

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 329**

51 Int. Cl.:

**E21B 7/28** (2006.01)  
**E21B 27/00** (2006.01)  
**E21D 1/06** (2006.01)  
**E21D 1/08** (2006.01)  
**E21D 5/04** (2006.01)  
**E21B 10/32** (2006.01)  
**E21B 4/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.01.2016 PCT/IB2016/050357**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.07.2016 WO16116910**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2016 E 16739873 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 3247862**

54 Título: **Disposición de ampliación de árbol para un sistema de perforación**

30 Prioridad:

**23.01.2015 EP 15152341**  
**05.02.2015 ZA 201500851**  
**23.07.2015 ZA 201505310**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.06.2020**

73 Titular/es:

**MASTER SINKERS (PTY) LTD (100.0%)**  
**4 Bosman Street**  
**Fochville, Gauteng 2515, ZA**

72 Inventor/es:

**KLEUTERS, NIKOLAUS;**  
**PRETORIUS, DANIEL COENRAAD;**  
**JORDAAN, BAREND JACOBUS;**  
**GERMISHUYS, LOUIS;**  
**GOODWIN, NICOLAAS BODENSTEIN y**  
**SHEPPARD, GARETH ROBERT**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 767 329 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**

Disposición de ampliación de árbol para un sistema de perforación

**5 Campo de la invención**

Esta invención se refiere a un sistema de perforación (o equipo o máquina), y en particular, en una versión, a un sistema de perforación de árbol ciego. En términos generales, el sistema de perforación comprende una disposición de plataforma de soporte sobre el suelo, una disposición de plataformas de trabajo intermedias y una disposición de perforación y ampliación de árbol más baja. El sistema de perforación puede usarse para perforar orificios o árboles sustancialmente verticales iniciando la perforación de rocas a nivel del suelo y perforando una distancia predeterminada verticalmente hacia abajo. En particular, la presente invención puede implementarse usando técnicas de perforación elevada o de orificio ciego.

**15 Antecedentes de la invención**

La perforación de elevación convencional comienza con la perforación de un orificio piloto verticalmente hacia abajo, normalmente usando un sistema de perforación direccional. Se perfora usando una unidad de perforación en la superficie desde la cual una cadena de perforación hueca, que comprende una pluralidad de tubos de perforación montados juntos, se extiende hacia abajo. Se ajusta una broca para perforar el orificio piloto en el tubo de perforación más bajo de la cadena de perforación, con los tubos teniendo una rosca estándar para aplicaciones de alta torsión. Después de que el orificio piloto se haya abierto paso a un nivel inferior, la broca se retira y se reemplaza con una cabeza de fresado que comprende una pluralidad de cortadores. La cabeza de fresado se gira y se tira hacia la unidad de perforación montada en la superficie para cortar un orificio más grande o elevar, a través del suelo y la roca. Los recortes caen por gravedad en una cámara en el fondo del orificio, normalmente de manera incontrolada, donde se eliminan usando un cargador.

Un orificio ciego de perforación, por otra parte, comprende perforar un orificio piloto de gran tamaño. El orificio piloto de gran tamaño se puede perforar en una sola etapa o, más normalmente, primero perforando un orificio piloto inicial de 400 mm, por ejemplo, que luego se amplía para definir un orificio piloto sobredimensionado de 3 m. Este proceso es razonablemente conocido en la técnica. Luego se instala un cabezal de corte sobre el orificio piloto sobredimensionado perforado, para que la perforación pueda producirse hacia abajo. Los recortes se expulsan del orificio piloto de gran tamaño. Esta técnica en particular no se usa con tanta frecuencia, ya que el riesgo de bloquear el orificio piloto y crear precipitaciones de lodo en el fondo del orificio es relativamente alto.

Ningún sistema de perforación conocido es capaz de perforar orificios relativamente más grandes (preferiblemente con un diámetro de entre 8 y 15 metros, pero posiblemente incluso más grande), con los recortes que se pueden quitar desde arriba del sistema de perforación sin tener que eliminar los recortes, utilizando, por ejemplo, circulación inversa.

Hay varios documentos relacionados de la técnica anterior, incluyendo la solicitud de patente PCT publicada n.º WO9320325 que divulga un aparato de fresado descendente que tiene un estabilizador superior que soporta el aparato de fresado descendente en un orificio de perforación, y un estabilizador inferior que proporciona soporte adicional para el aparato de fresado descendente.

La patente US 3.965.995 divulga una máquina para perforar un orificio ciego de gran diámetro, incluyendo la máquina una rueda de corte montada en el extremo inferior de la máquina para girar alrededor de un soporte tubular horizontal. Un conjunto de pinzas, situado encima de la rueda de corte, asegura la máquina contra la pared del túnel. La patente US 4.646.853 divulga una máquina sustancialmente similar.

El documento US 3379264 divulga una máquina perforadora de tierras que tiene una pluralidad de discos de corte que tienen periferias en forma de cuña, que se mueven mientras se sostienen contra la cara de trabajo bajo gran presión en trayectorias concéntricas sobre la cara de trabajo. Los discos de corte están ubicados axialmente en un cabezal de corte en diferentes planos, de modo que la cara de trabajo tiene una configuración en forma de cono, con las superficies cónicas deseablemente bastante empinadas. Cada disco de corte sigue sucesivamente el corte realizado por el siguiente cortador hacia dentro y hacia abajo y trabaja para separar un área que ha perdido su soporte lateral en el lado cuesta abajo por la acción del cortador hacia adelante, que es un incremento hacia dentro y hacia abajo hacia el centro.

El documento DE1010475 divulga un aparato de producción de árbol giratorio y, en particular, un dispositivo giratorio para producir pozos de registro con una herramienta de perforación previa y una herramienta de perforación principal. El aparato incluye una plataforma que está fijada en el árbol contra la rotación y ajustable por medio de un dispositivo de suspensión en la dirección de altura y sobre la cual se proporcionan medios para el accionamiento giratorio de la herramienta de perforación principal. El aparato incluye un dispositivo para transportar los recortes en la plataforma más allá. Un tubo a través de la plataforma en la dirección de altura se desplaza libremente y se guía de forma giratoria.

5 El documento JP H06 294278 divulga un dispositivo de corte para usar en una excavadora de árbol vertical. El dispositivo comprende una tuneladora que se apoya en la pared de un árbol vertical por medio de una pinza y un cortador se divide en un cortador central y un cortador periférico exterior, los cuales son accionados por un motor de accionamiento y simultáneamente rotados para excavar el árbol vertical a lo largo de su sección transversal.

10 El documento JP H08 291690 describe una excavadora de túneles. En particular, se proporciona un dispositivo de perforación para orificios de pernos de bloqueo, a través de un soporte, debajo de una placa de protección en la parte trasera de la excavadora de túneles que tiene un cabezal de corte antes del cuerpo principal de la excavadora. Al girar y balancear el dispositivo, se perfora un orificio de perno de bloqueo en cualquier posición de la pared de un pozo de fresado.

15 El documento JP H05 187191 divulga una excavadora de túneles que comprende un dispositivo de excavación ubicado en un pozo de fresado. El agarre de los dispositivos de agarre se libera para avanzar un miembro del árbol de guía al máximo. Los dispositivos de agarre se agarran, y se libera el agarre de un dispositivo de agarre de alimentación. El dispositivo de excavación gira, la varilla de un gato de empuje se avanza a la velocidad de avance preestablecida, y el dispositivo de excavación se avanza para la excavación. Cada vez que el gato de empuje se extiende al máximo, el dispositivo de agarre de alimentación se agarra y se suelta el agarre de los dispositivos de agarre. La preparación de la excavación se completa con el agarre de los dispositivos de agarre y la liberación del agarre del dispositivo de agarre de alimentación, con el dispositivo de excavación avanzado para la excavación.

20 Los documentos de la técnica anterior enumerados y descritos anteriormente son solo una selección de documentos conocidos que divulgan, en diferentes grados, el amplio concepto de fresado. Sin embargo, todos tienden a sufrir las siguientes desventajas:

25 1. Ninguno de los mismos divulga disposiciones fácilmente implementables para eliminar los recortes fresados desde arriba del aparato de fresado, es decir, para que los recortes salgan de la parte superior del orificio perforado.

30 2. Ninguno de los mismos divulga una disposición de agarre que permita que los orificios relativamente más grandes (con diámetros de entre 8 y 15 metros) sean seguros, perforados eficiente y económicamente.

35 3. Ninguno de los mismos divulga un aparato escalable, para permitir que un solo aparato de fresado o perforado se modifique para perforar árboles de diferentes diámetros.

4. Ninguno de los mismos divulga la capacidad de perforar rocas duras, que presenta dificultades particulares. Hasta ahora, el perforado de rocas duras implica el uso de una secuencia de explosión y avance, que la presente invención pretende específicamente evitar.

40 Es un objetivo de la presente invención proporcionar un sistema o plataforma de perforación para abordar las deficiencias anteriores que prevalecen en las disposiciones de perforación existentes. En una realización, el objetivo es proporcionar un sistema de perforación de árbol ciego que pueda lograr una perforación direccional muy precisa y evitar tener que perforar un orificio piloto inicial, como se hace convencionalmente.

#### 45 **Sumario de la invención**

Según la invención, se proporciona una disposición de ampliación de árbol para un sistema de perforación como se establece en la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas.

50 El primer cabezal de corte comprende un cuerpo de soporte que lleva una disposición con alas, estando el cuerpo de soporte ajustado de forma giratoria a la columna, comprendiendo la disposición de alas una pluralidad de alas que se extienden desde el cuerpo de soporte, estando cada ala equipada con, o comprendiendo, una pluralidad de primeros elementos de corte.

55 En una realización, una caja de engranajes está montada sobre el primer cabezal de corte, con unos primeros medios de accionamiento montados sobre la caja de engranajes y dispuestos para conducir una disposición de engranaje dentro de la caja de engranajes, que a su vez está dispuesto para girar el cuerpo de soporte y el primer cabezal de corte alrededor de la columna. De manera típica, los primeros medios de accionamiento comprenden una pluralidad de motores eléctricos dispuestos alrededor de la periferia de la caja de engranajes.

60 Cada ala está en ángulo hacia arriba y lejos del cuerpo de soporte, para definir un perfil de corte sustancialmente en forma de V.

65 En una realización, cada ala incluye una porción de ala de base y una porción de ala de extremo móvil que es móvil con respecto a la porción de ala de base, siendo operable un primer accionador para mover la porción de ala de extremo con respecto a la porción de ala de base. En una realización, la porción del ala de extremo se puede mover

entre una posición extendida en la que la porción de ala de extremo se extiende sustancialmente en línea con la porción del ala de base, y una posición retraída en la que la porción de ala de extremo se mueve hacia arriba en relación con la porción de ala de base, para facilitar en última instancia la extracción de la disposición de ampliación del árbol del orificio perforado.

5 En una realización, se pueden situar porciones de ala adicionales entre la porción de ala de base y la porción de ala de extremo, para permitir que la longitud de las alas se varíe, permitiendo así perforar orificios relativamente más grandes al aumentar el diámetro total de la disposición de alas.

10 En una realización, se proporciona un depósito colector inferior debajo del primer cabezal de corte, dentro del cual se pueden recoger los recortes (y la suciedad seca) producidos por el primer cabezal de corte giratorio. El depósito colector inferior incluye un cuerpo de depósito que define una abertura de canal de entrada para recibir los recortes, y una salida de canal de salida que está alineada con una abertura correspondiente definida en la columna, a través del cual los recortes pueden salir del depósito a la columna, para su posterior recogida por un cubo interno que sube y baja por la columna.

15 De manera típica, la disposición de ampliación del árbol incluye un par de depósitos colectores inferiores diametralmente opuestos, con las porciones más bajas de la disposición de alas que incluyen raspadores para raspar los recortes en los depósitos colectores a medida que el primer cabezal de corte gira en relación con la columna.

20 La disposición de ampliación del árbol incluye una disposición de agarre ajustada a la columna hueca (y está dispuesta alrededor de la columna, para encerrar sustancialmente la columna), estando situada la disposición de agarre, durante el uso, debajo del depósito colector inferior y sobre la disposición del cabezal de perforación, estando dispuesta la disposición de agarre para agarrarse con seguridad contra el orificio principal perforado por el segundo cabezal de corte, para fijar el sistema de perforación en su posición dentro del orificio de perforación.

25 En una realización, la disposición de agarre incluye un par de abrazaderas diametralmente opuestas que se extienden lateralmente lejos de la columna hueca, siendo las abrazaderas móviles entre una posición retraída, desconectada y una posición extendida, de acoplamiento en la que las abrazaderas se sujetan contra el orificio delantero definido por el segundo cabezal de corte, para facilitar y/o controlar la rotación del primer cabezal de corte.

30 La disposición de agarre se ajusta a una tercera disposición del accionador que se fija a la columna, siendo la tercera disposición de accionador operable para mover la disposición de agarre axialmente a lo largo de la longitud de la columna.

35 En una realización, se proporciona una disposición estabilizadora para ayudar a la disposición de agarre centrando primero la disposición de ampliación del árbol, incluyendo la disposición estabilizadora una pluralidad de protectores estabilizadores superiores separados radialmente por encima de la disposición de agarre y un par de protectores estabilizadores inferiores separados radialmente debajo de la disposición de agarre.

40 En una realización, una disposición de escudo de protección se extiende desde debajo del primer cabezal de corte, adyacente al depósito colector inferior, hasta el final de la disposición del cabezal de perforación, la disposición de escudo de protección que define ventanas o aberturas para acomodar (y así permitir la operación de) las abrazaderas de la disposición de agarre, y los protectores estabilizadores superior e inferior de la disposición estabilizadora.

45 En una realización, la disposición del cabeza de perforación se ajusta a una brida asegurada al extremo operativo más bajo de la columna, con un cabezal de perforación montada en la brida con una sexta disposición de accionador, siendo la sexta disposición de accionador operable para extender y retraer el cabezal de perforación en relación con la brida, facilitando así la perforación del orificio de entrada a medida que el sistema de perforación avanza hacia abajo.

50 En una versión, para perforar a través de roca dura, el cabezal de perforación comprende un cabezal de perforación de suspensión que termina en una cara operativamente plana para definir un protector de suspensión, La cara plana está equipada con un segundo cabezal de corte para perforar el orificio delantero a medida que el sistema de perforación avanza hacia abajo.

55 En una realización, el cabezal de perforación de suspensión se llena con suspensión de agua para aplicar presión hidrostática a la superficie de excavación, con una bomba proporcionada para bombear la suspensión resultante a una planta de separación.

60 En una versión, para perforar a través de un terreno relativamente blando, el cabezal de perforación comprende un cabezal EPB (equilibrio de presión de la tierra) con un cabezal de corte.

65 En una realización, el segundo cabezal de corte está equipado con, o incluye, una pluralidad de segundos elementos

de corte, con unos segundos medios de accionamiento que se sitúan encima del cabezal de perforación para accionar los segundos elementos de corte del cabezal de perforación. De manera típica, los medios de accionamiento comprenden una pluralidad de motores eléctricos que se extienden dentro del espacio entre la disposición del cabezal de perforación y la brida.

5 En una realización, el sistema de perforación incluye una etapa de revestimiento de árbol que comprende una plataforma de revestimiento de árbol circular que tiene un collar interior que acomoda la columna de manera suelta, con una pluralidad de cilindros que se extienden entre una cara inferior de la plataforma y la caja de engranajes para regular y controlar la distancia relativa entre la plataforma y la caja de engranajes.

10 En una realización, la etapa de revestimiento del árbol incluye un sistema de revestimiento del árbol para instalar segmentos de revestimiento de hormigón prefabricados en la pared interior del orificio perforado a medida que el sistema de perforación avanza hacia abajo, comprendiendo el sistema de revestimiento del árbol:

15 un dispositivo portador de segmento de revestimiento para bajar los segmentos de revestimiento en el orificio perforado; y  
un brazo de ajuste de segmento para recuperar los segmentos de revestimiento del dispositivo portador de segmento de revestimiento y situarlos contra la pared lateral del orificio.

20 En una realización, el dispositivo portador del segmento de revestimiento es parte de un cubo exterior, de modo que a medida que el cubo exterior se baja en el árbol, un segmento de revestimiento se baja simultáneamente en el árbol. En una realización, el cubo exterior pasa a través de las aberturas definidas en plataformas circulares adyacentes, con la plataforma de revestimiento del árbol de la etapa de revestimiento del árbol también definiendo una abertura para permitir que el cubo exterior avance más hacia abajo hacia el primer cabezal de corte. En una  
25 realización, cada plataforma circular define un par de aberturas diametralmente opuestas. En una realización, la plataforma de revestimiento del árbol circular de la etapa de revestimiento del árbol tiene un diámetro mayor que las plataformas adyacentes, con una diferencia de diámetros que es suficiente para acomodar el espesor de los segmentos de revestimiento de hormigón que se ajustan a la pared interior del orificio perforado.

30 En una realización, la plataforma de revestimiento del árbol de la etapa de revestimiento del árbol está rodeada por un protector que se extiende transversal a la plataforma de revestimiento del árbol para apoyarse contra la pared interior del orificio perforado, el protector se puede liberar de forma liberable a la plataforma de revestimiento del árbol mediante una disposición de fijación.

35 En una realización, la disposición de fijación comprende una pluralidad de canales que se extienden radialmente definidos en la plataforma de revestimiento del árbol, incluyendo cada canal un brazo móvil que puede moverse entre una posición retraída y desconectada, en el que el protector se desacopla de la plataforma de revestimiento del árbol, y una posición extendida y acoplada, en el que el brazo sobresale del canal para acoplar una abertura de fijación definida en el protector para fijar temporalmente el protector en relación con la plataforma de revestimiento  
40 del árbol.

En una realización, se proporcionan una pluralidad de cilindros de accionamiento retráctiles alrededor de la plataforma, adyacente al protector para soportar los segmentos del revestimiento a medida que se sitúan contra la pared lateral del árbol, para que el protector se coloque temporalmente entre los segmentos y la pared lateral.

45 En una realización, el protector está provisto de cepillos de acero que capturan la lechada a medida que la lechada se bombea al espacio entre los segmentos del revestimiento y la pared lateral, reduciendo así el desperdicio de lechada. Asimismo, el protector comprende una pluralidad de segmentos de protector que se pueden mostrar radialmente a medida que los segmentos de revestimiento se presionan contra la parte superior de los segmentos de protector durante la instalación, para permitir que los segmentos de protector se presionen contra la pared. En una  
50 realización, los bordes verticales de los segmentos de protector adyacentes se superponen y tienen una disposición escalonada, para evitar también la filtración de lechada a través del protector.

En una realización, el brazo de ajuste del segmento se extiende desde un cilindro hidráulico montado en o cerca de la plataforma de revestimiento del árbol, y está dispuesto para moverse entre varias posiciones retraídas y extendidas para recuperar los segmentos de revestimiento del dispositivo portador del segmento de revestimiento y para fijarlos contra la pared lateral del árbol. El brazo de ajuste del segmento también puede moverse hacia arriba y hacia abajo y girarse para facilitar el agarre, la maniobra y la colocación de los segmentos de revestimiento.

60 En una realización, los segmentos de revestimiento comprenden una pluralidad de segmentos de revestimiento principales curvos, un par de segmentos de revestimiento de extremo y un segmento de revestimiento de bloqueo para la inserción entre el par de segmentos de revestimiento de extremo, para definir un anillo de segmentos de revestimiento.

65 En una realización, los segmentos de revestimiento principales son curvos para definir en última instancia un anillo de segmentos de revestimiento para alinear o revestir un árbol circular. El segmento de revestimiento principal

comprende un cuerpo sustancialmente rectangular que tiene una cara interna curva y una cara externa correspondientemente curvada dispuesta para apoyarse contra la pared lateral del árbol.

5 En una realización, cada segmento de revestimiento de extremo tiene un borde recto que se apoya contra un borde recto de un segmento de revestimiento principal correspondiente, y un borde angulado o cónico opuesto. Los segmentos de revestimiento de extremo definen así un espacio trapezoidal con bordes cónicos, con el segmento de revestimiento de bloqueo que tiene bordes cónicos correspondientes de modo que al insertarlo entre el par de segmentos de revestimiento de extremo, definiendo el segmento de revestimiento de bloqueo una llave para bloquear el anillo de segmentos de revestimiento juntos.

10 En una realización, doce segmentos de revestimiento principales, se pueden usar dos segmentos de revestimiento de extremo y un segmento de revestimiento de bloqueo para alinear completamente un anillo circunferencial del árbol.

15 En una realización, se proporciona una plataforma colectora superior sobre la etapa de revestimiento del árbol, por encima del cual se proporciona un depósito colector superior, en el que los recortes levantados por el cubo interno del depósito colector inferior, subiendo el cubo la columna, puede ser transferido para su posterior recogida por el cubo exterior, que luego se puede elevar a través de las aberturas definidas en las plataformas adyacentes hasta la superficie. El depósito colector superior incluye un cuerpo de depósito que define una abertura de canal de entrada para recibir los recortes del cubo interno, y una salida de canal de salida, en el exterior de la columna, es decir, una línea con un cubo exterior en la plataforma colectora superior, para su posterior recogida.

20 De manera típica, se proporciona un par de depósitos colectores superiores diametralmente opuestos, para depositar los recortes en un par de cubos exteriores diametralmente opuestos.

25 En una realización, el sistema de perforación incluye una disposición de plataforma de soporte sobre el suelo que comprende un conjunto de grúa aérea principal, una plataforma de superficie y una mesa de trabajo, al menos una bobinadora para mover los cubos exteriores hacia arriba y hacia abajo del árbol y al menos una bobinadora para mover una plataforma de servicio hacia arriba y hacia abajo en una parte superior de la columna.

30 Un conjunto de grúa aérea secundario, que está separado del conjunto principal de grúa aérea, también se proporciona, para ayudar a preparar el sitio y mover varios equipos en la superficie.

35 En una realización, se proporciona una segunda disposición de inclinación para inclinar los cubos exteriores, una vez que se han levantado sobre la plataforma de superficie, en canales adyacentes, que guían el contenido de los cubos en bahías de recogida a cada lado de la disposición de la plataforma de soporte, para su posterior eliminación mediante maquinaria adecuada.

40 En una realización, cada una de las grúas aéreas, la plataforma de superficie y la mesa de trabajo están dispuestas para desplazarse sobre pistas instaladas en la superficie para facilitar la instalación en el sitio del sistema de perforación.

**Breve descripción de los dibujos**

45 Estas y otras características de la presente invención serán evidentes cuando se consideren a la vista de las siguientes especificaciones y dibujos, en los que:

50 **La figura 1** muestra una vista en perspectiva de un sistema de perforación de árbol ciego, de acuerdo con la presente invención;

**La figura 2** muestra una vista lateral del sistema de perforación mostrado en la figura 1;

55 **La figura 3** muestra una primera vista en perspectiva superior de una disposición de plataforma de soporte sobre el suelo del sistema de perforación mostrado en las figuras 1 y 2;

**La figura 4** muestra una vista lateral de la disposición de la plataforma de soporte sobre el suelo mostrada en la figura 3;

60 **La figura 5** muestra una vista del extremo de la disposición de la plataforma de soporte sobre el suelo mostrada en la figura 3;

**La figura 6** muestra una vista en perspectiva inferior de la disposición de la plataforma de soporte sobre el suelo que se muestra en la figura 3 (pero con un conjunto de grúa aérea y pistas relacionadas que se omiten por motivos de claridad);

65 **La figura 7** muestra una vista en perspectiva superior de la disposición de la plataforma de soporte sobre el

suelo mostrada en la figura 6;

- 5 **La figura 8** muestra una vista en perspectiva de una etapa de revestimiento del árbol, un depósito colector superior y una pluralidad de plataformas de trabajo, todo montado alrededor y en una columna del sistema de perforación de fresado descendente;
- 10 **La figura 9** muestra una vista en sección transversal de la porción del sistema de perforación que se muestra en la figura 8;
- 15 **La figura 10** muestra una vista en perspectiva de un primer cabezal de corte, un depósito colector inferior y una disposición de agarre, todos utilizados en el sistema de perforación que se muestra en las figuras 1 y 2;
- 20 **La figura 11** muestra una vista en perspectiva de la etapa de revestimiento del árbol en uso, como se muestra en las figuras 1, 2 y 8;
- 25 **La figura 12** muestra una vista en perspectiva de la etapa de revestimiento del árbol en uso, así como las plataformas de trabajo adyacentes y el primer cabezal de corte, comprendiendo el primer cabezal de corte una disposición de alas que comprende una pluralidad de alas, incluyendo cada ala una porción de ala de base y una porción de ala de extremo móvil que es móvil con respecto a la porción de ala de base, con la porción de ala de extremo en esta figura mostrada en una posición retraída (en oposición a la posición extendida mostrada en las figuras 10 y 11);
- 30 **La figura 13** muestra una vista en perspectiva inferior del primer cabezal de corte y la etapa de revestimiento del árbol en uso (salvo que se ha quitado un escudo de protección alrededor de la etapa de revestimiento del árbol);
- 35 **La figura 14** muestra una vista en perspectiva de un anillo resultante de segmentos de revestimiento de hormigón prefabricado que deberían/podrían ajustarse a la pared interior de un orificio perforado;
- 40 **La figura 15** muestra una vista en perspectiva de una etapa de revestimiento del árbol, un depósito colector superior y una pluralidad de plataformas de trabajo, y en particular la transición de una columna de definición de anillo individual a un primer tubo de perforación por encima de la plataforma de trabajo superior, comprendiendo el tubo de perforación un cuerpo unitario de tubos y tuberías separadas, pero unidas;
- 45 **La figura 16** muestra una vista en perspectiva del primer cabezal de corte, el depósito colector inferior, la disposición de agarre y la disposición de cabezal de perforación, todos utilizados en el sistema de perforación que se muestra en las figuras 1 y 2;
- 50 **La figura 17** muestra una primera vista lateral de la porción del sistema de perforación que se muestra en la figura 16, y una vista final de sección transversal correspondiente tomada a lo largo de la línea B-B;
- 55 **La figura 18** muestra una segunda vista lateral de la porción del sistema de perforación que se muestra en la figura 16, y una vista final en sección transversal correspondiente tomada a lo largo de la línea D-D;
- 60 **La figura 19** muestra una vista lateral esquemática del sistema de perforación que se muestra en las figuras 1 y 2, ilustrando el movimiento de un cubo interno para levantar los recortes de roca hasta la columna central hasta el depósito colector superior, y un cubo externo para recibir los recortes de roca a través del depósito colector superior, elevándose el cubo externo hacia la superficie para permitir la recogida y la eliminación de los recortes de roca;
- 65 **La figura 20** muestra una vista lateral esquemática del sistema de perforación que se muestra en las figuras 1 y 2, ilustrando el sistema de ventilación usado en el sistema de perforación;
- La figura 21** muestra una vista lateral esquemática del sistema de perforación que se muestra en las figuras 1 y 2, ilustrando el flujo de agua a través del sistema de perforación;
- La figura 22** muestra un diseño de sitio típico en el que se puede usar el sistema de perforación que se muestra en las figuras 1 y 2;
- Las figuras 23 a 25** muestran una progresión de las etapas de montaje del sistema de perforación mostrado en las figuras 1 y 2;

**La figura 26** muestra una vista en perspectiva parcialmente en sección transversal del sistema de perforación en operación, en particular, se muestra una primera excavación;

5 **La figura 27** muestra una vista en perspectiva parcialmente en sección transversal del sistema de perforación en operación, con una segunda excavación que se muestra; y

**La figura 28** muestra una vista en perspectiva parcialmente en sección transversal del orificio totalmente perforado (y revestido).

10

**Descripción detallada de los dibujos**

Con referencia a las figuras, y en particular a las figuras 1, 2, 16, 17 y 18, según la invención, se proporciona una disposición de ampliación de árbol 10 para un sistema de perforación de árbol ciego 12. Centrándose inicialmente en las figuras 16, 17 y 18, en términos generales, la disposición de ampliación de árbol 10 comprende una columna hueca 14 próxima a un extremo inferior del sistema de perforación 12. El sistema 10 incluye además un primer cabezal de corte 16 que se ajusta de forma giratoria a la columna hueca 14, con unos primeros medios de accionamiento 18 proporcionados para girar el primer cabezal de corte 16 con respecto a la columna hueca 14 para fresar hacia abajo un orificio 20 (que se muestra mejor en las figuras 19, 20, 21, 26, 27 y 28) que tiene un diámetro que corresponde sustancialmente al diámetro del primer cabezal de corte 16. El sistema 10 incluye además una disposición de cabezal de perforación 22 montada a un extremo operativo inferior de la columna 14, terminando la disposición de cabezal de perforación 22 en un segundo cabezal de corte 24 para perforar un orificio delantero 26 (es decir, un orificio piloto) a medida que el sistema de perforación 12 procede a perforar hacia abajo.

15

20

25

30

Pasando ahora a las figuras 10, 11, 12, 13, 16, 17 y 18, el primer cabezal de corte 16 comprende un cuerpo de soporte 28 que lleva una disposición de alas 30, estando el cuerpo de soporte 28 montado de manera giratoria en el exterior de la columna hueca 14, de modo que el cuerpo de soporte 28 y la disposición con alas 30 puedan girar con relación a la columna 14. La disposición de alas 30 comprende una pluralidad de alas 32 que se extienden desde el cuerpo de soporte 28, estando cada ala 32 equipada con, o que comprende, una pluralidad de primeros elementos de corte (no mostrados expresamente, pero estos se ajustarían a la cara inferior de cada ala 32).

35

En una realización, una caja de engranajes 34 está montada encima del primer cabezal de corte 16, con los primeros medios de accionamiento 18 montados sobre la caja de engranajes 34 y dispuestos para accionar una disposición de engranajes dentro de la caja de engranajes 34, que a su vez está dispuesto para girar el cuerpo de soporte 28 y el primer cabezal de corte 16 alrededor de la columna 14. De manera típica, los primeros medios de accionamiento 18 comprenden una pluralidad de motores eléctricos 38 dispuestos alrededor de la periferia de la caja de engranajes 34.

40

45

50

De manera típica, cada ala 32 está inclinada hacia arriba y lejos del cuerpo de soporte, para definir un perfil de corte sustancialmente en forma de V, como se muestra mejor en las figuras 17, 18, 19, 20 y 21. Ventajosamente, la forma en V del primer cabezal de corte 16 permite rebajar simplemente ajustando el ángulo de los primeros elementos de corte en el primer cabezal de corte 16. Volviendo a la figura 10 en particular, cada ala 32 incluye una porción de ala de base 32.1 y una porción de ala de extremo móvil 32.2 que es móvil con respecto a la porción de ala de base 32.1, siendo operable un primer accionador 40 para mover la porción de ala de extremo 32.2 con respecto a la porción de ala de base 32.1. En una realización, la porción de ala de extremo 32.2 se puede mover entre una posición extendida en la que la porción de ala de extremo se extiende sustancialmente en línea con la porción de ala de base, como se muestra en las figuras 10, 11 y 13, y una posición retraída, tal y como se muestra en la figura 12, en el que las porciones de ala de extremo 32.2 se mueven hacia arriba con respecto a las porciones de ala de base 32.1, para facilitar en última instancia la extracción de la disposición de ampliación del árbol 10 del orificio perforado 20.

55

En una realización, se pueden situar porciones de ala adicionales entre la porción de ala de base 32.1 y la porción de ala de extremo 32.2, para permitir que se varíe la longitud de las alas 32, permitiendo así perforar orificios relativamente más grandes 20 aumentando el diámetro total de la disposición de alas 30. El diámetro de la disposición con alas 30 determina el diámetro del orificio 20 a perforar. Así, solo la disposición de alas 30 (y un protector de revestimiento del árbol 42, que se describe con más detalle más adelante) necesita cambiarse si el diámetro del orificio deseado va a cambiar, con los componentes restantes del sistema de perforación 12 sin tener que cambiar ya que pueden acomodar la gama completa de diámetros esperados de orificios 20/disposición de alas 30.

60

65

Aun con referencia a la figura 10, en particular, se proporciona un depósito colector inferior 44 debajo del primer cabezal de corte 16, dentro del cual se pueden recoger los recortes (y la suciedad seca) producidos por el primer cabezal de corte giratorio 16. El depósito colector inferior 44 incluye un cuerpo de depósito 46 que define una abertura de canal de entrada 48 para recibir los recortes, y una salida de canal de salida 50 (como se muestra mejor en la figura 18) que está en línea con una abertura correspondiente definida en la columna 14. Los recortes pueden salir así del depósito 44 hacia la columna 14, para su posterior recogida por un cubo interno 52 que sube y baja por la columna 14. De manera típica, la disposición de ampliación del árbol 10 incluye un par de depósitos colectores



inferiores diametralmente opuestos 44, con las porciones más bajas de la disposición con alas 30 que incluyen raspadores para raspar los recortes en los depósitos colectores 44 a medida que el primer cabezal de corte 16 gira con relación a la columna 14.

5 Como se muestra mejor en las figuras 10, 16, 17 y 18, la disposición de ampliación del árbol 10 incluye una disposición de agarre 60 montada en la columna hueca 14, estando la disposición de agarre 60 dispuesta alrededor de la columna 14, para encerrar sustancialmente la columna 14. La disposición de agarre 60 está situada, durante el uso, debajo del depósito colector inferior 44 y encima de la disposición del cabezal de perforación 22, estando la  
10 disposición de agarre 60 dispuesta para agarrarse firmemente contra el orificio delantero 26 perforado por el segundo cabezal de corte 24, para fijar el sistema de perforación 12 en su posición dentro del orificio de perforación 20.

En una realización, la disposición de agarre 60 incluye un par de abrazaderas curvas 62 diametralmente opuestas (también conocidas como zapatas de agarre) que se extienden lateralmente lejos de la columna hueca 14, siendo  
15 las abrazaderas 62 móviles entre una posición retraída, desconectada y una posición extendida, de acoplamiento en la que las abrazaderas 62 se sujetan contra el orificio delantero 26 definido por el segundo cabezal de corte 24, para facilitar y/o controlar la rotación del primer cabezal de corte 16.

De manera típica, una segunda disposición de accionador f se usa para mover las abrazaderas 62 entre la posición  
20 retraída desacoplada y la posición extendida acoplada. En una realización, cada abrazadera 62 comprende una pluralidad de segmentos de abrazadera, con la segunda disposición de accionador 64 comprendiendo una pluralidad de accionadores hidráulicos 66 que se extienden entre los extremos de los segmentos de abrazadera opuestos, a cada lado de la columna 14, de modo que la operación de los accionadores 66 asegura que las abrazaderas diametralmente opuestas 62 operen al unísono.

Tal y como se muestra mejor en la figura 17, la disposición de agarre 60 está montada en una tercera disposición de  
25 accionador 68, que comprende cilindros de empuje, que están fijados a la columna 14 (y en particular a una brida 70 que se extiende alrededor de la columna 14. La tercera disposición de accionador 68 es operable para mover la disposición de agarre 60 axialmente a lo largo de la longitud de la columna 14, para ayudar en el movimiento general  
30 hacia abajo de la disposición de ampliación del árbol 10. Durante el uso, al comienzo del ciclo de perforación, cuando los cilindros de empuje 68 están en una posición retraída, los accionadores de agarre 64 están presurizados para presionar firmemente las abrazaderas de protector de agarre 62 contra la pared del orificio principal/árbol piloto 20. Así, la fricción se crea para proporcionar una fuerza de anclaje para acomodar las fuerzas de empuje de perforación requeridas.

En una realización, se proporciona una disposición estabilizadora 72 para ayudar a la disposición de agarre 60  
35 centrando primero la disposición de ampliación del árbol 10. La disposición de estabilización 72 incluye una pluralidad de protectores de estabilización superiores 74 separados radialmente por encima de la disposición de agarre 60, estando los protectores estabilizadores superiores 74 situados próximos, y normalmente entre, el par de depósitos colectores inferiores diametralmente opuestos 44. La disposición de estabilización 72 incluye además un  
40 par de protectores de estabilización inferiores radialmente separadas 76 debajo de la disposición de agarre 70, estando los protectores estabilizadores inferiores 76 situados próximos, y normalmente, por encima de la disposición de cabezal de perforación 22.

La disposición de estabilización 72 se usa para situar correctamente la disposición de ampliación del árbol 10, antes  
45 de la activación de la disposición de agarre 60. Los protectores estabilizadores superior e inferior 74, 76 son accionados hidráulicamente por una cuarta y quinta disposiciones de accionador 78, 80, respectivamente, que están dispuestas para mover los protectores superior e inferior 74, 76 entre una posición retraída, desacoplada y una posición extendida, acoplada en la que los protectores 74, 76 se sujetan contra el orificio delantero 26 definido por el  
50 segundo cabezal de corte 24.

En una realización, como se muestra en las figuras 19 y 20, una disposición de soporte de protección tubular  
55 protectora 83 se extiende desde debajo del primer cabezal de corte 16, adyacente al depósito colector inferior 44, hasta el final de la disposición del cabezal de perforación 22. La disposición de escudo de protección define ventanas o aberturas para acomodar (y así permitir la operación de) las abrazaderas 62 de la disposición de agarre 60, y los protectores estabilizadores superior e inferior 74, 76 de la disposición estabilizadora 72. La disposición de soporte de protector está normalmente segmentada, para asegurar que permanezca en contacto con la roca circundante para soportar la pared del orificio principal/orificio piloto. La disposición de soporte de protector es de un  
60 diseño segmentado y expandible. Para garantizar el soporte del orificio delantero/árbol piloto 20, el revestimiento del diámetro exterior de los segmentos de la disposición de soporte del protector se extiende mediante tiras de acero escalonadas, que se guían sobre la roca pero que se pueden tirar libremente durante la carrera de avance de la unidad principal de perforación de suspensión. Esto asegura que el área de apertura de la superficie de la roca permanezca soportada a medida que avanza el sistema de perforación 12. Los segmentos de protector están sujetos a una carcasa 79 del módulo de accionamiento de la disposición de cabezal de perforación 22 (como se  
65 muestra mejor en las figuras 17 y 18), que permite la expansión radial de los segmentos de protector y la flotación de la estructura de protector durante la carrera de perforación y la dirección de la unidad de cabezal de suspensión. Los

segmentos de protector se mantienen siempre en contacto de presión con la pared del orificio piloto 20 por medio de cilindros hidráulicos dispuestos horizontalmente; proporcionando así soportes de pared eficientes incluso en condiciones adversas del suelo.

5 Como se muestra mejor en las figuras 16, 17 y 18, la disposición de cabezal de perforación 22 puede ajustarse a una brida 81 fijada al extremo operativo inferior de la columna 14, con un cabezal de perforación 82 instalado, de manera separada, a la brida 81 con una sexta disposición de accionador 84 que comprende una pluralidad de cilindros de empuje. La sexta disposición de accionador 84 es operable para extender y retraer el cabezal de perforación 82 en relación con la brida 81, facilitando así la perforación del orificio de entrada 26 a medida que el sistema de perforación 12 avanza hacia abajo.

10 El cabezal de perforación 82, además de perforar el orificio principal/piloto 20, puede usarse para realizar exploraciones, de modo que a medida que el sistema de perforación 12 continúa perforando hacia abajo, continuamente se extrae información sobre el terreno en el que se está perforando. Esta exploración permite al operador determinar, por ejemplo, la mejor forma de estabilizar el árbol perforado.

15 Los cilindros de la sexta disposición de accionador 84 proporcionan funcionalidad de empuje y dirección, y normalmente comprenden 5 pares de cilindros de empuje hidráulicos que interconectan la carcasa del módulo de accionamiento 79 con la disposición de agarre 60 a través de la brida 81. Los dos cilindros de cada par están en una disposición en forma de V. La carrera de los cilindros hidráulicos se controla individualmente mediante presión de aceite o volumen de aceite para control direccional durante la carrera de perforación del cabezal de perforación 82. Además de desarrollar la fuerza de empuje de perforación, los pares de cilindros de empuje 84 dispuestos en forma de V también crean una fuerza de rotación que se controla para contrarrestar las fuerzas de reacción del par del segundo cabezal de corte 24. Una vez que los cilindros de empuje 84 hayan completado la carrera de perforación completa, el cabezal de perforación 82 se puede estirar hacia atrás por encima del nivel de la suspensión en el orificio de guía/piloto 20. Esta posición retraída del segundo cabezal de corte 24 permite el mantenimiento, la inspección de herramientas de corte y/o el cambio de cortadores sin la necesidad de retirar la suspensión del orificio de guía/piloto 20, por ejemplo, a un tanque de almacenamiento en una plataforma superior o incluso a la superficie.

20 En una realización, se proporciona un sistema de control láser para controlar los siguientes parámetros de control direccional: eje teórico del árbol; posición real del árbol piloto perforado en relación con el eje teórico del árbol; indicación/consejo de corrección requerida de la dirección del cabezal de perforación; posición real del rodillo del cabezal de perforación 82 en relación con el primer cabezal de corte 16; y pronosticar la posición del cabezal de perforación 82.

25 En una versión, y como se ilustra en los dibujos, para perforar a través de roca dura, el cabezal de perforación 82 comprende un cabezal de perforación de suspensión 82 que termina en una cara operativamente plana 86 para definir un protector de suspensión, la cara plana 86 está equipada con el segundo cabezal de corte 24 para perforar el orificio delantero 26 a medida que el sistema de perforación 12 avanza hacia abajo.

30 El segundo cabezal de corte 24 es de una construcción de acero soldado de servicio pesado que es adecuado para el taladrado vertical en condiciones adversas de terreno, así como en formaciones rocosas muy duras. El cuerpo de acero de una pieza del cabezal de perforación de suspensión 82 tiene un diseño hueco que el personal puede realizar de forma segura para realizar cualquier mantenimiento requerido. En particular, los cortadores del segundo cabezal de corte 24 pueden inspeccionarse e intercambiarse de forma segura desde el interior del cabezal de corte 24.

35 En una realización, el cabezal de perforación de suspensión 82 se llena con suspensión de agua para aplicar presión hidrostática a la superficie de excavación. Se proporciona una bomba 98 para bombear el lodo resultante en una planta de separación 90 en una de las plataformas adyacentes, para separar el lodo en material particulado y agua sucia. En uso, y con referencia al esquema de agua adjunto en la figura 21, el agua limpia 92 se bombea hacia el orificio perforado 20, interactúa con un intercambiador de calor 94 para facilitar el enfriamiento del equipo en el orificio 20, y finalmente termina en el fondo del orificio perforado 20 mediante el cabezal de perforación de suspensión 82, como lo indican las líneas de flecha 96.

40 En una realización, el cabezal de perforación de suspensión 82 es una unidad de suspensión de protector único controlada direccionalmente con un segundo cabezal de corte giratorio especial 24 para perforar hacia abajo. La roca cortada se suspende en la suspensión dentro y alrededor del área del cabezal de corte. El cabezal de perforación de suspensión 82 está equipado con una bomba de suspensión 98 para bombear el lodo resultante (o al menos una parte del lodo) hacia la planta de separación 90, como lo indican las líneas de flecha 100. El agua sucia resultante 101 (o una porción del agua sucia) se bombea entonces, mediante la bomba de agua 102, hasta la superficie a limpiar, como se muestra en la línea de flecha 104. Este ciclo continúa bombeando una cantidad de agua limpia, que es más o menos lo mismo que el agua sucia que fue bombeada, de vuelta en el orificio perforado 20, para reemplazar el agua sucia que se eliminó.

45 Las áreas huecas dentro del cabezal de corte 24 proporcionan espacio para un volumen suficiente de

agua/suspensión para permitir la eliminación de la suciedad de la cara por medio del sistema de bomba de suspensión sumergido. La forma de la placa frontal del cabezal de corte plano 24 presenta el diseño típico utilizado en el método de perforación vertical de "circulación inversa". Con el fin de crear la velocidad de suspensión requerida para una "limpieza con aspiradora" eficiente del lodo desde la cara del árbol piloto, la distancia desde la placa frontal del cabezal de corte hasta la cara de perforación se reduce y se proporcionan canales orientados radialmente que conducen el lodo a la abertura de succión de la bomba de lodo cerca del centro del cabezal de corte 24. El cabezal de corte 24 está normalmente equipado con cortadores de disco estándar de servicio pesado de 17". El espacio entre los cortadores es tal que el tamaño de los cortes de roca puede ser manejado fácilmente por el sistema de bomba de suspensión e incluso las formaciones rocosas muy duras pueden perforarse.

El corazón del sistema de extracción de lodo es la bomba de suspensión de impulsor de servicio pesado 98 que se instala en el centro del cabezal de perforación de suspensión 82 sumergido por debajo del nivel de la suspensión. La bomba 98 está soportada en la parte interna estacionaria de la carcasa 79 del módulo de accionamiento y es accionada por un motor eléctrico refrigerado por agua y controlado por frecuencia que asegura suficiente velocidad de flujo y presión para entregar la suspensión con el lodo a la planta de separación 90. La geometría de la bomba 98 permite que todos los recortes de roca pasen a través del impulsor; pedazos de roca de tamaño anormales serán desviados de la succión de suspensión para ser aplastados nuevamente por el segundo cabezal de corte 24.

La línea de entrega de la suspensión es un tubo de acero o un tubo de caucho armado; se extiende desde la bomba 98 hacia arriba a través de la carcasa del módulo de accionamiento 79 hasta la columna central 14. La columna 14 es una columna de doble pared para definir un anillo que comprende una pluralidad de pasos, uno o más de los cuales se utilizan para acomodar la línea de entrega de la suspensión hacia la planta de separación 90. Entre el cabezal de perforación de suspensión 82 y la columna 14 en el orificio piloto, se instala una sección telescópica de la línea de suministro con dos acoplamientos flexibles en línea que permiten el ajuste longitudinal y los movimientos de control direccional durante el avance del cabezal de perforación de suspensión 82 o del primer cabezal de corte 16 de la unidad de fresado.

La planta de separación 90 comprende una serie de tamices con diferentes tamaños de malla que permiten una rápida separación del lodo; solo partículas de tamaño pequeño se deslizan a través del sistema y se desplazan con la suspensión a un tanque de compartimentos múltiples antes de que fluya de regreso al cabezal de perforación de suspensión 82.

En otra aplicación, cuando se perfora a través de un terreno relativamente blando, el cabezal de perforación 82 comprende un cabezal EPB (equilibrio de presión de la tierra) con un cabezal de corte. El EPB utiliza el material excavado para equilibrar la presión en la cara del túnel. La presión se mantiene en el cabezal de corte controlando la velocidad de extracción del botín a través de un tornillo de Arquímedes y la velocidad de avance. Aditivos tales como bentonita, polímeros y espuma se pueden inyectar por delante de la cara para aumentar la estabilidad del suelo. También se pueden inyectar aditivos en el cabezal de corte/tornillo de extracción para garantizar que el botín permanezca lo suficientemente cohesivo como para formar un tapón en el tornillo de Arquímedes para mantener la presión en el cabezal de corte y restringir el flujo de agua.

En una realización, el segundo cabezal de corte 24 está equipado con, o incluye, una pluralidad de segundos elementos de corte, con unos segundos medios de accionamiento 106 que se sitúan encima del cabezal de perforación para accionar los segundos elementos de corte del cabezal de perforación 82. De manera típica, los medios de accionamiento 106 comprenden una pluralidad de motores eléctricos que se extienden dentro del espacio entre el cabezal de perforación 82 y la brida 81. Los medios de accionamiento 106 son parte de un conjunto de módulo de accionamiento del cabezal de corte 24 que consiste en los siguientes componentes principales: carcasa del módulo de accionamiento 79, como se muestra mejor en las figuras 17 y 18, un cojinete principal y una disposición de sellado relacionada, y los motores de accionamiento 106 con cajas de engranajes planetarios y piñones de accionamiento. La parte estacionaria exterior del cojinete principal está conectada a la carcasa del módulo de accionamiento 79, que a su vez está unida al conjunto del protector del cabezal de corte 83. El cabezal de corte 24 está unido a la parte giratoria interna del cojinete principal.

Una pluralidad de motores de accionamiento eléctrico 106 y cajas de engranajes planetarios está unida a la carcasa del módulo de accionamiento 79 con la potencia de accionamiento (par y velocidad) que se transfiere a través de los piñones de accionamiento que coinciden con el engranaje principal del cojinete principal. El módulo de accionamiento está rodeado por el protector del cabezal de corte (es decir, la disposición de soporte del protector tubular protector mencionado anteriormente) y es accionado hacia abajo durante la operación de perforación por los cilindros de empuje de la disposición del sexto accionador 84.

El sistema de perforación 12 incluye además una etapa de revestimiento de árbol 110, que ahora se describirá con referencia particular a las figuras 8, 9, 11, 12, 13 y 14. La etapa de revestimiento de árbol 110 comprende una plataforma de revestimiento de árbol circular 112 que tiene un collar interior 114 que acomoda libremente la columna 14, con una pluralidad de cilindros de empuje 115 (como se muestra mejor en la figura 11) que se extiende entre una cara inferior de la plataforma 112 y la carcasa del engranaje 34 para regular y controlar la distancia relativa entre la plataforma 112 y la carcasa del engranaje 34 (y por lo tanto entre la plataforma 112 y el cuerpo de soporte 28 del

primer cabezal de corte 16).

En una realización, la etapa de revestimiento del árbol 110 incluye un sistema de revestimiento del árbol para instalar segmentos de revestimiento de hormigón prefabricados 116 en la pared interior del orificio perforado 20 a medida que el sistema de perforación 12 avanza hacia abajo. El sistema de revestimiento del árbol comprende un dispositivo portador de segmento de revestimiento 118 para bajar los segmentos de revestimiento 116 dentro del orificio perforado 20, y un brazo de ajuste de segmento 119 (como se muestra en la figura 19) para recuperar los segmentos de revestimiento 116 del dispositivo portador de segmento de revestimiento 118 y situarlos contra la pared lateral del orificio perforado 20. Todo alrededor de la plataforma 112, se puede fijar una doble vía a la plataforma para soportar un sistema de doble portador, provista del brazo de ajuste 119, que permite la instalación de los segmentos de revestimiento 116. Si se requiere, el equipo de soporte para perforación de anclaje, la perforación por sonda y/o la perforación por inyección en el suelo también se pueden soportar en la plataforma 112.

En una realización, el dispositivo portador del segmento de revestimiento 118 corresponde a un cubo externo, de modo que a medida que se baja el cubo 118 en el orificio 20, un segmento de revestimiento 116 se baja simultáneamente en el orificio 20. En una realización, el cubo externo 118 pasa a través de aberturas 120 definidas en plataformas circulares adyacentes 122, con la plataforma de revestimiento del árbol 112 de la etapa de revestimiento del árbol 110 también definiendo una abertura 120 para permitir que el cubo exterior 118 avance más hacia abajo hacia el primer cabezal de corte 16.

En una realización, cada plataforma circular 122 define un par de aberturas diametralmente opuestas 120. En una realización, la plataforma circular de revestimiento del árbol 112 de la etapa de revestimiento del árbol 110 tiene un diámetro mayor que las plataformas adyacentes 122, con la diferencia de diámetros que es suficiente para acomodar el espesor de los segmentos de revestimiento de hormigón 116 que se ajustan a la pared interior del orificio perforado 20 (por razones que serán más claras más abajo).

En una realización, la plataforma de revestimiento del árbol 112 de la etapa de revestimiento del árbol 110 está rodeada por el protector multifuncional 42 que se extiende transversal a la plataforma de revestimiento del árbol 112 para apoyarse contra la pared interior del orificio perforado 20.

El protector 42 se puede fijar de manera liberable a la plataforma de revestimiento del árbol 112 mediante una disposición de fijación 124, la disposición de fijación 124 comprende una pluralidad de canales que se extienden radialmente 126 definidos en la plataforma de revestimiento del árbol 112 (como se muestra mejor en la figura 13). Cada canal 126 incluye un brazo móvil 127 (que se muestra mejor en las figuras 19 y 20) que puede moverse entre una posición retraída desacoplada, en el que el protector 42 se desacopla de la plataforma de revestimiento del árbol 112, y una posición extendida y acoplada, en el que el brazo sobresale del canal 126 para acoplar una abertura de fijación 128 definida en el protector 42 (normalmente a medio camino a lo largo de la altura del protector 42) para fijar temporalmente el protector 42 en relación con la plataforma de revestimiento del árbol 112.

Durante el uso, el protector 42 se mantiene normalmente en la posición extendida acoplada. Sin embargo, en ciertas aplicaciones y/o en ciertos puntos a medida que se perfora el orificio 20, puede ser necesario desacoplar el protector 42. Esto puede ocurrir, por ejemplo, cuando la columna 14 necesita ser levantada del orificio perforado 20. En última instancia, el protector 42 puede simplemente dejarse en su lugar o puede cortarse y retirarse del orificio perforado 20. La capacidad de alinear la pared lateral del orificio 20 a medida que se perfora el orificio 20 es claramente muy ventajosa.

En una realización, tal y como se muestra mejor en la figura 11, se proporcionan una pluralidad de cilindros de accionamiento retráctiles 130 alrededor de la plataforma 112, adyacente al protector 42, en el interior del protector 42. Estos cilindros 130 soportan los segmentos de revestimiento 116 a medida que se sitúan contra la pared lateral del orificio 20, de modo que el protector 42 se sitúa temporalmente entre los segmentos 116 y la pared lateral.

De manera típica, cuando los cilindros 130 están en una posición baja, se puede situar un segmento 116 en la parte superior del cilindro 130. El cilindro 130 puede entonces accionarse para levantar el segmento 116 en posición, antes de ser agrupados en posición. Esta es una característica de fijación particularmente única, en que la pared lateral del orificio 20 nunca está expuesta a ningún personal en la plataforma 112; todo lo que verá el personal son los segmentos de revestimiento fijados 116 y el protector 42 debajo del anillo más inferior de los segmentos de revestimiento 116.

En una realización, el protector 42 está provisto de cepillos de acero (o cuerpos inflables) que capturan la lechada a medida que la lechada se bombea al espacio entre los segmentos de revestimiento 116 y la pared lateral, reduciendo así el desperdicio de lechada. Asimismo, el protector 42 comprende una pluralidad de segmentos de protector que se pueden mostrar radialmente a medida que los segmentos de revestimiento 116 se presionan contra la parte superior de los segmentos de protector durante la instalación (tal y como se muestra mejor en la figura 11), para permitir que los segmentos de protector se presionen contra la pared. En una realización, los bordes verticales de los segmentos de protector adyacentes se superponen y tienen una disposición escalonada, para evitar también la filtración de lechada a través del protector 42.

En una versión, el brazo de ajuste del segmento se extiende desde un cilindro hidráulico montado en o cerca de la plataforma de revestimiento del árbol 112, y está dispuesto para moverse entre varias posiciones retraídas y extendidas para recuperar los segmentos de revestimiento 116 del dispositivo portador del segmento de revestimiento 118 y para fijarlos contra la pared lateral del orificio 20. El brazo de ajuste del segmento también puede moverse hacia arriba y hacia abajo y girarse para facilitar el agarre, la maniobra y la colocación de los segmentos de revestimiento 116.

Tal y como se muestra mejor en la figura 14, los segmentos de revestimiento 116 comprenden una pluralidad de segmentos de revestimiento principales curvos 116.1, un par de segmentos de revestimiento de extremo 116.2 y 116.3, y un segmento de revestimiento de bloqueo 116.4 para inserción entre el par de segmentos de revestimiento de extremo 116.2 y 116.3, para definir un anillo 132 de segmentos de revestimiento 116. En una realización, los segmentos de revestimiento principales 116.1 están curvados para definir finalmente el anillo 132 de los segmentos de revestimiento 116 para alinear o revestir el árbol circular 20. El segmento de revestimiento principal 116.1 comprende un cuerpo sustancialmente rectangular que tiene una cara interna curva y una cara externa correspondientemente curvada dispuesta para apoyarse contra la pared lateral del árbol 20.

En una realización, cada segmento de revestimiento de extremo 116.2, 116.3 tiene un borde recto que se apoya contra un borde recto de un segmento de revestimiento principal 116.1 correspondiente, y un borde angulado o cónico opuesto. Los segmentos de revestimiento de extremo 116.2, 116.3 definen así un espacio trapezoidal o espacio entre los mismos, con bordes cónicos, con el segmento de revestimiento de bloqueo 116.4 que tiene bordes cónicos correspondientes, de modo que tras la inserción entre el par de segmentos de revestimiento de extremo 116.2, 116.3, el segmento de bloqueo 116.4 define una llave para bloquear el anillo 132 de los segmentos de revestimiento 116 juntos.

En una realización, doce segmentos de revestimiento principal 116.1, dos segmentos de revestimiento de extremo 116.2, 116.3 y un segmento de revestimiento de bloqueo 116.4 pueden usarse para alinear completamente un anillo circunferencial del árbol 20.

Con referencia a las figuras 2 y 11, los cilindros de empuje 115 se muestran en sus configuraciones completamente extendidas. De manera típica, durante el uso, los cilindros de empuje 115 ocuparían una configuración más retraída, para que los segmentos de revestimiento 116 se instalen directamente encima del primer cabezal de corte 16.

Volviendo ahora a las figuras 8 y 9 en particular, se proporciona una plataforma colectora superior 140 sobre la etapa de revestimiento del árbol 110, por encima del cual se proporciona un depósito colector superior 142, en el que los recortes levantados por el cubo interno 52 desde el depósito colector inferior 44, el cubo había subido la columna 14, se puede transferir (generalmente mediante una primera disposición de punta dentro de la columna), para su posterior recogida por el cubo externo 118. Esta disposición se muestra también en la figura 19. El cubo externo 118 se puede levantar posteriormente a través de las aberturas 120 definidas en las plataformas 122 adyacentes hasta la superficie. El depósito colector superior 142 incluye un cuerpo de depósito 144 que define una abertura de canal de entrada 146 (como se muestra mejor en la figura 9) para recibir los recortes del cubo interno 52, y una salida de canal de salida 148, en el exterior de la columna 14, es decir, la línea con el cubo externo 118 en la plataforma colectora superior 140, para su posterior recogida.

De manera típica, se proporcionan un par de depósitos colectores superiores diametralmente opuestos 142, para depositar los recortes en un par de cubos exteriores diametralmente opuestos 118.

Tal y como se muestra mejor en la figura 8, la porción de la columna 14 inmediatamente encima de la plataforma colectora superior 140 incluye una escotilla de servicio 150 para permitir que el personal ingrese a la columna 14 para fines de inspección y/o mantenimiento.

El sistema de perforación 12 incluye una pluralidad de plataformas de trabajo 122 adyacentes, para definir un sistema de respaldo, encima de la plataforma colectora superior 140. Estas plataformas 122 normalmente incluyen sistemas hidráulicos, motores, plantas de separación, bombas de presión, intercambiadores de calor, etc., algunos de los cuales ya se han descrito anteriormente. Cada plataforma 122 define un par de aberturas diametralmente opuestas 120 para acomodar los cubos externos 118 que se mueven hacia arriba y hacia abajo a través de las plataformas 122. Se proporciona un cabrestante de cubo interno 152 en una de las plataformas 122, para mover el cubo interno 52 hacia arriba y hacia abajo a través de la columna 14. También se proporciona un cabrestante de servicio de columna central 154, para facilitar el mantenimiento, incluyendo los cortadores cambiantes en el primer cabezal de corte 16.

En una realización, la columna 14 comprende una columna de doble pared para definir un anillo, que a su vez se separa en una pluralidad de pasos para facilitar el transporte de fluidos (es decir, líquidos y gases) hacia arriba y hacia abajo de la columna 14. Por encima de la plataforma superior 122, tal y como se muestra mejor en la figura 15, la columna 14 se separa en una pluralidad de tubos y tuberías separados (pero no obstante unidos para formar un cuerpo unitario, conocido como un tubo de perforación 160). Cada tubo de perforación 160 normalmente incluye una

cadena central 162, que se usa para soportar la columna 14 en el árbol, un agua de 15,24 cm (6 pulgadas) en la tubería 164 a través de la cual el agua puede fluir hacia abajo (normalmente, agua fría de limpieza, tal y como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 21), un tubo de salida de agua de 15,24 cm (6 pulgadas) 166 a través del cual se puede bombear agua hacia arriba y hacia fuera (agua sucia, normalmente, como también se describió anteriormente), y un par de tubos de ventilación opuestos 168, 170.

La columna 14 es de construcción de acero hueco de alta resistencia y forma el eje del primer cabezal de corte 16, y lleva todos los equipos respectivos, instalaciones y componentes. Las fuerzas de reacción resultantes de la operación de perforación se transforman a través de la columna central 14. Durante la perforación, la columna 14 soportada y estabilizada por medio de la disposición de agarre 60 y la disposición de estabilización 72.

Con referencia ahora al dibujo de ventilación en la figura 20, generalmente hay aire relativamente limpio 172 encima del primer cabezal de corte 16, y polvo 174 debajo del primer cabezal de corte 16. El polvo se extrae por uno o más de los pasos en el anillo 176 de la columna 14, y luego continúa por los tubos de ventilación 168, 170 a la superficie, como se muestra por las flechas 178.

Volviendo ahora a las figuras 1 a 5, el sistema de perforación 12 incluye:

- una disposición 180 de plataforma de soporte sobre el suelo que comprende:

- o un conjunto de grúa superior principal 182;
- o una plataforma de superficie 184 para soportar los tubos de perforación 160 y la columna 14, teniendo la plataforma de superficie 184 una plataforma 186 que tiene al menos 7 metros de altura para facilitar el montaje y el desmontaje, usando una cruceta 187, de las tuberías de perforación 160 que tienen normalmente 7 metros de longitud; y
- o una mesa de trabajo 188,

- al menos un bobinador de cubo 190 para mover los cubos externos 118 hacia arriba y hacia abajo del árbol; y  
 - al menos un bobinador de etapa 192 para mover una plataforma de servicio 194 arriba y abajo de las tuberías de perforación 160.

Como se muestra mejor en las figuras 6 y 7, unos cables 196, 198 se extienden desde los bobinadores 190, 192, respectivamente, sobre una disposición de casco 200, 202, respectivamente, en la plataforma de superficie 184, y están conectados a los cubos externos 118/plataforma de servicio 194, respectivamente.

El cable 198 para la plataforma de servicio 194, tal y como se muestra en la figura 6, pasa sobre la disposición de casco 202, hacia abajo y alrededor de la parte inferior de la plataforma de servicio 194 y luego hacia atrás y fijado en posición en un punto superior de la plataforma de superficie 184. Hay dos bobinadores 192 y, por lo tanto, hay cuatro cables que interactúan con la plataforma de servicio 194.

De manera típica, hay dos bobinadoras separadas 190 para permitir que los cubos externos 118 operen independientemente.

Un conjunto de grúa aérea secundario 204, que está separado del conjunto principal de grúa aérea, también se proporciona, tal y como se muestra en la figura 22, para ayudar a preparar el sitio y mover varios equipos en la superficie.

Como se indica esquemáticamente en la figura 4, se proporciona una segunda disposición de inclinación 206 para inclinar los cubos externos 118, una vez que se han levantado sobre la plataforma de superficie 184, en canales adyacentes 208, 210, que guían el contenido de los cubos en bahías de recogida 212, 214 a cada lado de la disposición de la plataforma de soporte 180, para su posterior eliminación mediante maquinaria adecuada.

En una realización, cada una de las grúas aéreas 182, 204, la plataforma de superficie 184 y la mesa de trabajo 188 están dispuestas para desplazarse en las pistas 220 (o rieles, que puede tener alrededor de 60 metros de longitud) instalados en la superficie para facilitar la instalación en el sitio del sistema de perforación 12.

Durante el uso, con referencia a las figuras 22 a 28, el sitio se prepara primero realizando operaciones de apilamiento para soportar la disposición de plataforma de soporte 180 sobre el suelo, preparando cimientos, perforando un sumidero previo 240 (aunque en algunos casos, esto no es requerido ni deseado), instalando las pistas 220 y estableciendo una planta prefabricada. Las grúas 182, 204, la plataforma de superficie 184 y la mesa de trabajo 188 se montan, y se instalan las bobinadoras 190, 192. Luego se montan los diversos componentes de la máquina, incluyendo el cabezal de perforación 82, la disposición de agarre 60, el primer cabezal de corte 16 y las diversas plataformas 122. Entonces puede comenzar la perforación, seguida de la primera excavación transversal 250, la segunda excavación transversal 252, y el fondo del árbol 254, como se muestra en las figuras 26, 27 y 28, respectivamente. Los cortes transversales 250, 252 se utilizan para preparar niveles de minería.

De manera típica, muchas de las operaciones anteriores, el montaje y la configuración pueden realizarse simultáneamente, reduciendo significativamente el tiempo total requerido para configurar el sitio. Por ejemplo, una vez que se han montado los conjuntos de grúa aérea principal y secundaria 182, 204, estos a su vez pueden usarse para montar la plataforma de superficie 184 y la mesa de trabajo 188, respectivamente.

5 Así, con referencia particular a la figura 22, una vez que el sitio se ha preparado completamente, los conjuntos de grúa aérea principal y secundaria 182, 204, así como la plataforma de superficie 184 y la mesa de trabajo 188 (que está oculta debajo de la plataforma de superficie 184) son móviles a lo largo de las pistas, y las diversas plataformas 122 están dispuestas en la secuencia en la que se requerirán (es decir, la plataforma más baja estaría más cerca del orificio de sumidero previo). El protector 42 para la plataforma de revestimiento del árbol 112, así como los tubos de perforación 160 (es decir, los cuerpos unitarios de tubos y tuberías), también están a mano, listos para ser utilizados.

15 Tal y como se muestra mejor en la figura 24, el cabezal de perforación 82 se inserta primero en el orificio previamente hundido 240 (si se requiere o se desea, pero necesario), con la columna 14 y la disposición de agarre 60 montadas en la parte superior del cabezal de perforación 82. El primer cortador 16 se monta luego en la parte superior de la disposición de agarre 60 y luego las plataformas 122 adyacentes se montan luego en la parte superior del primer cabezal de corte 16 para definir en última instancia el sistema de perforación 12 que se muestra en las figuras 1 y 2. Esto se hace normalmente usando el conjunto de grúa superior principal 182, con el conjunto de grúa aérea secundaria 204 que se usa para mover los diversos equipos en la superficie. Luego se acciona el primer cabezal de corte 16, y con una combinación de la tercera y sexta disposiciones de accionador (para mover la disposición de agarre 60 a lo largo de la columna 14 y avanzar el cabezal de perforación 82, respectivamente), junto con el agarre y la liberación de la disposición de agarre 60, el sistema de perforación 12 puede proceder a perforar hacia abajo (con tubos de perforación adicionales 160 simplemente agregándose a medida que avanza el orificio 20).

25 Cuando se alcanza el primer nivel de excavación 250, tal y como se muestra en la figura 26, el cabezal de perforación 28 y el primer cabezal de corte 16 continúan perforando más allá de este nivel 250, hasta el momento en que el árbol 20 por encima del nivel de excavación requerido 250 se haya revestido con los segmentos de revestimiento de hormigón 116. La porción del ala del extremo móvil 32.2 se retrae/levanta usando el primer accionador 40 para permitir que la disposición de ampliación del árbol 10 se levante suficientemente hacia arriba para permitir la maquinaria requerida, como una excavadora compacta multiusos 251, para ser derribado a través de las aberturas 120 en las plataformas 112 para excavar la primera excavación 250, con la tierra/roca cargándose luego en el cubo externo 118 y luego levantada a la superficie.

35 Durante esta excavación, el primer cabezal de corte 16 no gira, para permitir que el cubo externo 118 se baje completamente, a través de la disposición de alas 30 del primer cabezal de corte 16 y pasando el cabezal de perforación 82 hasta donde se requiere. La capacidad de permitir que el equipo se desplace hacia arriba y hacia abajo a través de la disposición de alas 30 del primer cabezal de corte 16 es particularmente ventajosa.

40 El sistema de perforación de la presente invención permite la construcción de árboles ciegos desde la superficie, con un rango de diámetro de taladro flexible de, en una realización, entre 8 y 15 metros. Se pueden alcanzar profundidades máximas de árbol de 2000 m con la ejecución simultánea del revestimiento final del árbol mediante la instalación de segmentos de hormigón prefabricados. El sistema puede perforar pozos en condiciones adversas de terreno, así como formaciones de roca muy dura.

45 La perforación del árbol se ejecuta mediante una combinación de dos unidades de perforación, a saber, una unidad de cabezal de perforación de lodo en la parte inferior de la máquina (o un equivalente) y la unidad de fresador de árbol (es decir, el primer cabezal de corte), que se usan con ciclos de perforación alternos. Dicho de otro modo, las dos unidades de perforación normalmente no funcionarían simultáneamente, es decir, las dos unidades de perforación, la unidad de orificio piloto y la unidad de fresado de árbol, ejecutan sus carreras de perforación a la vez. En una realización, la carrera del cabezal de perforación es dos veces mayor que la del primer cabezal de corte. La unidad de perforación de suspensión perfora un orificio piloto de aproximadamente 4,8 metros de diámetro, que luego se extiende hasta el diámetro de taladro final con la unidad de fresado de árbol (es decir, el primer cabezal de corte).

50 La roca perforada del orificio piloto se elimina eficientemente de la cara de perforación por medio de un sistema de suspensión, que luego se separa y se carga en el sistema de elevación de superficie (que comprende una combinación de los cubos internos y externos, como se ha descrito anteriormente). En particular, el orificio piloto proporciona espacio debajo del primer cabezal de corte más grande que permite recoger el lodo de la acción de fresado del primer cabezal de corte en depósitos de lodo integrados (es decir, el depósito de recogida inferior 44), que puede cargarse en el cubo interno 52 que se desplaza dentro de la columna 14. Por encima del primer cabezal de corte, el depósito colector superior 142 permite que la suciedad se transfiera a los cubos externos del sistema de elevación de superficie. La pared del árbol se alinea instalando los segmentos de hormigón prefabricados directamente encima del primer cabezal de corte mientras avanza el primer cabezal de corte. Esto, junto con la disposición de protección tubular de soporte que se extiende desde debajo del primer cabezal de corte hasta el extremo de la disposición del cabezal de perforación, asegura el soporte en el orificio piloto, así como en el árbol

ampliado en todo momento.

5 Se prevé que el sistema de perforación 12 de la presente invención pueda perforar 1,5 m/h de árbol revestido, y, en general, aproximadamente 12 metros por día. Se prevé además que el sistema de perforación de la invención proporcionará una precisión del eje del árbol de aproximadamente 50 mm. El sistema de agarre/empuje 60 está dispuesto para situarse dentro de la sección piloto perforada por el cabezal de perforación, permitiendo así la instalación del segmento de revestimiento del árbol 116 directamente encima del primer cabezal de corte 16, que asegura convenientemente que los segmentos de revestimiento no puedan dañarse por la disposición de agarre 60. Ventajosamente, la instalación de los segmentos de revestimiento 116 puede tener lugar simultáneamente con las operaciones de perforación de la disposición de cabezal de perforación 22 o del primer cabezal de corte 16.

10 Asimismo, el sistema de perforación 12 permite la excavación de cortes transversales (tales como cortes transversales 250, 252) desde el árbol perforado utilizando los cubos externos 18 de la disposición de elevación. Ventajosamente, dado que el sistema de perforación 12 está diseñado para permitir la transferencia interna de lodo y recortes a través de varias plataformas, la excavación de los cortes transversales puede realizarse simultáneamente.



**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de perforación (12) que incluye una disposición de ampliación de árbol (10), comprendiendo la disposición de ampliación de árbol (10):

5 una columna hueca (14) próxima a un extremo inferior del sistema de perforación (12);  
 un primer cabezal de corte (16) que está montado de forma giratoria a la columna hueca (14), estando provistos los primeros medios de accionamiento (18) para rotar el primer cabezal de corte (16) con respecto a la columna hueca (14) para perforar hacia abajo un orificio (20) que tiene un diámetro que corresponde sustancialmente al diámetro del primer cabezal de corte (16), en donde el primer cabezal de corte (16) comprende un cuerpo de soporte (28) que lleva una disposición de alas (30), estando el cuerpo de soporte (28) montado giratoriamente en la columna (14), comprendiendo la disposición de alas (30) una pluralidad de alas (32) que se extienden desde el cuerpo de soporte (28), estando cada ala (32) equipada con, o que comprende, una pluralidad de primeros elementos de corte, estando cada ala (32) en ángulo hacia arriba y lejos del cuerpo de soporte (28), para definir un perfil de corte sustancialmente en forma de V;  
 una disposición de cabezal de perforación (22) montada en un extremo operativo inferior de la columna (14), terminando la disposición del cabezal de perforación (22) en un segundo cabezal de corte (24), estando previsto unos segundos medios de accionamiento (106) para accionar el segundo cabezal de corte (24) para perforar un orificio delantero (26) a medida que el sistema de perforación (12) procede a perforar hacia abajo; y  
 una disposición de agarre (60) montada en la columna hueca (14), estando la disposición de agarre (60) dispuesta alrededor de la columna (14), para encerrar sustancialmente la columna (14), estando situada la disposición de agarre (60), durante el uso, debajo del primer cabezal de corte y sobre la disposición de cabezal de perforación (22), estando la disposición de agarre (60) dispuesta para agarrarse firmemente contra el orificio delantero (26) perforado por el segundo cabezal de corte (24), para fijar el sistema de perforación (12) en su posición dentro del orificio de perforación, estando montada la disposición de agarre (60) en una disposición de accionador (68) fijada a la columna (14), siendo la disposición de accionador (68) operable para mover la disposición de agarre (60) axialmente a lo largo de la longitud de la columna (14), para ayudar en el movimiento general hacia abajo de la disposición de ampliación de árbol (10).

2. El sistema de perforación (12) de la reivindicación 1, en el que una caja de engranajes (34) está montada encima del primer cabezal de corte (16), con los primeros medios de accionamiento (18) montados sobre la caja de engranajes (34) y dispuestos para accionar una disposición de engranajes dentro de la caja de engranajes (34), que a su vez está dispuesto para girar el cuerpo de soporte (28) y el primer cabezal de corte (16) alrededor de la columna (14).

3. El sistema de perforación (12) de la reivindicación 2, en el que cada ala (32) incluye una porción de ala de base (32.1) y una porción de ala de extremo móvil (32.2) que se puede mover con respecto a la porción de ala de base (32.1), siendo operable un primer accionador (40) para mover la porción de ala de extremo (32.2) con respecto a la porción de ala de base (32.1), siendo la porción de ala de extremo (32.2) móvil entre una posición extendida en la cual la porción de ala de extremo (32.2) se extiende sustancialmente alineada con la porción de ala de base (32.1), y una posición retraída en la cual se mueve la porción de ala de extremo (32.2) hacia arriba en relación con la porción de ala de base (32.1), para facilitar en última instancia la extracción de la disposición de ampliación del árbol (10) del orificio perforado (20), en donde se pueden situar porciones de ala adicionales entre la porción de ala de base (32.1) y la porción de ala de extremo (32.2), para permitir que se varíe la longitud de las alas (32), permitiendo así perforar orificios relativamente más grandes aumentando el diámetro total de la disposición de alas (30).

4. El sistema de perforación (12) de la reivindicación 3, en el que se proporciona un depósito colector inferior (44) debajo del primer cabezal de corte (16), en el que se pueden recoger recortes producidos por el primer cabezal de corte giratorio (16), incluyendo el depósito colector inferior (44) un cuerpo de depósito (46) que define una abertura de conducto de entrada (48) para recibir los recortes, y una salida de conducto de salida (50) que está alineada con una abertura correspondiente definida en la columna (14), a través del cual los recortes pueden salir del depósito (44) a la columna (14), para su posterior recogida por un cubo interno (52) que sube y baja por la columna (14).

5. El sistema de perforación (12) de la reivindicación 4, en el que la disposición de ampliación del árbol (10) incluye un par de depósitos colectores inferiores diametralmente opuestos (44), con las porciones más bajas del primer cabezal de corte (16) incluyendo raspadores para raspar los recortes en los depósitos colectores (44) a medida que el primer cabezal de corte (16) gira con relación a la columna (14).

6. El sistema de perforación (12) de la reivindicación 4, en el que la disposición de agarre (60) está situada, durante el uso, debajo del depósito colector inferior (44) y encima de la disposición del cabezal de perforación (22), incluyendo la disposición de agarre (60) un par de abrazaderas curvas diametralmente opuestas para acomodar el orificio delantero (26) en el que se encuentra la disposición de agarre (60), extendiéndose las abrazaderas (62) lateralmente lejos de la columna hueca (14), siendo las abrazaderas (62) móviles entre una posición retraída, desconectada y una posición extendida, de acoplamiento en la que las abrazaderas (62) se sujetan contra el orificio delantero (26) definido por el segundo cabezal de corte (24), para facilitar y/o controlar la rotación del primer cabezal de corte (16).

7. El sistema de perforación (12) de la reivindicación 6, en el que la disposición de agarre (60) está montada en una tercera disposición del accionador (68) que está fijada a la columna (14), siendo la tercera disposición de accionador (68) operable para mover la disposición de agarre (60) axialmente a lo largo de la longitud de la columna (14).
8. El sistema de perforación (12) de la reivindicación 7, en el que se proporciona una disposición estabilizadora (72) para ayudar a la disposición de agarre (60) centrando primero la disposición de ampliación de árbol (10), incluyendo la disposición estabilizadora (72) una pluralidad de protectores estabilizadores superiores (74) separados radialmente por encima de la disposición de agarre (60) y un par de protectores estabilizadores inferiores (76) separados radialmente debajo de la disposición de agarre (60), en donde una disposición de escudo de protección (83) se extiende desde debajo del primer cabezal de corte (16), adyacente al depósito colector inferior (44), hasta el final de la disposición del cabezal de perforación (22), definiendo la disposición de escudo de protección (83) ventanas o aberturas para acomodar las abrazaderas (62) de la disposición de agarre (60), y los protectores estabilizadores superior e inferior (74, 76) de la disposición estabilizadora (72).
9. El sistema de perforación (12) de la reivindicación 4, en el que la disposición de cabezal de perforación (22) está montada en una brida (81) fijada al extremo operativo inferior de la columna (14), con un cabezal de perforación (82) montado en la brida (81) con una sexta disposición de accionador (84), siendo la sexta disposición de accionador (84) operable para extender y retraer el cabezal de perforación (82) con respecto a la brida (81), facilitando así la perforación del orificio de entrada (26) a medida que el sistema de perforación (12) continúa perforando hacia abajo, en donde la sexta disposición de accionador (84) proporciona empuje y dirección, comprendiendo la sexta disposición de accionador (84) una pluralidad de pares de cilindros de empuje, con cada par formando una disposición en forma de V para ejercer una fuerza de empuje sobre el cabezal de perforación (82) y para crear una fuerza de rotación para contrarrestar las fuerzas de reacción de par del segundo cabezal de corte (24).
10. El sistema de perforación (12) de la reivindicación 9, en el que el cabezal de perforación (82) comprende un cabezal de perforación de suspensión (82) que termina en una cara operativamente plana (86) para definir un protector de suspensión, estando la cara plana equipada con el segundo cabezal de corte (24) para perforar el orificio delantero (26) a medida que el sistema de perforación (12) avanza hacia abajo, estando el segundo cabezal de corte (24) equipado con, o incluyendo, una pluralidad de segundos elementos de corte, con los segundos medios de accionamiento (106) montados encima del cabezal de perforación (82) para accionar los segundos elementos de corte del cabezal de perforación (82).
11. El sistema de perforación (12) de la reivindicación 10, en el que el cabezal de perforación de suspensión (82) incluye una bomba (98) para eliminar la suspensión resultante y el lodo, estando la bomba (98) sumergida dentro de la suspensión, proporcionando dentro del cabezal de corte (24) suficiente espacio hueco para permitir la extracción de la suspensión y el lodo, con la cara plana (86) del cabezal de perforación de suspensión (82) acoplada con la cara de excavación perforada.
12. El sistema de perforación (12) de la reivindicación 9, en el que el sistema de perforación (12) incluye una etapa de revestimiento de árbol (110) que comprende una plataforma de revestimiento de árbol (112) que tiene un collar interno (114) que acomoda libremente la columna (14), con una pluralidad de cilindros (115) que se extienden entre una cara inferior de la plataforma (112) y la caja de engranajes (34) para regular y controlar la distancia relativa entre la plataforma (112) y la caja de engranajes (34), incluyendo la etapa de revestimiento de árbol (110) un sistema de revestimiento del árbol para instalar segmentos de revestimiento de hormigón prefabricados (116) en la pared interior del orificio perforado (20) a medida que el sistema de perforación (12) avanza hacia abajo, comprendiendo el sistema de revestimiento del árbol:
- un dispositivo portador de segmento de revestimiento (118) para bajar los segmentos de revestimiento (116) dentro del orificio perforado (20); y
  - un brazo de ajuste de segmento (119) para recuperar los segmentos de revestimiento (116) desde el dispositivo portador de segmento de revestimiento (118) y situarlos contra la pared lateral del orificio (20).
13. El sistema de perforación (12) de la reivindicación 12, en el que el dispositivo portador del segmento de revestimiento (118) es parte de un cubo externo (118), de modo que a medida que se baja el cubo externo (118) en el orificio (20), se baja simultáneamente un segmento de revestimiento (116) en el orificio (20), en donde el cubo externo (118) pasa a través de las aberturas (120) definidas en plataformas adyacentes (122), con la plataforma de revestimiento del árbol (112) de la etapa de revestimiento del árbol (110) también definiendo una abertura (120) para permitir que el cubo exterior (118) avance más hacia abajo hacia el primer cabezal de corte (16).
14. El sistema de perforación (12) de la reivindicación 12, en el que la plataforma de revestimiento del árbol (112) de la etapa de revestimiento del árbol (110) está rodeada por un protector (42) que se extiende transversal a la plataforma de revestimiento del árbol (112) para apoyarse contra la pared interior del orificio perforado (20), pudiendo fijarse el protector (42) de forma liberable a la plataforma de revestimiento del árbol (112) mediante una disposición de fijación (124), en donde la disposición de fijación (124) comprende una pluralidad de canales que se extienden radialmente (126) definidos en la plataforma de revestimiento del árbol (112), incluyendo cada canal (126)

un brazo móvil (127) que puede moverse entre una posición retraída y desacoplada, en la que el protector (42) se desacopla de la plataforma de revestimiento del árbol (112), y una posición extendida y acoplada, en la que el brazo (127) sobresale del canal (126) para acoplar una abertura de fijación (128) definida en el protector (42) para fijar temporalmente el protector (42) en relación con la plataforma de revestimiento del árbol (112).

- 5
15. El sistema de perforación (12) de la reivindicación 11, en el que se proporciona una plataforma colectora superior (140) sobre la etapa de revestimiento del árbol (110), por encima del cual se proporciona un depósito colector superior (142), al que se pueden transferir los recortes que son levantados por el cubo interno (52) desde el depósito colector inferior (44), habiéndose movido el cubo interno (52) hacia arriba por la columna (14), para su posterior recogida por el cubo externo (118), que luego se puede elevar a través de las aberturas (120) definidas en las plataformas adyacentes (122) hasta la superficie, incluyendo el depósito colector superior (142) un cuerpo de depósito (144) que define una abertura de canal de entrada (146) para recibir los recortes desde el cubo interno (52) y una salida de canal de salida (148), en el exterior de la columna (14), es decir, una línea con un cubo externo (118) en la plataforma colectora superior (140), para su posterior recogida.
- 10

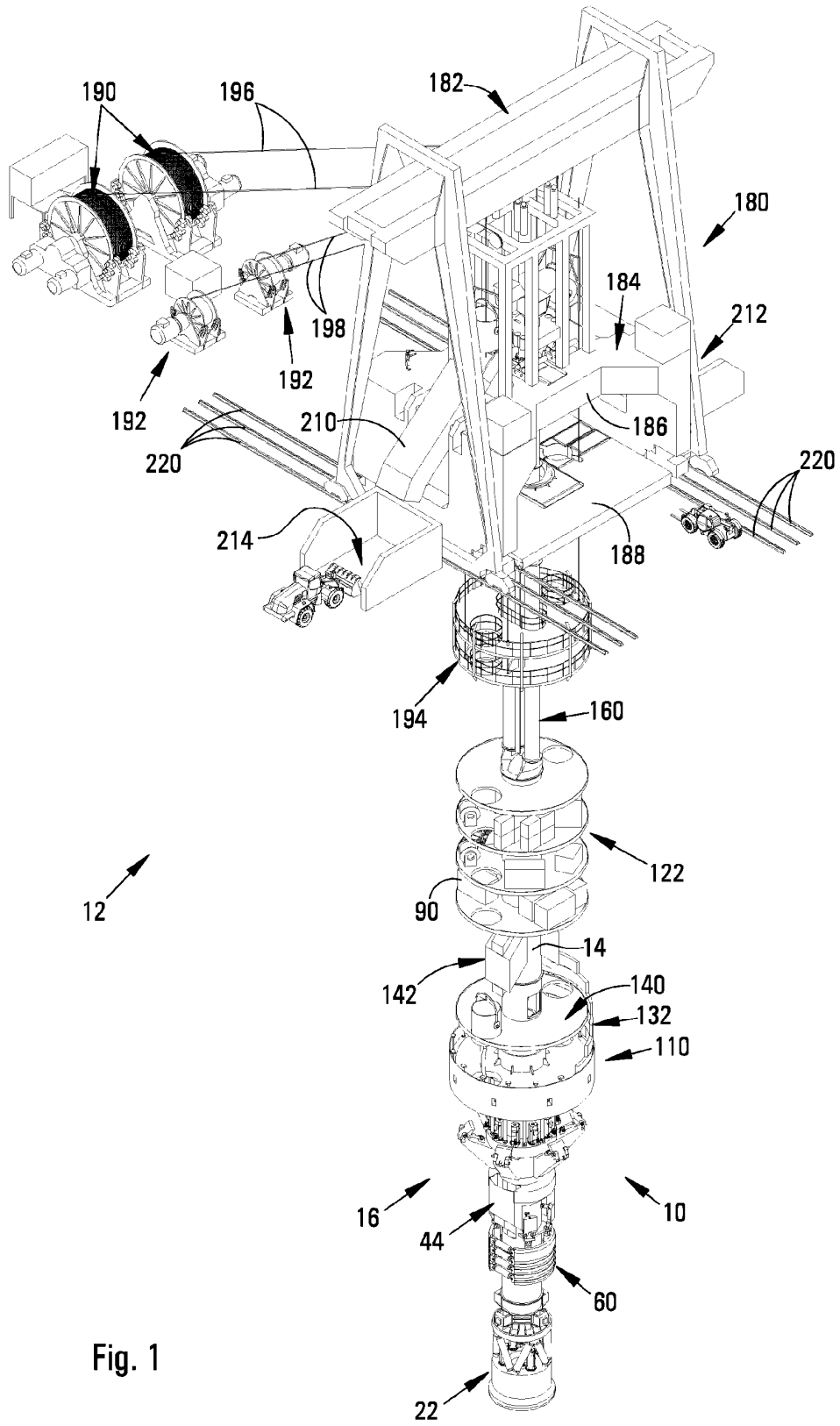


Fig. 1

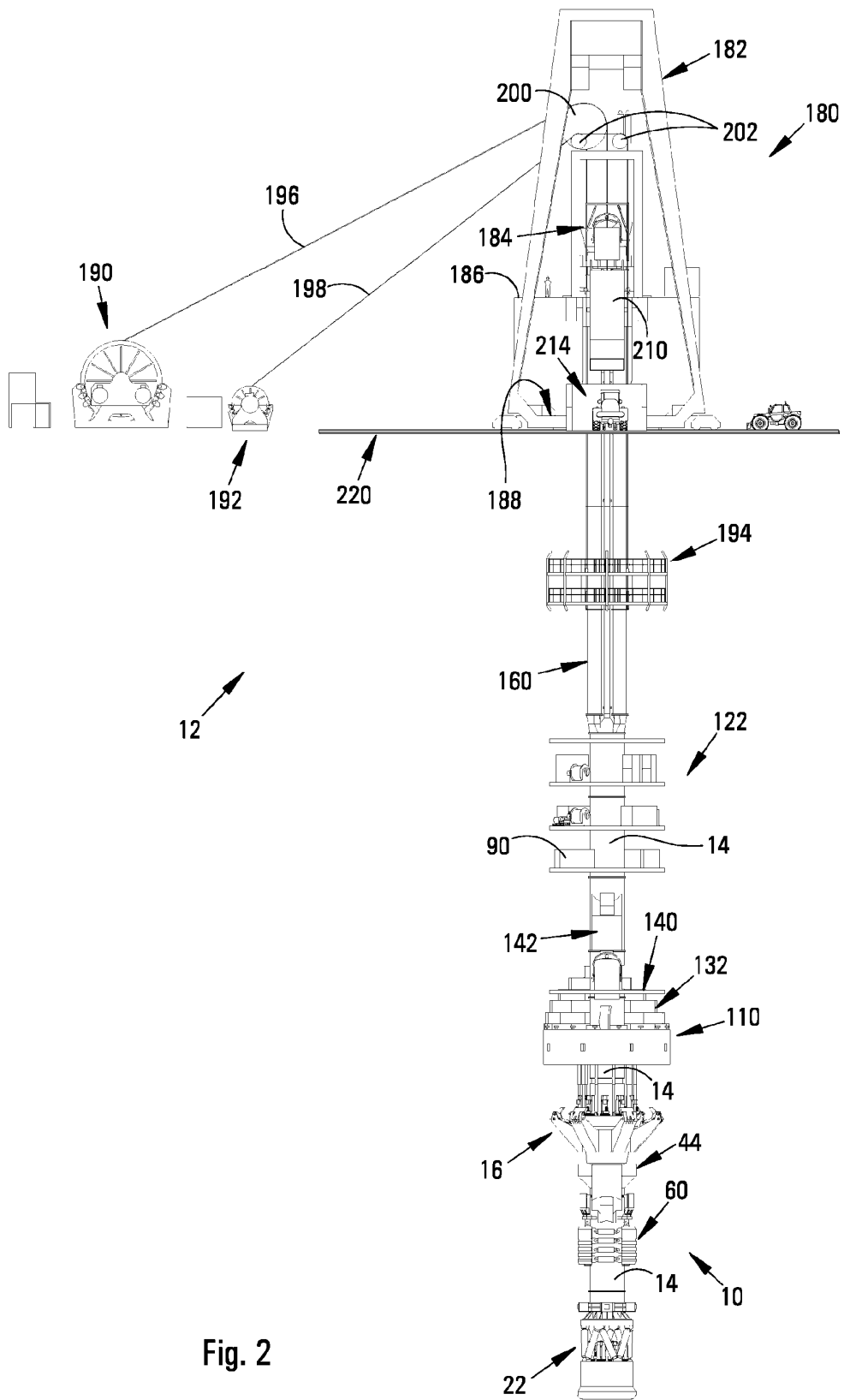


Fig. 2

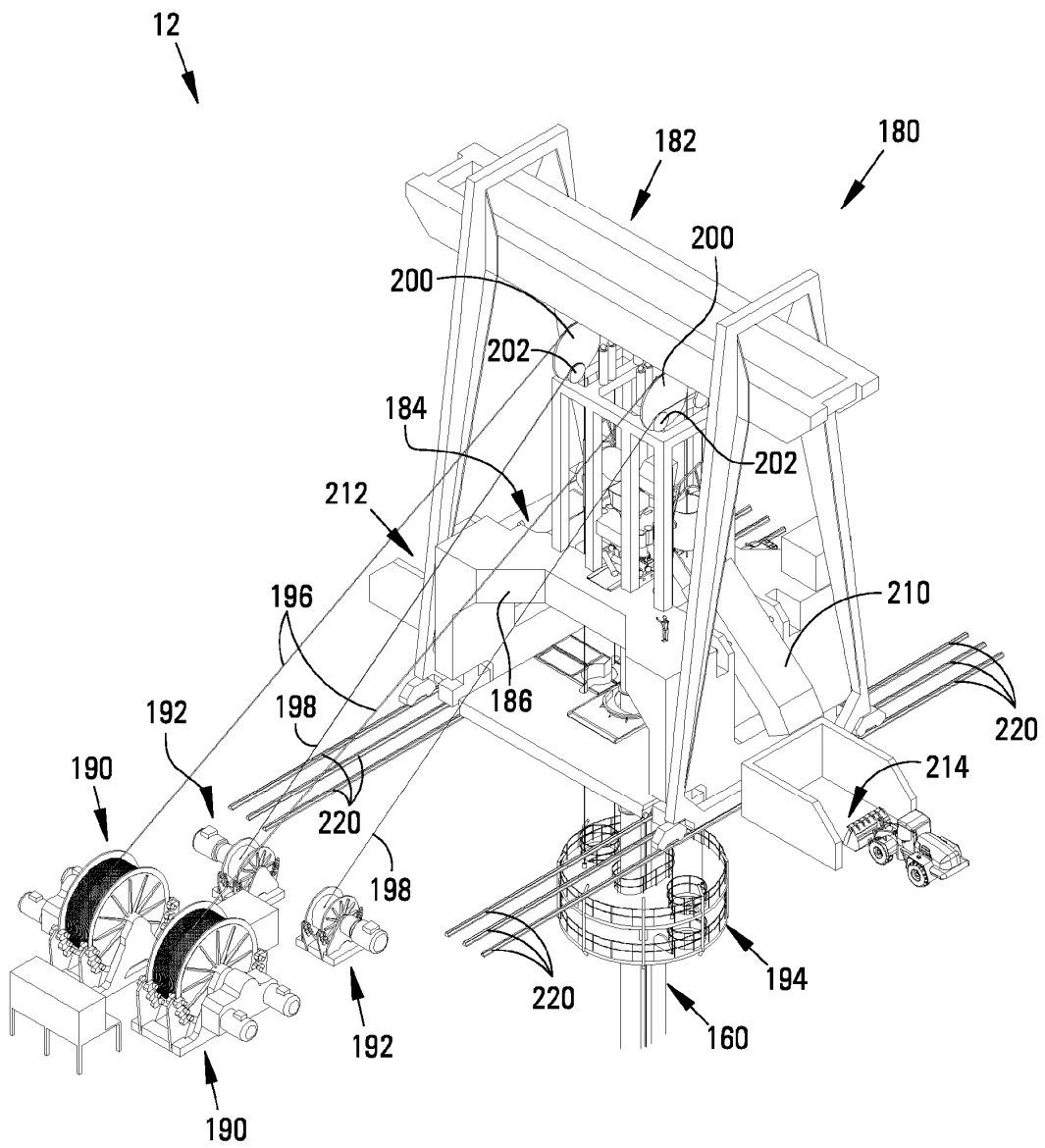


Fig. 3

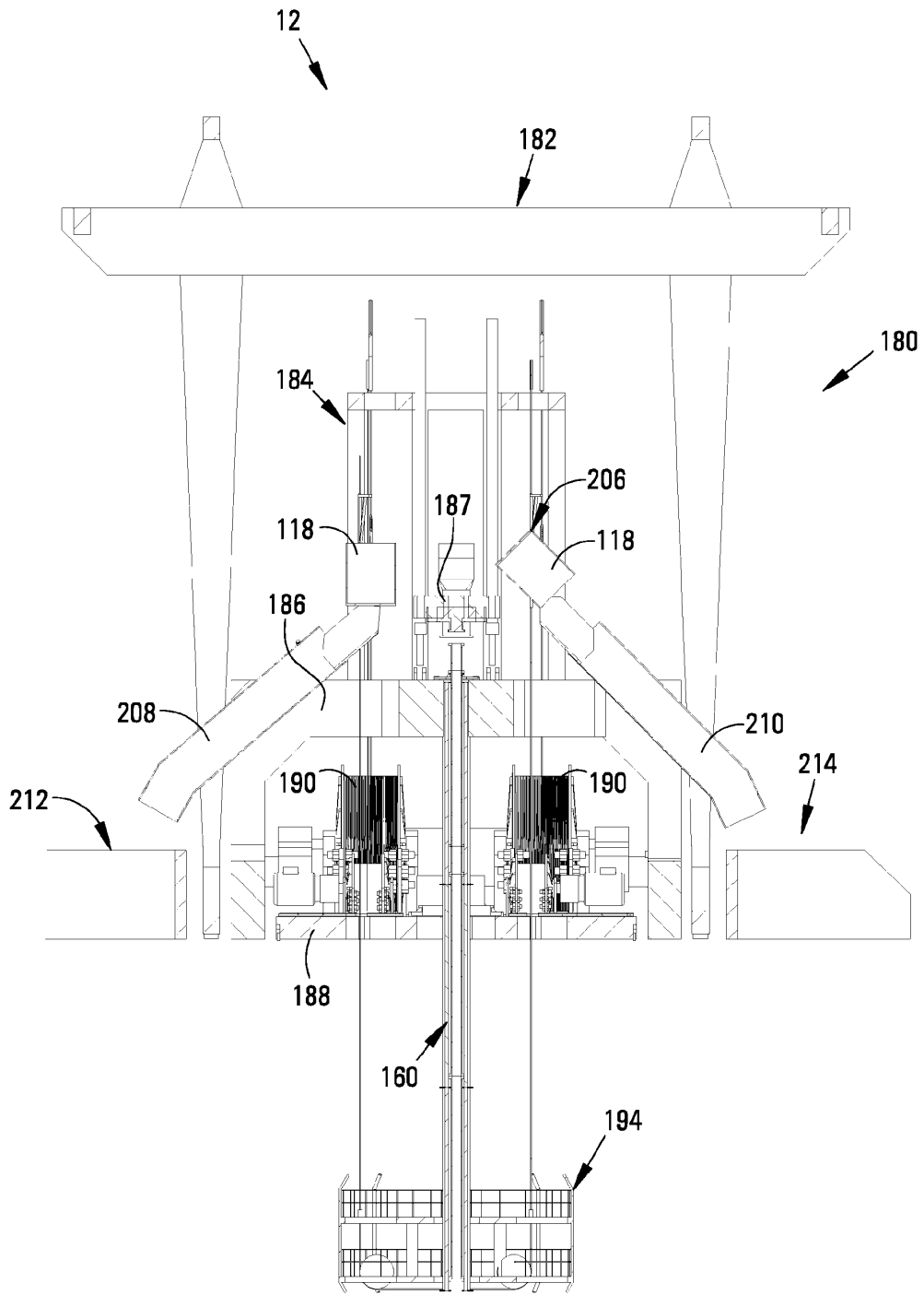


Fig. 4

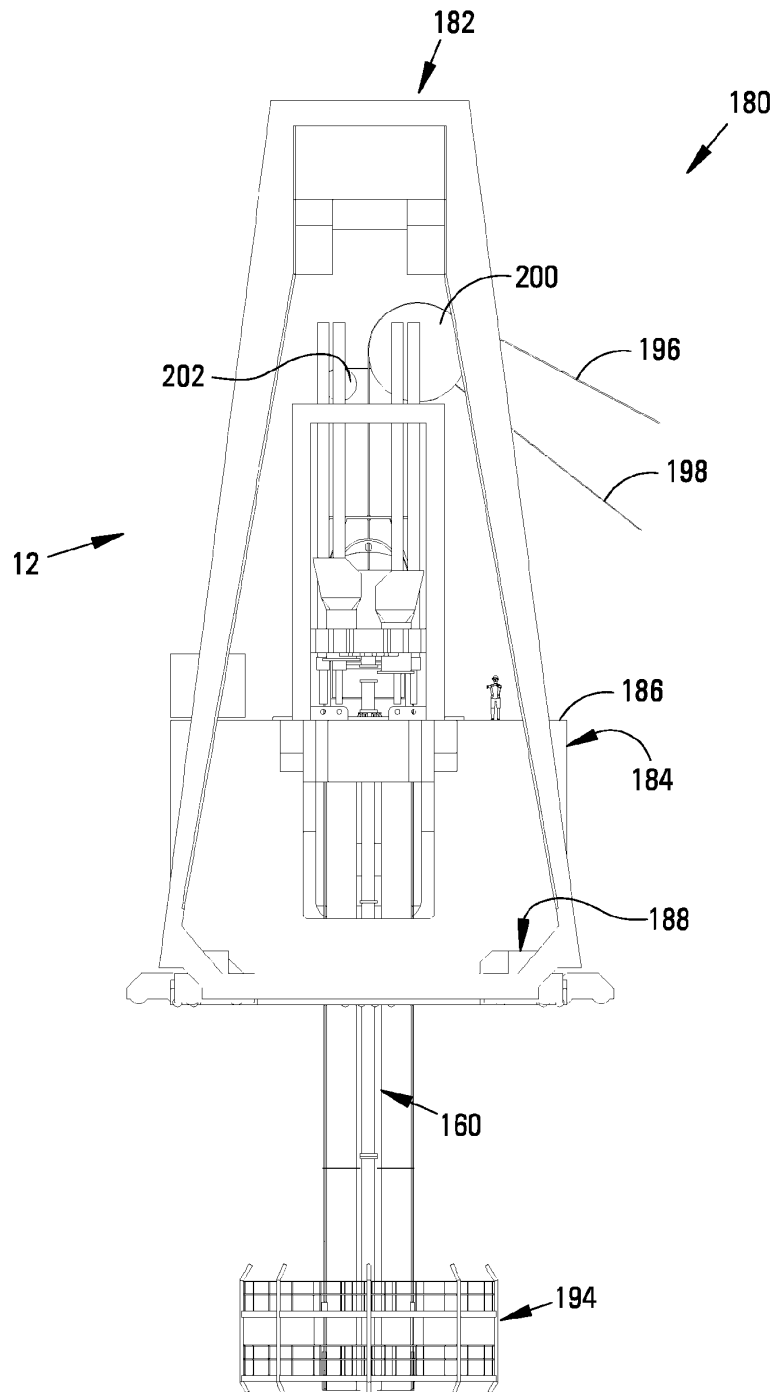


Fig. 5



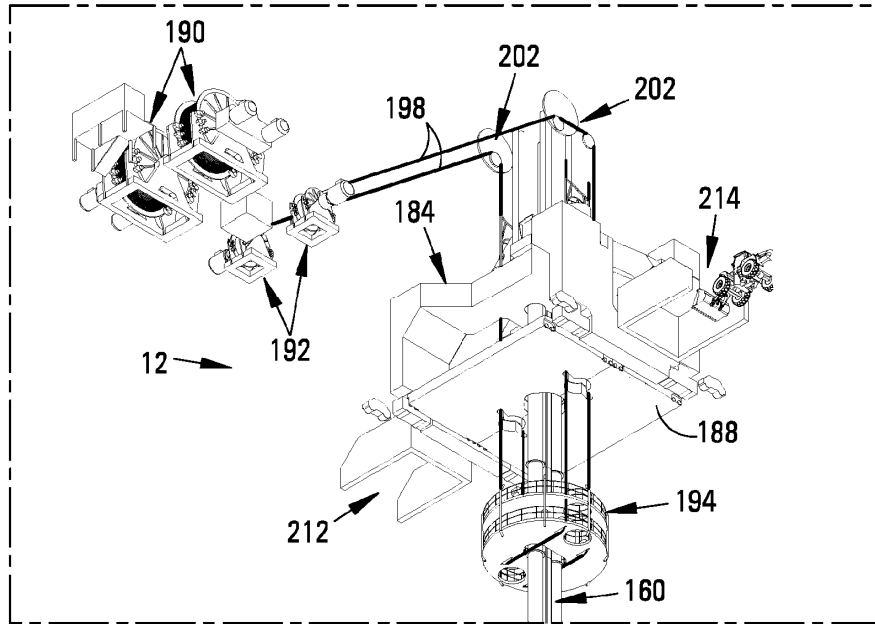


Fig. 6

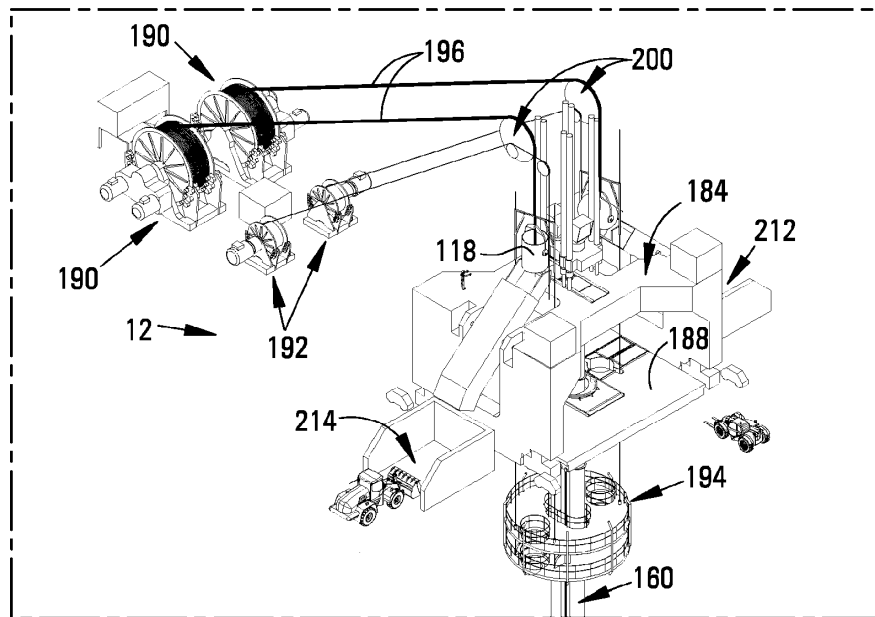


Fig. 7

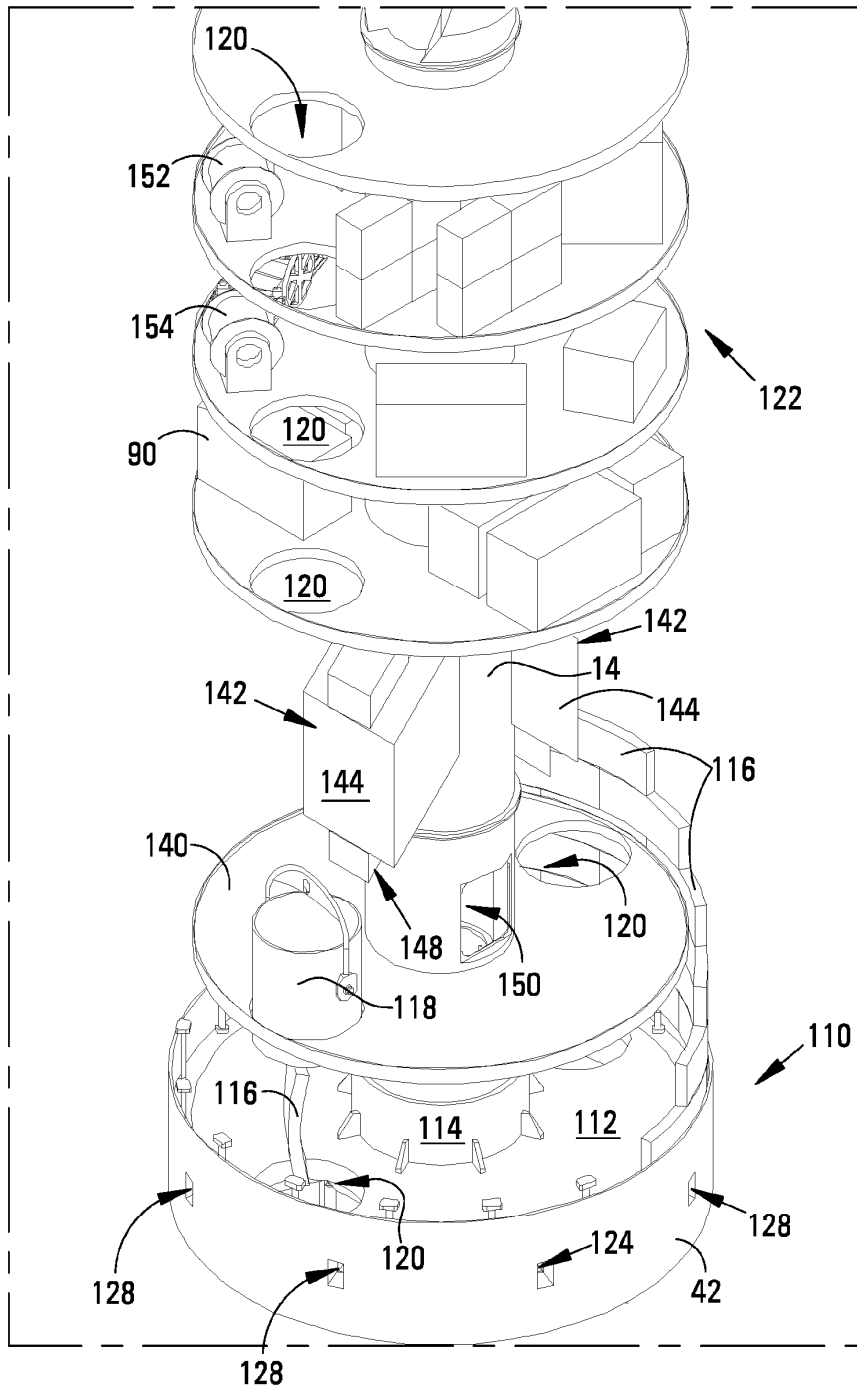


Fig. 8

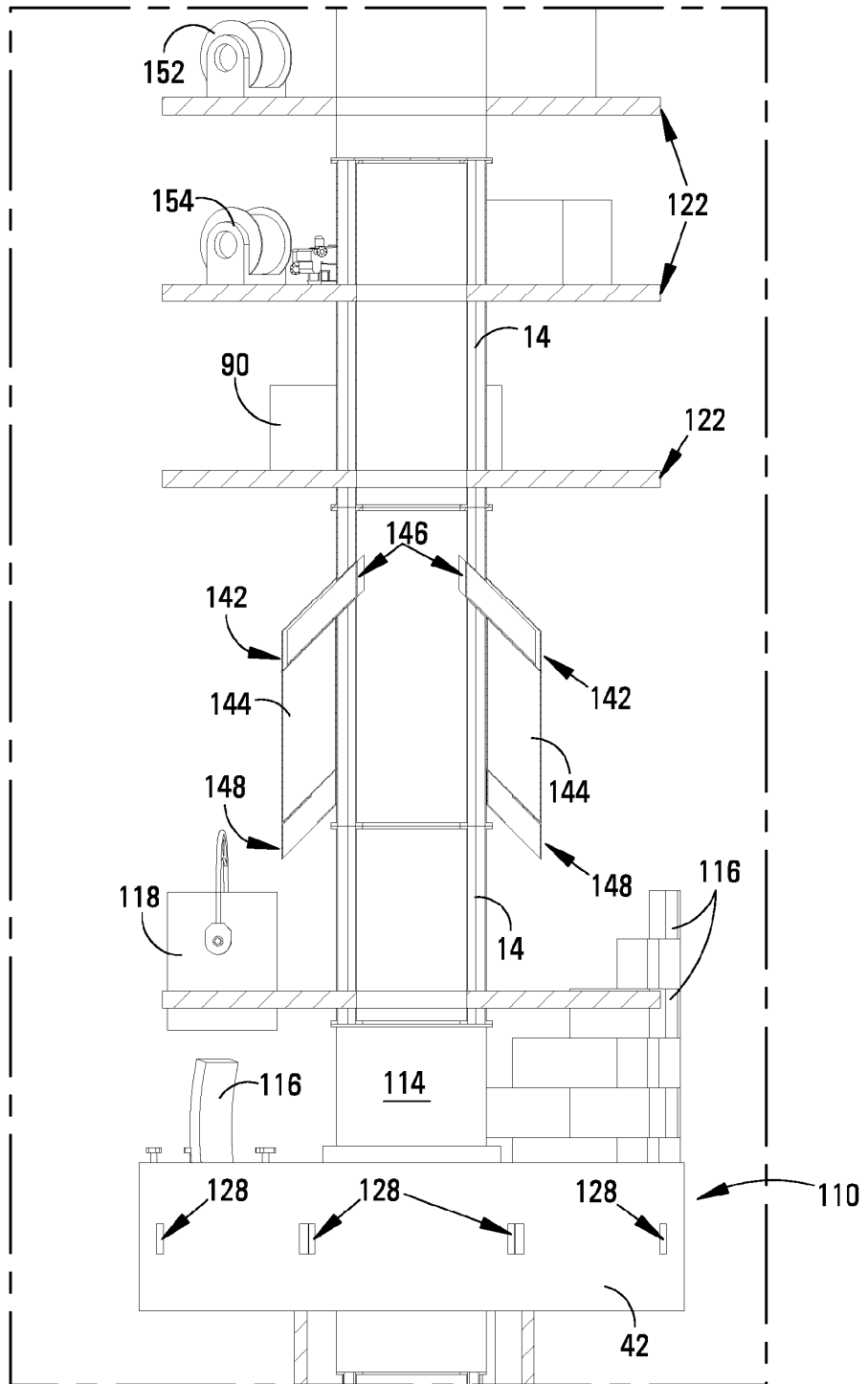


Fig. 9

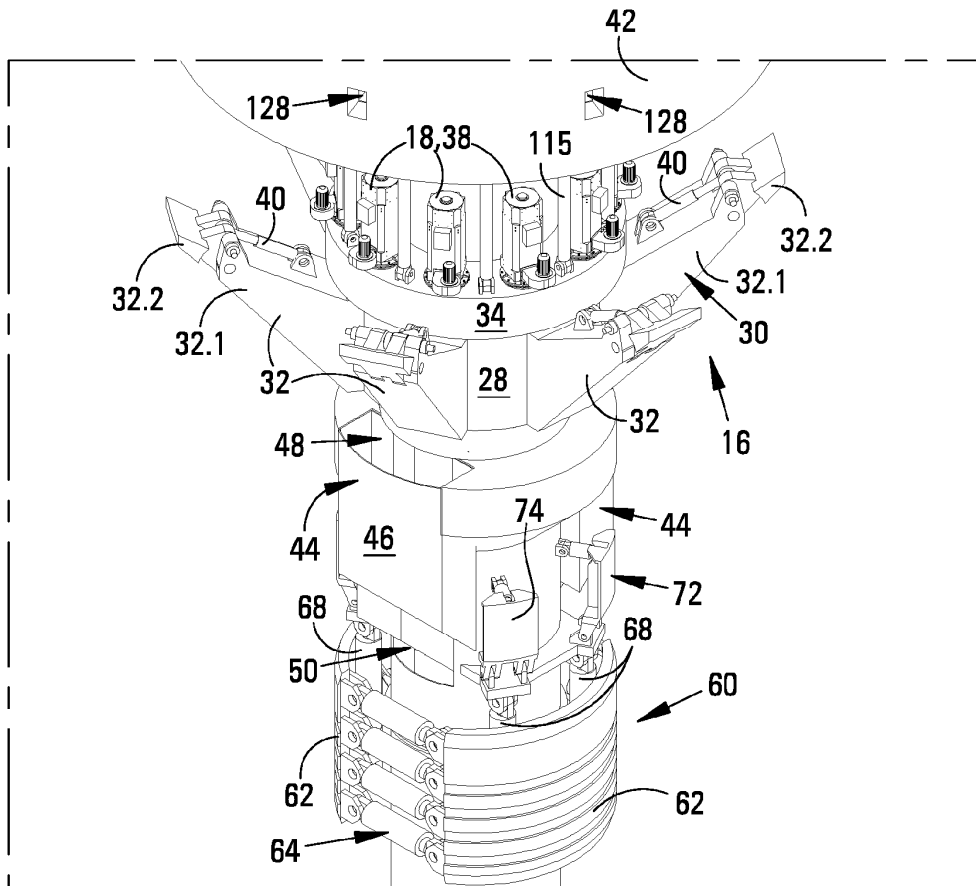


Fig. 10

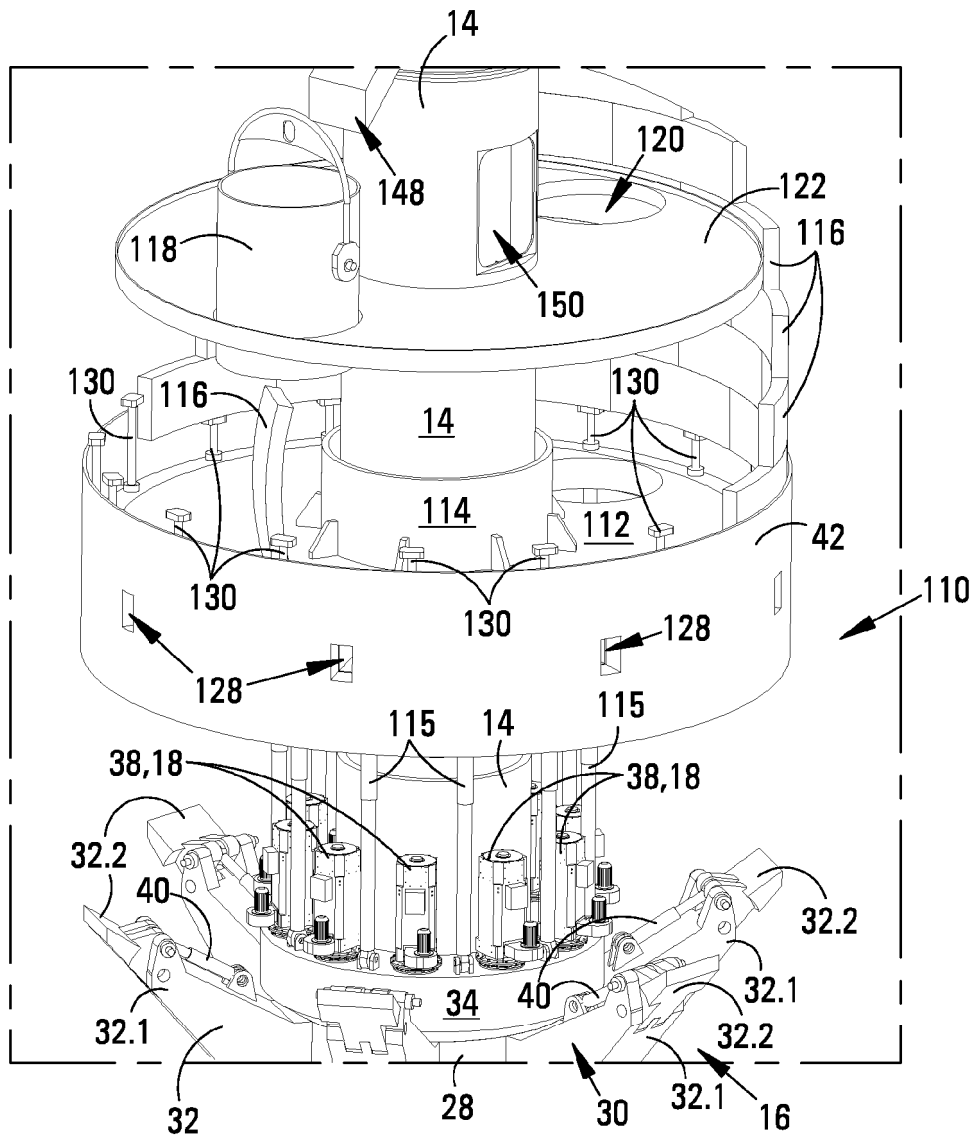


Fig. 11

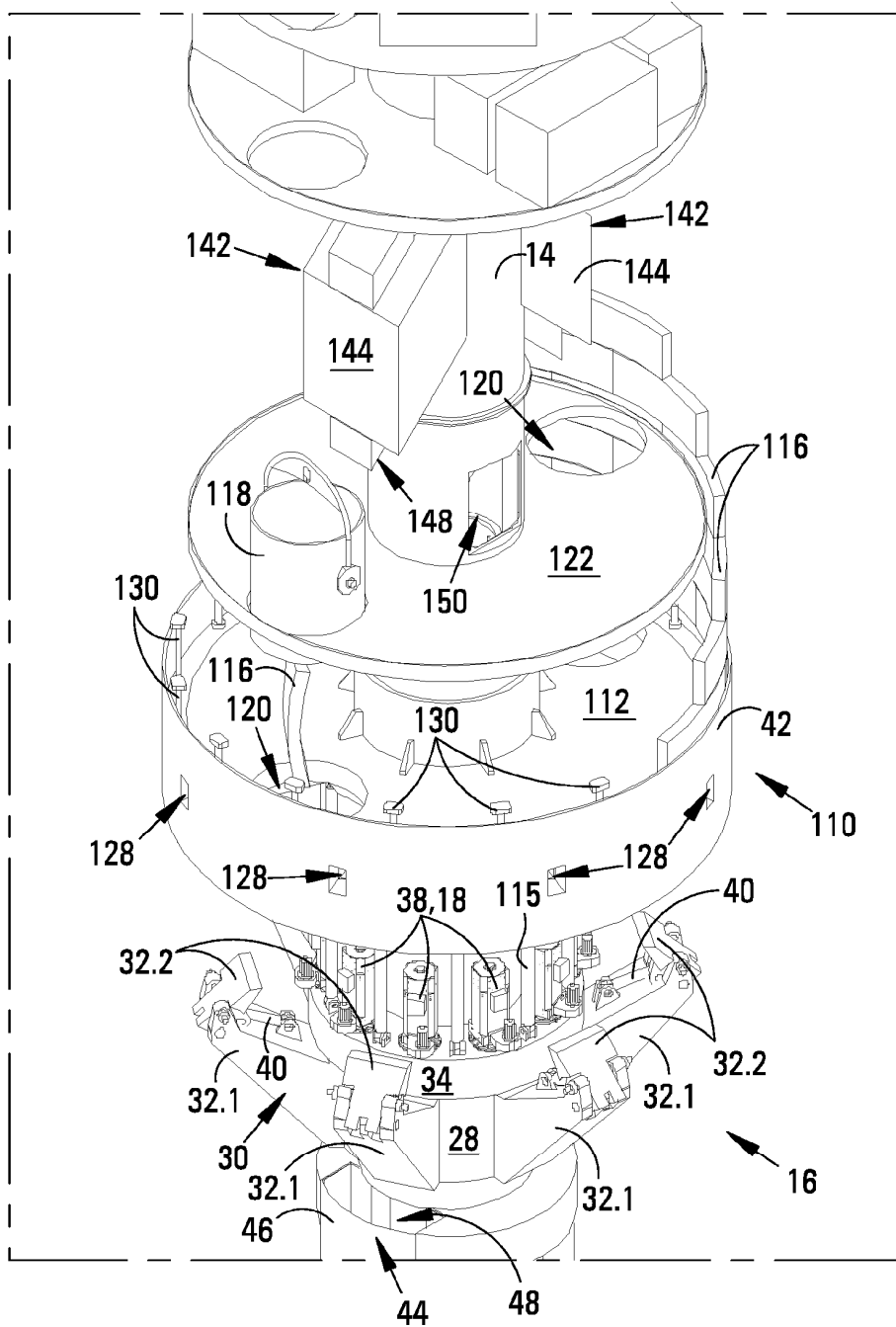


Fig. 12

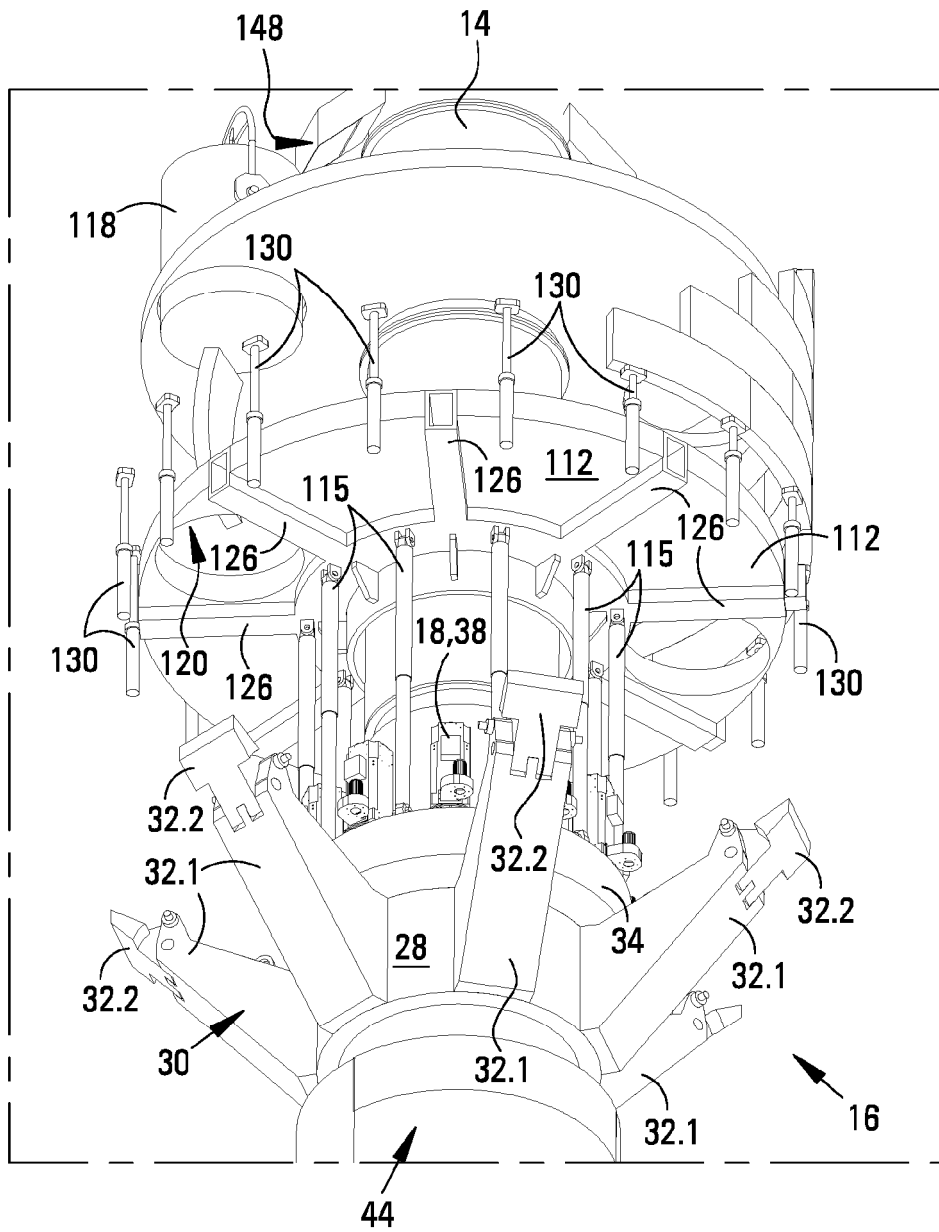


Fig. 13

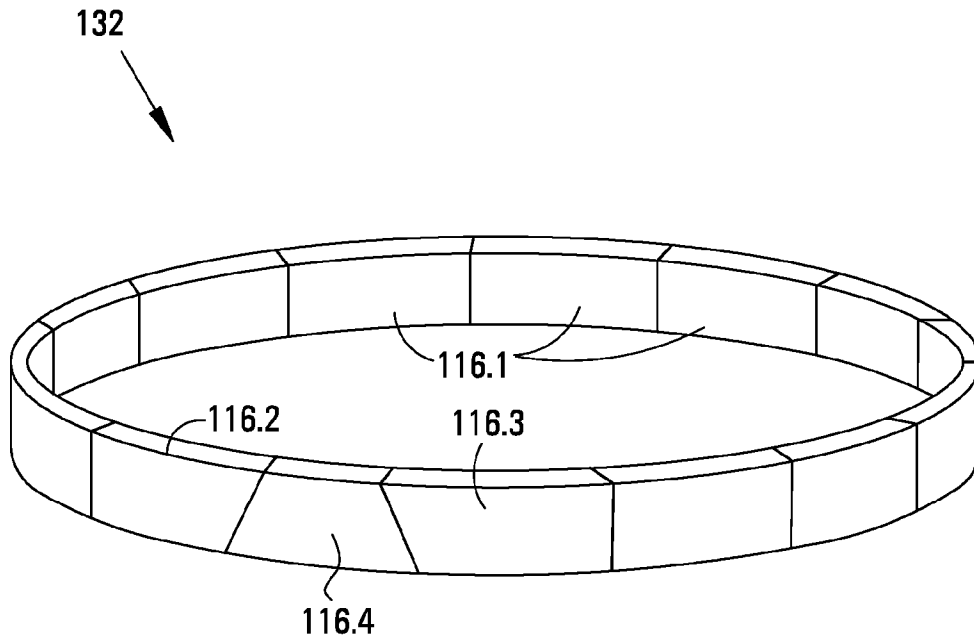


Fig. 14



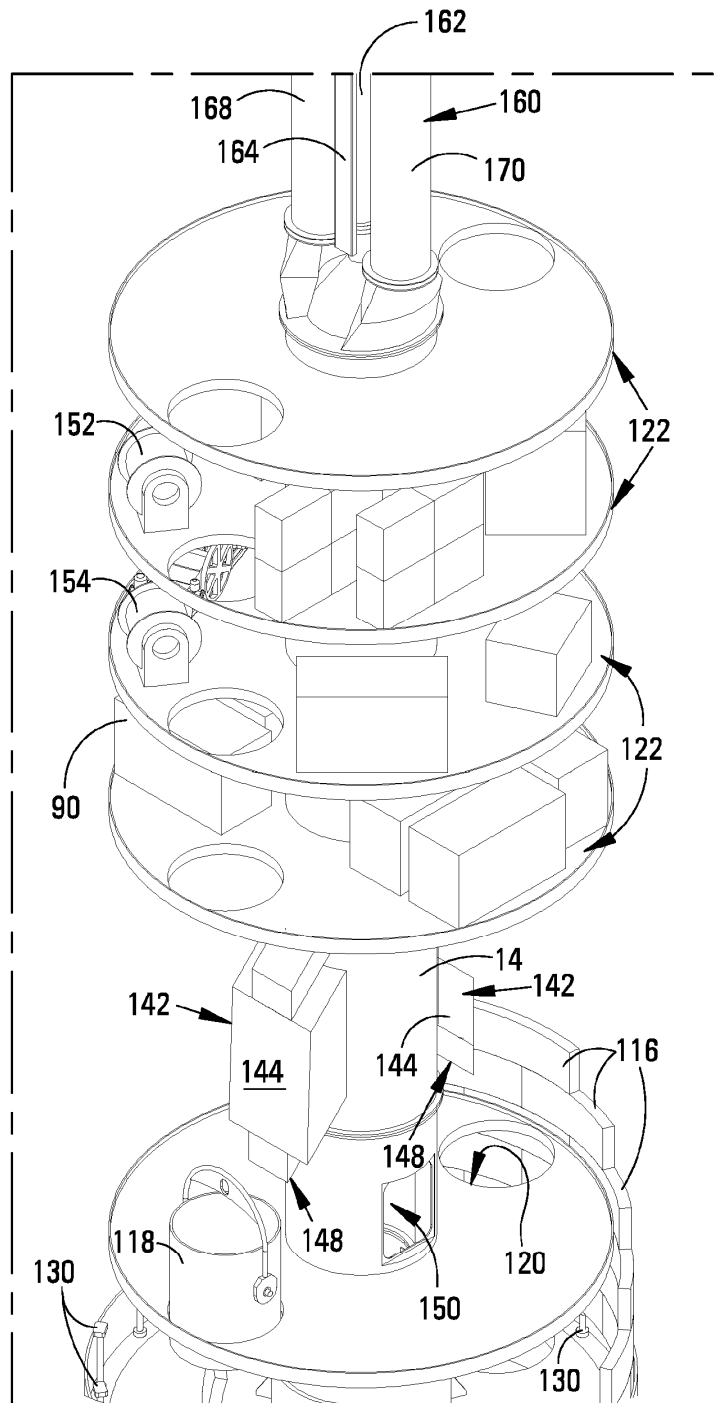


Fig. 15

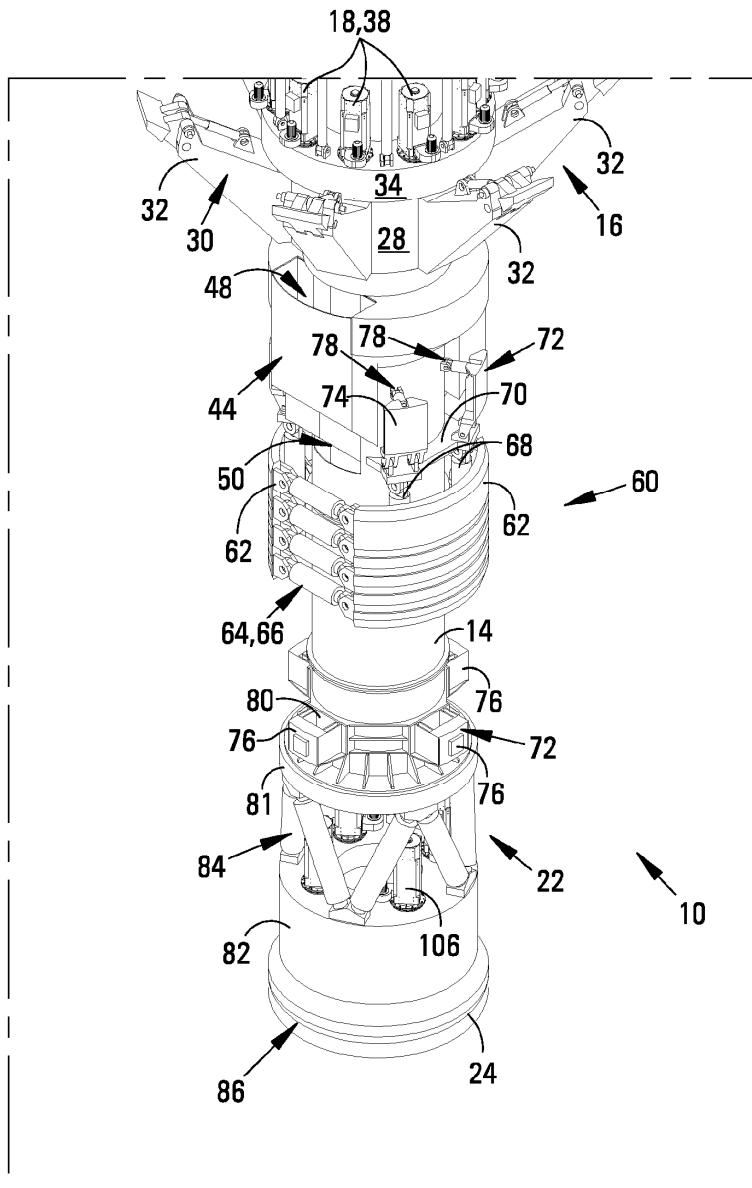


Fig. 16

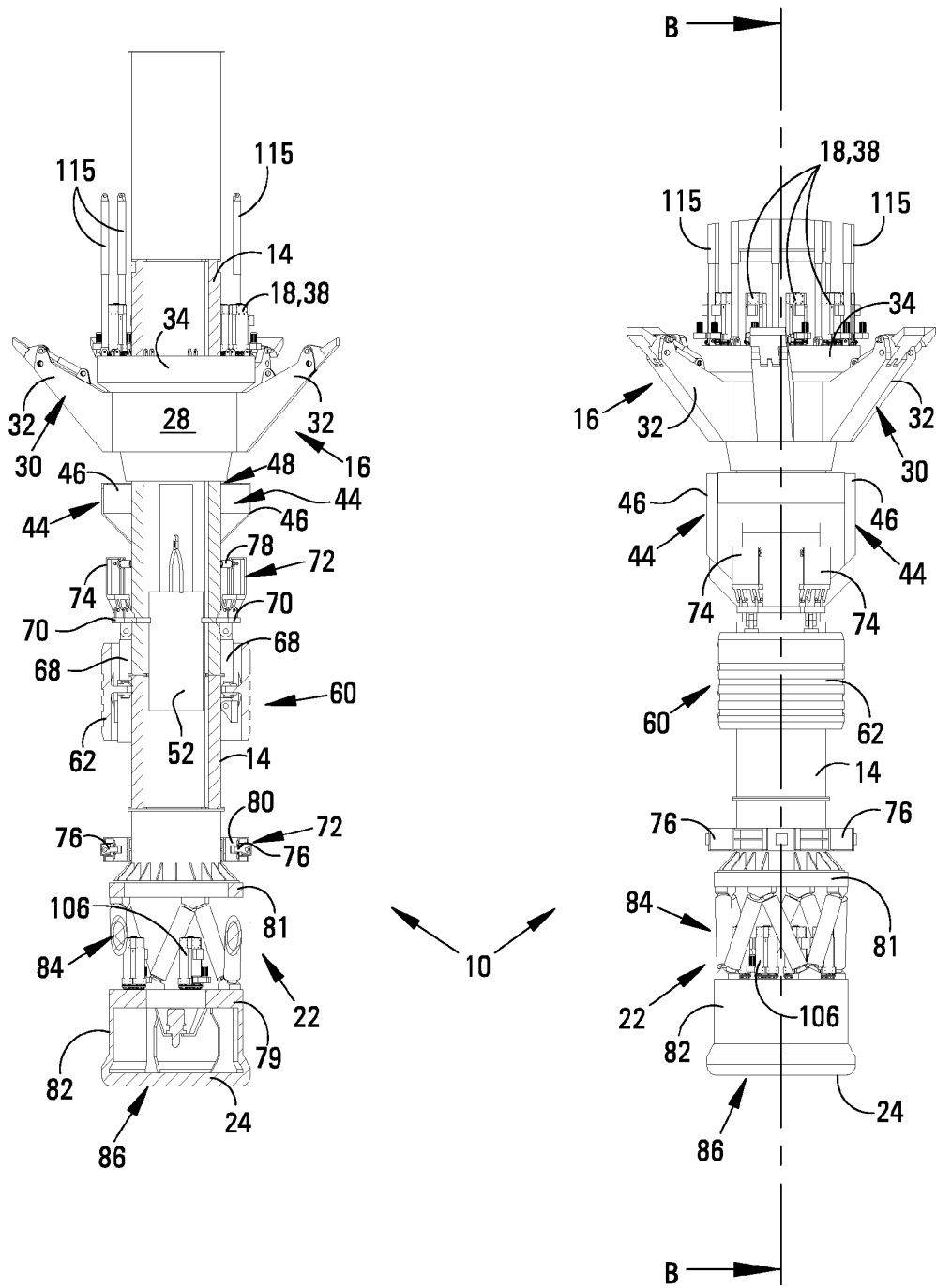


Fig. 17

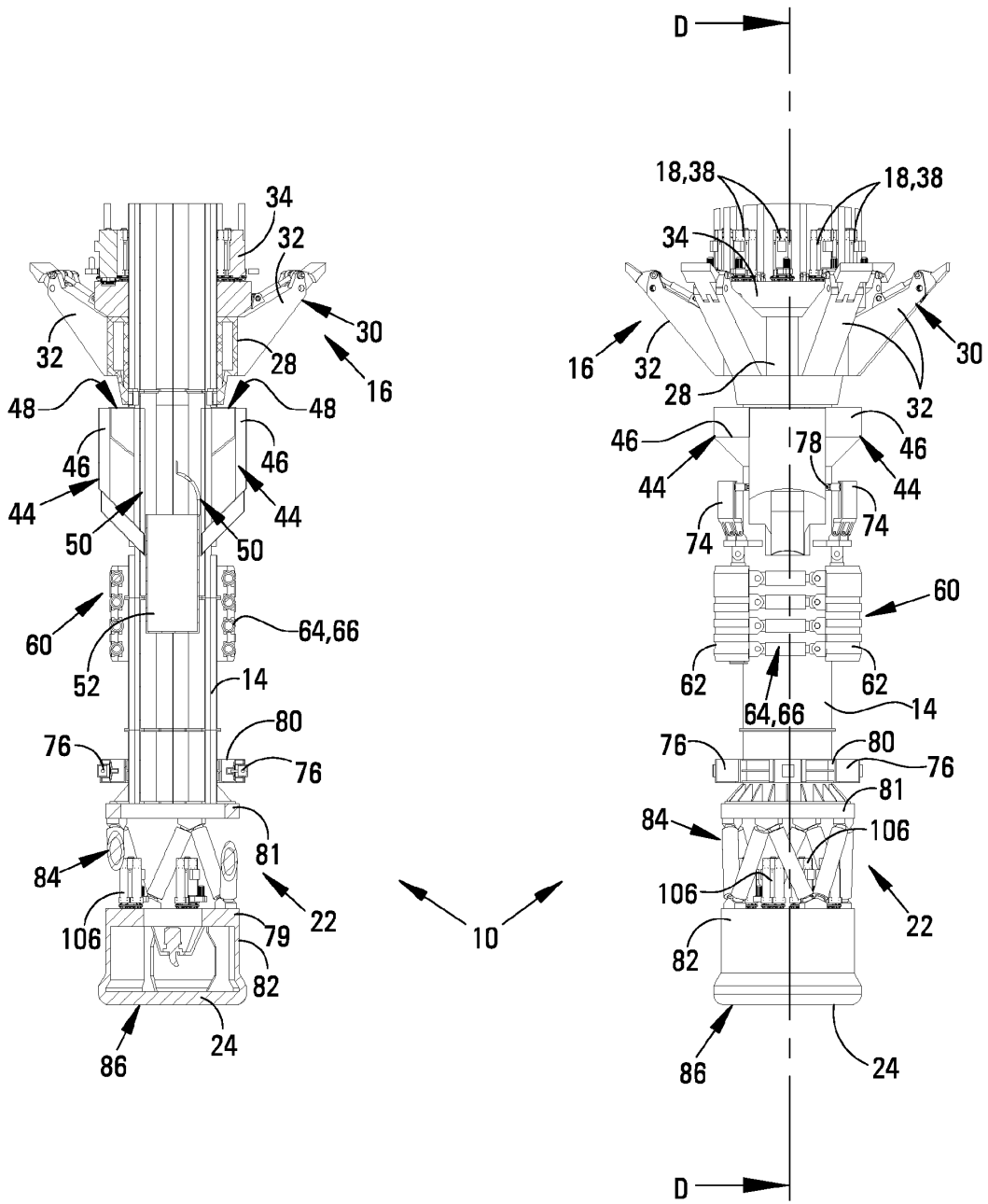


Fig. 18

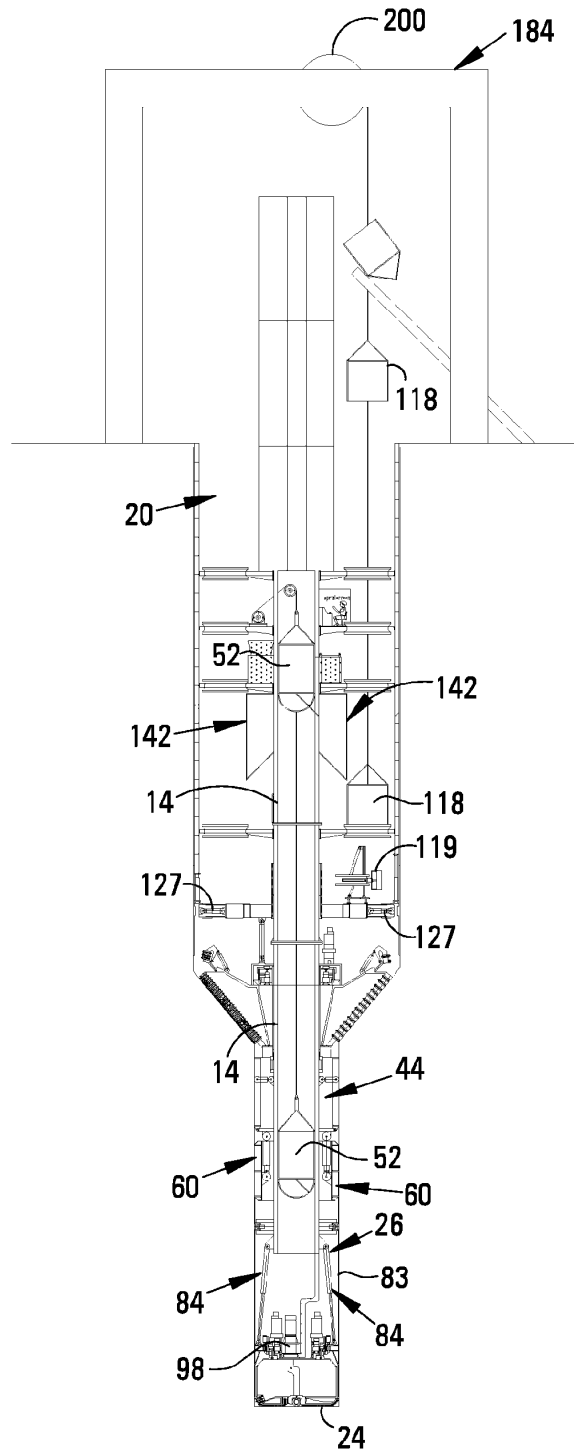


Fig. 19

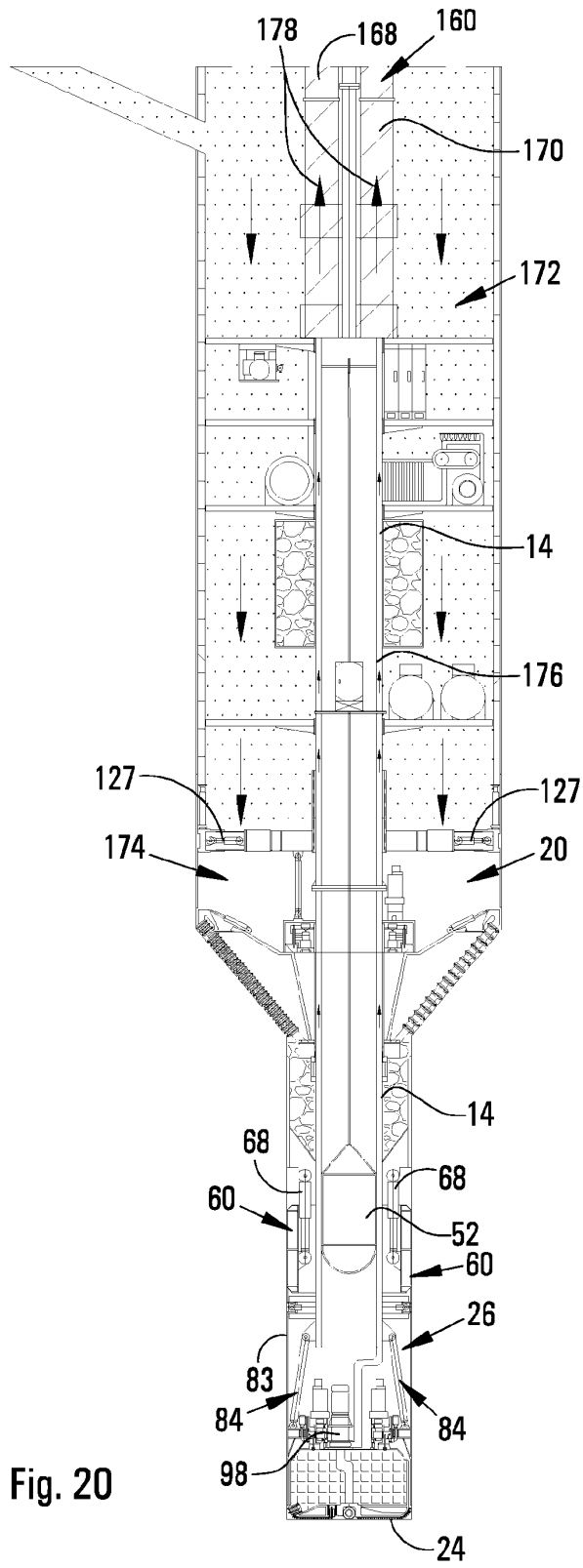


Fig. 20

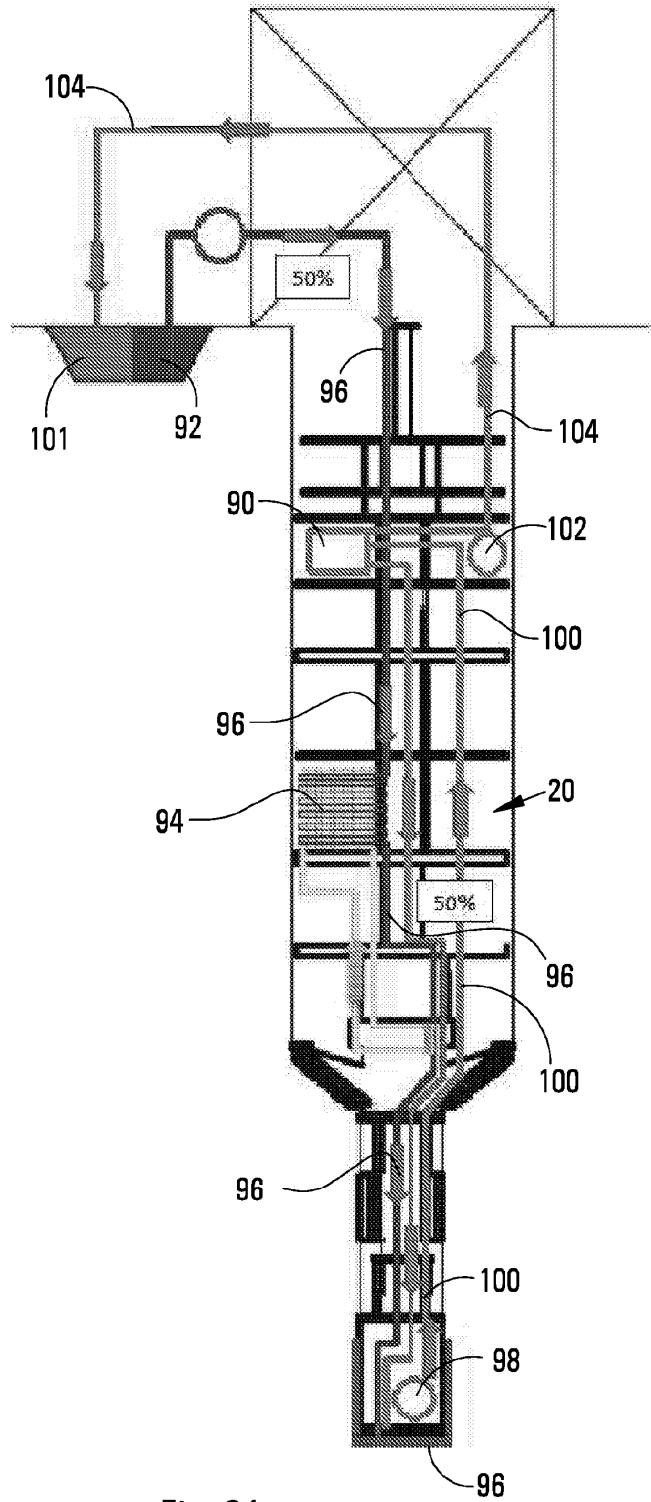


Fig. 21

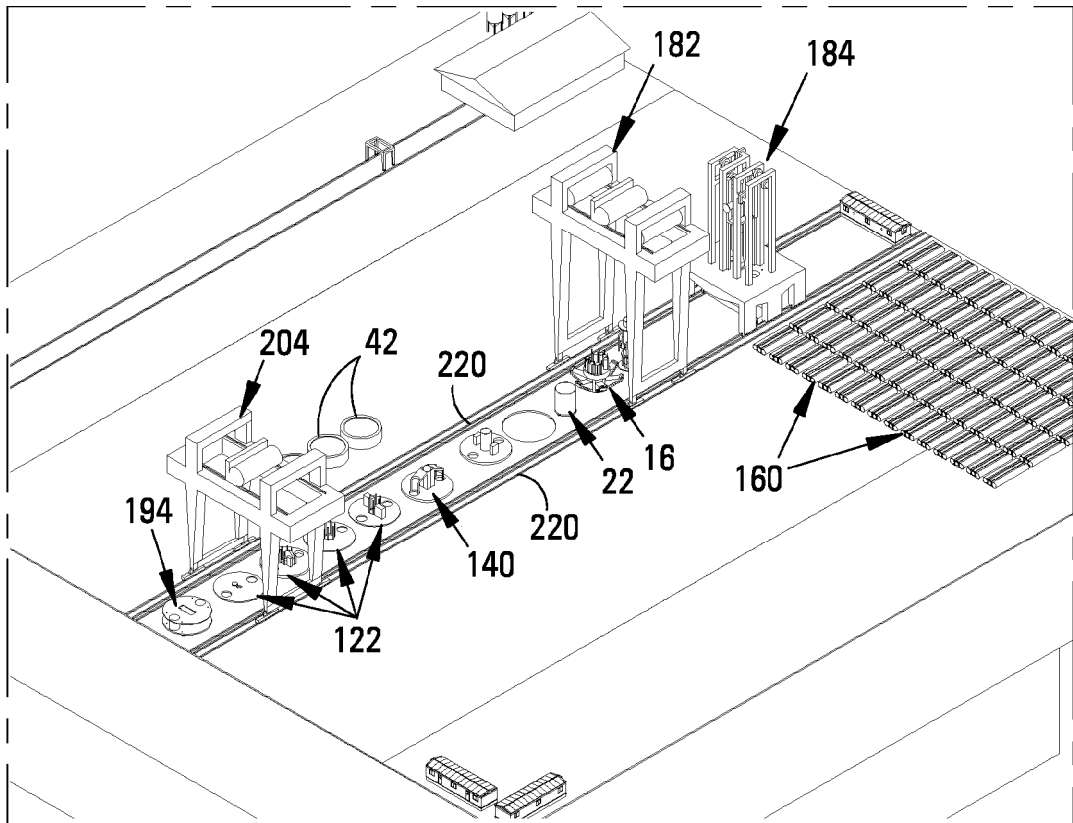


Fig. 22



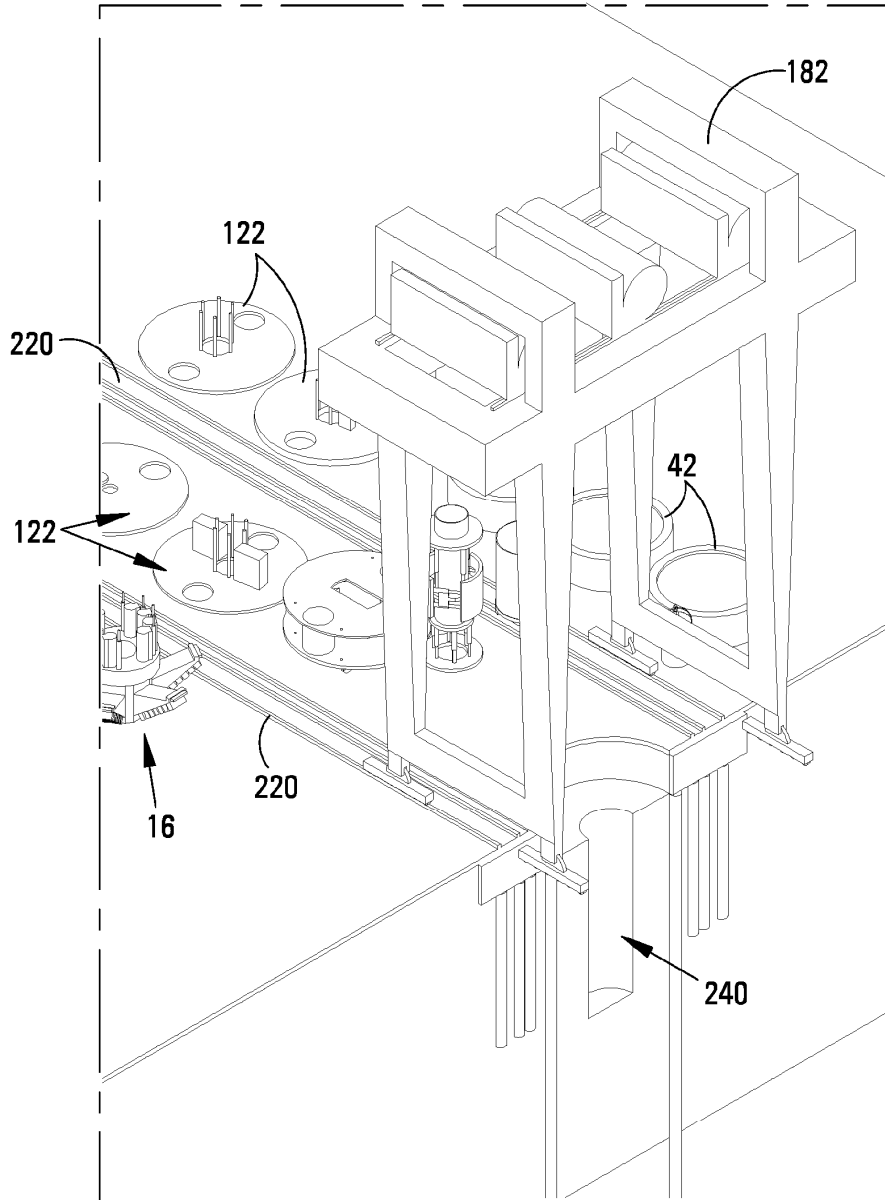


Fig. 23

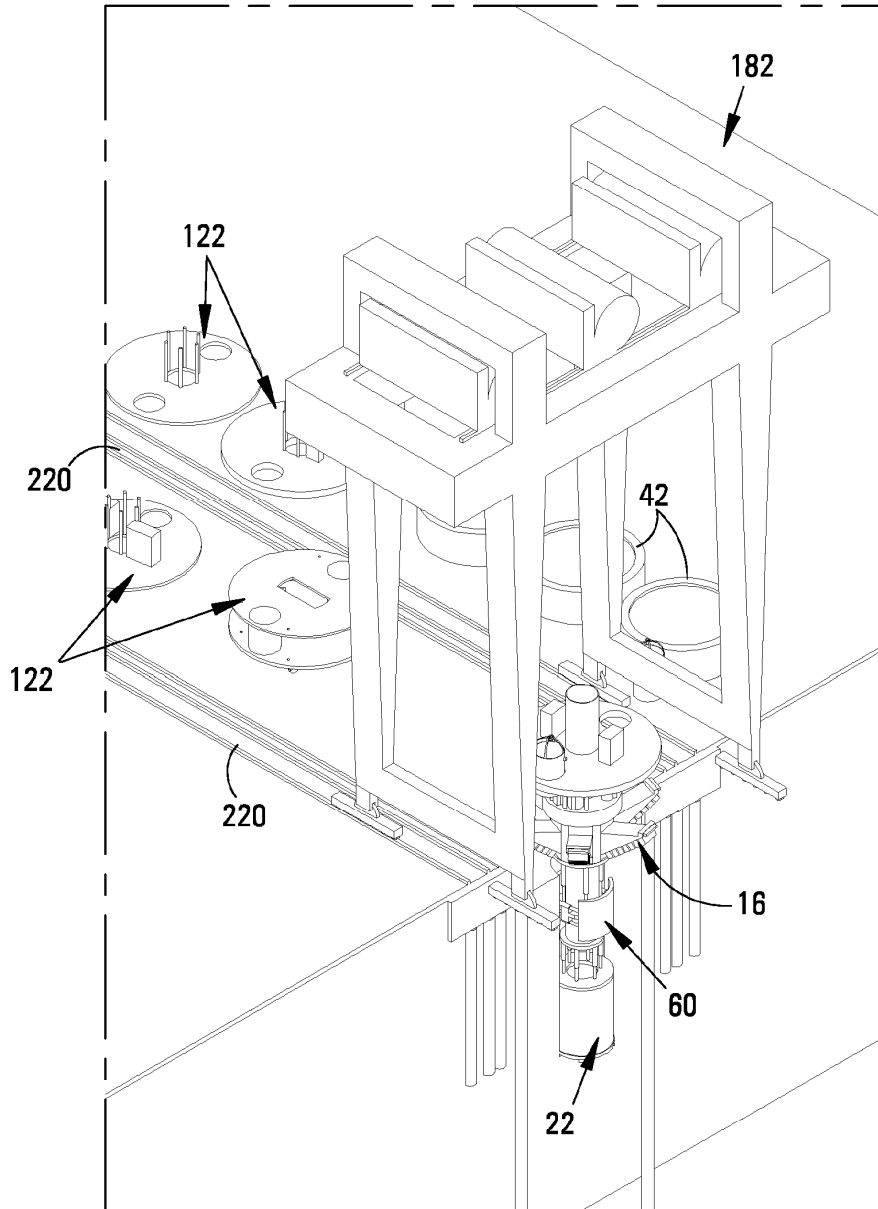


Fig. 24

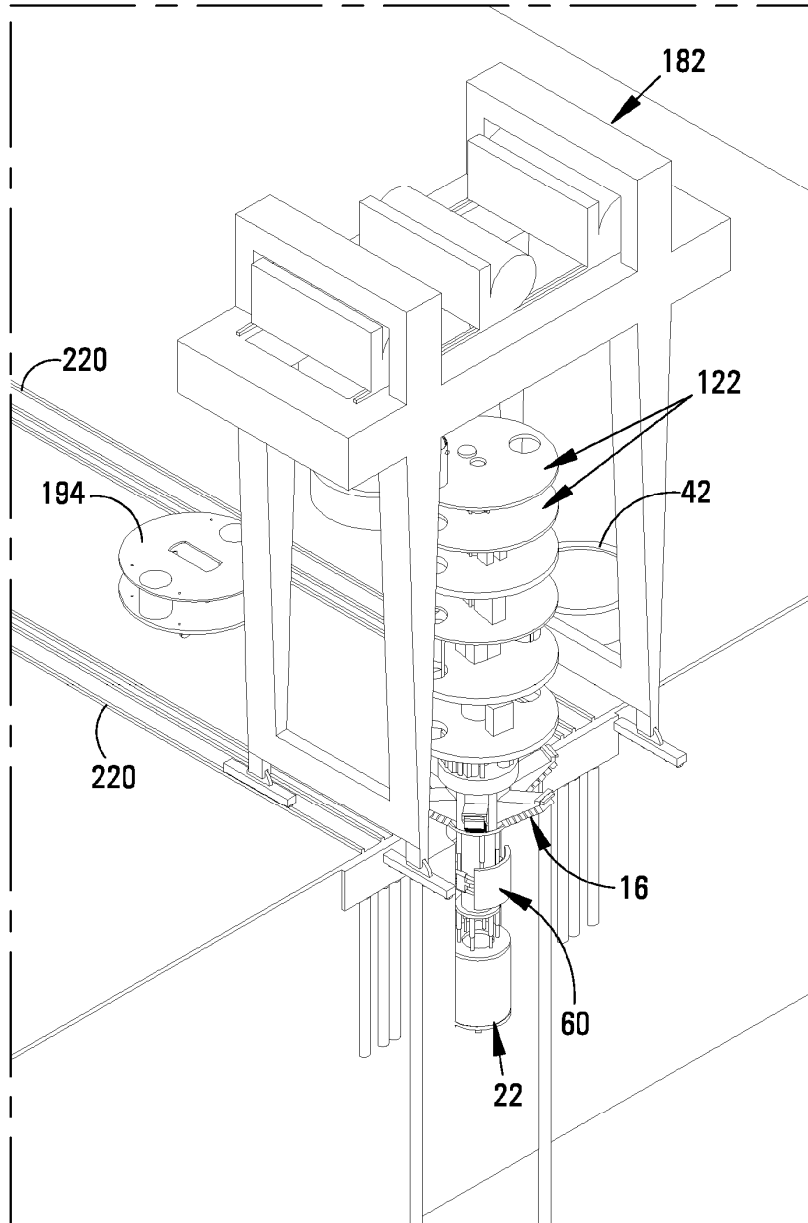


Fig. 25

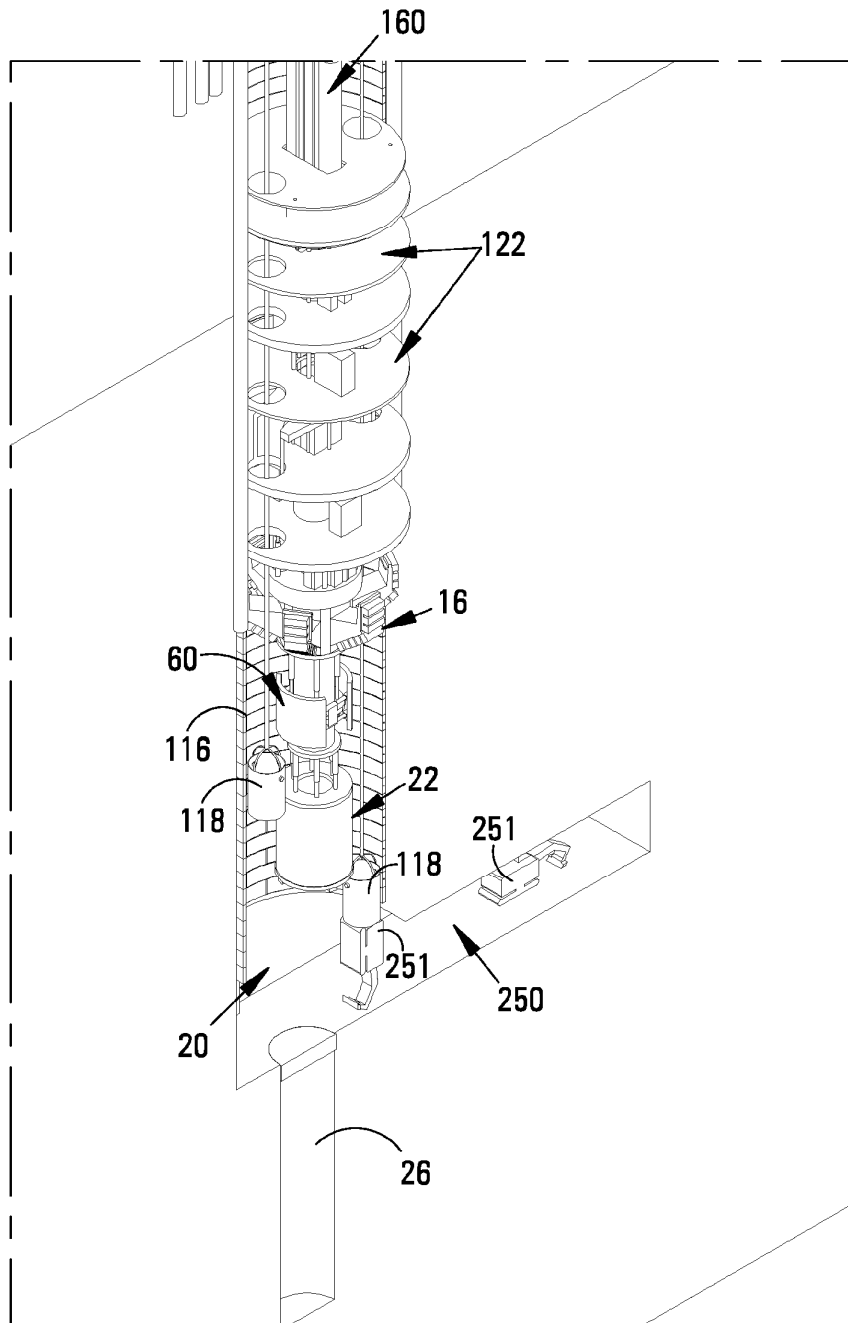


Fig. 26

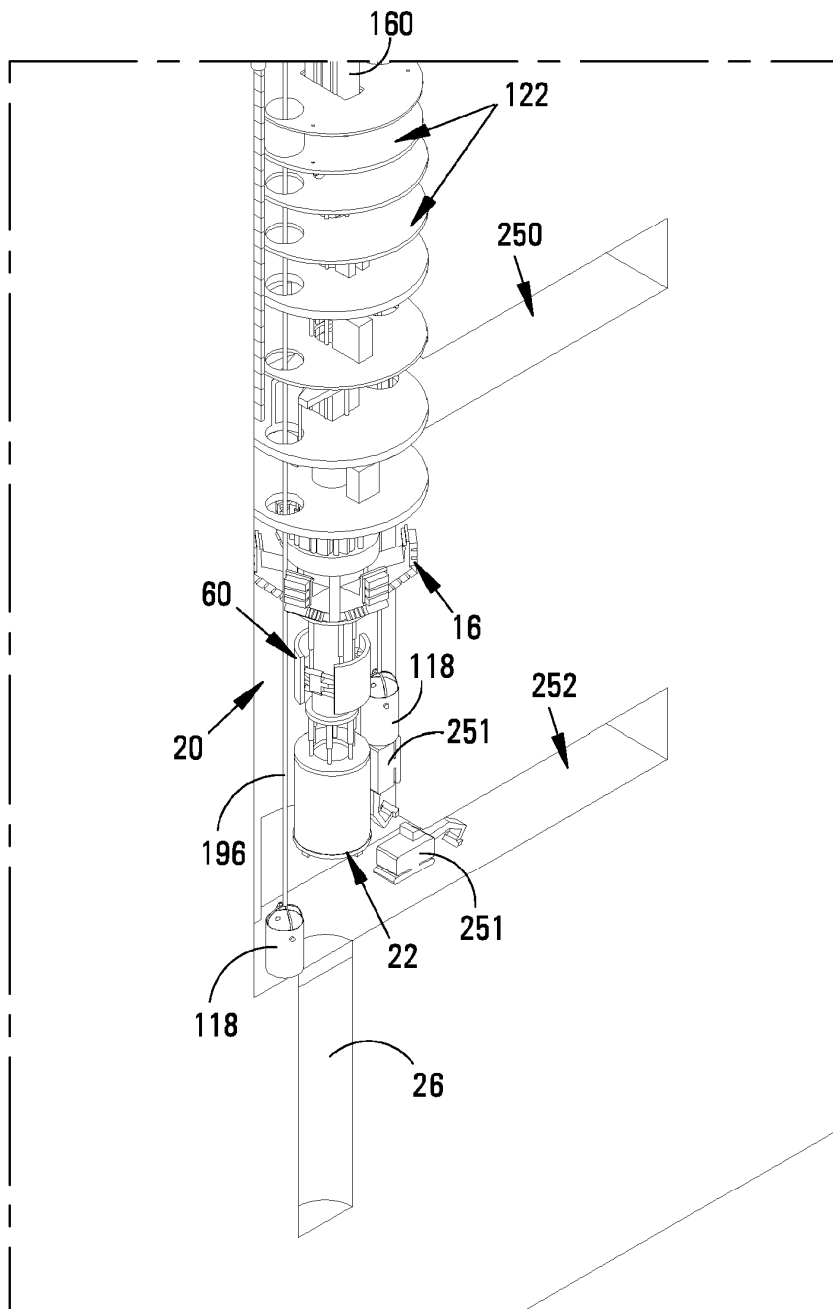


Fig. 27

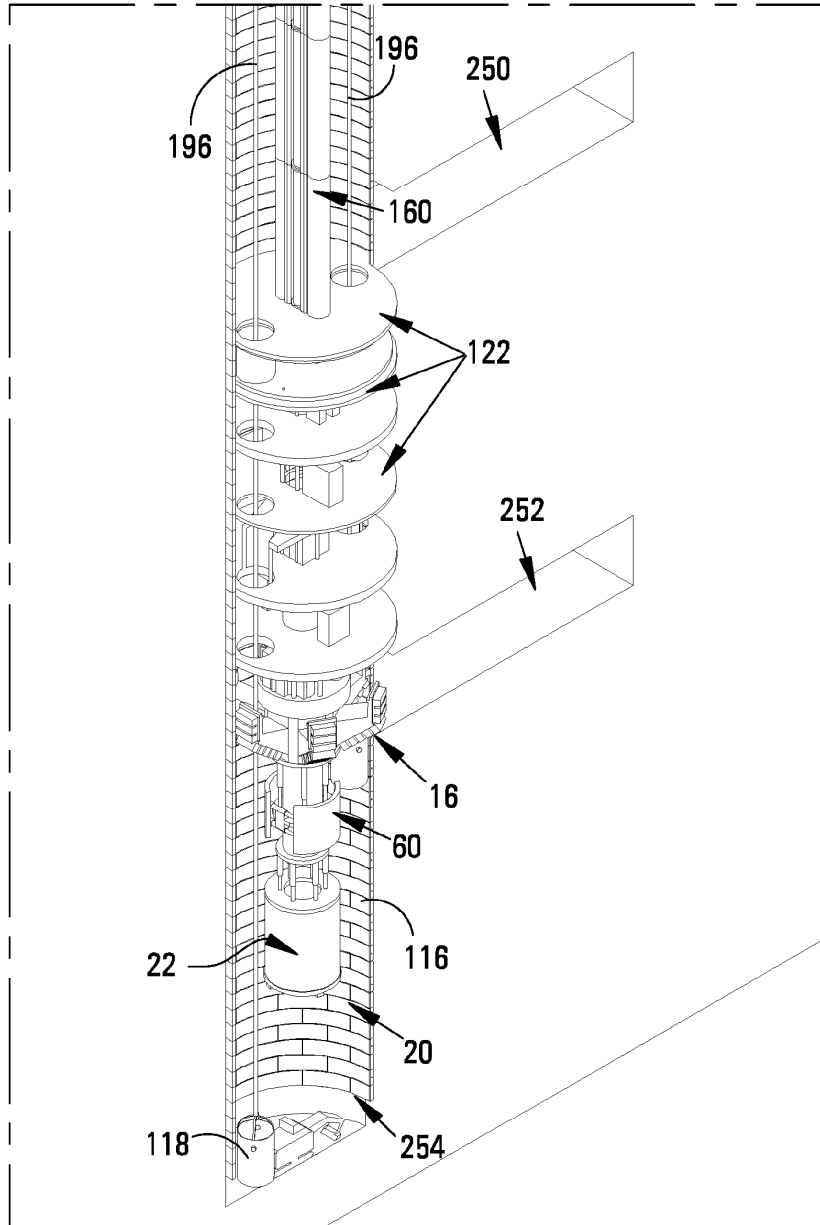


Fig. 28