de mandril de junta giratoria colocados a lo largo del extremo libre de la parte inferior 270 de mandril de junta giratoria. El mandril 266 de junta giratoria comprende además unas roscas 274 de mandril de junta giratoria ubicadas debajo del reborde 280 de mandril de junta giratoria, que se utilizan para apretar la conexión entre el mandril 266 de junta giratoria y el segundo sustituto 292 al utilizar el tensor 288 como se describe más adelante.

El segundo sustituto 292 tiene una forma generalmente tubular y comprende una parte superior 294 de segundo sustituto, una parte inferior 296 de segundo sustituto y un reborde 298 de segundo sustituto. El segundo sustituto 292 comprende además unos dientes 299 de segundo sustituto colocados a lo largo del extremo libre de la parte superior 294 de segundo sustituto. El segundo sustituto 292 comprende además unas roscas 295 de segundo sustituto ubicadas encima del reborde 298 de segundo sustituto que se utilizan para apretar la conexión entre el mandril 266 de junta giratoria y el segundo sustituto 292 utilizando el tensor 288 como se describe más adelante.

El tensor 288 tiene generalmente forma tubular y comprende una parte superior 287 de tensor y una parte inferior 289 de tensor. Un manguito interior 290 de tensor está colocado coaxial con la parte superior 294 de segundo sustituto y con la parte inferior 270 de mandril de junta giratoria. El tensor 288 comprende además dos juegos de roscas, las roscas superiores 291 de tensor y las roscas inferiores 293 de tensor, con diferente paso, las roscas superiores 291 de tensor complementan a las roscas 274 de mandril de junta giratoria y las roscas inferiores 293 de tensor complementan a las roscas 295 de segundo sustituto, que se utilizan para apretar la conexión entre el mandril 266 de junta giratoria y el segunda sustituto 292 como se describe más adelante. En esta realización, las roscas 274 de mandril de junta giratoria tienen 6 hilos en 2,54 cm (1 pulgada) y las rocas 295 de segundo sustituto tienen 12

hilos en 2,54 cm (1 pulgada). Para apretar la conexión entre el mandril 266 de junta giratoria y el segundo sustituto 292, la parte inferior 289 de tensor se enrosca primero sobre la parte superior 294 de segundo sustituto. A continuación, la parte superior 287 de tensor se enrosca sobre la parte inferior 270 de mandril de junta giratoria, mientras al mismo tiempo la parte inferior 289 de tensor se desenrosca en la parte superior 294 de segundo sustituto la mitad de la distancia que la parte inferior 270 de mandril de junta giratoria se mueve con respecto al tensor 288. Con otras palabras, por cada 2,54 cm (1 pulgada) que el mandril 266 de junta giratoria se enrosca en el tensor 288, el segundo sustituto 292 se desenrosca 1,27 cm (media pulgada) del tensor 288. De esta manera, el mandril 266 de junta giratoria y el segundo sustituto 292 se aprietan entre sí.

El segundo sustituto fondo 296 está conectado rígidamente al adaptador 138 a lo largo del eje central 135 de modo que la boca de caudal 139 del adaptador esté en comunicación de fluidos con la boca de caudal 137 del dispositivo orientador. El adaptador 138 está conectado entonces rígidamente al dispositivo perforador 140 a lo largo del eje central 135 de modo que la boca de caudal 146 del dispositivo perforador esté en comunicación de fluidos con la boca de caudal 139 del adaptador. El dispositivo perforador 140 comprende una pluralidad de toberas formadoras de chorro 148 y un alojamiento 144 de dispositivo perforador. La boca de caudal 146 de dispositivo perforador está en comunicación de fluidos con la boca de caudal 139 de adaptador. El alojamiento 144 de dispositivo perforador protege las toberas 148 para que no se obstruyan con suciedad. El alojamiento 144 de dispositivo perforador también comprende una pluralidad de aberturas 142 de dispositivo perforador que permiten la comunicación de fluidos entre las toberas 148 y el espacio exterior al alojamiento 144 de dispositivo perforador.

Las etapas para ensamblar el dispositivo orientador 136 de las Figuras 2 y 3 se tratan aquí con más detalle. Primero, el resorte 226 de pistón se inserta en el alojamiento superior 208 desde la parte superior 210 de alojamiento superior. A continuación, el mandril 216 de pistón se inserta en el alojamiento superior 208 desde la parte superior 210 de alojamiento superior. El primer sustituto 202 se conecta al alojamiento superior 208 insertando la parte inferior 206 de primer sustituto en la parte superior 210 de alojamiento superior y enroscando las roscas 205 de primer sustituto en las roscas superiores 209 de alojamiento superior hasta que el resorte 226 de pistón esté ligeramente comprimido entre el hombro 222 de mandril de pistón y el hombro interior 213 de alojamiento superior.

A continuación, la bola 244 se coloca contra el mandril 228 de pata de mula entre el hombro 242 de mandril de pata de mula y la pata de mula en disminución 236. El manguito deslizante 238 se ensambla entonces coaxialmente alrededor de la parte superior 230 de mandril de pata de mula. El manguito deslizante 238 se mueve entonces hacia el hombro 242 de mandril de pata de mula hasta que el manguito deslizante 238 captura la bola 244 entre el manguito deslizante 238 y el hombro 242 de mandril de pata de mula. A continuación, el resorte 240 de manguito deslizante se ensambla coaxialmente alrededor de la parte superior 230 de mandril de pata de mula. El resorte 240 de manguito deslizante se mueve entonces hasta que el resorte 240 de manguito deslizante contacta con el manguito deslizante 238. A continuación, el anillo tórico 276 de mandril de junta giratoria se asienta en el surco 278 de anillo tórico de mandril de junta giratoria.

A continuación, el mandril 228 de pata de mula, con el manguito deslizante 238 y el resorte 240 de manguito deslizante ensamblados sobre el mismo, y que lleva la bola 244 se asienta en la parte inferior 212 de alojamiento superior de modo que la abertura 214 de alojamiento superior se alinea con una de las aberturas 234 de mandril de pata de mula y el surco 224 de mandril de pistón. A continuación, los tornillos de fijación 215 de alojamiento superior se insertan desde la abertura 214 de alojamiento superior a través de las aberturas 234 de mandril de pata de mula y dentro del surco 224 de mandril de pistón para sostener el mandril 216 de pistón y el mandril 228 de pata de mula juntos dentro del alojamiento superior 208.

Más específicamente, la abertura 214 de alojamiento superior se alinea primero con una de las aberturas 234 de mandril de pata de mula. A continuación, el primer tornillo de fijación 215 de alojamiento superior se inserta a través de la abertura 214 de alojamiento superior, a las aberturas 234 de mandril de pata de mula, hasta que el primer tornillo de fijación 215 de alojamiento superior contacta con el surco 224 de mandril de pistón. A continuación, la abertura 214 de alojamiento superior se rota alrededor del eje central 135 y se alinea con otra de las aberturas 234 de mandril de pata de mula. Un segundo tornillo de fijación 215 de alojamiento superior se inserta entonces a través de la abertura 214 de alojamiento superior, a la abertura 234 de mandril de pata de mula, hasta que el segundo tornillo de fijación 215 de alojamiento superior contacta con el surco 224 de mandril de pistón. Cada uno de los restantes tornillos de fijación 215 de alojamiento superior se inserta subsiguientemente como se ha descrito previamente de modo que cada uno de los tornillos de fijación 215 de alojamiento superior se inserte a través de la abertura 234 de mandril de pata de mula. La Figura 4 es una vista en sección transversal ortogonal tomada en la línea A-A de la Figura 2, e ilustra además la conexión entre la abertura 214 de alojamiento superior del alojamiento superior 208, los tornillos de fijación 215 de alojamiento superior, las aberturas 234 de mandril de pata de mula del mandril 228 de pata de mula y el surco 224 de mandril de pistón del mandril 216 de pistón.

Volviendo a la Figura 3, el alojamiento inferior 252 se conecta al alojamiento superior 208 insertando la parte superior 254 de alojamiento inferior en la parte inferior 212 de alojamiento superior de modo que las roscas inferiores 207 de alojamiento superior se acoplen a las roscas 253 de alojamiento inferior. En esta posición, la parte inferior del mandril 228 de pata de mula está colocada coaxial con el eje central 135 dentro del alojamiento inferior 252 de la Figura 2.

Continuando con el ensamblaje del dispositivo orientador 136 mostrado en la Figura 3, el mandril 266 de junta giratoria se inserta en la parte inferior del alojamiento inferior 252 hasta que el reborde 280 de mandril de junta giratoria contacta con la parte inferior 256 de alojamiento inferior. La Figura 5 es una vista en sección transversal ortogonal tomada en la línea B-B de la Figura 2, que ilustra la conexión entre las alas 248 de mandril de pata de mula del mandril 228 de pata de mula y los canales 250 de ala de mandril de junta giratoria del mandril 266 de junta giratoria, todos los cuales están colocados coaxialmente dentro del alojamiento inferior 252.

Volviendo a la Figura 3, desde las aberturas 260 de junta giratoria de alojamiento inferior se insertan las bolas 282 de junta giratoria de mandril de junta giratoria y se capturan entre las pistas 264 de junta giratoria de alojamiento inferior y las pistas 272 de junta giratoria de mandril de junta giratoria. Los tornillos de fijación 262 de alojamiento inferior se insertan entonces dentro de las aberturas 260 de junta giratoria de alojamiento inferior para impedir que las bolas 282 de junta giratoria de mandril de junta giratoria se salgan de las aberturas 260 de junta giratoria de alojamiento inferior y para mantener las bolas 282 de junta giratoria de mandril de junta giratoria entre las pistas 264 de junta giratoria de alojamiento inferior y las pistas 272 de junta giratoria de mandril de junta giratoria. Se abre el orificio de grasa 258 de alojamiento inferior y se inserta aceite/grasa/lubricante desde el orificio de grasa 258 de alojamiento inferior para lubricar las bolas 282 de junta giratoria de mandril de junta giratoria, las pistas 264 de junta giratoria de alojamiento inferior y las pistas 272 de junta giratoria de mandril de junta giratoria, con el fin de reducir el rozamiento entre los mismos.

A continuación, la parte inferior 296 de segundo sustituto se conecta al dispositivo perforador 140 como se muestra en la Figura 2 (u otra herramienta a orientar) utilizando cualquier adaptador adecuado. Volviendo a la Figura 3, la parte inferior 289 de tensor se enrosca entonces sobre la parte superior 294 de segundo sustituto hasta que el tensor 288 contacta con el reborde 298 de segundo sustituto. El manguito interior 290 de tensor se ensambla entonces dentro de la parte superior 294 de segundo sustituto o con la parte inferior 270 de mandril de junta giratoria. A continuación, se hace rotar el dispositivo perforador 140 alrededor del eje central 135 para alinear las aberturas 142 de dispositivo perforador con el indicador visual 286 de mandril de junta giratoria, como se muestra en la Figura 2. Volviendo a la Figura 3, la parte superior 287 de tensor se enrosca sobre la parte inferior 270 de mandril de junta giratoria que necesariamente desenrosca al parte superior 294 de segundo sustituto respecto el tensor 288 hasta que los dientes 284 de mandril de junta giratoria se aprietan contra los dientes 299 de segundo sustituto. La Figura 6 es una vista en sección transversal ortogonal parcial del dispositivo orientador 136, tomada en la línea C-C de la Figura 2, e ilustra la conexión entre los dientes 284 de mandril de junta giratoria que se acoplan con los dientes 299 de segundo sustituto. Como la parte inferior 270 de mandril de junta giratoria tiene un paso de rosca más basto (es decir 6 hilos en 2,54 cm (1 pulgada)) que el paso de rosca más fino de la parte superior 294 de segundo sustituto (es decir 12 hilos en 2,54 cm (1 pulgada)), por cada rotación del tensor 288 el mandril 266 de junta giratoria se enrosca en el tensor 288 el doble de distancia que lo que se desenrosca el segundo sustituto 292 respecto del tensor 288 de modo que el mandril 266 de junta giratoria y el segundo sustituto 292 se acercan hasta que los dientes 284 de mandril de junta giratoria se acoplan y/o se aprietan contra los dientes 299 de segundo sustituto. La Figura 7 es una vista en sección transversal ortogonal tomada en la línea D-D de la Figura 2, e ilustra la conexión entre los dientes 284 de mandril de junta giratoria que se acoplan con los dientes 299 de segundo sustituto. Obsérvese que típicamente, el tensor 288, el segundo sustituto 292 y el dispositivo perforador 140 (u otra herramienta a orientar) se ensamblan y se conectan a un mandril preensamblado 266 de junta giratoria en el lugar del pozo.

Las etapas de una realización de un método para hacer funcionar el dispositivo orientador 136 para dar servicio al pozo de perforación 114 se muestran en las Figuras 1 y 9-14. La Figura 9 es una vista en sección transversal del dispositivo orientador 136 conectado al dispositivo perforador 140 al principio de una operación de servicio de pozo de perforación dentro de la parte horizontal 118 de pozo de perforación. Inicialmente, el dispositivo orientador 136 está en una posición relajada mientras el dispositivo perforador 140 está con una orientación no deseada en donde las toberas 148 y las aberturas 142 de dispositivo perforador están perpendiculares a la dirección de la gravedad en lugar de paralelas o en la dirección de la gravedad.

Como se muestra en la Figura 1, el método de servicio de pozo de perforación empieza disponiendo un sujetador de tubería colgante 124 que comprende una zapata de flotación, un collarín de flotación y una sección de tubo 126. La sección de tubo 126 comprende un dispositivo orientador 136 conectado a un dispositivo perforador 140 a través de un adaptador 138. La zapata de flotación y el collarín de flotación se disponen cerca de la base (toe) del pozo de perforación 114. En esta realización, el dispositivo orientador 136, el adaptador 138 y el dispositivo perforador 140 están colocados en la parte horizontal 118 del pozo de perforación cerca de la zona de formación 150; sin embargo, en unas realizaciones alternativas, un dispositivo orientador, un adaptador y un dispositivo perforador pueden colocarse en una parte desviada o vertical del pozo de perforación. Adicionalmente, el servicio al pozo de perforación puede llevarse a cabo como alternativa para una pluralidad de zonas de formación que empiezan en una zona de formación en el extremo más alejado o más inferior del pozo de perforación (es decir la base) y retroceder secuencialmente hacia el extremo más cercano o más superior del pozo de perforación (es decir el talón (heel)).

Cuando el dispositivo orientador 136, el adaptador 138 y el dispositivo perforador 140 están colocados en la parte horizontal 118 del pozo de perforación cerca de la zona de formación 150, la bola 244 identifica la dirección de la gravedad por el movimiento a la posición de menor energía potencial gravitatoria. Se apreciará que en unas realizaciones alternativas de los métodos de servicio de pozo de perforación, pueden utilizarse otros métodos

adecuados para identificar la dirección de la gravedad, por ejemplo mediante fuerza de flotabilidad, fuerza magnética, etc.

Haciendo referencia ahora a la Figura 10, se muestra una vista en corte ortogonal de la bola 244 colocada en la posición de la menor energía potencial gravitatoria al principio del método de servicio de pozo de perforación. La bola 244 es libremente movable y rotatoria dentro de un espacio entre la pata de mula en disminución 236, la parte inferior del resorte 240 de manguito deslizante, el hombro 242 de mandril de pata de mula, el alojamiento superior 208 y las muescas 246 de bola de la parte superior 254 de alojamiento inferior. En esta fase del método, el resorte 240 de manguito deslizante está en una posición expandida y la pata de mula en disminución 236 está en una posición inicial en donde la parte inferior 237 de pata de mula en disminución está adyacente a la bola 244.

Haciendo referencia de nuevo a la Figura 9, la operación de servicio de pozo de perforación empieza haciendo fluir un fluido de servicio de pozo de perforación desde el paso de flujo 132 de la sarta interior 134 a través de la boca de caudal 137 de dispositivo orientador, a través de la boca de caudal 139 de adaptador y a la boca de caudal 146 de dispositivo perforador, aumentado de ese modo la presión dentro del primer sustituto 202 del dispositivo orientador 136. El aumento de presión mueve el mandril 216 de pistón longitudinalmente a lo largo del eje central 135 hacia el mandril 228 de pata de mula de modo que el hombro 222 de mandril de pistón mueva el resorte 226 de pistón hasta que el resorte 226 de pistón contacte con el hombro interior 213 de alojamiento superior. Cuando la presión alcanza aproximadamente 4826,33 kPa (700 psi), el resorte 226 de pistón se comprime parcialmente. Continuando el movimiento longitudinal del mandril 216 de pistón se hace que el resorte 240 de manguito deslizante se comprima entre el hombro interior 213 de alojamiento superior y el resorte 240 de manguito deslizante. El resorte 240 de manguito deslizante actúa contra el manguito deslizante 238 de modo que el manguito deslizante 238 se desliza hacia la bola 244 y contacta con esta, empujando la bola 244 hacia las muescas 246 de bola. La bola 244, que ya está ubicada en la posición de menor energía potencial gravitatoria, es recibida dentro y se acopla con una de las muescas 246 de bola y es mantenida en la muesca 246 de bola por el manguito deslizante 238 debido al manguito deslizante predispuesto 238. Cuando la bola 244 es recibida dentro y se acopla a una de las muescas 246 de bola, la orientación de la bola 244 con respecto a la dirección de la gravedad puede cambiar ligeramente según el tamaño de las muescas 246 de bola. De esta manera, cuando la bola 244 se acopla en una de las muescas 246 de bola, la ubicación de la bola 244 puede estar desviada angularmente a aproximadamente 15°, como alternativa aproximadamente 5°, como alternativa aproximadamente 1°, de una posición verdadera de la menor energía potencial gravitatoria. Por supuesto, pueden configurarse unas realizaciones alternativas para proporcionar cualquier grado aceptable de desviación angular debido al tamaño de los dientes. La Figura 11 es una vista en corte ortogonal de la bola 244 acoplada en una de las muescas 246 de bola.

Dado que el mandril 216 de pistón está conectado rígidamente al mandril 228 de pata de mula, el mandril 216 de pistón empuja al mandril 228 de pata de mula hacia el mandril 266 de junta giratoria a medida que el mandril 216 de pistón se mueve longitudinalmente hacia la bola 244. El movimiento longitudinal también hace que la parte inferior 237 de pata de mula en disminución de la pata de mula en disminución 236 contacte con la bola 244. Cuando la pata de mula en disminución 236 continúa moviéndose hacia el mandril 266 de junta giratoria y es interferida por la bola 244, la bola 244 permanece substancialmente estacionaria y hace que el mandril 228 de pata de mula rote alrededor del eje central 135 a medida que el mandril 228 de pata de mula continua trasladándose longitudinalmente a lo largo del eje central 135. Durante la rotación, la pata de mula en disminución 236 del mandril 228 de pata de mula está presionada contra la bola 244 y desliza con respecto a esta. La Figura 12 es una vista en corte ortogonal de la pata de mula en disminución 236 que se ha trasladado longitudinalmente a lo largo del eje central 135 y rotacionalmente alrededor del eje central 135.

Cuando la pata de mula en disminución 236 se mueve longitudinalmente a lo largo del eje central 135 hacia el mandril 266 de junta giratoria y rota alrededor del eje central 135, las alas 248 de mandril de pata de mula se desplazan longitudinalmente dentro de los canales 250 de ala de mandril de junta giratoria y también rotan alrededor del eje central 135. Esto hace que el mandril 266 de junta giratoria rote dentro del alojamiento inferior 252 con respecto al alojamiento inferior 252. A medida que rota el mandril 266 de junta giratoria, las bolas 282 de junta giratoria de mandril de junta giratoria orbitan alrededor del eje central 135 entre las pistas 272 de junta giratoria de mandril de junta giratoria y las pistas 264 de junta giratoria de alojamiento inferior permitiendo que el mandril 266 de junta giratoria rote alrededor del eje central 135 dentro del alojamiento inferior 252 con respecto al alojamiento inferior 252.

Además, el segundo sustituto 292 rota a medida que rota el mandril 266 de junta giratoria, dado que el mandril 266 de junta giratoria está conectado rígidamente al segundo sustituto 292 por el trabado mutuo de los dientes 284 de mandril de junta giratoria y los dientes 299 del segundo sustituto. La rotación del segundo sustituto 292 hace que el adaptador 138 rote. Dado que el adaptador 138 está conectado rígidamente al dispositivo perforador 140, el dispositivo perforador 140 también rota. La rotación del dispositivo perforador 140 hace que las aberturas 142 de dispositivo perforador y las toberas 148 roten.

La pata de mula en disminución 236 ha completado su desplazamiento a una traslación longitudinal máxima cuando el pico 239 de pata de mula en disminución está en contacto con la bola 244. En este momento, las alas 248 de mandril de pata de mula también han completado su desplazamiento longitudinalmente a lo largo de los canales 250 de ala de mandril de junta giratoria y rotacionalmente alrededor del eje central 135. Por consiguiente, el mandril 266

de junta giratoria ha hecho rotar al dispositivo perforador 140, las toberas 148 y las aberturas 142 de dispositivo perforador en una orientación seleccionada alrededor del eje central 135 con respecto a la dirección de la gravedad. La Figura 13 es una vista en sección transversal ortogonal del dispositivo orientador 136 en donde el dispositivo perforador 140 de la Figura 2 está orientado en una orientación seleccionada relativa a la dirección de la gravedad. En esta posición, el pico 239 de pata de mula en disminución está contactando con la bola 244, que está acoplada dentro de una de las muescas 246 de bola. De este modo, el dispositivo orientador 136 está en una posición acoplada.

Una vez que el dispositivo perforador 140 ha sido orientado a la orientación seleccionada relativa a la dirección de la gravedad alrededor del eje central 135, un fluido abrasivo de servicio de pozo de perforación (tal como un fluido de fractura, un fluido cargado de partículas, una lechada de cemento, etc.) se bombea hacia abajo del pozo de perforación 114 a la boca de caudal 137 de dispositivo orientador, a través de la boca de caudal 139 de adaptador, a través de la boca de caudal 146 de dispositivo perforador, a través de las toberas de perforación 148, y a través de las aberturas 142 de dispositivo perforador. El fluido abrasivo de servicio de pozo de perforación se bombea hacia abajo con un caudal y una presión suficientes durante suficiente periodo de chorro para formar chorros de fluido 152. Al final del periodo de chorro, los chorros de fluido 152 han erosionado la zona de formación 150 para formar los túneles de perforación 154 dentro de la zona de formación 150. Los túneles de perforación 154 se orientan con la orientación seleccionada relativa a la dirección de la gravedad alrededor del eje central 135 que lleva a la formación de fracturas dominantes 156, que luego llevan a la formación de microfracturas.

En unas realizaciones alternativas, puede utilizarse un dispositivo orientador para orientar cualquier otra herramienta adecuada de servicio de pozo de perforación, tal como un cañón perforador. Generalmente, un cañón perforador tiene una pluralidad de aberturas que permiten la comunicación de fluidos entre una boca de caudal de cañón perforador y el espacio exterior al cañón perforador. En esa realización, por lo menos una abertura del cañón perforador puede orientarse con cualquier ángulo seleccionado relativo a la dirección de la gravedad para formar unos túneles de perforación con cualquier ángulo (p. ej. horizontal, vertical, ángulo de 30°, etc.). Por ejemplo, al por lo menos una abertura puede alinearse o desviarse selectivamente del indicador visual de mandril de junta giratoria del dispositivo orientador. Por ejemplo, la por lo menos una abertura puede desviarse 30°, 60°, 90° o 180° con respecto al indicador visual de mandril de junta giratoria.

Haciendo referencia ahora a la Figura 14, se muestra una vista en sección transversal del dispositivo orientador 136, el adaptador 138 y el dispositivo perforador 140 durante la formación de los túneles de perforación 154 y las fracturas dominantes 156. Un fluido de servicio de pozo de perforación (puede ser o no similar al fluido abrasivo de servicio de pozo de perforación) es bombeado a través de las aberturas 142 de dispositivo perforador para formar unas fracturas dominantes 156 en comunicación de fluidos con los túneles de perforación 154. Las fracturas dominantes 156 pueden expandirse aún más y formar microfracturas en comunicación de fluidos con las fracturas dominantes 156. Generalmente, las fracturas dominantes 156 se expanden y/o propagan desde los túneles de perforación 154 dentro de la zona de formación 150 para proporcionar un paso más fácil para el fluido de producción (es decir hidrocarburo) al pozo de perforación 114.

Se apreciará que el dispositivo orientador 136 del aparato de servicio 100 de pozo de perforación puede utilizarse para repetir la orientación del dispositivo perforador 140 u otras herramientas. Por ejemplo, con el dispositivo orientador colocado generalmente como se muestra en la Figura 14, para repetir la orientación del dispositivo perforador 140, debe liberarse primero la orientación inicial del dispositivo perforador 140. La presión de fluido dentro del primer sustituto 202 debe reducirse para liberar la orientación del dispositivo perforador 140. Con suficiente reducción de presión en el primer sustituto 202, la fuerza de resorte del resorte 226 de pistón mueve el hombro 222 de mandril de pistón del mandril 216 de pistón hacia el primer sustituto 202. Cuando el mandril 216 de pistón se mueve, se permite que el resorte 240 de manguito deslizante se expanda y relaje dentro de un espacio agrandado, permitiendo de ese modo al manguito deslizante 238 retraerse alejándose de la bola 244. Además, como el hombro 242 de mandril de pata de mula del mandril 228 de pata de mula sigue el movimiento del mandril 216 de pistón (debido a la conexión entre el mandril 216 de pistón y el mandril 228 de pata de mula), el hombro 242 de mandril de pata de mula contacta con la bola 244 y retira la bola 244 de las muescas 246 de bola. Se apreciará que la caída de presión dentro del sustituto superior 202 puede conseguirse mientras el aparato de servicio 100 de pozo de perforación está generalmente estacionario a lo largo de la longitud del pozo de perforación 114 y/o puede conseguirse cuando el aparato de servicio 100 de pozo de perforación se mueve a lo largo de la longitud del pozo de perforación 114.

Aunque conseguida, la caída de presión dentro del sustituto superior 202 tiene como resultado que la bola 244 se libera una vez más para orbitar alrededor del eje central 135. Con la bola 244 libre para orbitar alrededor del eje central 135, la bola 244 naturalmente, debido a las fuerzas gravitatorias ejercidas en la bola 244, orbita a una ubicación con la menor energía potencial gravitatoria. Independientemente de dónde esté el aparato de servicio 100 de pozo de perforación a lo largo de la longitud del pozo de perforación 114, puede provocarse una subsiguiente presurización del sustituto superior 202. La suficiente presurización del sustituto superior 202 iniciaría el funcionamiento del dispositivo orientador 146 de una manera (descrita arriba) que tiene como resultado la orientación del dispositivo perforador 140 con una orientación predeterminada relativa a la dirección de la gravedad. Por supuesto, esta despresurización y subsiguiente presurización del primer sustituto 202 puede repetirse cualquier

número de veces y generalmente tiene como resultado la repetición de la orientación del dispositivo de perforación 140 a una orientación predeterminada relativa a la dirección de la gravedad.

El dispositivo orientador 136 es un ejemplo de dispositivo orientador adecuado que utiliza la gravedad para encontrar la dirección de la gravedad. En particular, el dispositivo orientador 136 utiliza el hallazgo de una posición con la menor energía potencial gravitatoria para identificar la dirección de la gravedad. Sin embargo, en unas realizaciones alternativas, un dispositivo orientador puede utilizar otro método adecuado para identificar la dirección de la gravedad. Por ejemplo, un dispositivo orientador puede utilizar la fuerza de flotabilidad utilizando una bola rodeada de líquido o gas para que flote hacia arriba y encuentre la dirección de la gravedad al identificar la posición de mayor energía potencial gravitatoria. En esa realización, el dispositivo orientador puede utilizarse en una parte desviada u horizontal de pozo de perforación.

Haciendo referencia ahora a la Figura 15, se muestra una realización alternativa de un dispositivo orientador 300. El dispositivo orientador 300 es substancialmente similar al dispositivo orientador 136 en forma y función excepto por este método para encontrar una orientación seleccionada. El dispositivo orientador 300 está dispuesto en una parte vertical 308 de pozo de perforación, sin embargo, en unas realizaciones alternativas, un dispositivo orientador puede disponerse en una parte desviada u horizontal de pozo de perforación. El dispositivo orientador 300 comprende una boca de caudal 314 de dispositivo orientador. En esta realización, el dispositivo orientador 300 comprende una bola 304 para encontrar la orientación seleccionada con respecto a un imán 302, como se describe más adelante. El dispositivo orientador 300 utiliza un imán 302 que está preinstalado en la orientación seleccionada. La orientación seleccionada es determinada por un usuario y se selecciona de modo que la identificación de la orientación produce una información significativa para lograr una orientación deseada de una herramienta conectada al dispositivo orientador 300. En el dispositivo orientador 136, la orientación seleccionada es relativa a la dirección de la gravedad. En esta realización del dispositivo orientador 300, sin embargo, la orientación seleccionada es relativa a la dirección hacia la atracción magnética debida al imán 302. El imán 302 se coloca en la sarta 306 de revestimiento en una dirección conocida relativa a una formación saturada con hidrocarburos (la formación objetivo). El dispositivo orientador 300 está conectado al adaptador que tiene una boca de caudal de adaptador que está en comunicación de fluidos con la boca de caudal 314 de dispositivo orientador. El adaptador está conectado a un dispositivo perforador (u otra herramienta a orientar) que tiene una boca de caudal de dispositivo perforador que está en comunicación de fluidos con la boca de caudal de adaptador. Típicamente, cuando el dispositivo orientador 300 se baja a una zona de formación asociada con la formación saturada con hidrocarburos, la bola 304 es atraída y orbita alrededor de un eje central 312 para encontrar la ubicación del imán 302.

Una operación de servicio de pozo de perforación utilizando el dispositivo orientador 300 empieza al hacer fluir un fluido de servicio de pozo de perforación desde el paso de flujo a través de la boca de caudal 314 de dispositivo orientador, a través de la boca de caudal de adaptador y a la boca de caudal de dispositivo perforador, aplicando de ese modo presión al dispositivo orientador 300. La presión mueve los componentes del dispositivo orientador 300, y finalmente la bola 304 que ya estaba orientada en la dirección seleccionada con respecto al imán 302 es recibida dentro y se acopla a una de las muescas 310 de bola y se mantiene en una de las muescas 310 de bola. En esta realización, la bola 304 utiliza el imán 302 para encontrar la orientación seleccionada. El dispositivo orientador 300 hace rotar entonces un dispositivo perforador alrededor del eje central 312 a la orientación seleccionada de una manera substancialmente similar a la descrita arriba con respecto al aparato de servicio 100 de pozo de perforación.

Se describe por lo menos una realización y las variantes, combinaciones y/o modificaciones de las realizaciones y/o los rasgos de las realizaciones hechas por un experto en la técnica están dentro del alcance de la descripción. Las realizaciones alternativas resultantes de combinar, integrar y/u omitir unos rasgos de las realizaciones también están dentro del alcance de la descripción. Cuando se indican expresamente limitaciones o intervalos numéricos, tales limitaciones o intervalos expresados deben entenderse como que incluyen limitaciones o intervalo iterativos de magnitudes semejantes que se encuentran dentro de las limitaciones o intervalo indicados expresamente (p. ej. de aproximadamente 1 a aproximadamente 10 incluye 2, 3, 4, etc.; mayor de 0,10 incluye 0,11, 0,12, 0,13, etc.). Por ejemplo, cuando se describa un intervalo numérico con un límite inferior, R_i , y un límite superior, R_u , se describe específicamente cualquier número dentro del intervalo. En particular, se describen específicamente los siguientes números dentro del intervalo: $R=R_i+k*(R_u-R_i)$, en donde k es una variable que va del 1 por ciento al 100 por cien con un incremento del 1 por ciento, es decir, k es el 1 por ciento, 2 por ciento, 3 por ciento, 4 por ciento, 5 por ciento, ..., 50 por ciento, 51 por ciento, 52 por ciento, ..., 95 por ciento, 96 por ciento, 97 por ciento, 98 por ciento, 99 por ciento o 100 por cien. Además, también se describe específicamente cualquier intervalo numérico definido por dos números R como se define arriba. El uso del término "opcionalmente" con respecto a cualquier elemento de una reivindicación significa que el elemento es necesario, o como alternativa, el elemento no es necesario, ambas alternativas están dentro del alcance de la reivindicación. El uso de términos más amplios comprende, incluye y habiendo entendido que proporciona apoyo a términos menos amplios términos tales como consiste en, consiste esencialmente en y comprende substancialmente. Por consiguiente, el alcance de protección no está limitado por la descripción establecida arriba sino que está definido por las reivindicaciones que siguen, ese alcance incluye todos los equivalentes del tema de discusión de las reivindicaciones. Todas y cada una de las reivindicaciones se incorporan como se describe aún más en la memoria descriptiva y las reivindicaciones son unas realizaciones de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de servicio (100) de pozo de perforación, que comprende:
un primer mandril (228) movable longitudinalmente a lo largo de un eje central y rotatorio alrededor del eje central;
5 un miembro orientador (244) configurado para interferir selectivamente con el movimiento del primer mandril (228) a lo largo del eje central, en donde el primer mandril (228) comprende una pata de mula en disminución (236) que contacta selectivamente con el miembro orientador (244) de modo que a medida que el primer mandril (228) se mueve longitudinalmente hacia el miembro orientador (244), la pata de mula en disminución (236) se desliza a lo largo del miembro orientador (244);
y
10 un segundo mandril (266) conectado al primer mandril (228) y configurado para rotar alrededor del eje central (135) cuando el primer mandril (228) rota alrededor del eje central (135), caracterizado por que el miembro orientador (244) identifica la dirección de la gravedad.
2. El aparato de servicio (100) de pozo de perforación según la reivindicación 1, en donde el miembro orientador es una bola (244).
- 15 3. El aparato de servicio (100) de pozo de perforación según la reivindicación 1, en donde el segundo mandril (266) está configurado para permanecer substancialmente estacionario longitudinalmente a lo largo del eje central (135).
4. El aparato de servicio (100) de pozo de perforación según la reivindicación 1, en donde el miembro orientador (244) orbita selectivamente alrededor del eje central (135).
- 20 5. El aparato de servicio (100) de pozo de perforación según la reivindicación 1, en donde el miembro orientador (244) se asegura selectivamente en una posición con la menor energía potencial gravitatoria.
6. El aparato de servicio (100) de pozo de perforación según la reivindicación 1, que comprende además:
un primer alojamiento (252) que aloja al segundo mandril (266), el primer alojamiento (252) comprende unas muescas (246) para recibir al miembro orientador (244).
- 25 7. El aparato de servicio (100) de pozo de perforación según la reivindicación 1, en donde el primer mandril (228) comprende un ala (248) que es recibida de manera deslizante dentro de un canal (250) del segundo mandril (266).
8. El aparato de servicio (100) de pozo de perforación según la reivindicación 1, en donde el primer mandril (228) está configurado para moverse longitudinalmente a lo largo del eje central (135) como respuesta a la presión.
- 30 9. Un método de servicio a un pozo de perforación que comprende entregar un aparato de servicio (100) de pozo de perforación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes a una profundidad seleccionada dentro del pozo de perforación, en donde el aparato (100) comprende un dispositivo perforador (140) y un dispositivo orientador (136) que comprende el miembro orientador (244), y en donde el dispositivo orientador (136) identifica la dirección de la gravedad y hace rotar el dispositivo perforador (140) sobre la base de una orientación seleccionada relativa a la dirección de la gravedad alrededor de un eje central (135).
- 35 10. Un método según la reivindicación 9, que comprende además crear unos túneles de perforación (154) que tienen la orientación en la orientación seleccionada.

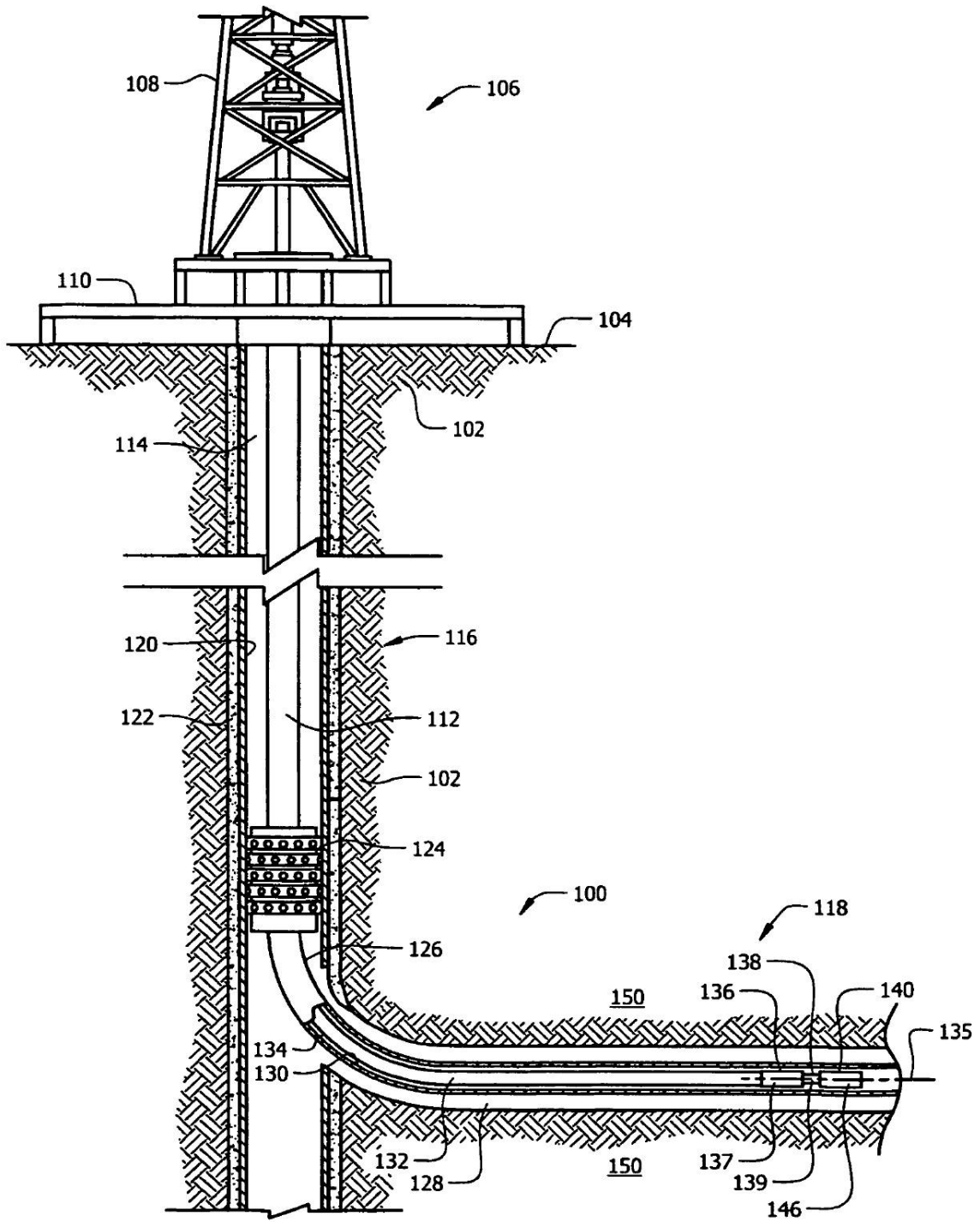


FIG. 1

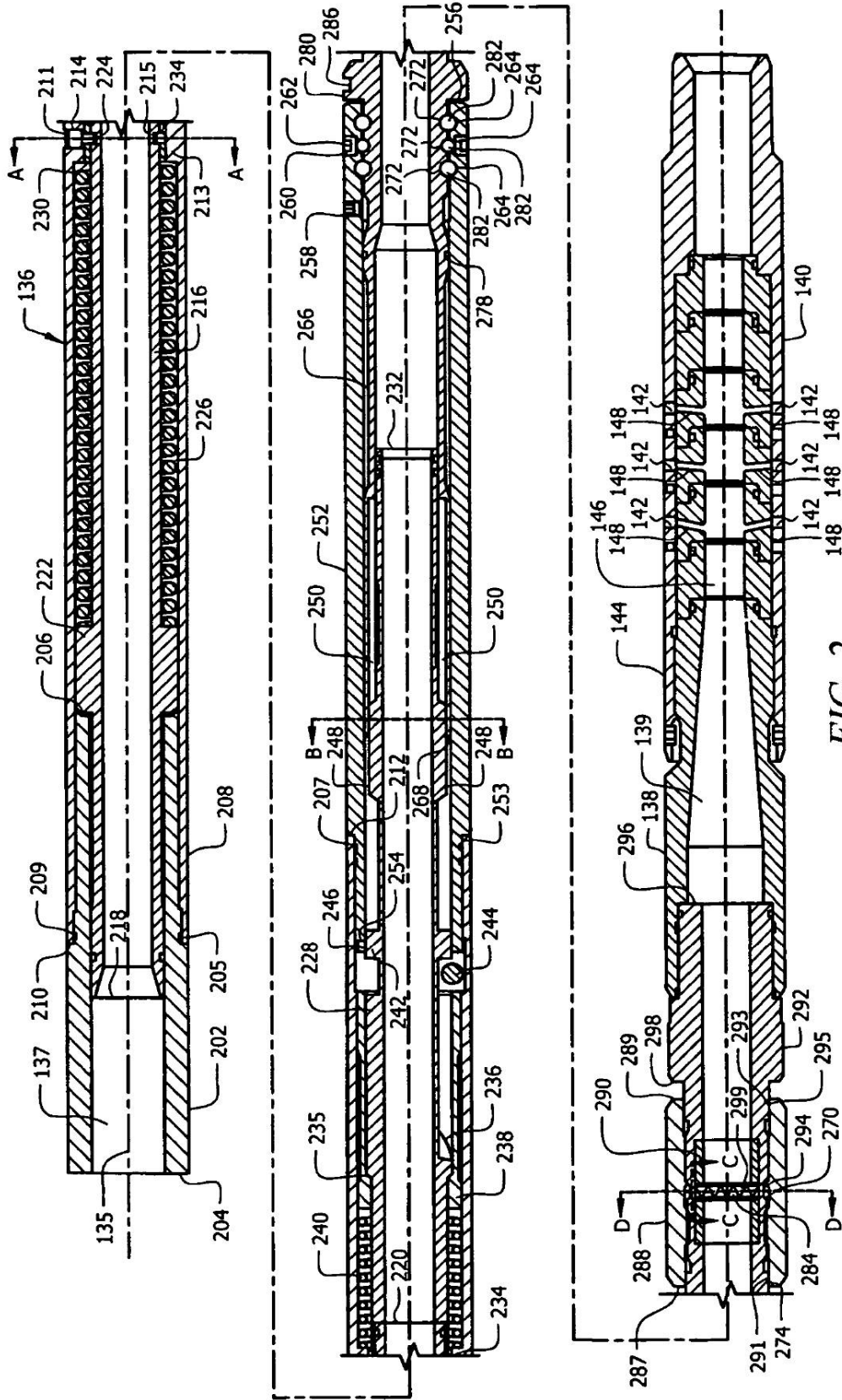


FIG. 2

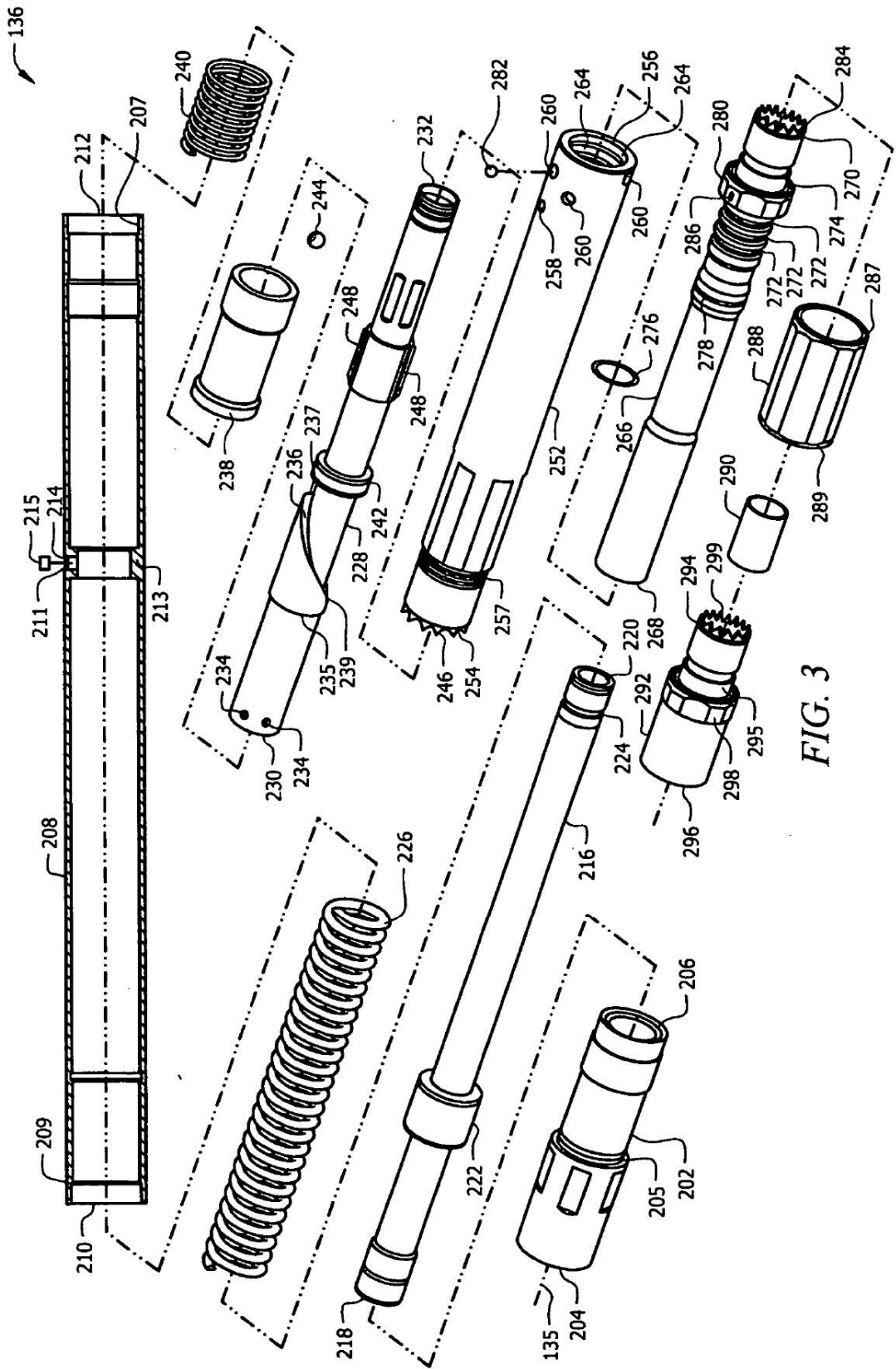


FIG. 3

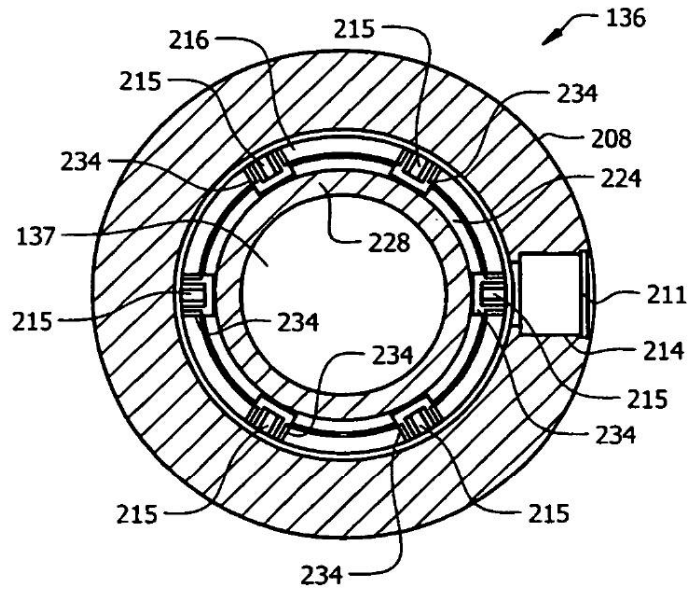


FIG. 4

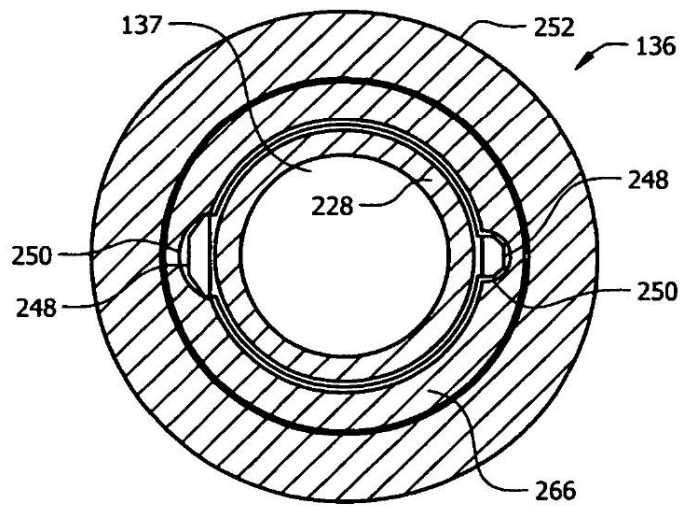


FIG. 5

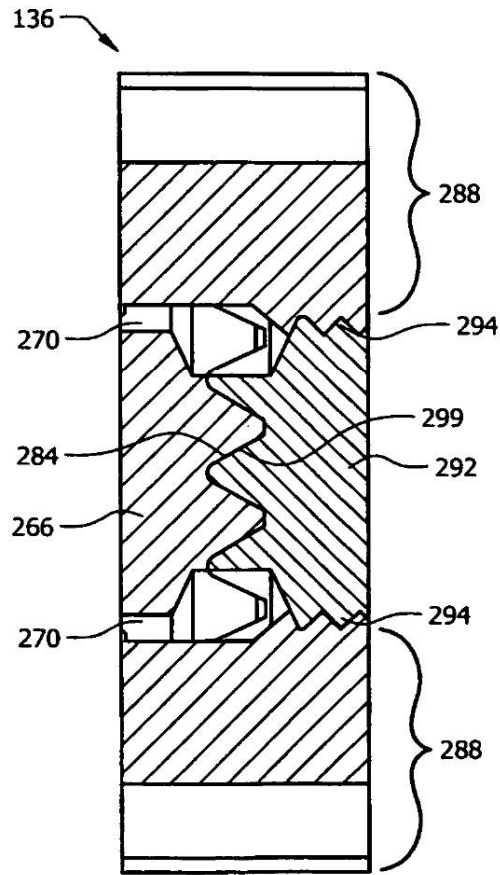


FIG. 6

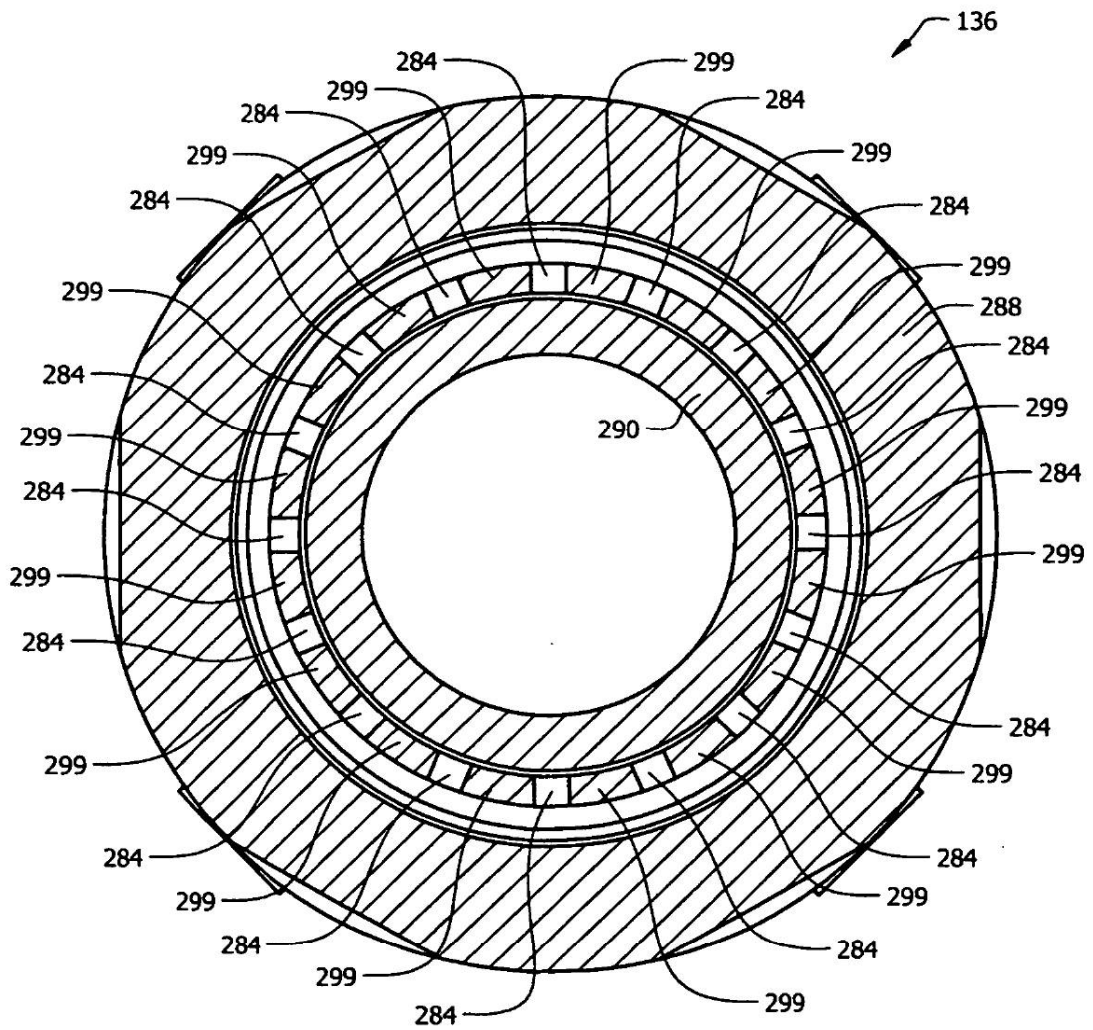


FIG. 7

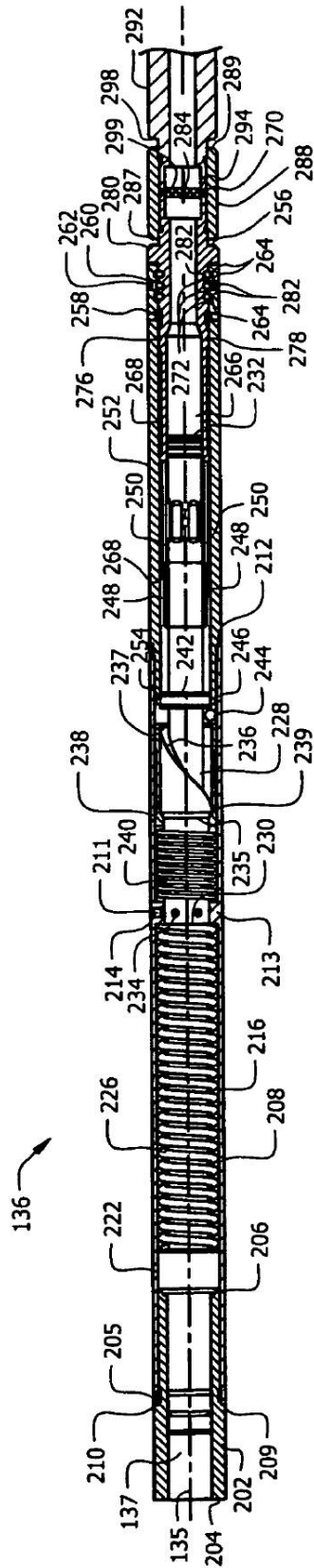


FIG. 8

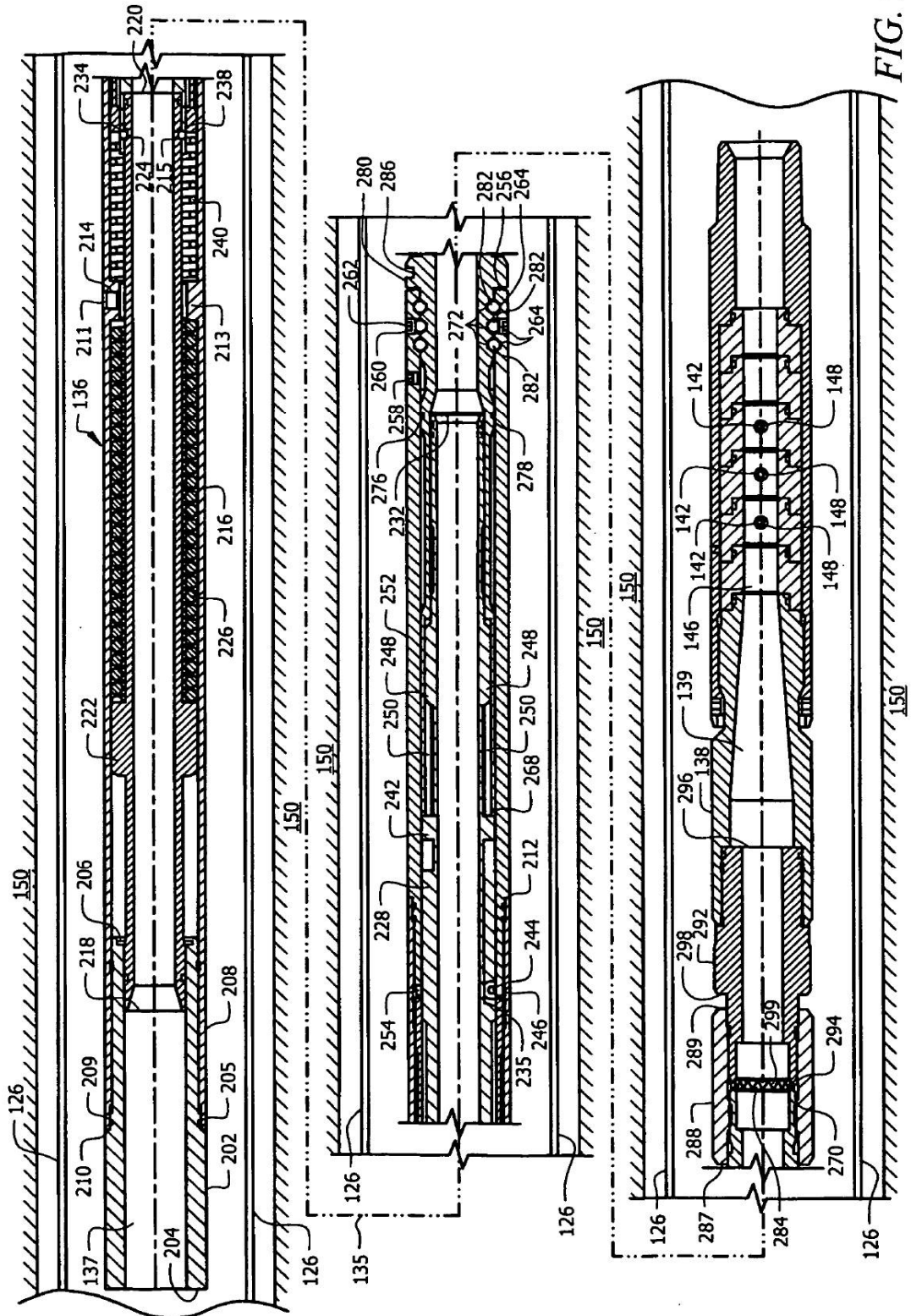


FIG. 9

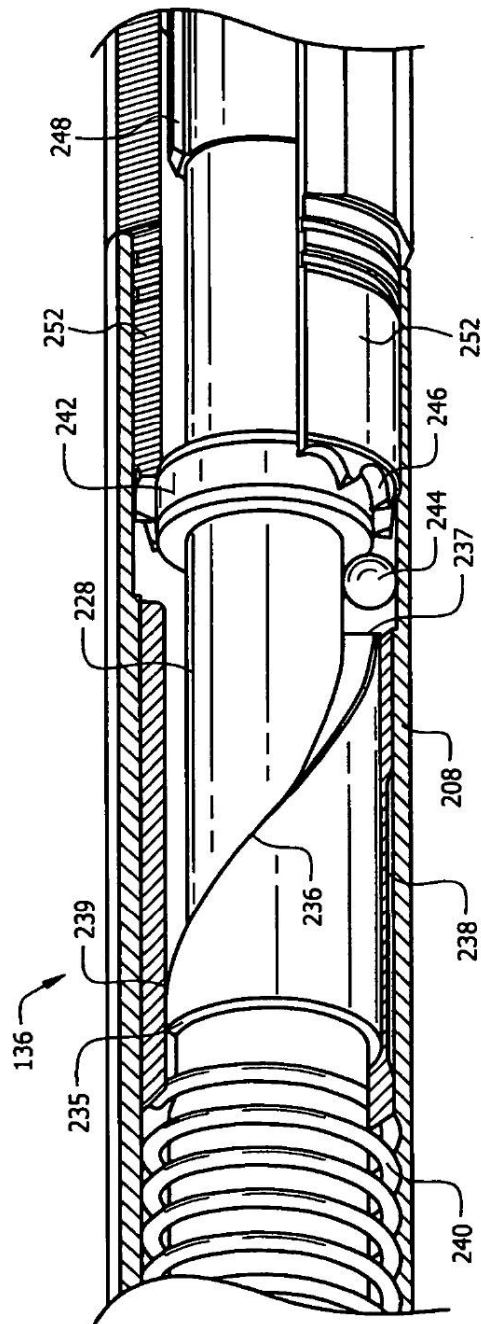


FIG. 10

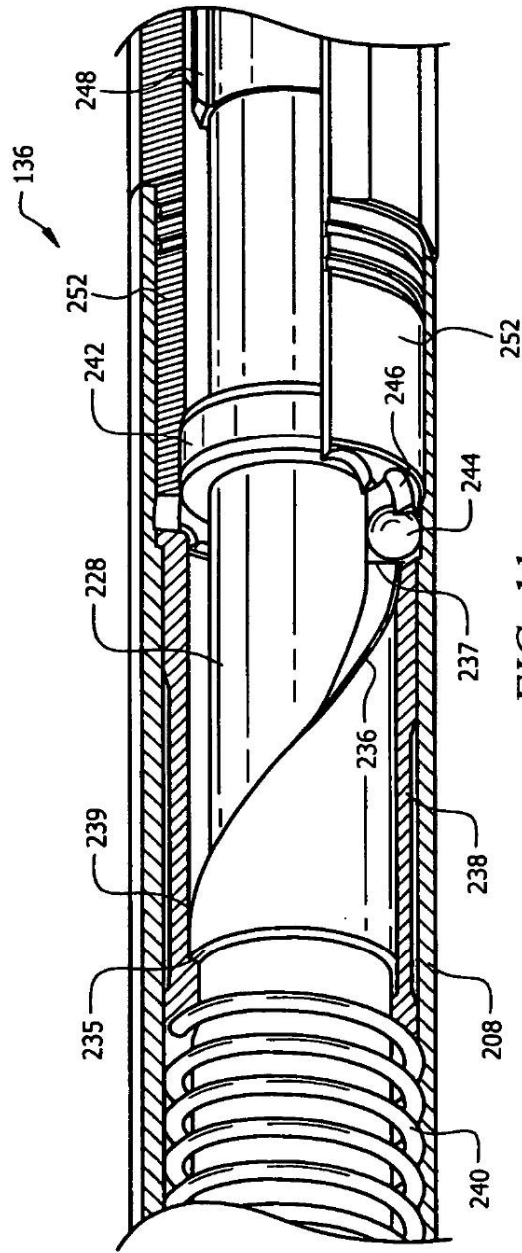


FIG. 11

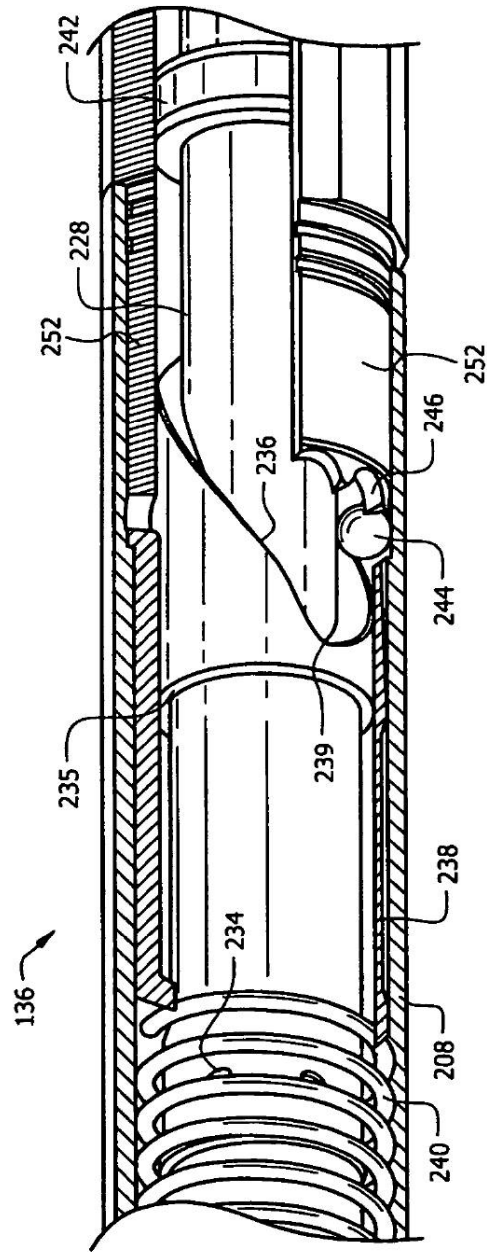


FIG. 12

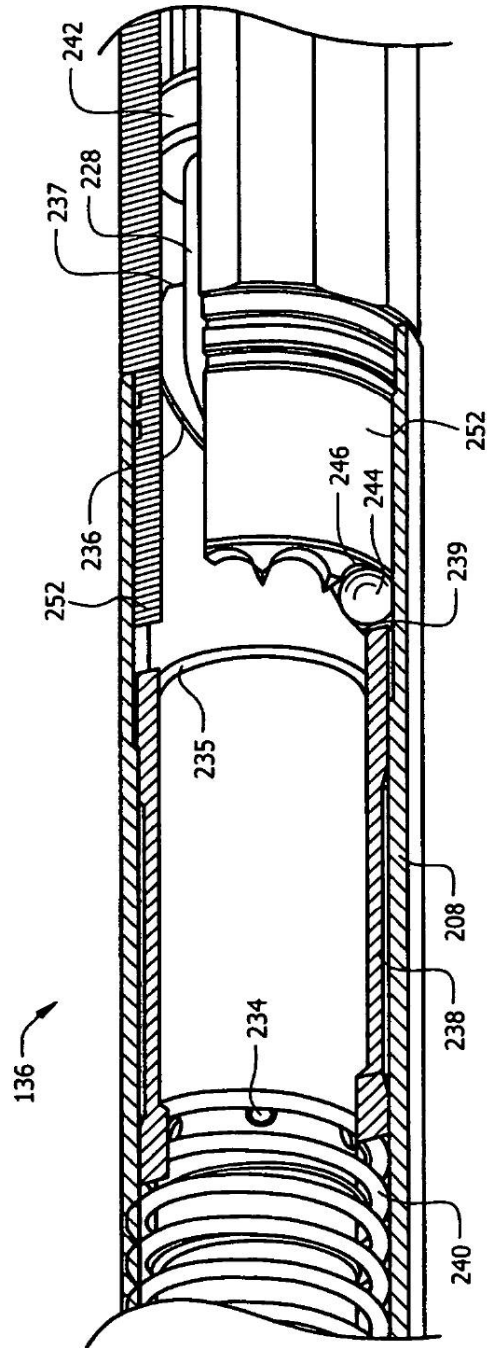


FIG. 13

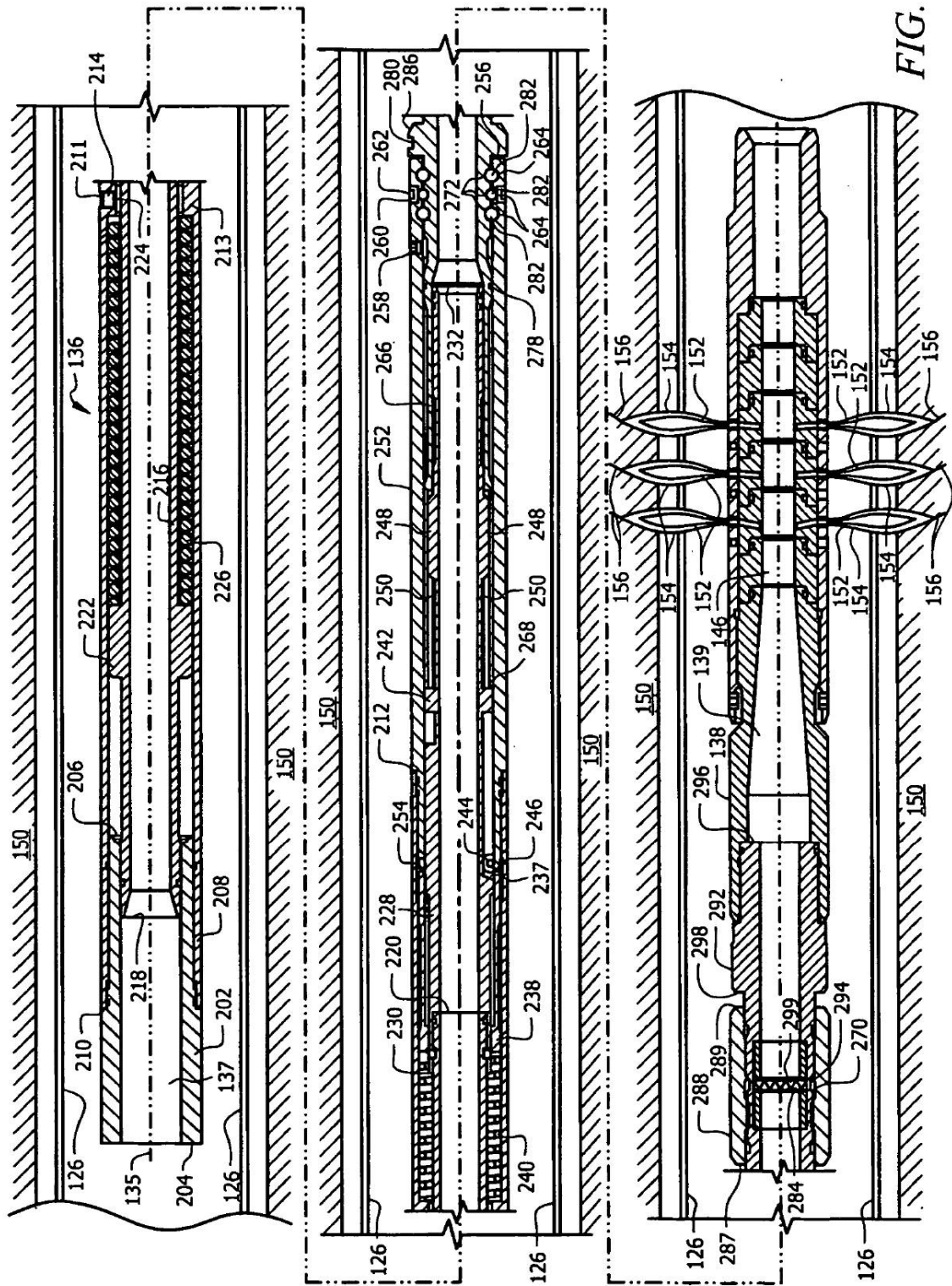


FIG. 14

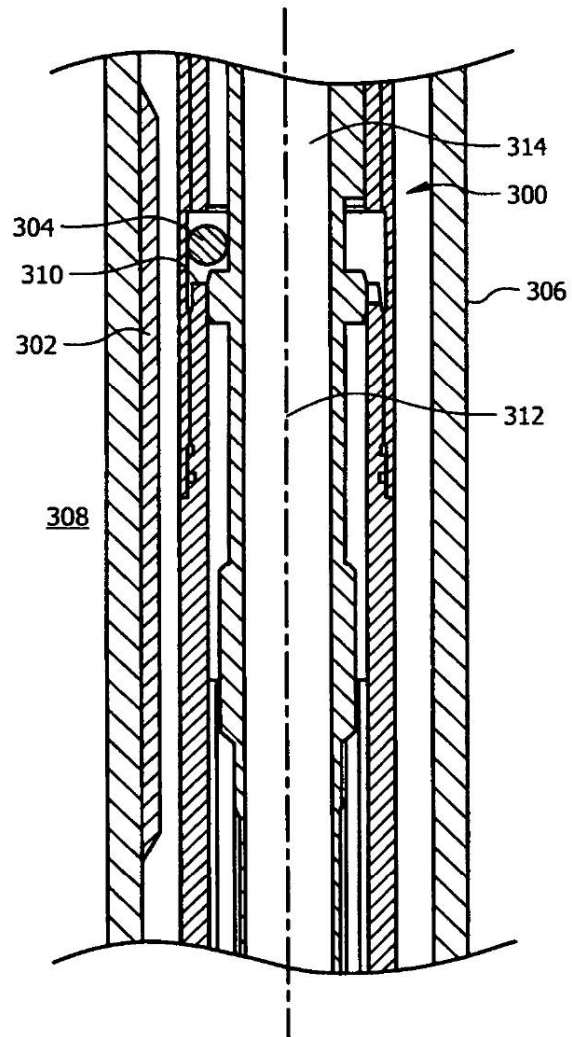


FIG. 15