



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 317 275**

⑤1 Int. Cl.:
E21B 19/22 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **05764644 .0**

⑨6 Fecha de presentación : **01.07.2005**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1781896**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **09.05.2007**

⑤4 Título: **Método y aparato para perforar y dar servicio a pozos subterráneos con entubado espiral giratorio.**

③0 Prioridad: **01.07.2004 US 584616 P**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2009

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2009

⑦3 Titular/es: **Terence Borst**
P.O. Box 795
Postcode 116, Mina Al Fahal, OM
Dudley J. Jr. Perio

⑦2 Inventor/es: **Borst, Terence y**
Perio, Dudley J. Jr.

⑦4 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 317 275 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

Método y aparato para perforar y dar servicio a pozos subterráneos con entubado espiral giratorio.

5 Antecedentes del invento

Campo del invento

10 El presente invento se refiere en general a la perforación y/o la prestación de servicio de pozos subterráneos para la recuperación de fluidos que contienen hidrocarburos y, más concretamente, a un método y un aparato para perforar y/o dar servicio a pozos subterráneos con entubado en espiral giratorio.

Descripción de la técnica asociada

15 Históricamente, los pozos subterráneos han sido perforados haciendo girar para ello una barrena unida al extremo de secciones de entubado o de tubería unidas. La sarta de tuberías unidas es hecha girar desde la superficie, cuya rotación es transferida a la barrena. A medida que la barrena giratoria va perforando en el terreno, se han de añadir secciones o tramos de tubería unidos adicionales para perforar más profundamente. En añadir y quitar nuevas secciones de tubería a y de la sarta de perforación se invierten cantidades de tiempo y de energía significativas.

20 El entubado en espiral, tal como el que se describe en la Patente de EE.UU. N° 4.863.091, está disponible en virtualmente longitudes ilimitadas y se ha usado para una diversidad de fines en la exploración y producción de hidrocarburos obtenidos de pozos subterráneos. El entubado en espiral no ha sustituido, hasta la fecha, a la tubería unida para operaciones de perforación.

25 Se cree que el uso más corriente del entubado en espiral en las operaciones de perforación comporta el uso de un motor u otra fuente de energía situado en el extremo del entubado adyacente a la barrena de perforación. Un tipo de motor es un motor para lodos que convierte los lodos de perforación a presión que circulan a través del entubado en espiral en energía de rotación para barrena de perforación. En un sistema de este tipo, el propio entubado en
30 espiral no gira. Por ejemplo, en la Patente de EE.UU. N° 5.360.075, titulada "Steering Drill Bits While Driving a Bore Hole" (Guiado de Barrenas de Perforación Mientras Perforan un Taladro de Pozo) se describe, entre otras cosas, una barrena de perforación accionada por un motor en el extremo de un entubado en espiral que puede ser guiado mediante la torsión del entubado. El artículo titulado *Introduction to Coil Tubing Drilling* (Introducción a la Perforación con Entubado en Espiral) de la firma "Leading Edge Advantage International Ltd.", se cree que proporciona una
35 visión general del estado de la técnica de la perforación usando entubado en espiral no giratorio, una copia del cual puede verse en www.lealtd.com. La esencia de ese artículo queda aquí incorporada por su referencia para todos los fines.

40 Otra solución para perforar con entubado en espiral se expone en la Patente de EE.UU. N° 4.515.220, titulada como "Apparatus and Method for Rotating Coil Tubing in a Well" (Aparato y Método para Hacer girar Entubado en Espiral en un Pozo) y en la que se describe, entre otras cosas el corte del entubado en espiral separándolo del carrete antes de que el entubado pueda ser hecho girar para las operaciones de perforación.

45 En la Patente N° 6.315.052, titulada "Method and a Device for Use in Coiled Tubing Operations" (Método y un Dispositivo para Uso en Operaciones de Entubado en Espiral) parece describirse un aparato que físicamente hace girar un carrete de entubado en espiral para perforar con ello el taladro del pozo. En la Patente de EE.UU. N° 5.660.235, titulada análogamente "Method and a Device for Use in Coil Pipe Operations" (Método y un Dispositivo para Uso en Operaciones con Tuberías en Espiral) se describe, entre otras cosas, mantener el entubado en espiral en alineación sustancial con la cabezas de inyector a medida que el entubado es enrollado en, y desenrollado de, el carrete, haciendo
50 girar para ello la bobina alrededor de un punto de pivote y/o trasladando la bobina en relación con la cabezas de inyector.

El presente invento se apoya en la técnica anterior y está orientado hacia un método y un aparato mejorados para perforar y/o dar servicio a pozos subterráneos con entubado en espiral giratorio.

55 Sumario de la exposición

En un aspecto del presente invento, se proporciona un sistema para perforar o dar servicio a un pozo con entubado en espiral, que comprende una base giratoria o plataforma giratoria que comprende un sistema de apoyo de fijación
60 a un suelo para rotación de la base, y un conjunto de bobina que comprende una estructura de apoyo adaptada para soportar una bobina de entubado en espiral. La estructura de apoyo comprende un sistema de alineación para alinear el entubado en espiral con el pozo, a medida que va siendo desenrollado de la bobina el entubado en espiral. El conjunto de bobina está situado próximo a la periferia de la base y una cabezas de inyector de entubado en espiral está alineada con el pozo. Un conjunto de compensación está situado en la base opuesto al conjunto de bobina, y es movable hacia
65 y desde el conjunto de bobina para mantener el equilibrio del sistema, mientras el entubado en espiral está siendo desenrollado de la bobina. También se ha previsto un sistema motor para hacer girar la base y transmitir con ello un par de torsión al entubado en espiral en el pozo.

ES 2 317 275 T3

En otro aspecto del presente invento, el sistema puede ser dispuesto como parte de una torre de perforación móvil o permanente que pueda ser movida de un lugar a otro.

El anterior resumen no está destinado a resumir cada realización potencial del presente invento, sino que simplemente resume las realizaciones ilustrativas que se exponen en lo que sigue.

Breve descripción de los dibujos

El resumen que se ha expuesto en lo que antecede, la descripción detallada de realizaciones preferidas, y otros aspectos de esta exposición, se podrán comprender mejor si se leen con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Figura 1 ilustra una vista lateral de un conjunto de bobina y un conjunto de plataforma giratoria de acuerdo con el presente invento.

La Figura 2 ilustra una vista más detallada de los conjuntos representados en la Figura 1.

La Figura 3 ilustra un conjunto de bobina alternativo al representado en la Figura 2.

La Figura 4 ilustra una vista por arriba de un sistema de transductor encima de una cabeza de inyector de acuerdo con el presente invento.

La Figura 5 ilustra una realización preferida de una plataforma giratoria de inyector para uso con el presente invento.

La Figura 6 ilustra una realización alternativa del presente invento, como una torre de perforación móvil.

La Figura 7 ilustra una vista por un extremo de la torre de perforación móvil de la Figura 6.

La Figura 8 ilustra la fijación de un mástil plegable a una torre de perforación móvil.

La Figura 9 ilustra otra vista del mástil plegable.

Las Figuras 10a y 10b ilustran un mástil plegable elevado y fijado a una torre de perforación móvil.

La Figura 11 ilustra un sistema de deslizamiento para un mástil plegable.

Las Figuras 12a y 12b ilustran la elevación del suelo superior de una torre de perforación móvil.

La Figura 13 ilustra la entrega de un conjunto de bobina a una torre de perforación móvil.

La Figura 14 ilustra la elevación de un conjunto de bobina por encima del suelo superior de una torre de perforación móvil.

La Figura 15 ilustra la colocación en posición del conjunto de bobina sobre el conjunto de plataforma giratoria en una torre de perforación móvil.

La Figura 16 ilustra una torre de perforación móvil con el conjunto de bobina, la caseta de control y el mástil en posición.

Las mencionadas Figuras y la descripción detallada que sigue no están destinadas a limitar en modo alguno la amplitud ni el alcance del invento concebido por los Solicitantes. Por el contrario, las Figuras y la descripción escrita detallada se proporcionan para ilustrar el invento para aquellas personas que posean los conocimientos corrientes de la técnica, con referencia a las realizaciones particulares detalladas que se describen.

Descripción detallada

En lo que sigue se describen realizaciones ilustrativas del invento. En interés de la claridad, y para exponer lo que los Solicitantes consideran como su invento, no se describen en esta Memoria Descriptiva todas las características de una implementación actual. Se apreciará, por supuesto, que en el desarrollo de cualquiera de tales realizaciones actuales, se deben tomar numerosas decisiones específicas de la implementación para conseguir las metas específicas de los desarrollos, tales como las de cumplimentación de las limitaciones en relación con el sistema, en relación con el negocio, y en relación con el gobierno, las cuales varían de una implementación a otra. Además, se apreciará que tal esfuerzo de desarrollo pudiera ser complejo y llevar un tiempo excesivo, pero sería sin embargo una labor de rutina para aquéllos que posean los conocimientos corrientes de la técnica, que se benefician del conocimiento de lo que aquí se expone.

En términos generales, el presente invento proporciona un método, un sistema y/o una torre de perforación/servicio mejorados, que pueden hacer girar tramos continuos de entubado en espiral al descender por el pozo, para operaciones de perforación y otras de exploración y/o de producción. Se describe un sistema en el cual al menos bobina de entubado en espiral está situada sobre una plataforma giratoria orientada alrededor del sondeo. La bobina de entubado está adaptada para ajustar su posición con relación a la línea central del sondeo, mientras el entubado está siendo enrollado y desenrollado. También se puede disponer un sistema de compensación dinámica para compensar el cambio de peso dinámico del entubado en espiral, y que puede ser adaptado para trasladarlo hacia y desde el sondeo, en la medida en que se pueda necesitar para mantener el equilibrio de rotación. Adyacente al sondeo, se puede disponer una cabeza de inyector de entubado en espiral para inyectar y recoger entubado en espiral del pozo. El presente invento permite el uso de bobinas de entubado convencionales, o de una tercera parte, o de bobinas patentadas y de equipo de manipulación de entubado en espiral convencional o patentado, tal como el de cabezas de inyector de entubado en espiral. El presente invento puede ser incorporado en un remolque o en otra estructura móvil para armado y desarmado rápidos de la torre de perforación y para facilitar el transporte desde un pozo a otro. Tal estructura móvil puede incorporar ejes y ruedas de remolque diseñados con un espaciamiento adecuado para salvar las paredes exteriores de los bajos del pozo, u otras estructuras del pozo.

El presente invento, del cual se describe al menos una realización con más detalle en lo que sigue, mejora grandemente el rendimiento con el que se pueden perforar y completar pozos tanto sobre compensados como infra compensados; mejora la seguridad asociada a la reentrada, el seguimiento lateral y el trabajo sobre pozos en producción o agotados, y reduce grandemente el tiempo invertido en el yacimiento de petróleo y durante el armado y el desarmado de la torre de perforación, en comparación con las operaciones de perforación convencionales. En comparación con las operaciones de perforación convencionales, el presente invento permite disminuir el número de personas que integren la cuadrilla, reducir la fricción por rotación, aumentar la velocidad de penetración, el alcance y la capacidad para perforar, producir y llegar el registro del sondeo con seguridad y simultáneamente.

Pasando ahora a las Figuras 1 y 2, se ha representado en ellas con más detalle una realización del presente invento para ayudar a comprender los aspectos más generales del concepto del invento. La Figura 1 es una vista lateral de una realización de una parte del sistema primeramente descrito en lo que antecede. El sistema comprende un conjunto de plataforma giratoria 10, y un conjunto de bobina 12 (con el conjunto de bobina en una posición girada en 12'). El conjunto de plataforma giratoria 10 comprende una base 18 y un conjunto de apoyo 20. El conjunto de bobina 12 comprende una bobina 28 que contiene entubado en espiral 14, una estructura de soporte 16, una cabeza de inyector de entubado en espiral 22, líneas de control 24 y un sistema de compensación 26. Un sistema de potencia (no representado) proporciona toda la potencia necesaria al sistema. En la realización preferida, un sistema de potencia móvil separado comprende un motor diésel de 300 CV para generar energía eléctrica e hidráulica.

La bobina 28 tiene, preferiblemente, una capacidad de al menos aproximadamente 4000 metros de entubado en espiral 14 de 8,255 cm de diámetro exterior por 0,635 cm de grosor de la pared. Aunque el entubado de 8,255 cm no es fácil de encontrar, se ha comprobado que tal entubado tiene un equilibrio óptimo de resistencias a la fatiga y a torsión. La firma Precision Tube Technology, de Houston, Texas (EE.UU.), ofrece entubado en espiral de 8,255 cm. Por supuesto, el presente invento es de aplicación en todo tipo y tamaño de entubado en espiral. El conjunto de bobina 12 comprende además un cilindro hidráulico 30 (Figura 2) que mantiene el entubado sustancialmente centrado directamente por encima de la cabeza de inyector 22. Al ser enrollado y desenrollado el entubado de la bobina 28, toda la bobina 28 se traslada (en y fuera de la página, como se ha ilustrado en las Figuras 1 y 2), lo que sea necesario. Además, el conjunto de bobina 12 comprende un cilindro hidráulico 32 que mueve o hace girar a la bobina 28 alrededor del punto de pivote 33 hacia y desde la cabeza de inyector 22, al enrollarse o desenrollarse cada vuelta del entubado en espiral 14, para mantener con ello el entubado 14 que se enrolla o se desenrolla centrado con el inyector 22. Más preferiblemente, como se ha ilustrado en la Figura 3, el cilindro hidráulico 32 está adaptado para trasladar la bobina 28 hacia y desde el sondeo, en vez de pivotar la bobina 28 alrededor del punto de pivote 33.

El conjunto de bobina 12 comprende también un sistema 15 de accionamiento y tensado de la bobina, que es capaz de enrollar y desenrollar entubado 14 a aproximadamente 17,2 MPa o menos, el sistema de accionamiento 15 puede comprender uno o más motores hidráulicos situados adyacentes a la periferia de la bobina 28 y que se aplican a una cadena u otro engrane en la periferia exterior de la bobina 28. Como alternativa, puede haber un motor hidráulico situado adyacente al eje central de esa bobina 28 para accionar y tensar el entubado. Se apreciará que dado que la realización preferida del presente invento es una torre de perforación móvil, se debe prestar atención a los pesos que se desplazan a la orientación de los componentes. Por ejemplo, un motor hidráulico en voladizo adyacente al eje de la bobina 28 puede estar expuesto a fallos por fatiga. La realización actualmente preferida para el sistema de accionamiento 15 comprende un solo motor hidráulico y una cadena, como se ha ilustrado en la Figura 2.

Montado encima o en la parte superior de la cabeza de inyector 22 hay un sistema de transductor 34 que percibe la orientación o la alineación del entubado en espiral con respecto a la cabeza de inyector 22. Como se ha ilustrado en la Figura 4, un sistema de transductor 34 adecuado para uso con el presente sistema comprende cuatro rodillos 36 que rodean efectivamente al entubado 14. El sistema de transductor 34 comprende, además, sensores electrónicos, eléctricos o hidráulicos que detectan cuándo el entubado en espiral 14 está en contacto con uno o más rodillos 36. Cuando el entubado 14 hace contacto con uno o con más rodillos 36, el sistema de transductor 35 envía una señal al controlador apropiado (por ejemplo, a un operador humano, a un controlador lógico programable (PLC) o a otro dispositivo lógico) y el cilindro o cilindros hidráulicos apropiados 30 ó 32 son excitados para mover el conjunto de bobina 12 y por consiguiente el entubado 14, de vuelta a alineación centrada con la cabeza de inyector 22. Se apreciará

ES 2 317 275 T3

que el margen de movimiento del entubado 14 con respecto al inyector de entubado 22 es controlado por la disposición de los rodillos 36 y la sensibilidad del sistema de transductor 34, las cuales pueden ser optimizadas para el entubado específico 14 que se esté usando. En una realización preferida en la que se usa entubado de 82,6 mm de diámetro exterior, el sistema de transductor 34 permite que el entubado se desvíe no más de aproximadamente 12,7 mm de la línea central del pozo en cualquier dirección, antes de que se tome una acción correctora o de restitución.

En una realización alternativa, un dispositivo de PLC u otro lógico, en vez del sistema de transductor, puede controlar directamente la alineación del entubado descrita en lo que antecede. Por ejemplo, a medida que el entubado va siendo enrollado o desenrollado, la longitud enrollada o desenrollada puede ser enviada a un dispositivo lógico mediante un transductor apropiado (tal como un odómetro). Un simple programa lógico puede convertir la cantidad de entubado enrollada o desenrollada en la orientación correcta del conjunto de bobina, y enviar las señales de control apropiadas al sistema de alineación, tal como a los cilindros hidráulicos. El sistema de transductor 35 representado en la Figura 3 puede ser usado con tal sistema de alineación basado en la lógica, para funciones de seguridad contra fallos y/o de límite.

Volviendo a la Figura 2, el conjunto de soporte preferido 20 para la plataforma giratoria principal 10 es un soporte montado doble de 3050 mm de diámetro, tal como el del Modelo N° D20-111N1 ofrecido por la firma Kaydon de Dallas, Texas (EE.UU.). La parte exterior 38 del conjunto de soporte 20 está unida, por ejemplo, al suelo 40 de la torre de perforación y la sección interior 42 del conjunto de soporte 20 está montada en la base 18. La disposición de montaje del conjunto de soporte 20 puede cambiarse, dependiendo de consideraciones de diseño. Una corona dentada 44 puede estar montada en la sección interior del conjunto de soporte 20 y/o de la base 18. Dos motores hidráulicos de baja velocidad y alto par de torsión completos con frenos de liberación de la presión y la rueda dentada de accionamiento 46 están preferiblemente montados en el suelo de la torre de perforación. Las ruedas dentadas de accionamiento engranan con la corona dentada 44 en dos lugares situados preferiblemente a 180° de separación entre sí. En la realización preferida, estos motores 46 proporcionan un par de torsión combinado de aproximadamente 11524,5 Nm a 17625,6 Nm, en el entubado 14 y a velocidades desde aproximadamente 0 a 20 y a 50 revoluciones por minuto en uno u otro sentido.

En una realización actualmente preferida, el inyector de entubado 22 es un conjunto de cabeza de inyector Hydra-Rig modelo HR-5100 de 45400 kg de capacidad. El HR-5100 está diseñado para manejar tamaños de entubado en espiral desde 31,8 mm de diámetro exterior hasta 88,9 mm de diámetro exterior. Está diseñado para operar con sistemas hidráulicos tanto de bucle abierto como de bucle cerrado. Como se ha ilustrado en la Figura 5, se prefiere que el inyector 22 no esté acoplado rígidamente al conjunto de plataforma giratoria principal 10. En otras palabras, se prefiere que el inyector 22 esté libre para girar con relación a la bobina 28 y, por lo tanto, a la plataforma giratoria principal 10. Esta ausencia de acoplamiento rígido permite al operador vigilar el par de torsión de reacción o diferencial. Como se ha ilustrado en la Figura 5, el inyector 22 está preferiblemente montado en una plataforma giratoria separada 60, de modo que es posible la rotación relativa entre la plataforma giratoria principal 10 y la plataforma giratoria 60 del inyector. La plataforma giratoria 60 del inyector puede comprender, por ejemplo, una sección de tubería de gran diámetro, en la cual se puede montar el inyector 22 en un extremo. El otro extremo de la tubería puede ser acoplado para rotación a una estructura, tal como al suelo 40 de la torre de perforación, a través de un sistema de soporte convencional 62.

Cuando las fuerzas de reacción a lo largo de la perforación que actúen sobre el entubado en espiral sean pequeñas o nulas, el inyector 22 y la plataforma giratoria principal 10 girarán sustancialmente juntos. Sin embargo, como las fuerzas de reacción, tales como la de resistencia por fricción, aumentan a lo largo de la perforación, la rotación del inyector 22 puede retrasarse con respecto a la rotación de la plataforma giratoria principal 10, siendo la magnitud del retardo indicadora de las fuerzas de reacción que están siendo experimentadas a lo largo de la perforación. Esas fuerzas de reacción pueden ser cuantificadas de varias formas diferentes. Por ejemplo, se puede disponer un brazo de torsión instrumentado 64 entre la plataforma giratoria 60 del inyector y la plataforma giratoria principal 10. A medida que vayan aumentando las fuerzas de reacción a lo largo de la perforación aumentaría, por ejemplo, la deformación del brazo de torsión 64, proporcionando con ello una medida de las fuerzas de reacción a lo largo de la perforación. Como alternativa, un motor 66 podría accionar por separado a la plataforma giratoria 60 del inyector. Se puede usar un sistema de control, tal como el PLC antes mencionado, para accionar la plataforma 60 del inyector en sincronismo con la plataforma giratoria principal 10. A medida que vayan aumentando las fuerzas de reacción a lo largo de la perforación, se apreciará que habrá que suministrar más potencia del motor 66 de la plataforma giratoria del inyector para mantener al inyector en sincronismo con la bobina 20 y con la plataforma giratoria principal 10. Por supuesto, está también contemplado que el inyector 22 pueda ser acoplado a la plataforma giratoria principal 10 de modo que no se produzca rotación relativa entre ellos.

Dependiendo del sistema de inyector 22 elegido, puede ser beneficioso montar el inyector 22 sobre una base deslizante que permita que el mismo sea movido apartándolo del camino para libre acceso al pozo. Cuando esté totalmente retraído el inyector 22, puede almacenarse dentro de la estructura de apoyo 16. Cuando se esté moviendo el sistema (por ejemplo, para llevarlo a un pozo diferente), se puede almacenar el inyector dentro de la estructura de apoyo 16.

Volviendo a la Figura 2, directamente opuesto al conjunto de bobina 12 está el sistema de compensación 26. Este sistema 26, que comprende en su forma más simple una cubeta o caja para contener chatarra de acero y hierro como peso para la compensación, ayuda a equilibrar la carga del conjunto de bobina 12. Uno o más, y preferiblemente dos, cilindros hidráulicos 50 están adaptados para mover los pesos hacia y desde el conjunto de bobina 12 lo que

sea necesario para mantener una carga sustancialmente equilibrada sobre el conjunto de soporte 20. Por ejemplo, al moverse el centro de la masa de la bobina 28 hacia el eje del sondeo, el centro de masas del peso de compensación deberá moverse igualmente hacia el eje del sondeo, y viceversa. Se usa otro, o más de uno, cilindros hidráulicos para mover los pesos de compensación hacia la izquierda y hacia la derecha en sentido opuesto al de la dirección de la bobina al ser desplegado o recuperado el entubado. Se apreciará que este tipo de control hidráulico puede ser implementado mediante un tendido apropiado de las líneas de control. Además, se pueden usar también sistemas de control más complejos, tales como un sistema basado en el PLC.

Pasando ahora a las Figuras 6-16, se describirán realizaciones de otros aspectos del presente invento y de su uso. En la Figura 6 se ha ilustrado una realización preferida, la cual es una torre de perforación/servicio 100 móvil que incorpora numerosos aspectos del presente invento. La torre de perforación móvil 1900 puede ser accionada o remolcada para llevarla al lugar de un pozo específico, donde se apoya para abarcar el lugar del pozo (por ejemplo, la cabeza del pozo) y debidamente alineada con el mismo. Los ejes y las ruedas del remolque están preferiblemente diseñados y contruidos con un espaciamento adecuado para librar las paredes exteriores de los bajos del pozo u otras estructuras del pozo. Las estructuras de la torre de perforación pueden ser fabricadas de acero de calidad estructural para soportar una carga giratoria de aproximadamente 200 toneladas y pueden acomodar una plataforma giratoria dispuesta enrasada con el suelo de la torre de perforación. Simultánea, o casi simultáneamente, se pueden llevar al lugar sistemas auxiliares móviles que proporcionen capacidades de potencia y control (no representadas) y conectarlos como sea apropiado.

La Figura 7 es una vista por un extremo de la torre de perforación móvil 100 y representa las secciones de suelo de la torre de perforación superior derecha 102 e inferior derecha 104 bajadas desde su posición de desplazamiento hasta la posición horizontal o de trabajo. Las secciones de suelo del lado izquierdo, 105, 108, son también bajadas a su posición y todas las secciones son bloqueadas en su posición con, por ejemplo, pasadores 110. Se pueden usar una diversidad de mecanismos para bajar las secciones de suelo a su posición (y para elevarlas para desplazamiento). Tales como, sin quedar limitados a ellos, cilindros hidráulicos, sistemas de cable, o gatos manuales. En la realización representada en la Figura 7, se usan uno o más camiones grúa para bajar las secciones a la posición de trabajo. En la medida en que la torre de perforación 100 tenga ruedas 112, éstas pueden ser recogidas o retiradas, de tal modo que el fondo del suelo inferior 114 de la torre de perforación descansa sobre el terreno u otro cimiento adecuado. El suelo superior de la torre de perforación, que comprende las secciones izquierda y derecha 106, 102, y la sección central 116, incorpora indicadores de nivel y, en la medida en que sea necesario, el suelo superior de la torre de perforación está nivelado, por ejemplo, mediante la incorporación de suplementos. Se cree que es beneficioso bajar y bloquear el suelo inferior de la torre de perforación en posición antes de retirar las ruedas 112.

En la Figura 8 se ha representado un mástil plegable 118 que es adecuado para uso con la torre de perforación 100. Durante el tránsito, la sección superior del mástil puede ser bloqueada dentro de la sección inferior. Una vez en el lugar, se puede extender el mástil 118 mediante el uso de un torno hidráulico y un sistema de línea de cable (no representado), u otro sistema adecuado. El mástil 118 se ha ilustrado con dos de cuatro puntos de conexión inferiores 120 fijados por pasadores al suelo inferior de la torre de perforación móvil 100. El mástil plegable 118 puede ser extendido por una diversidad de medios, tales como, sin quedar limitados a ellos, el tractor representado en la Figura 8, y ser bloqueado en su posición mediante, entre otras cosas, pasadores. La Figura 9 es otra vista del mástil plegable 18, y representa que el mástil 118 puede ser diseñado para tener una extensión de 10,5 metros en el suelo de la torre de perforación y una altura libre del gancho de aproximadamente 16,5 metros. La corona puede estar en voladizo en el frente de la torre de perforación. La corona puede acomodar una o más grúas y, preferiblemente, una grúa de 100 toneladas que tenga capacidad para desplazarse desde el centro del pozo hacia el borde del suelo inferior de la torre de perforación. El mástil 118 puede comprender las secciones inferiores 150, 152 y las secciones superiores 154, 156. El sistema giratorio representado en las Figuras 1 y 2 girará dentro de la huella del mástil 118.

En las Figuras 10a y 10b, el mástil plegable 118 ha sido elevado a su posición con relación a la torre de perforación móvil 100. El mástil 118 puede ser subido a la posición vertical y bajado a la posición horizontal mediante una diversidad de sistemas bien conocidos en la técnica, incluyendo cilindros hidráulicos de tres etapas de doble acción. Los controles para ambos dispositivos hidráulicos pueden estar situados en un panel de control del operador situado cerca de la sección de base del mástil 118. Las secciones superiores del mástil 118 enganchan en las secciones inferiores. Como característica adicional de seguridad, se puede disponer un bloqueo de seguridad manual. Los enganches proporcionan una fácil verificación visual del correcto funcionamiento desde una posición en tierra. Otras características de seguridad pueden incluir orificios en los cilindros de elevación que controlen la velocidad de descenso del mástil en caso de fallo del sistema hidráulico durante el armado o el desarmado de la torre de perforación.

En la Figura 11 se ha ilustrado una parte inferior 134 de mástil, que es adecuada para uso con el mástil 118. La parte inferior comprende una pluralidad de rodillos 136 de Hillman. Los rodillos 136 pueden tener una posición de retraídos y una posición de bajados, de las cuales la posición de bajados permite que el mástil 116 sea movido o hecho rodar alrededor del suelo inferior de la torre de perforación. El movimiento del mástil 118 puede conseguirse mediante motores hidráulicos o eléctricos, o por sistemas de arrastre tirando, por citar algunos. Se pueden emplear codificadores y/o conmutadores de límite, para seguir el movimiento del mástil 118 y/o para limitar su recorrido.

En la Figura 12a se ha ilustrado que el suelo superior (102, 106 y 116) está conectado a pivotamiento al suelo inferior mediante una pluralidad de patas 122. El suelo superior es pivotado a su posición, tal como por accionamiento con un torno, y bloqueado con pasadores. Por ejemplo, se puede usar el mástil 118 para accionar por un torno el

ES 2 317 275 T3

suelo superior, para llevarlo a su posición. Se pueden usar tirantes adicionales en la medida en que sean necesarios para soportar el suelo superior. Preferiblemente, las patas 122 proporcionan aproximadamente 8,1 metros de holgura vertical desde el terreno o desde el suelo inferior de la torre de perforación. El suelo superior tiene una huella de aproximadamente 11,7 metros de longitud por 11,7 metros de anchura. La Figura 10b ilustra una vista frontal del mástil elevado 118. Como se ha ilustrado, el conjunto de bobina 12 y la plataforma giratoria 10 están adaptados para girar dentro de la huella del mástil 118.

En la Figura 13 se ha ilustrado un conjunto de bobina 124 entregada a la torre de perforación móvil 100. El conjunto de bobina 124 puede comprender una bobina 28 que contiene un entubado en espiral 14, una estructura de apoyo 16, una base 18, la cabezas de inyector de entubado en espiral 22, y el peso de compensación 26 (véase, por ejemplo, la Figura 2). Los cilindros hidráulicos en el remolque del conjunto de bobina pueden usarse para elevar y situar en posición el conjunto de bobina 124 con relación al mástil 118. Se apreciará que para las realizaciones del sistema en las que se utilizan una plataforma giratoria de inyector separada 60, el inyector 22 puede ser, o no, un componente del conjunto 124, tal como se ha descrito.

En la Figura 14 se ha ilustrado el conjunto de bobina 124 siendo elevado por encima del suelo superior de la torre de perforación mediante el mástil plegable 118. Se dispone de una diversidad de medios para elevar el conjunto de bobina 124, pero se prefiere usar el torno 150 del mástil para elevar el conjunto al suelo superior.

En la Figura 15 se ha ilustrado el movimiento del mástil 118 para centrar el conjunto de bobina 124 sobre sus adaptadores de montaje 126 en el conjunto de plataforma giratoria 128. En la realización preferida, cada pata del mástil 118 tiene un doble tambor de torno. Un cable se alimenta en sentido a izquierdas en un lado del tambor y en sentido a derechas en el otro tambor. Los extremos sueltos del cable se unen a monturas en el suelo de la torre de perforación. La parte inferior 134 del mástil comprende rodillos de Hillman 136 (Figura 11) que son subidos y bajados hidráulicamente. Cuando se bajan, los dobles tambores del torno pueden ser activados para mover el mástil 118 en el sentido deseado. Como alternativa, el mástil 118 puede ser movido por un sistema de piñón y cremallera, por un sistema de cadena, mediante cilindros hidráulicos, o por otros dispositivos similares.

En la Figura 16, el conjunto de bobina 124 ha sido bajado a su posición y fijado con pasadores a los adaptadores de montaje 126 en el conjunto 128 de plataforma giratoria. El conjunto de bobina 124 es desempaquetado d su condición para desplazamiento mediante desplazamiento de lanzadera de la cabeza de inyector 22 a su posición sobre la línea central 130 del lugar del pozo. La cabeza de inyector puede ser montada sobre una vía y movida mediante cilindros hidráulicos, por cable y por tambor u otros de tales dispositivos. Para realizaciones en las cuales la cabeza de inyector 22 esté acoplada a su propia plataforma giratoria 60, el inyector puede ser movido a su posición sobre la plataforma giratoria de inyector 60 y acoplada a la misma. El peso de compensación 26 está también desplegado sobre el conjunto de plataforma giratoria 128 opuesto a la bobina 28. La caseta de control 132 es también llevada a su posición haciéndola deslizar o rodando. En la realización preferida, se usan rodillos de Hillman en la caseta de control para ayudar a moverla llevándola a su posición. Una vez que esté en posición el conjunto de bobina, se puede hacer retornar el mástil plegable 118 a la parte frontal de la torre de perforación móvil 100.

En las Figuras 1-16 se ha representado un sistema mejorado para perforar y/o servir pozos con entubado en espiral giratorio, y aunque no se han presentado aquí las complicaciones de los detalles de diseño, quienes posean los conocimientos corrientes de la técnica podrán apreciar fácilmente, beneficiándose de lo que aquí se expone, como puede ser diseñado e implementado tal sistema mejorado. Se apreciará ahora que los Solicitantes han creado un sistema de entubado en espiral mejorado, que combina los beneficios de la perforación con entubado en espiral con la capacidad para hacer girar la bobina hasta a 20 rpm o más revoluciones en uno u otro sentido. El sistema mejorado aquí descrito puede ser usado con pozos sobre compensados o con pozos infra compensados. Con respecto a los pozos sobre compensados, se incorpora aquí por su referencia, para todos los fines, la exposición que se hace en la introducción a "Underbalanced Drilling" de LEAding Edge Advantage, Ltd. (2002), de la cual puede verse una copia completa en www.lealtd.com.

Se puede usar una unidad de fijación convencional para hacer que los sistemas mejorados sean sustancialmente autosuficientes y capaces de preparar y completar los pozos tanto infra compensados como sobre compensados. Está previsto que la realización del presente invento pueda ser armada y estar operativa en aproximadamente seis horas después de su llegada al lugar. Puesto que se hace girar el entubado en espiral, es menos probable que el sistema mejorado quede limitado por bloqueo de fricción, por cuestiones de limpieza del taladro, y/o por transferencia del peso a la barrena. Además, se puede usar la tecnología existente o convencional de montaje en el fondo del pozo (BHA) con gran ventaja con el presente sistema. Por ejemplo, se espera que el sistema mejorado sea capaz de actuar cuatro veces más rápidamente que una torre de perforación de tubos unidos convencional, utilizando cuadrillas del mismo número de personas que para las operaciones de perforación con entubado en espiral tradicionales. El sistema mejorado puede ser usado con las unidades de separación existente o convencionales infra compensadas y quizás más efectivamente con un sistema de perforación infra compensado (UBD) móvil, completamente integrado.

En aplicaciones infra compensadas, el BHA puede ser desplegado usando un lubricador convencional. Se dispone de una serie de opciones de BHA, desde aplicaciones de motor de desplazamiento positivo estándar a través de una turbina, hasta sistemas susceptibles de guiado giratorio usando ya sean las opciones de la tecnología de impulsos o electromagnéticas mientras se perfora (EMWD) para una diversidad de aplicaciones de perforación.

ES 2 317 275 T3

En la práctica, está contemplado que se haga la conexión del BHA al entubado en espiral y se compruebe a presión. El BHA será entonces llevado dentro del pozo para iniciar la perforación. Cuando se requiera rotación del entubado, la bobina de entubado en espiral y por lo tanto el entubado en espiral en el pozo, pueden ser hechos girar hasta a 20 rpm o más, si se desea. Si el par de torsión de reacción plantea un problema, se puede entonces hacer girar la bobina en el sentido opuesto. Mientras se realiza la perforación direccional, se puede detener la rotación de la bobina para facilitar el necesario cambio de trayectoria en el pozo, y una vez que se haya conseguido la necesaria corrección, se puede perforar la sección tangente. Todas las operaciones de desenganche y perforación se pueden efectuar sin tener que realizar conexiones unidas, manteniendo así condiciones uniformes de la presión a lo largo del pozo perforado e impidiendo que las variaciones transitorias de presión a lo largo del pozo perforado dañen potencialmente el yacimiento de petróleo y anulen los beneficios de una perforación infra compensada.

Mientras se desengancha del pozo, el sistema puede rectificar hacia atrás continuamente, sin establecer ni romper conexiones, de vuelta hasta la zapata para ayudar a la limpieza del pozo y para reducir las posibilidades de acunamiento de la tubería. Una vez que la barrena esté en la zapata, se puede detener la rotación del entubado si se desea, para evitar daños en la barrena y desenganchar el entubado en espiral en la superficie mientras se mantienen condiciones de infra compensación. El BHA puede ser recuperado y el sistema puede o bien iniciar el proceso de desarmar la torre de perforación, o bien volver acabar de completar el pozo, según lo imponga el programa de la torre de perforación.

Como se ha mencionado, se puede usar el presente invento con conjuntos de fondo de pozo y motores de lodos usuales, además de con conjuntos de entubado en espiral y susceptibles de guiado giratorios convencionales. La capacidad para usar una diversidad de BHAs o de opciones dota al presente invento de capacidad para reducir la oscilación sinusoidal que corrientemente se experimenta en los pozos existentes perforados con BHAs de entubado en espiral. El presente invento puede ser también usado con todas las formas de perforación a lo largo del pozo, diagráfia, pesca de herramientas perdidas, abandono, producción, y otros útiles o procesos. Además, el entubado en espiral puede ser hecho girar en sentido opuesto al de rotación de la barrena de perforación/motor, para reducir la magnitud del par de torsión de perforación por reacción del entubado, y puede reducir beneficiosamente las oscilaciones sinusoidales del entubado en el pozo.

La anterior descripción de las realizaciones preferidas y otras no está destinada a limitar ni restringir el alcance o la aplicabilidad de los conceptos del invento concebido por los Solicitantes. A cambio de exponer los conceptos del invento aquí contenidos, los Solicitantes desean obtener todos los derechos de patente que proporcionen las reivindicaciones que se acompañan. Por lo tanto, está previsto que las reivindicaciones que se acompañan incluyan todas las modificaciones y alteraciones en toda la extensión en que queden dentro del alcance de las reivindicaciones que siguen o de las equivalentes a las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para perforar o dar servicio a un pozo con entubado en espiral, que comprende:

una base giratoria (18) que comprende un sistema de soporte (20) que fija para rotación la base a un suelo (40), un conjunto de bobina (12) que comprende una estructura de apoyo (16) adaptada para apoyar una bobina (28) de entubado en espiral (14),

comprendiendo la estructura de apoyo un sistema de alineación (32, 33) para alinear el entubado en espiral con el pozo a medida que el entubado en espiral va siendo enrollado y desenrollado de la bobina; estando situado el conjunto de bobina próximo a la periferia de la base;

una cabeza de inyector (22) de entubado en espiral dispuesta adyacente al conjunto de bobina y alineada con el pozo; y

un sistema motor para hacer girar la base y transmitir con ello par de torsión al entubado en espiral en el pozo;

caracterizado por un conjunto de compensación (26) situado en la base sustancialmente opuesto al conjunto de bobina y movable hacia y desde el conjunto de bobina para mantener el equilibrio de la base giratoria al ser enrollado y desenrollado el entubado en espiral de la bobina.

2. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además una segunda base giratoria (60) a la cual está acoplado el inyector (22), y en el que la primera base giratoria y la segunda base giratoria son susceptibles de rotación relativa entre ellas.

3. El sistema según la reivindicación 2, que comprende además un sistema de medición del par de torsión adaptado para determinar una magnitud de par de torsión de reacción en el entubado en el pozo.

4. El sistema según la reivindicación 1, en el que el sistema de alineación comprende un primer juego de uno o más cilindros hidráulicos (32) que mueven a la bobina hacia el pozo al ser desenrollado el entubado en espiral, y un segundo juego de uno o más cilindros hidráulicos que trasladan la bobina con relación al pozo al ser desenrollado el entubado en espiral.

5. El sistema según la reivindicación 2, en el que la cabeza de inyector comprende un sistema de transductor (34) que detecta la orientación del entubado en espiral con relación a una línea central del pozo y genera una o más señales para activar el sistema de alineación para llevar al entubado en espiral de vuelta a alineación.

6. El sistema según la reivindicación 1, en el que el sistema motor comprende uno o más motores hidráulicos (46) que se aplican a una corona dentada (44) acoplada a la base.

7. El sistema según la reivindicación 1, en el que el sistema motor hace que la base gire a una velocidad de aproximadamente 0 a 20 rpm y genere un par de torsión en el entubado en espiral de hasta aproximadamente 17625,6 Nm.

8. El sistema según la reivindicación 1, en el que el suelo comprende una pluralidad de secciones adaptadas para ser recolocadas en posición para desplazamiento.

9. El sistema según la reivindicación 8, que comprende además una torre de perforación móvil (100).

10. Un sistema según la reivindicación 2, en el que el suelo comprende un conjunto de plataforma.

11. El sistema según la reivindicación 10, que comprende además un sistema de medición del par de torsión adaptado para determinar una magnitud de par de torsión diferencial entre las bases giratorias primera y segunda.

12. El sistema según la reivindicación 10, en el que el inyector comprende además un sistema de transductor (34) que detecta la orientación del entubado en espiral con relación al eje geométrico del pozo y genera una o más señales para activar el sistema de alineación para llevar de nuevo a alineación al entubado en espiral.

13. El sistema según la reivindicación 10, en el que el sistema motor comprende uno o más motores hidráulicos (46) que se aplican a una corona dentada acoplada a la base.

14. El sistema según la reivindicación 13, en el que el sistema motor hace que la primera base gire a una velocidad de aproximadamente 0 a 20 rpm y genere un par de torsión en el entubado en espiral de hasta aproximadamente 17625,6 Nm.

15. El sistema según la reivindicación 10, que comprende además una torre de perforación móvil (100).

ES 2 317 275 T3

16. El sistema según la reivindicación 15, en el que el suelo comprende una pluralidad de secciones (102, 104, 106, 108) adaptadas para ser recolocadas en posición para desplazamiento.

17. Un método para perforar o dar servicio a un pozo, que comprende:

proporcionar un conjunto de suelo orientado alrededor de un pozo;

proporcionar una primera estructura giratoria asociada con el suelo y que tiene un eje geométrico de rotación sustancialmente alineado con un eje geométrico del pozo, y que comprende un conjunto de bobina de entubado en espiral;

proporcionar una segunda estructura giratoria asociada con el primer suelo y que tiene un eje geométrico de rotación sustancialmente alineado con el eje geométrico del pozo, y que comprende un inyector de entubado;

desenrollar el entubado de la bobina y llevarlo dentro del inyector;

inyectar en el pozo el entubado desenrollado;

ajustar la posición del conjunto de bobina para mantener el entubado en espiral en alineación sustancial con el pozo;

caracterizado por proporcionar la primera estructura giratoria que comprende un conjunto de compensación;

ajustar el conjunto de compensación para equilibrar la primera estructura giratoria a medida que se va desenrollando el entubado; y

hacer girar la primera estructura giratoria para hacer girar con ello al entubado desenrollado en el pozo.

18. El método según la reivindicación 17, en el que el pozo está infra compensado.

19. El método según la reivindicación 17, en el que el pozo está sobre compensado.

20. El método según la reivindicación 17, que comprende además determinar cualquier par de torsión diferencial entre la primera estructura giratoria y la segunda estructura giratoria.

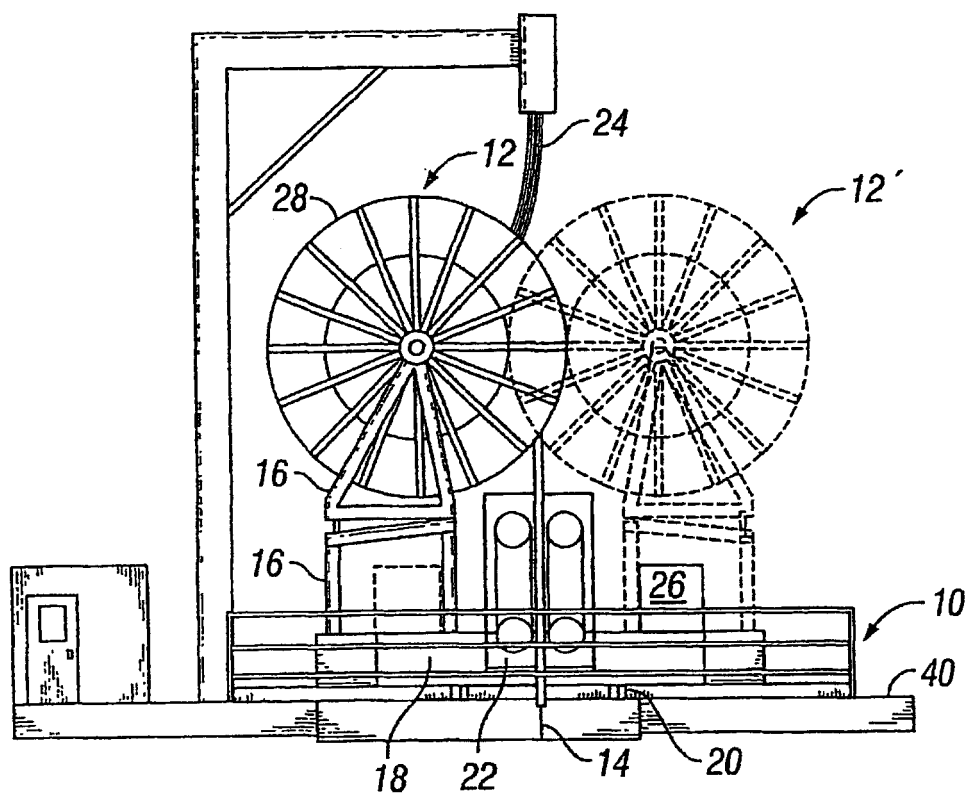


FIG. 1

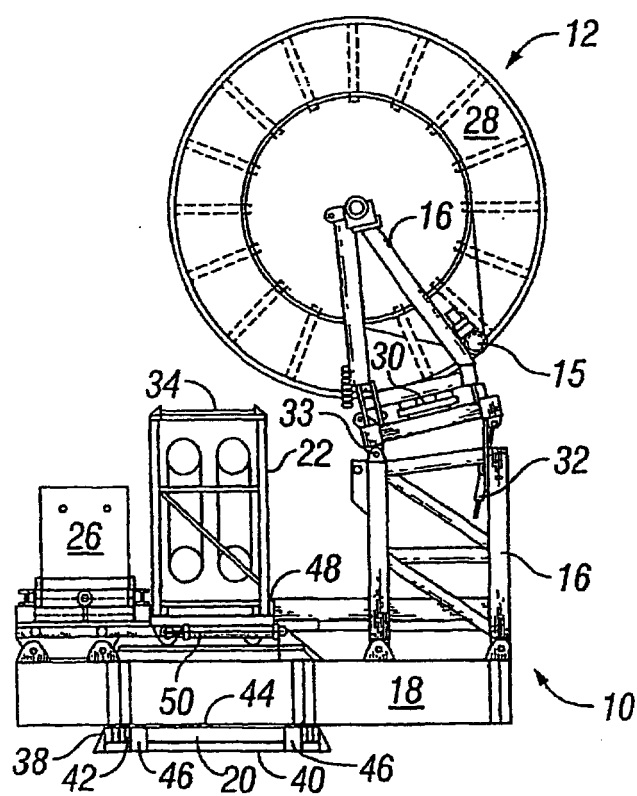


FIG. 2

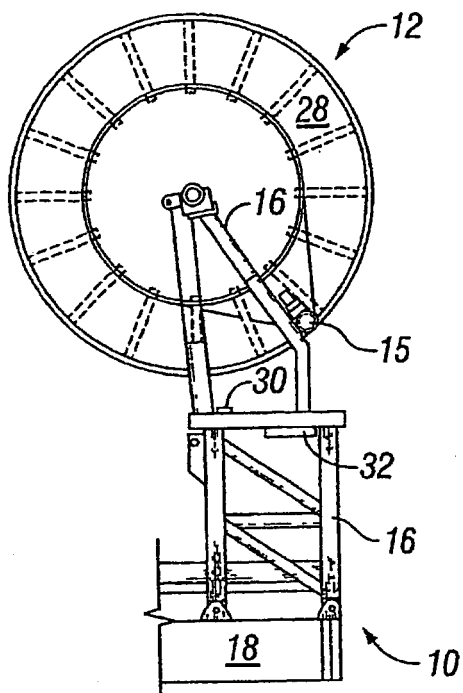


FIG. 3

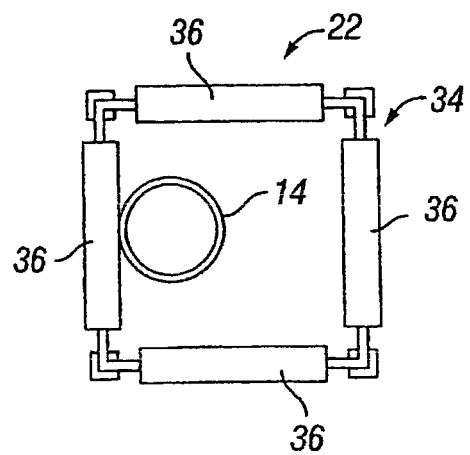


FIG. 4

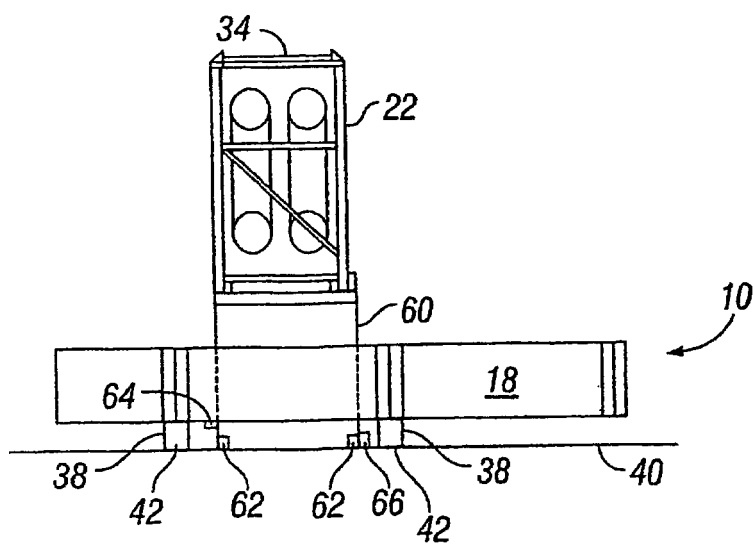
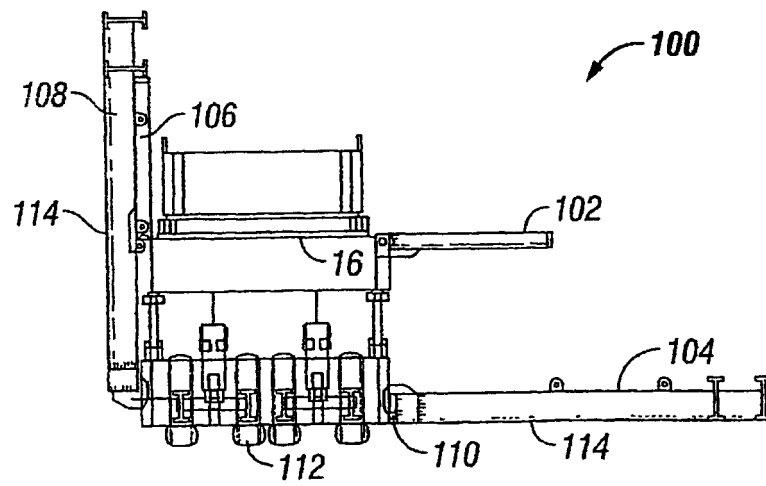
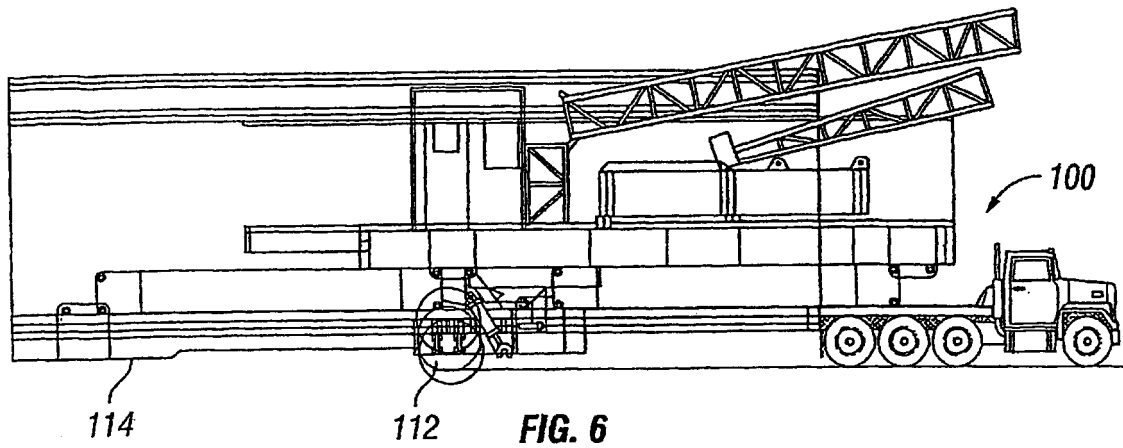


FIG. 5



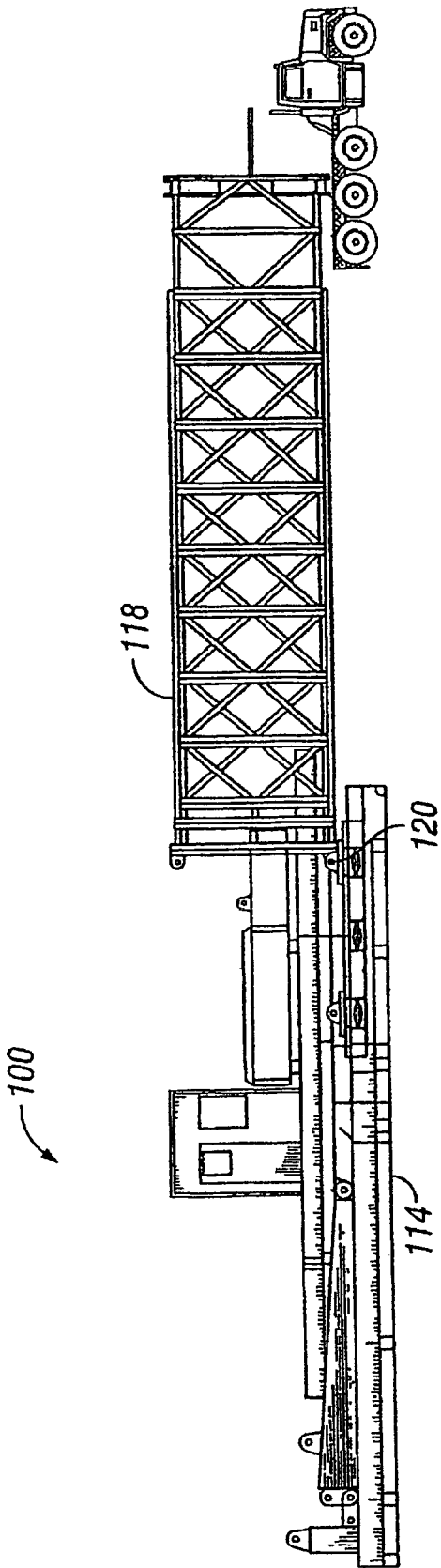


FIG. 8

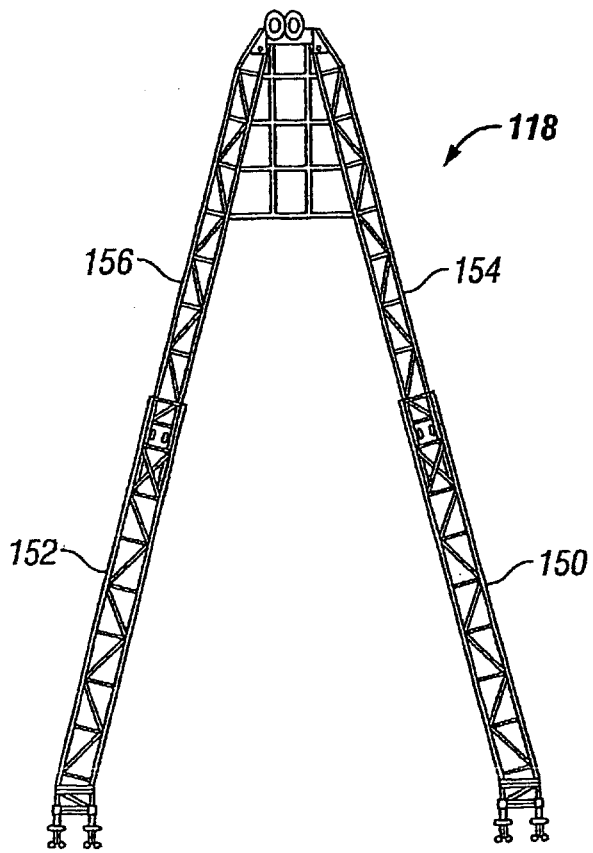


FIG. 9

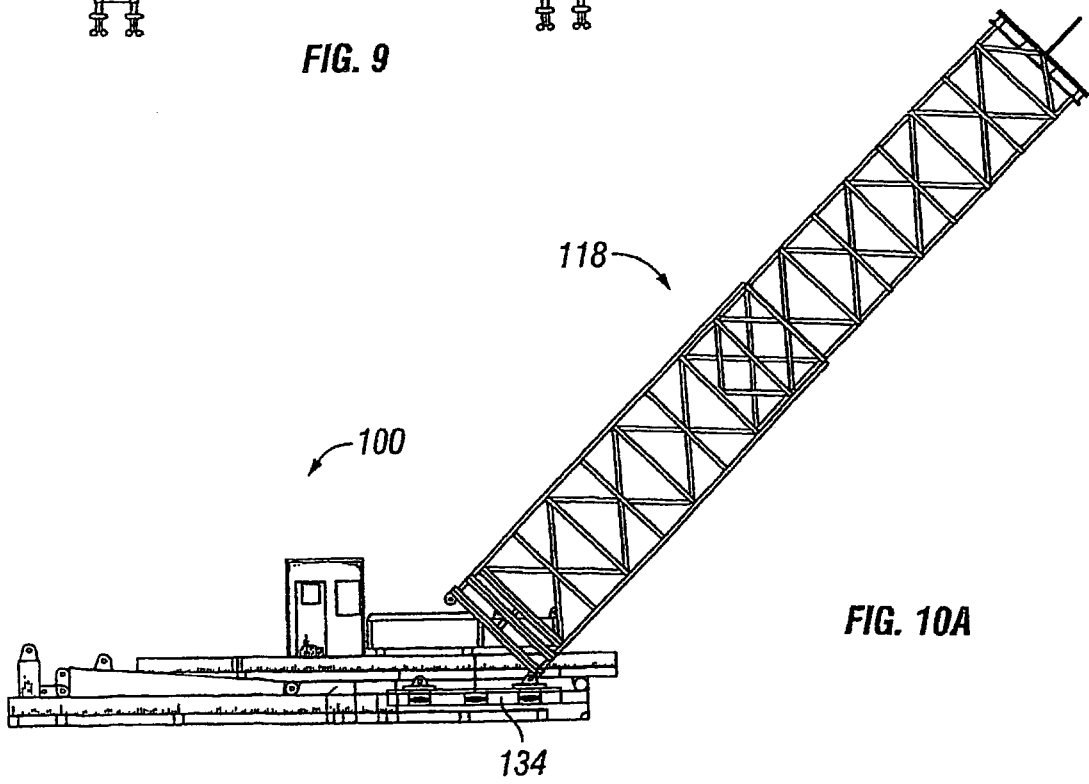


FIG. 10A

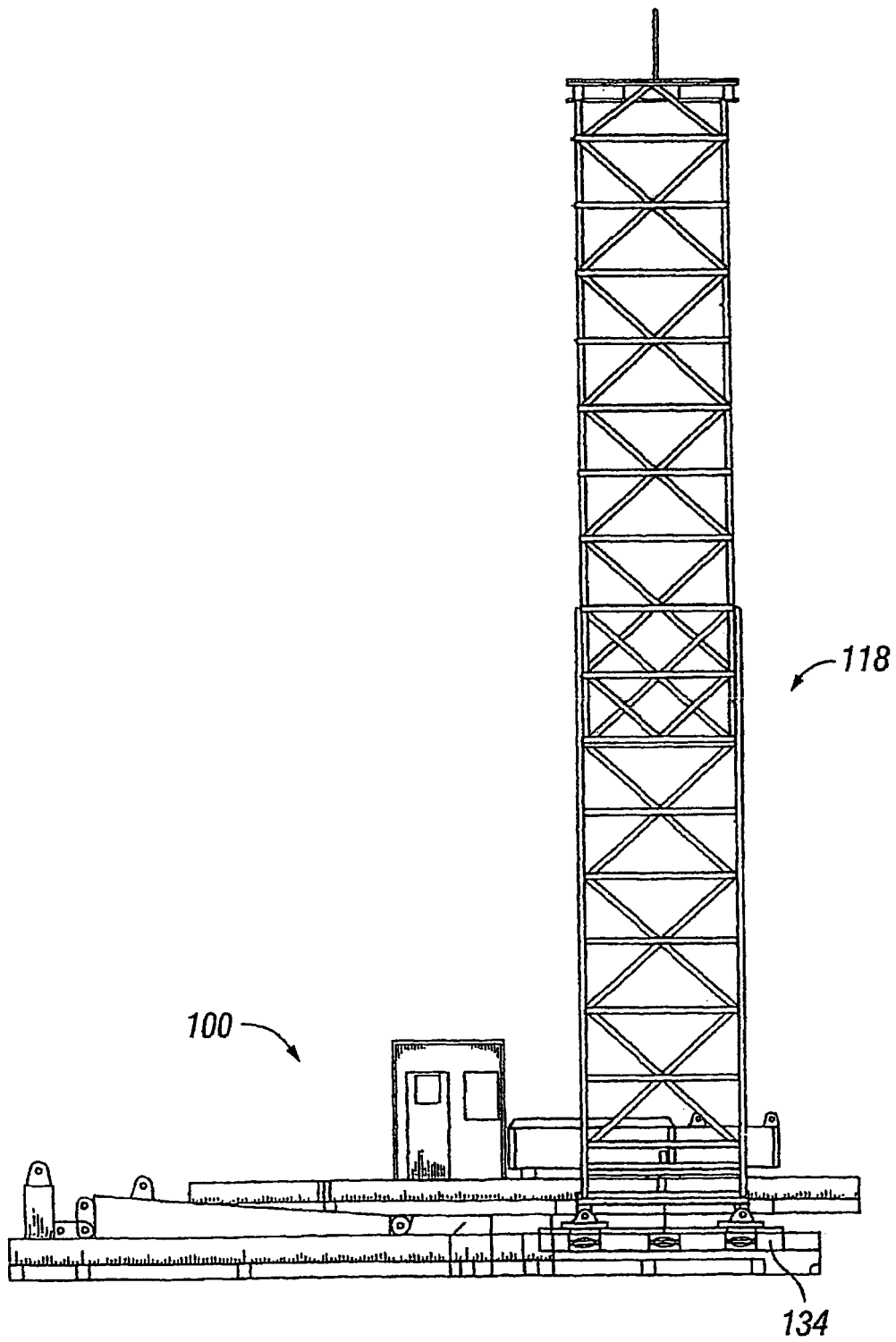


FIG. 10B

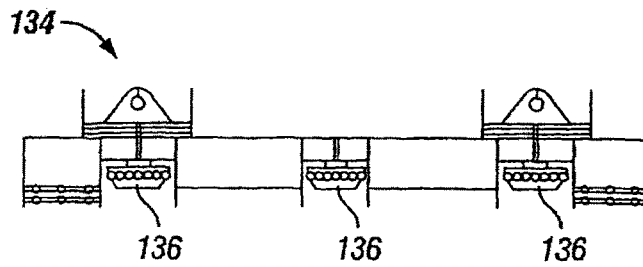
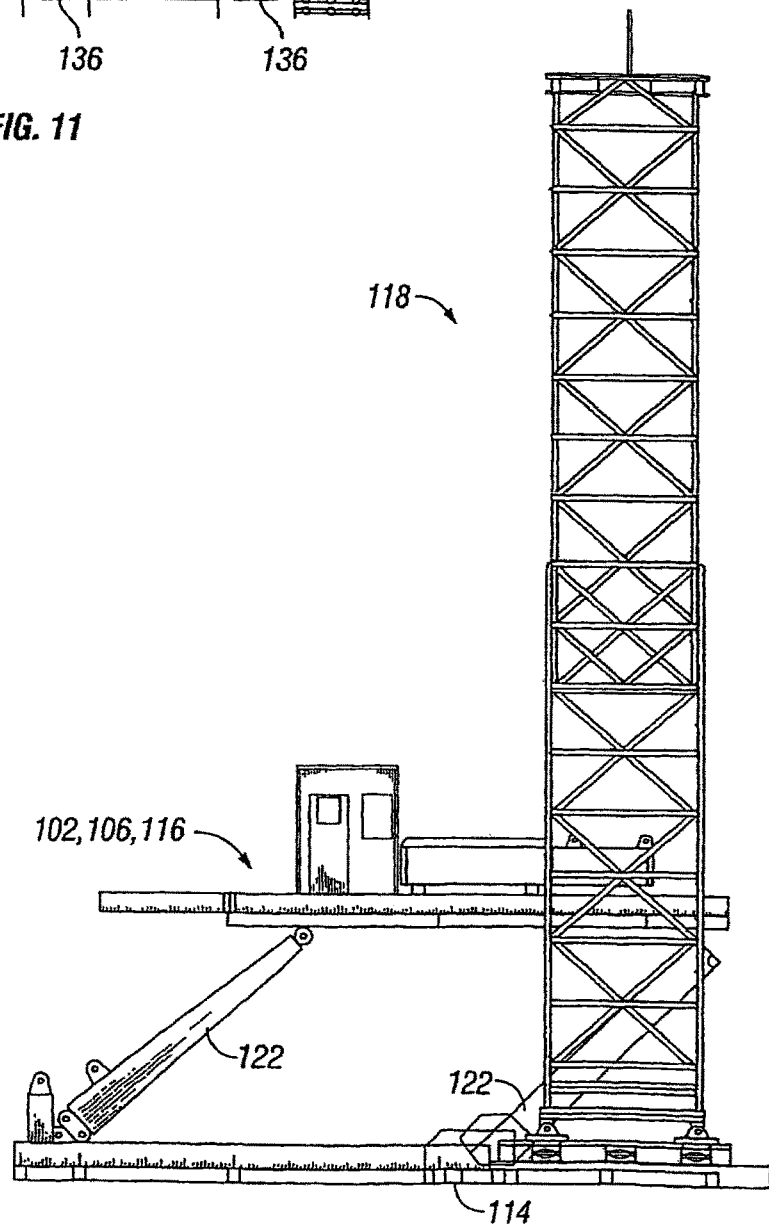


FIG. 11

FIG. 12A



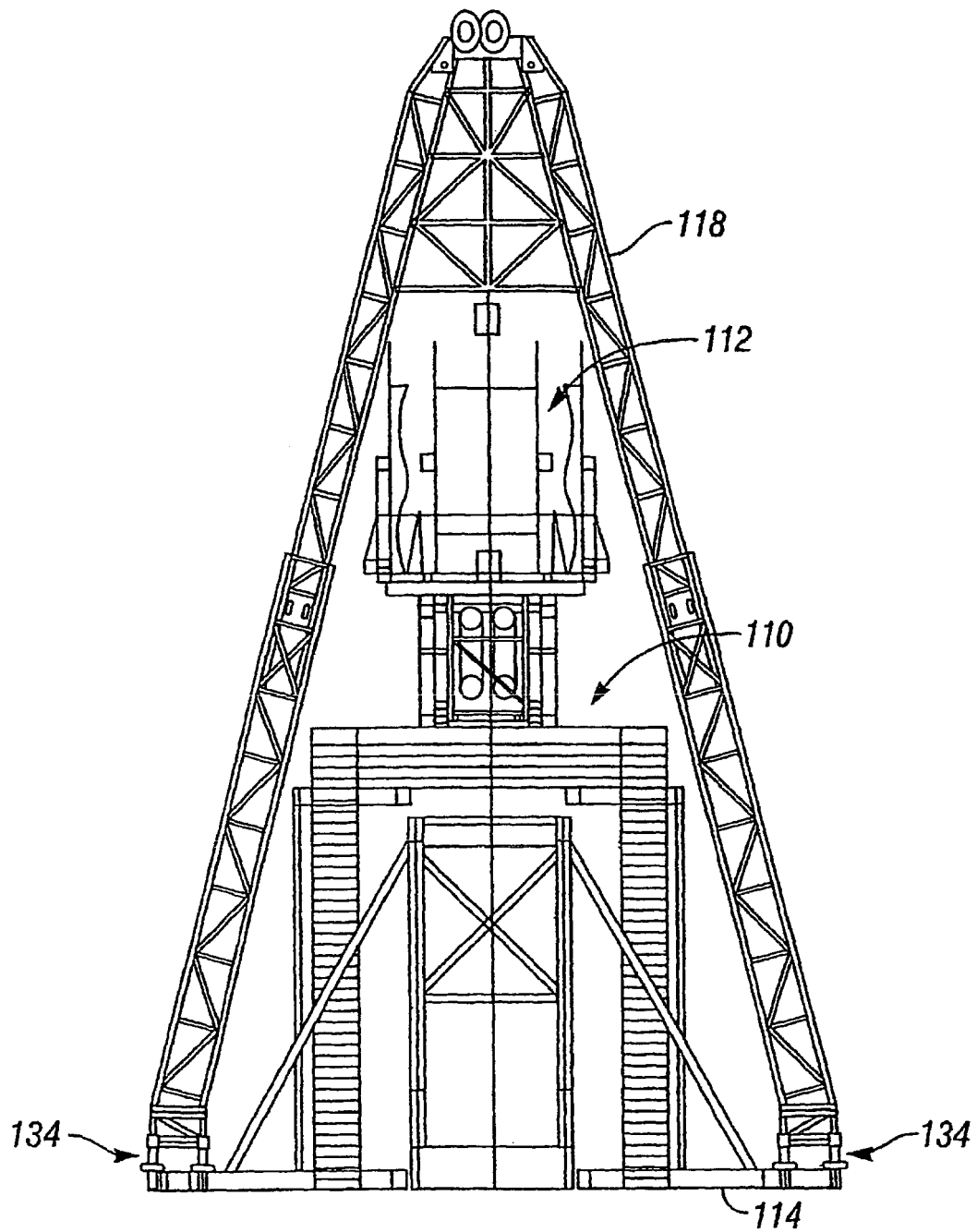


FIG. 12B

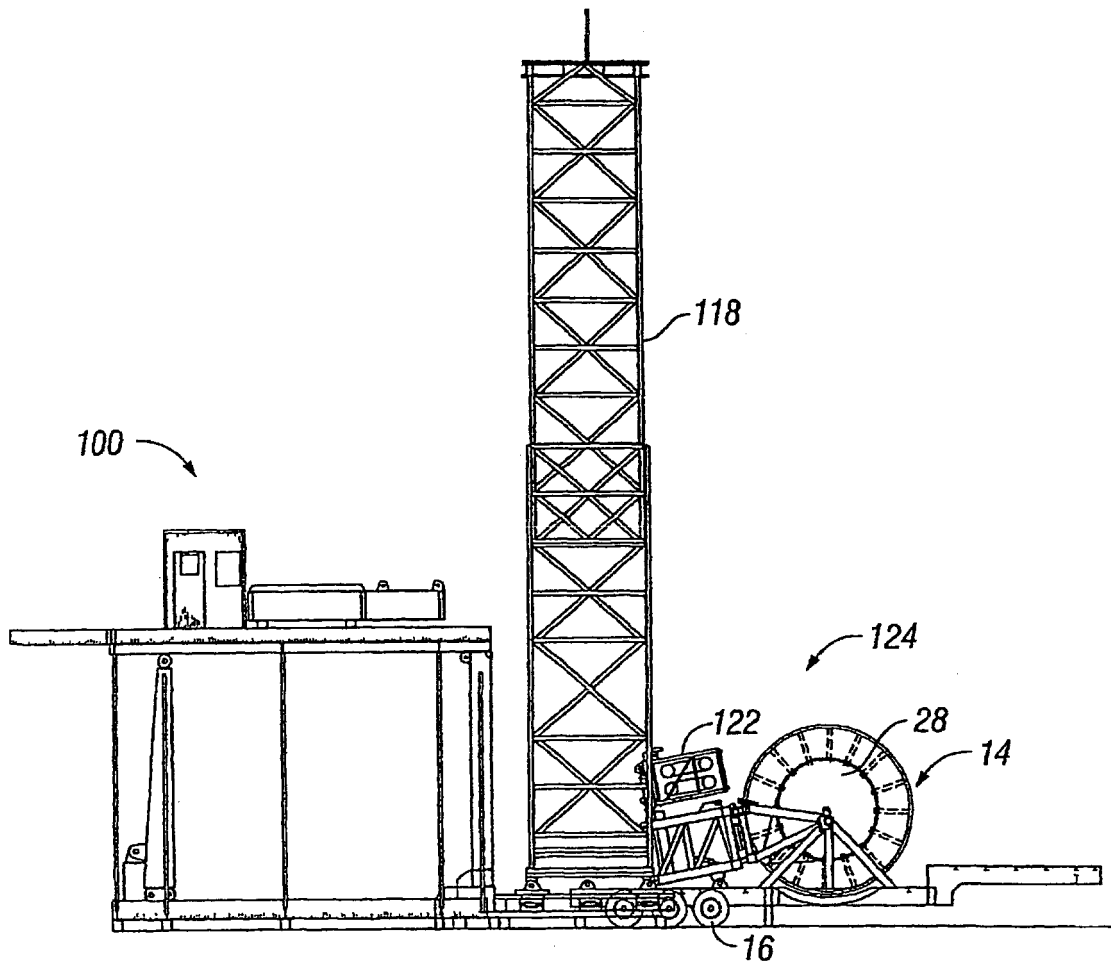


FIG. 13

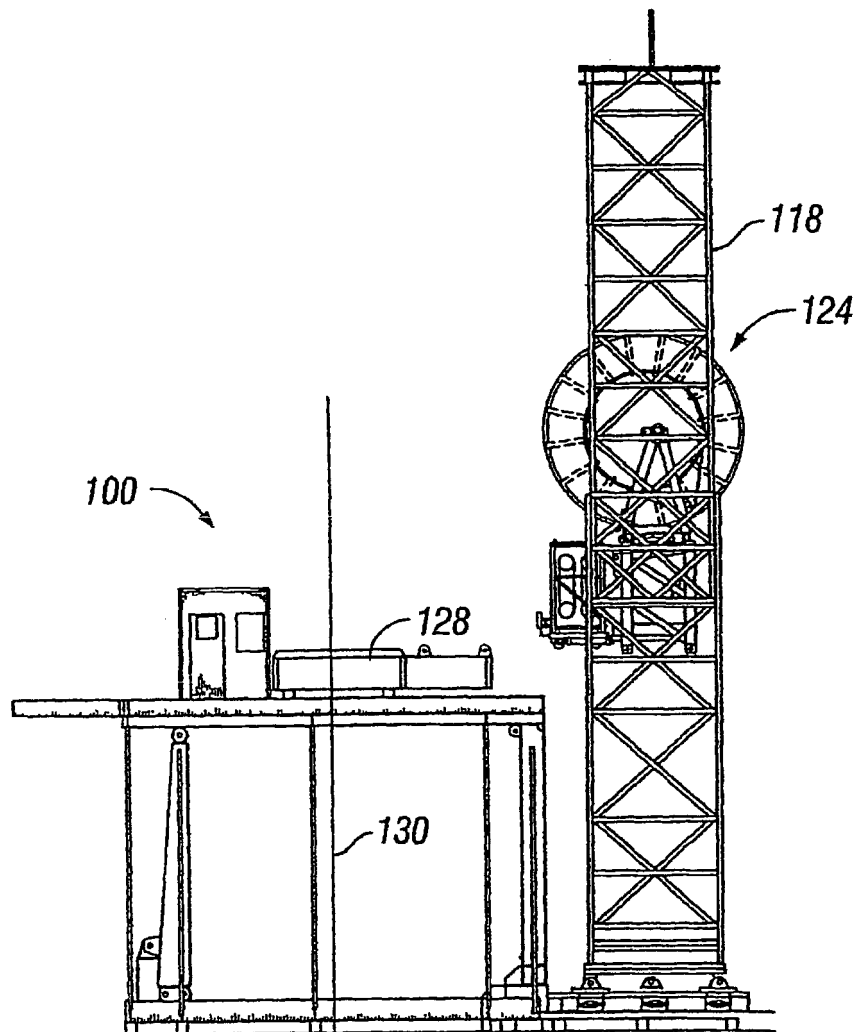


FIG. 14

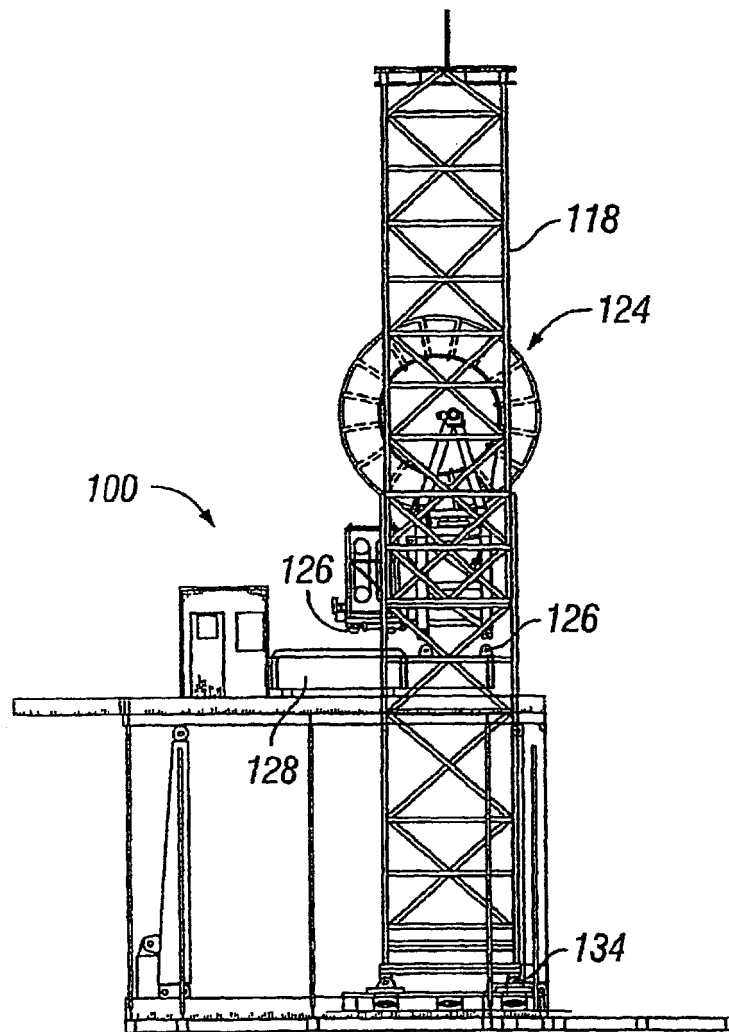


FIG. 15

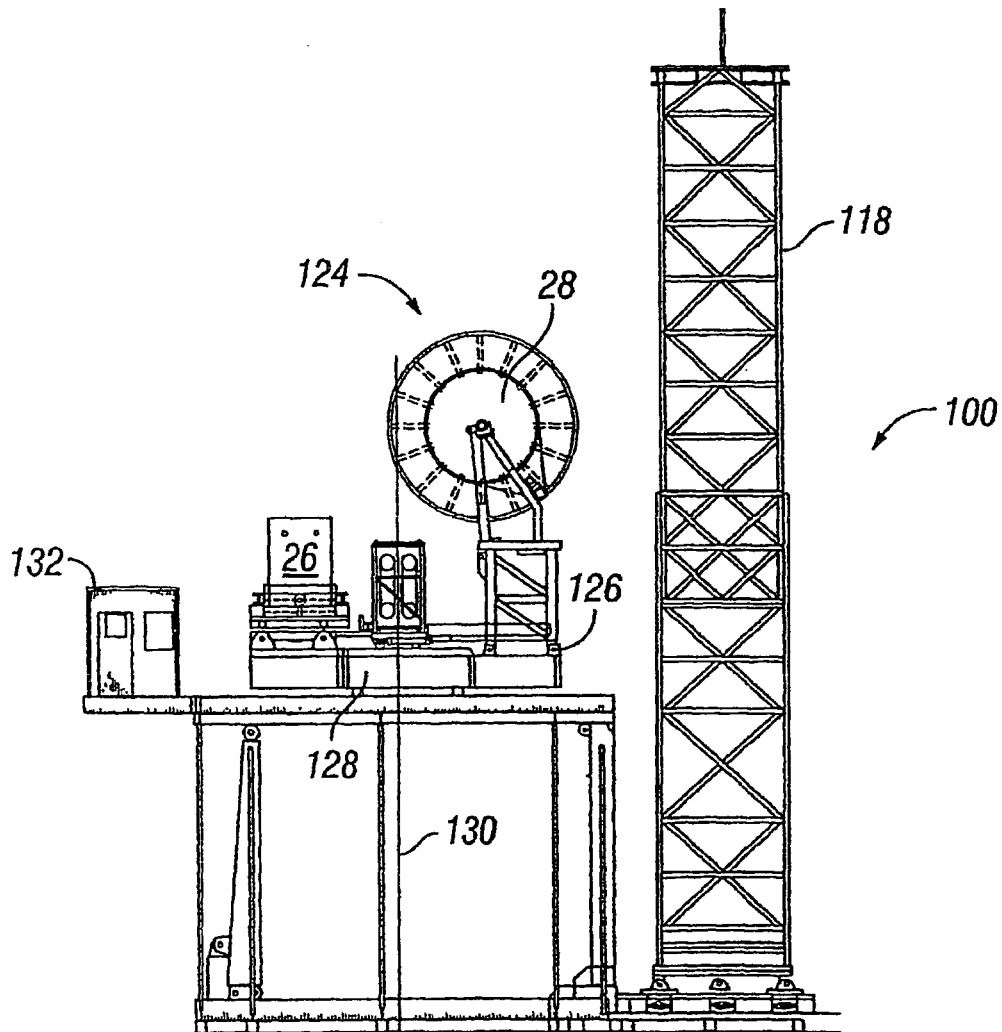


FIG. 16