

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 965 316**

51 Int. Cl.:

E21B 47/12 (2012.01)

E21B 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2018 PCT/EP2018/081103**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2019 WO19092281**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2018 E 18807014 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2023 EP 3710675**

54 Título: **Monitorización en tiempo real de integridad de pozo**

30 Prioridad:

13.11.2017 US 201715811151

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

12.04.2024

73 Titular/es:

**REPSOL, S.A. (50.0%)
Méndez Álvaro 44
28045 Madrid, ES y
TUBEL ENERGY LLC (50.0%)**

72 Inventor/es:

**TUBEL, PAULO;
BERGERON, CLARK;
BEZERRA DE MELO, RICARDO CÉSAR;
DICKSON, FOREST y
EID, RAMY NABIL**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 965 316 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

Monitorización en tiempo real de integridad de pozo

Técnica anterior

5 Uno de los principales requisitos para la producción de hidrocarburos es obtener datos a partir del interior del pozo en tiempo real. La capacidad de enviar información y comandos en el pozo también es muy importante para la industria para optimizar la producción de hidrocarburos y para la evaluación de la integridad de pozo.

10 Se han intentado comunicaciones inalámbricas dentro de pozos con un éxito limitado. El uso de baterías ha limitado la temperatura de funcionamiento del sistema de comunicaciones y también ha limitado la vida útil del sistema así como la cantidad de datos que pueden transmitirse hasta la superficie. La eliminación de las baterías como fuente primaria de potencia dentro de un pozo es el desarrollo más importante para la aceptación de comunicaciones inalámbricas en pozos.

15 También se ha intentado la generación de potencia en el fondo de pozo con poco éxito. El principal inconveniente es la colocación del generador en el trayecto de corriente de flujo en el pozo. El generador puede presentar fallos, conduciendo a una acumulación de residuos que pueden reducir la producción. El generador de potencia en la corriente de flujo puede impedir que se desplieguen herramientas de reacondicionamiento por debajo del generador a través del tubo. La capacidad de monitorizar el estado del cemento y el revestimiento en tiempo real tiene grandes beneficios para los operadores para tener una alerta por adelantado del derrumbamiento del revestimiento y grietas en el cemento.

20 El principal problema en la colocación de electrónica y sensores en la zona de revestimiento es la corta vida útil de la fuente de potencia tal como baterías. La capacidad de tener una potencia continua en el revestimiento permitirá una monitorización a largo plazo del cemento y el revestimiento. El documento US 2013/048269 A1 describe un sistema para monitorizar condiciones de fondo de pozo con transmisión inalámbrica de datos de sensores y de energía entre la tubería de producción y el revestimiento del pozo mediante bobinas dispuestas coaxialmente, suministrándose la energía desde la superficie.

25 Poder realizar comunicaciones en tiempo real de manera inalámbrica entre el fondo de pozo y la superficie permitirá monitorizar la producción, el revestimiento y el cemento en tiempo real. Por tanto, existe una necesidad en la industria relacionada de una solución de monitorización de la integridad de pozo continua y autosostenida, que pueda monitorizar parámetros de fondo de pozo y comunicarlos a la superficie.

Descripción de la invención

30 La presente invención proporciona una solución para los problemas anteriormente mencionados, mediante un método para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado de fondo de un pozo según la reivindicación 1, y un sistema para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado de fondo de un pozo según la reivindicación 8. En reivindicaciones dependientes se definen realizaciones preferidas de la invención.

35 Un primer aspecto de la invención se refiere a un método para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado de fondo de pozo de un pozo, que comprende:

40 a. desplegar un módulo de revestimiento como parte de una sarta de revestimiento hasta una primera ubicación predeterminada en el pozo, comprendiendo el módulo de revestimiento un sensor configurado para detectar un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado de fondo de pozo del pozo, un transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento, y un receptor de transferencia de potencia inalámbrico del módulo de revestimiento operativamente en comunicación con el sensor y el transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento;

45 b. desplegar un módulo de tubos como parte de una sarta de tubos, desplegándose la sarta de tubos dentro de la sarta de revestimiento, comprendiendo el módulo de tubos un transceptor de datos de salto corto inalámbrico del módulo de tubos compatible con el transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento, un transceptor de datos de superficie operativamente en comunicación con el transceptor de datos de salto corto inalámbrico del módulo de tubos, un conjunto de sensores de producción operativamente en comunicación con el transceptor de datos de superficie y un transmisor de potencia inalámbrico de módulo de tubos compatible con el receptor de transferencia de potencia inalámbrico de módulo de revestimiento;

50 c. desplegar un generador de potencia hasta una distancia dentro del pozo;

d. conectar operativamente el generador de potencia al módulo de tubos para realizar la transmisión de potencia desde el generador de potencia hasta el transmisor de transferencia de potencia inalámbrico del módulo de

tubos, el transceptor de datos de salto corto inalámbrico del módulo de tubos, el transceptor de datos de superficie y el conjunto de sensores de producción;

- 5 e. alinear el módulo de revestimiento con el módulo de tubos cuando el módulo de tubos está a una distancia con respecto al módulo de revestimiento para realizar la transmisión de datos y de potencia entre el módulo de revestimiento y el módulo de tubos;
- f. usar el generador de potencia para generar potencia fondo de pozo;
- g. transmitir operativamente la potencia generada desde el generador de potencia hasta el transmisor de transferencia de potencia inalámbrico del módulo de tubos;
- 10 h. comunicar datos desde el transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento hasta el transceptor de datos de salto corto inalámbrico del módulo de tubos, estando los datos relacionados con el conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado de fondo de pozo del pozo; y
- i. comunicar los datos desde el transceptor de datos de superficie hasta una ubicación de superficie

15 Ventajosamente, ya se implemente como método o como sistema, la presente invención permite mantener operativa la arquitectura desplegada en el fondo de pozo tal como se define para la monitorización en tiempo real de estado de fondo de pozo del pozo.

Descripción de los dibujos

Estas y otras características, aspectos y ventajas del sistema se entenderán mejor con respecto a la siguiente descripción, reivindicaciones adjuntas y dibujos adjuntos en los que:

- 20 la figura 1 es una vista esquemática que deja ver parcialmente el interior que ilustra un sistema a modo de ejemplo;
- la figura 2 es una vista que deja ver parcialmente el interior en perspectiva parcial que ilustra un módulo de revestimiento a modo de ejemplo y un módulo de tubos a modo de ejemplo;
- la figura 3 es una vista que deja ver parcialmente el interior en perspectiva parcial adicional que ilustra un módulo de revestimiento a modo de ejemplo y un módulo de tubos a modo de ejemplo;
- 25 la figura 4 es una vista que deja ver parcialmente el interior en perspectiva parcial que ilustra un generador de potencia a modo de ejemplo; y
- la figura 5 es una vista en sección longitudinal esquemática que ilustra un módulo de comunicación de salto corto a modo de ejemplo del módulo de revestimiento.

Descripción detallada de la invención

- 30 Haciendo ahora referencia a la figura 1, el sistema 1 para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado de fondo de un pozo comprende un módulo de revestimiento 10 adaptado para desplegarse en un pozo 100 en una primera ubicación predeterminada en el fondo de pozo 101, un módulo de tubos 20 adaptado para desplegarse en el fondo de pozo, y uno o más generadores de potencia 25.
- 35 Haciendo adicionalmente referencia a la figura 3, el módulo de revestimiento 10 comprende una porción de módulo superior 10b y una porción de mandril inferior 10a, y comprende además uno o más paquetes de sensores de parámetros de fondo de pozo 11 adaptados para detectar un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado de fondo de pozo del pozo 100; uno o más transceptores de salto corto de datos inalámbricos del módulo de revestimiento 12 operativamente en comunicación con los paquetes de sensores de parámetros de fondo de pozo 11; uno o más receptores de transferencia de potencia inalámbricos 13 operativamente en comunicación con los paquetes de sensores de parámetros de fondo de pozo 11 y los transceptores de salto corto de datos inalámbricos del módulo de revestimiento 12; y uno o más procesadores o electrónica similar 16. A modo de ejemplo y no de limitación, están presentes redundancias en estos componentes para proporcionar una mayor fiabilidad. Están presentes uno o más separadores 10c (figura 2) y 10d (figura 2) en
- 40 extremos opuestos del módulo de revestimiento 10.
- 45

Los paquetes de sensores de parámetros de fondo de pozo 11 comprenden normalmente uno o más sensores, a los que generalmente se hace referencia mediante "50", tales como sensores adaptados para detectar datos relacionados con la esperanza de vida útil del pozo 100, sensores adaptados para detectar datos relacionados con la intrusión de agua en una corriente de producción, sensores adaptados para detectar datos relacionados con el estado de depósito, sensores desplegados como parte de cemento presente en el pozo 100 o en el cemento, sensores que monitorizan el estado del revestimiento 101 o similares o una combinación de los mismos. Los sensores 50 comprenden un sensor de medición de estado de cemento, un sensor de estado de revestimiento o

similares o una combinación de los mismos. Aunque se mencionan de la misma manera, un experto habitual entenderá que estos sensores 50 son similares o diferentes.

5 En una realización, el módulo de revestimiento 10 comprende además una o más baterías 15, a modo de ejemplo baterías recargables y/o supercondensadores, operativamente en comunicación con los transceptores de salto corto de datos inalámbricos del módulo de revestimiento 12. Normalmente, las baterías 15 están configuradas en actuación conjunta para proporcionar potencia con, o en lugar de, potencia a partir de los receptores de transferencia de potencia inalámbricos 13.

10 Haciendo todavía referencia a las figuras 1 y 3, el módulo de tubos 20 comprende un mandril 20b que aloja uno o más transmisores de potencia inalámbricos del módulo de tubos 23 compatibles con los receptores de transferencia de potencia inalámbricos 13; uno o más transceptores de datos de salto corto inalámbricos del módulo de tubos 22 compatibles con los transceptores de salto corto de datos inalámbricos del módulo de revestimiento 12; uno o más transceptores de datos de superficie 24 operativamente en comunicación con los transceptores de datos de salto corto inalámbricos 22; y un conjunto de sensores de producción 21 operativamente en comunicación con los transceptores de datos de superficie 24. Al igual que con el módulo de revestimiento 10, a modo de ejemplo y no de limitación, también están presentes redundancias en estos componentes del módulo de tubos 20 para proporcionar una mayor fiabilidad.

20 También están presentes uno o más generadores de potencia 25 (figuras 1 y 4) y se despliegan normalmente como parte de la sarta de tubos 210, o bien como parte del módulo de tubos 20 o bien como componentes independientes. Los generadores de potencia 25 son operativos para proporcionar potencia eléctrica a, y están operativamente en comunicación con, los transmisores de potencia inalámbricos 23, los transceptores de datos de salto corto inalámbricos 22, los transceptores de datos de superficie 24 y el conjunto de sensores de producción 21 tal como mediante un conector de potencia (no mostrado en las figuras) que comprende una conexión cableada con el módulo de tubos 20, una conexión inalámbrica con el módulo de tubos 20 o similares o una combinación de los mismos. Se observa que los generadores de potencia 25 pueden estar ubicados por encima del módulo de tubos 20, es decir aguas arriba, o aguas abajo, tal como se ilustra en la figura 1.

25 Tal como conocerán los expertos habituales en técnicas de comunicaciones electrónicas, también se observará que los diversos transceptores, por ejemplo los transceptores de salto corto de datos inalámbricos del módulo de revestimiento 12, los receptores de transferencia de potencia inalámbricos del módulo de revestimiento 13, los transceptores de datos de salto corto inalámbricos del módulo de tubos 22, los transmisores de potencia inalámbricos del módulo de tubos 23 y los transceptores de datos de superficie 24, comprenden normalmente una o más antenas (no mostradas en las figuras).

30 Una zapata 26 es un módulo mecánico que alinea el módulo de tubos 20 con o dentro del módulo de revestimiento 10 y que, como parte de la alineación, se usa para asegurarse de que varias de estas diversas antenas, tales como para transferencia de potencia y comunicaciones, se alinean entre el módulo de tubos 20 dentro del módulo de revestimiento 10. Tal como conocerán los expertos habituales en estas técnicas, pueden usarse otros dispositivos similares como herramienta de tope/alineación tales como una disposición de chaveta y ranura en la que uno del módulo de revestimiento 10 o el módulo de tubos 20 comprende un saliente de chaveta y el otro comprende una ranura complementaria adaptada para recibir el saliente de chaveta y, en casos, guiar los dos módulos hasta que se alinean.

35 Está presente una ventana de antena 27, que comprende un material cerámico, en el mandril del módulo de tubos 20b y permitir el acceso visual a los transceptores de datos de salto corto inalámbricos del módulo de tubos 22 y/o los transmisores de potencia inalámbricos 23.

40 Haciendo de nuevo referencia a la figura 1, en una realización está presente un primer sistema de procesamiento de datos 30 y está dispuesto en una ubicación de superficie 110 próxima al pozo 100, en las que el primer sistema de procesamiento de datos 30 comprende uno o más transceptores de datos de superficie 125 configurados para comunicar datos en tiempo real con los transceptores de datos de superficie 24 del módulo de tubos (figura 3). El primer sistema de procesamiento de datos 30 comprende además uno o más procesadores de datos 126 operativamente en comunicación con los transceptores de datos de superficie 125. Además, los procesadores de datos 126 comprenden normalmente software para transformar datos recibidos a partir del módulo de tubos 20 en una representación perceptible por seres humanos de los datos en tiempo real.

45 En una realización adicional, está presente un segundo sistema de procesamiento de datos 40 y está operativamente en comunicación con el primer sistema de procesamiento de datos 30 tal como mediante conexiones cableadas, por ejemplo Ethernet, comunicaciones inalámbricas o similares o una combinación de los mismos. El segundo sistema de procesamiento de datos 40, si está presente, contiene normalmente software útil para el procesamiento adicional de datos recibidos a partir del módulo de tubos 20.

50 En funcionamiento, haciendo referencia de manera general a la figura 1, la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado de fondo de pozo del pozo 100 comprende desplegar uno o más módulos de revestimiento 10 como parte de la sarta de revestimiento 200

hasta una primera ubicación predeterminada en el fondo de pozo 101, en el que el módulo de revestimiento 10 es tal como se describió anteriormente. Tal como conocerán los expertos habituales en las técnicas de perforación, las sargas de revestimiento tales como la sarga de revestimiento 200 están con frecuencia rodeadas por un material tal como cemento que rellena y sella el anillo entre la sarga de revestimiento y el agujero de perforación del pozo.

5 Normalmente se despliegan uno o más módulos de tubos 20 y generadores de potencia 25 como parte de la sarga de tubos 210 en la que la sarga de tubos 210 se despliega normalmente dentro, y algunas veces a través, de la sarga de revestimiento 200 y en la que el módulo de tubos 20 y el generador de potencia 25 son tal como se describió anteriormente. El módulo de tubos 20 se despliega normalmente a través del módulo de revestimiento 10 hasta que el módulo de tubos 20 llega a estar lo suficientemente cerca del módulo de revestimiento 10 como para realizar la transmisión inalámbrica de datos y potencia, tal como se describe a continuación. Tal como se indicó anteriormente, el generador de potencia 25 se despliega normalmente en estrecha proximidad del módulo de tubos 20 y puede estar o bien aguas arriba o bien aguas abajo con respecto al módulo de tubos 20. Tal como también se indicó anteriormente, el generador de potencia 25 está operativamente en comunicación con el módulo de tubos 20 para proporcionar potencia al módulo de tubos 20.

10 Una vez desplegado, se alinea el módulo de tubos 20 con el módulo de revestimiento 10 mediante el uso de la zapata 26 o similar cuando el módulo de tubos 20 llega a estar lo suficientemente cerca, o dentro, del módulo de revestimiento 10 como para realizar la transmisión inalámbrica de datos y potencia, tal como cuando el módulo de tubos 20 está próximo a la porción de mandril superior 10b del módulo de revestimiento 10.

15 En una realización adicional, se disponen sensores 16 en el pozo 100 en la primera ubicación predeterminada en el fondo de pozo 101 en cemento, la sarga de revestimiento 200 o la sarga de tubos 210 presentes en el fondo de pozo en el pozo 100.

20 El generador de potencia 25 se usa para generar potencia en el fondo de pozo tal como mediante flujo de fluido dentro del pozo 100 y la potencia generada proporcionada operativamente desde el transmisor de potencia 25 hasta el módulo de tubos 20. Tal como se indicó anteriormente, aunque se ilustra en una posición en el fondo de pozo en la sarga de tubos 210, el generador de potencia 25 se coloca en cualquier parte a lo largo, o como parte, de la sarga de tubos 210 o el módulo de tubos 20 para ser operativo.

25 Una vez operativo, se comunican datos desde y/o entre el transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento 12 y el transceptor de datos de salto corto inalámbrico del módulo de tubos 22 en los que, tal como se indicó anteriormente, estos datos están relacionados con el conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado de fondo de pozo del pozo 100. En la mayoría de las configuraciones, la comunicación de datos desde el transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento 12 hasta el transceptor de datos de salto corto inalámbrico del módulo de tubos 22 se logra a baja potencia, por ejemplo aproximadamente 30 milivatios. Estos datos comprenden además datos relacionados con la esperanza de vida útil del pozo 100, la intrusión de agua en una corriente de producción en el pozo 100, el estado de cemento, el estado de depósito o similares o una combinación de los mismos.

30 En el presente documento, se entenderá baja potencia como menos de, o igual a, 30 milivatios.

35 Después se comunican estos datos desde el transceptor de datos de superficie 24 hasta una ubicación de superficie en la que esta transferencia de datos comprende la comunicación en tiempo real bidireccional desde el transceptor de datos de superficie 24 hasta la ubicación de superficie. El sistema de superficie 30 puede usarse para recopilar los datos y procesar los datos para dar información que puede transferirse a otros ordenadores, por ejemplo un segundo sistema 40, o a módulos de comunicaciones para proporcionarse a una operadora de pozo.

40 El uso de comunicaciones electromagnéticas y acústicas permite la transferencia bidireccional de datos y comandos desde el módulo de tubos hasta el módulo de revestimiento. Por ejemplo, el uso de dispositivos de identificación por radiofrecuencia (RFID) y dispositivos de ondas acústicas de superficie (SAW) proporciona la base para comunicaciones entre módulos en el fondo del pozo. Preferiblemente, las comunicaciones digitales usarán baja energía para la transferencia de datos en distancias cortas entre módulos en el fondo del pozo, y los dispositivos mecánicos usados para tales comunicaciones pueden cambiar basándose en el tipo de energía usada para la transferencia de datos: las ondas electromagnéticas usan antenas mientras que la energía acústica usa material piezoeléctrico.

45 El sistema de ondas electromagnéticas se comunica entre los módulos usando bajos niveles de energía para el intercambio de datos y comandos en distancias cortas. La frecuencia de comunicaciones puede variar desde frecuencias muy altas hasta muy bajas basándose en la distancia entre módulos y la salinidad de los fluidos en el pozo. Cuanto mayor es la salinidad del fluido de pozo menor es la frecuencia requerida para la transferencia de datos y por consiguiente menor es la tasa de transferencia de datos. Los transceptores de salto corto de datos inalámbricos de los módulos o bien de revestimiento o bien de tubos comprenden antenas usadas para emitir por radiodifusión la energía entre los módulos en el pozo. Las antenas están rodeadas por material no magnético para mantener la integridad de presión del sistema pero también permitir que las señales electromagnéticas pasen a través del material no magnético.

- 5 Tal como se mencionó, otra solución a las comunicaciones de salto corto de los transceptores de salto corto de datos inalámbricos es el uso de energía acústica para transportar los datos para comunicaciones entre los módulos. La energía acústica de baja energía se usa en un tipo de comunicaciones de maestro-esclavo en el que uno de los módulos, preferiblemente el módulo de tubos, controla las comunicaciones enviando un comando al módulo esclavo que transfiere datos de vuelta al módulo principal (de tubos).
- En un ejemplo particular, o bien el módulo de tubos 20 o bien el transceptor de datos de superficie 24 comprende además un módulo de generador acústico (no mostrado en las figuras) configurado para recibir datos recopilados a partir del transceptor de datos de salto corto inalámbrico del módulo de tubos 22 y para transformar tales datos en pulsos acústicos que después se emiten de manera inalámbrica a la ubicación de superficie 110.
- 10 Más preferiblemente, la energía acústica generada mediante el módulo de generador acústico usa material piezoeléctrico que convierte energía eléctrica de alta tensión en ondas sonoras. La frecuencia para las ondas acústicas se genera mediante un controlador electrónico de módulo y se preprograma en la superficie antes del despliegue del sistema. En una realización, el conjunto piezoeléctrico puede generar ondas de cizalladura o compresión para las comunicaciones de datos. Además, la energía acústica se desplaza a través de ventanas en los
- 15 módulos de fondo de pozo que se interponen mediante el flujo de fluido de perforación de pozo entre los módulos en comunicación. Los datos que van a transmitirse a la superficie en forma de energía acústica se propagan a través de sarta o tubos de producción metálicos entre el fondo de pozo y la ubicación de superficie 110. Por consiguiente, en la superficie, el sistema de superficie 30 recopila tal energía acústica y la convierte en señales eléctricas decodificadas como información de sensor adquirida en el fondo de pozo.
- 20 La figura 5 muestra una vista en sección longitudinal esquemática de un ejemplo de un módulo de comunicación de salto corto 150 del módulo de revestimiento 10. Dado que los módulos de revestimiento 10 son normalmente metálicos, ellos conllevan la atenuación de la comunicación tanto en cuanto a potencia como en cuanto a datos transmitidos a través de los mismos.
- Tal como puede observarse a partir de esta figura, los módulos de revestimiento adyacentes 10 están
- 25 interconectados mediante un módulo de comunicación de salto corto 150 que actúa como collar no metálico, preferiblemente fabricado de material cerámico. Este módulo de comunicación de salto corto 150 proporciona un sello para la intersección de dos módulos de revestimiento adyacentes 10.
- El módulo de comunicación de salto corto 150 deja una separación 151 en el mismo que aloja la electrónica 152 tal como baterías 15, memorias, controladores y similares, operativamente en comunicación con los transceptores de
- 30 salto corto de datos inalámbricos de módulo de revestimiento 12.1, 12.2.
- Dentro de este ejemplo, se instalan dos transceptores de salto corto de datos inalámbricos de módulo de revestimiento (12.1, 12.2) en el mismo:
- el primer transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento (12.1) está ubicado en la
 - 35 separación que deja el módulo de comunicación de salto corto (150) con los módulos de revestimiento (10), estando tal primer transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento (12.1) operativamente en comunicación con el paquete de sensores de parámetros de fondo de pozo (11); y
 - el segundo transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento (12.2) ubicado en la superficie interior del módulo de revestimiento (10) y que es compatible con el transceptor de datos de salto corto inalámbrico del módulo de tubos (22).
- 40 Entre ambos transceptores de salto corto de datos inalámbricos de módulo de revestimiento 12.1, 12.2 tienen lugar conexiones cableadas para superar tal atenuación de datos/potencia.

REIVINDICACIONES

1. Método para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo de un pozo, que comprende:
 - 5 a. desplegar un módulo de revestimiento (10) como parte de una sarta de revestimiento (200) hasta una primera ubicación predeterminada en el fondo de pozo (101), comprendiendo el módulo de revestimiento (10) un sensor configurado para detectar un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado de fondo de pozo del pozo, un transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento (12), y un receptor de transferencia de potencia inalámbrico del módulo de revestimiento (13) operativamente en comunicación con el sensor y el transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento (12);
 - 10 b. desplegar un módulo de tubos (20) como parte de una sarta de tubos (210), desplegándose la sarta de tubos dentro de la sarta de revestimiento (200), comprendiendo el módulo de tubos (20) un transceptor de datos de salto corto inalámbrico del módulo de tubos (22) compatible con el transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento (12), un transceptor de datos de superficie (24) operativamente en comunicación con el transceptor de datos de salto corto inalámbrico de módulo de tubos (22), un conjunto de sensores de producción (21) operativamente en comunicación con el transceptor de datos de superficie (24), y un transmisor de potencia inalámbrico del módulo de tubos (23) compatible con el receptor de transferencia de potencia inalámbrico del módulo de revestimiento (13);
 - 20 c. desplegar un generador de potencia (25) hasta una distancia dentro del pozo;
 - d. conectar operativamente el generador de potencia (25) al módulo de tubos (20) para realizar la transmisión de potencia desde el generador de potencia hasta el transmisor de transferencia de potencia inalámbrico del módulo de tubos (23), el transceptor de datos de salto corto inalámbrico de módulo de tubos (22), el transceptor de datos de superficie (24) y el conjunto de sensores de producción (21);
 - 25 e. alinear el módulo de revestimiento (10) con el módulo de tubos (20) cuando el módulo de tubos está a una distancia con respecto al módulo de revestimiento para realizar la transmisión de datos y de potencia entre el módulo de revestimiento y el módulo de tubos;
 - f. usar el generador de potencia (25) para generar potencia en el fondo de pozo;
 - 30 g. transmitir operativamente la potencia generada desde el generador de potencia (25) hasta el transmisor de transferencia de potencia inalámbrico del módulo de tubos (23);
 - h. comunicar datos desde el transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento (12) hasta el transceptor de datos de salto corto inalámbrico del módulo de tubos (22), estando los datos relacionados con el conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo del pozo; y
 - 35 i. comunicar los datos desde el transceptor de datos de superficie (24) hasta una ubicación de superficie (110).
2. Método para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo de un pozo según la reivindicación 1, en el que el sensor del módulo de revestimiento comprende un sensor de medición de estado de cemento o un sensor de estado de revestimiento.
- 40 3. Método para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo de un pozo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la comunicación de datos desde el transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento (12) hasta el transceptor de datos de salto corto inalámbrico de módulo de tubos (22) se logra a baja potencia.
- 45 4. Método para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo de un pozo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que comunicar datos desde el transceptor de datos de superficie (24) hasta la ubicación de superficie (110) comprende la comunicación en tiempo real bidireccional de datos relacionados con el conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado de fondo de pozo del pozo entre el transceptor de datos de superficie (24) y la ubicación de superficie (110).
- 50 5. Método para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo de un pozo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

en el que el sensor se dispone en el pozo en la primera ubicación predeterminada en el fondo de pozo (101) en cemento, un revestimiento, tubos presentes en el fondo de pozo en el pozo o una combinación de los mismos.

- 5 6. Método para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo de un pozo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo del pozo comprenden datos relacionados con la esperanza de vida útil del pozo, intrusión de agua en la corriente de producción, estado de cemento, estado de depósito o una combinación de los mismos.
- 10 7. Método para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo de un pozo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que usa un sistema de superficie (30) para recopilar los datos relacionados con el conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo del pozo a partir del fondo de pozo y para procesar los datos relacionados con el conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo del pozo para dar información que puede transferirse a otro ordenador (40) o módulo de comunicaciones que va a proporcionarse a la operadora de pozo.
- 15 8. Sistema para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo de un pozo, que comprende:
- un módulo de revestimiento (10) adaptado para desplegarse en el pozo en una primera ubicación predeterminada en el fondo de pozo, comprendiendo el módulo de revestimiento (10):
 - 20 o un paquete de sensores de parámetros de fondo de pozo (11) adaptado para detectar un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo del pozo;
 - o un transceptor de salto corto de datos inalámbrico de módulo de revestimiento (12) operativamente en comunicación con el paquete de sensores de parámetros de fondo de pozo (11); y
 - 25 o un receptor de potencia inalámbrico del módulo de revestimiento (13) operativamente en comunicación con el sensor de parámetros de fondo de pozo (11) y el transceptor de salto corto de datos inalámbrico (12);
 - un módulo de tubos (20) adaptado para desplegarse en el fondo de pozo, comprendiendo el módulo de tubos:
 - 30 o un transmisor de potencia inalámbrico del módulo de tubos (23) compatible con el receptor de transferencia de potencia inalámbrico del módulo de revestimiento (13);
 - o un transceptor de datos de salto corto inalámbrico del módulo de tubos (22) compatible con el transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento (12);
 - o un transceptor de datos de superficie (24) operativamente en comunicación con el transceptor de datos de salto corto inalámbrico (22); y
 - 35 o un conjunto de sensores de producción (21) operativamente en comunicación con el transceptor de datos de superficie (24); y
 - un generador de potencia (25) operativo para proporcionar potencia eléctrica al transmisor de potencia inalámbrico del módulo de tubos (23), al transceptor de datos de salto corto inalámbrico de módulo de tubos (22), al transceptor de datos de superficie (24) y al conjunto de sensores de producción (21).
- 40 9. Sistema para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo de un pozo según la reivindicación 9, que comprende además un primer sistema de procesamiento de datos dispuesto en una ubicación de superficie (110) próxima al pozo, comprendiendo el primer sistema de procesamiento de datos (30) un transceptor de datos de superficie (25) configurado para comunicar datos en tiempo real con el transceptor de datos de superficie (24) del módulo de tubos.
- 45 10. Sistema para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo de un pozo según la reivindicación 10, en el que el primer sistema de procesamiento de datos (30) comprende además un procesador de datos (126) operativamente en comunicación con el transceptor de datos de superficie (24).
- 50 11. Sistema para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo de un pozo según la reivindicación 10 u 11, en el que el procesador de datos del primer sistema de procesamiento de datos comprende software para transformar datos recibidos a partir del módulo de tubos (20) en una representación perceptible por seres humanos de

los datos en tiempo real.

- 5
12. Sistema para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo de un pozo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, que comprende además un segundo sistema de procesamiento de datos (40) operativamente en comunicación con el primer sistema de procesamiento de datos (30).
- 10
13. Sistema para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo de un pozo según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en el que el paquete de sensores de parámetros de fondo de pozo (11) comprende un sensor adaptado para detectar datos relacionados con la esperanza de vida útil del pozo, un sensor adaptado para detectar datos relacionados con la intrusión de agua en la corriente de producción o un sensor adaptado para detectar datos relacionados con el estado de depósito así como sensores desplegados como parte del cemento o en el cemento, sensores que monitorizan el estado del revestimiento o una combinación de los mismos.
- 15
14. Sistema para la monitorización en tiempo real de un conjunto predeterminado de parámetros de fondo de pozo relacionados con el estado del fondo de un pozo según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el que el módulo de revestimiento (10) comprende además una batería (15) operativamente en comunicación con el transceptor de salto corto de datos inalámbrico del módulo de revestimiento (12), estando la batería configurada en actuación conjunta para proporcionar potencia con, o en lugar de, potencia a partir del receptor de potencia inalámbrico del módulo de revestimiento (13).

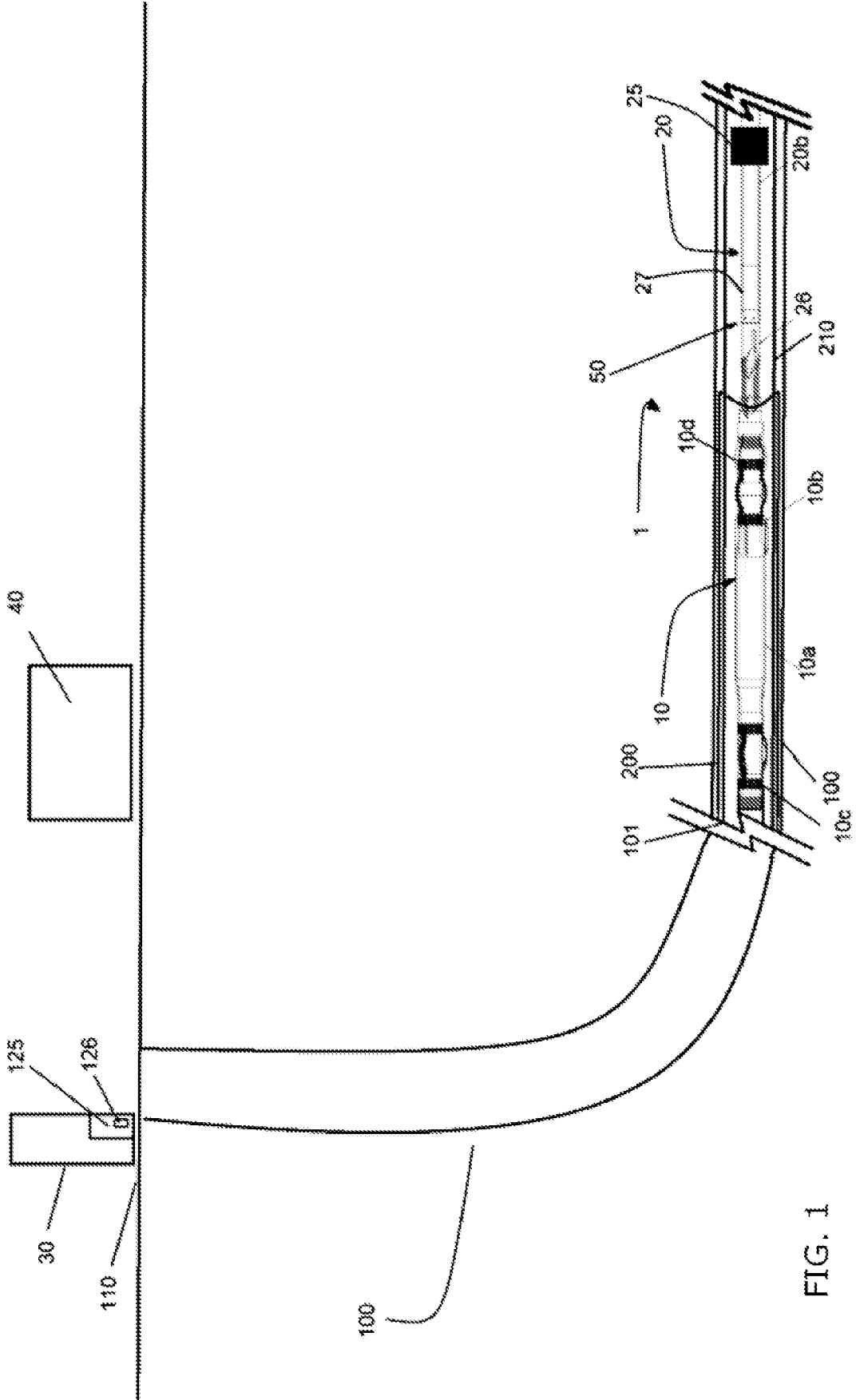


FIG. 1

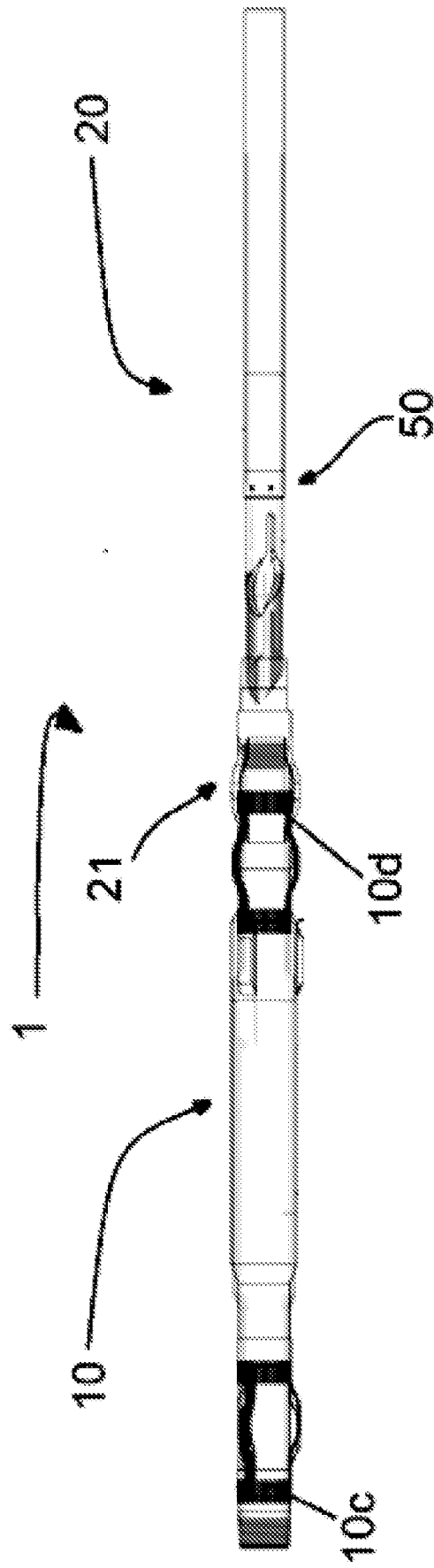


FIG. 2

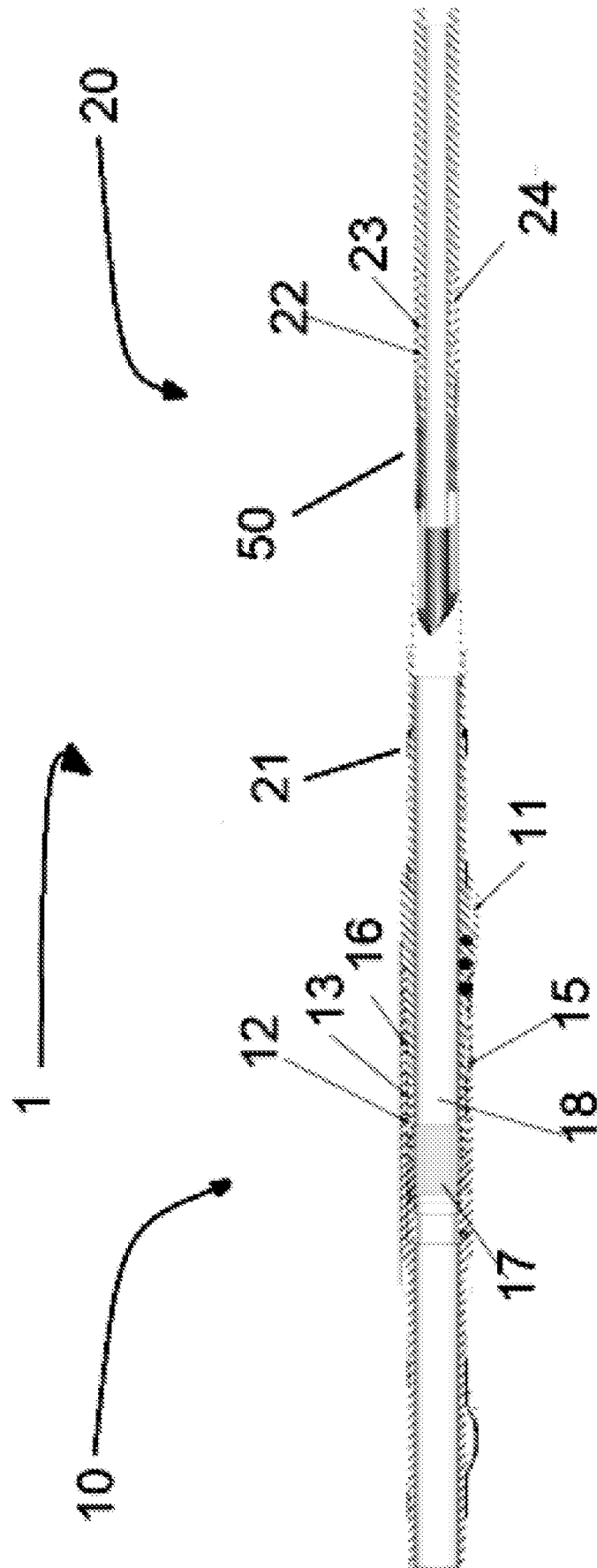


FIG. 3

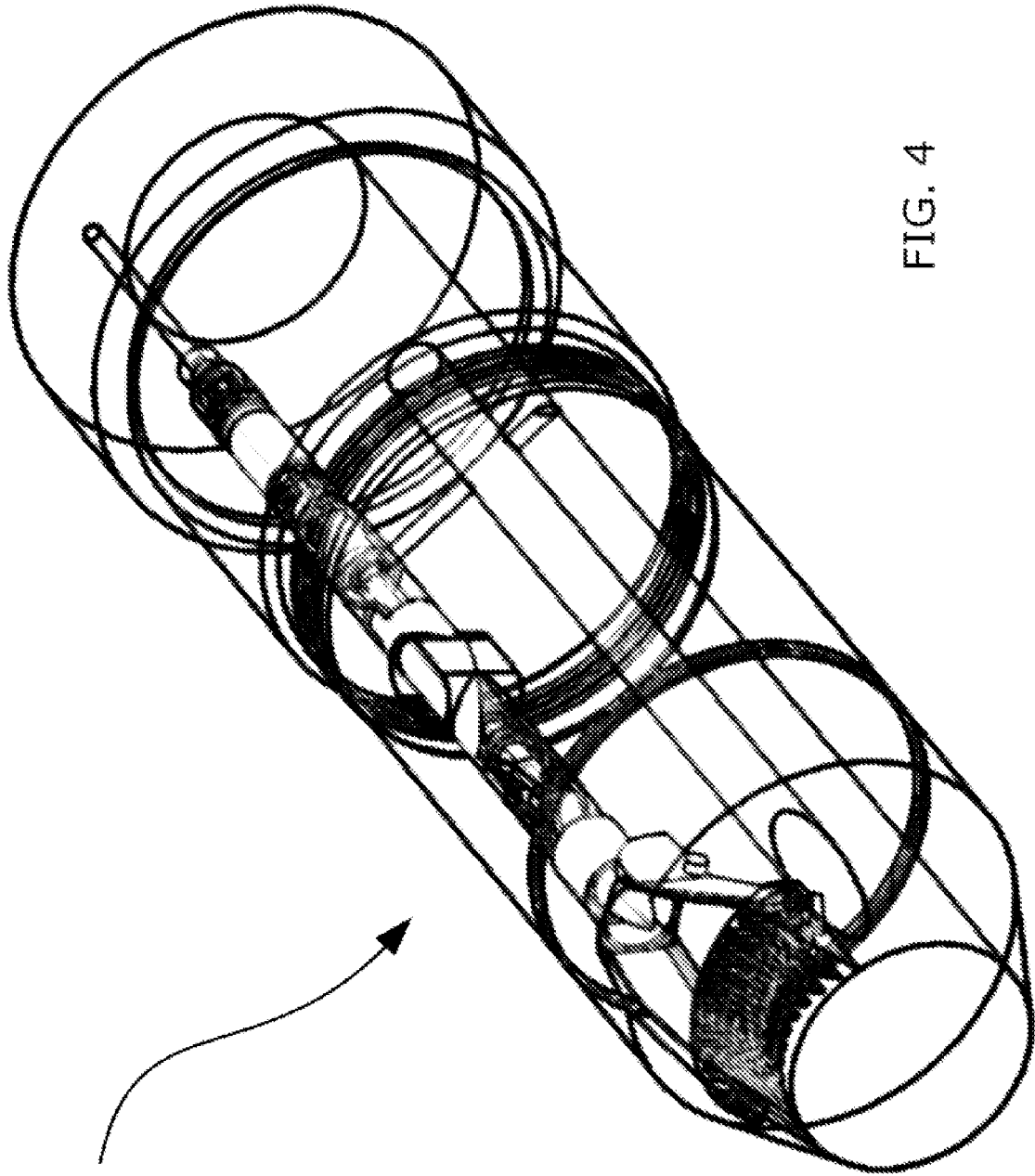


FIG. 4

25

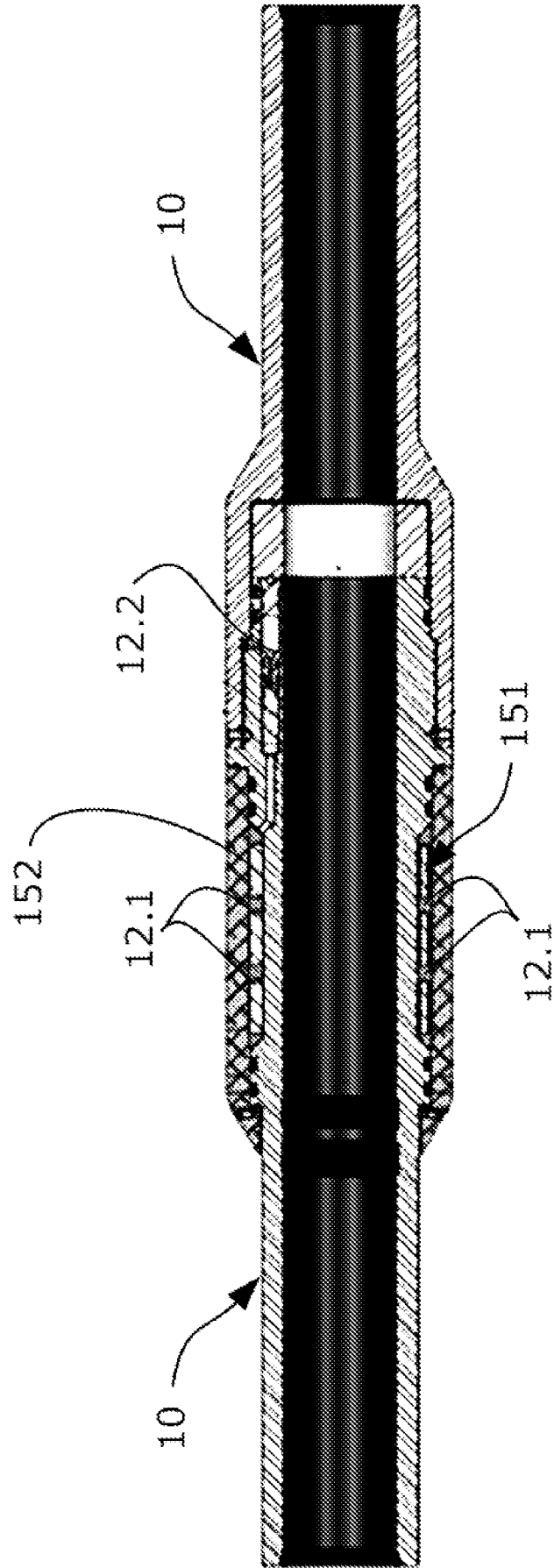


FIG. 5