

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 158**

51 Int. Cl.:

**E21B 33/138** (2006.01)

**E21B 43/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2017 PCT/NL2017/050054**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.08.2017 WO17131520**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2017 E 17718136 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 3408495**

54 Título: **Método para contrarrestar el hundimiento de la tierra en las proximidades de un depósito subterráneo**

30 Prioridad:

**29.01.2016 NL 2016185**

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

**22.05.2020**

73 Titular/es:

**KARIZAN B.V. (100.0%)  
Oldenhof 6  
7783 CL Gramsbergen, NL**

72 Inventor/es:

**ALBERTS, BERT FENNECHIENES**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 762 158 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 para contrarrestar el hundimiento de la tierra en las proximidades de un depósito subterráneo.

5 La presente invención generalmente se refiere a un método para contrarrestar el hundimiento de la tierra en las proximidades de un depósito subterráneo accesible a través de varios pozos.

10 El hundimiento de la tierra es un efecto secundario negativo conocido de la producción de recursos naturales, por ejemplo, hidrocarburos, desde un depósito subterráneo a través de un pozo. La extracción de hidrocarburos provoca la compactación de la roca del depósito, lo que conduce a un hundimiento a nivel del suelo. El hundimiento de la tierra causa daños ambientales y afecta la gestión del agua. Cuando las capas de tierra se compactan cerca de una falla natural, la tensión puede acumularse y las capas de tierra comenzarán a cambiar de manera disruptiva causando terremotos. En los últimos años, la producción de gas del campo de gas de Groningen, en la parte noreste de los Países Bajos, ha dado lugar a numerosos reclamos por daños a los edificios como resultado de los terremotos causados por la producción de gas. Muchos edificios en el área muestran daños visibles, como grietas en las paredes. Un ejemplo de un remedio de subsidencia en una gasificación de carbón in situ se ha descrito en el documentoUS 4,437,520 A1. Otro ejemplo de prevención de subsidencia debido a cavidades en una formación no consolidada se ha mencionado en el documentoUS 3,718,189 A1.

20 La presente invención tiene por objeto proporcionar un método para prevenir o minimizar el hundimiento de la tierra debido a actividades, tales como la producción de recursos (naturales), que implica el transporte de materiales hacia y/o desde un depósito subterráneo a través de un pozo que tiene una perforación que corre en dirección al depósito.

25 De acuerdo con la invención, este objetivo se logra mediante las etapas del método de llevar el material de refuerzo a un entubado presente en el pozo y hacer que el material de refuerzo fluya a través de perforaciones en el entubado para formar una serie de objetos de refuerzo de material de refuerzo alrededor del pozo, de manera que el método comprende la etapa de formar grietas en el depósito que rodea el pozo y rellenar las grietas con el material de refuerzo para formar los objetos de refuerzo.

30 Los objetos de refuerzo refuerzan el suelo del depósito que rodea la perforación y evitan adecuadamente el hundimiento de la tierra. Además, el material de refuerzo reemplaza los fluidos extraídos del depósito para evitar la compactación de la roca del depósito. La presente invención es específicamente adecuada para su uso en un depósito de suelo no permeable, como el esquisto o la roca.

35 De acuerdo con una primera modalidad preferida, los objetos de refuerzo tienen una sección transversal en forma de cúpula o arco. Ventajosamente, la forma de cúpula o arco permite a los objetos de refuerzo soportar altas cargas de las capas circundantes, por ejemplo, capas de sal, y en consecuencia atribuir para evitar el hundimiento de la tierra.

40 De acuerdo con otra modalidad preferida, un tipo adecuado de material de refuerzo comprende lechada.

En otra modalidad preferida, los objetos de refuerzo se forman alrededor de una parte sustancialmente horizontal del pozo para soportar al máximo la perforación y crear una superficie de soporte mejorada en el suelo circundante.

45 Para crear objetos de refuerzo que rodeen completamente el pozo, las perforaciones están presentes en patrones circunferenciales en el entubado.

Se utilizan ventajosamente perforaciones de producción presentes en el entubado para la producción de recursos, como los hidrocarburos. Opcionalmente, se realizan perforaciones adicionales a las perforaciones de producción presentes en el entubado para la producción de recursos, tales como hidrocarburos.

50 El equipo adecuado para usar en el método incluye una bomba que se usa para llevar el material de refuerzo al entubado. En una modalidad práctica preferida, se usa un tubo provisto de una cabeza de tobera para hacer que el material de refuerzo fluya a través de las perforaciones en el entubado.

55 En una modalidad preferida optimizada, el entubado es divisible en secciones por sellos o empaques.

De acuerdo con una elaboración preferida de la segunda modalidad preferida, las grietas se forman mediante el uso del material de refuerzo. Las dos etapas separadas de formar las grietas y formar los objetos de refuerzo se combinan efectivamente.

60 De acuerdo con una elaboración alternativa de la segunda modalidad preferida, las grietas se forman mediante el uso de líquidos de fracturación.

65 En una elaboración eficiente de la segunda modalidad preferida, el depósito se endurece, por ejemplo, mediante inyección de nitrógeno, antes de formar las grietas.

De acuerdo con una modalidad general preferida, el pozo permanece intacto para la producción de los recursos.

5 Cuando se realiza el método de acuerdo con la invención para reforzar una serie de pozos adyacentes, se define un patrón de objetos de refuerzo alrededor de los pozos adyacentes creando un plato de cimentación. Tal plato de cimentación puede soportar una pluralidad de edificios, tal como un poblado, mientras deja suficiente espacio para movimientos de flujo en el depósito.

La invención se describirá ahora adicionalmente haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las que:

10 La Figura 1 muestra una visión general esquemática de un área de tierra en la que varias perforaciones corren en la dirección de un depósito, en donde se ha aplicado el método de acuerdo con la invención;

15 La Figura 2 muestra esquemáticamente una sección transversal a través de parte de un primer depósito, que incluye un pozo, para ilustrar una primera modalidad del método de acuerdo con la invención;

La Figura 3A muestra esquemáticamente una sección transversal a través de parte de un segundo depósito, que incluye un pozo, para ilustrar una segunda modalidad del método de acuerdo con la invención en un primer período de tiempo;

20 La Figura 3B muestra esquemáticamente una sección transversal a través del pozo de la Figura 3A para ilustrar la segunda modalidad del método de acuerdo con la invención en un segundo período de tiempo; y

La Figura 3C muestra esquemáticamente una sección transversal a través del pozo de la Figura 3A para ilustrar la segunda modalidad del método de acuerdo con la invención en un tercer período de tiempo.

25 En todas las figuras, los números de referencia iguales denotan elementos iguales.

30 La Figura 1 muestra una visión general esquemática de un sitio de producción de recursos naturales, como los hidrocarburos, en el que varios pozos B corren de los pozos de producción P en la dirección de un depósito R. Las partes D del depósito R se refuerzan mediante el uso del método de acuerdo con la invención. Se crea un plato de cimentación resultante que define un patrón de objetos de refuerzo D alrededor de los pozos adyacentes B. Las líneas discontinuas S indican espacio libre entre los objetos de refuerzo D que deja espacio para los movimientos de flujo de los hidrocarburos en el depósito.

35 La Figura 2 muestra esquemáticamente una sección transversal a través de un pozo B1 de un depósito subterráneo R1 que tiene un suelo permeable para ilustrar una primera modalidad del método de acuerdo con la invención. Las Figuras 3A a 3C muestran esquemáticamente una sección transversal a través de un pozo B2 de un subterráneo R2 que tiene tierra no permeable para ilustrar una segunda modalidad del método de acuerdo con la invención en diferentes períodos de tiempo. En cada una de las Figuras 3A a 3C A se corta una sección y se muestra con más detalle.

40 En ambos depósitos R1, R2, el pozo B1, B2 comprende un entubado 10 que se inserta en una sección recientemente perforada del pozo. El entubado 10 se mantiene típicamente en su lugar con cementación 12. El entubado 10 normalmente tiene una forma tubular que recibe un tubo hueco interno alargado 11 que en la posición de uso corre en la dirección del depósito. Un espacio anular A rodea el tubo 11 y está rodeado por la pared del pozo formada por el entubado 10 y la cementación 12.

45 En el tubo 11 se reciben equipos de producción. Un ejemplo de equipo de producción adecuado es un sistema de Producción de Petróleo Recuperable por Cable (WROP) del cual se muestra un ramal de conexión 20. El sistema WROP se ha descrito en la solicitud de patente internacional WO2014/011043 del mismo solicitante. En la presente descripción se describe el llamado Sistema de Producción de Petróleo Recuperable por Cable (WROP) para la producción de hidrocarburos.

50 Los sellos o empacadores 21 están presentes para cerrar las secciones del entubado 10.

55 Las perforaciones 14 conectan el interior del entubado 10 con los alrededores del entubado 10, es decir, el suelo del depósito. En consecuencia, las perforaciones 14 también se extienden a través de la cementación 12. Típicamente, las perforaciones 14 son perforaciones de producción para la producción de recursos, tales como hidrocarburos. Opcionalmente se realizan perforaciones adicionales en el entubado. Preferentemente, las perforaciones adicionales son alternativas a las perforaciones de producción. El patrón preferido para las perforaciones es un patrón circunferencial.

60 En general, el método de acuerdo con la invención para contrarrestar el hundimiento de la tierra debido a actividades que implican el transporte de material, tal como la producción de recursos, a través de pozos comprende la etapa de llevar material de refuerzo al entubado 10 presente en el pozo B1 o B2. Se puede usar una bomba para llevar el material de refuerzo al entubado 10.

## ES 2 762 158 T3

Se hace que el material de refuerzo fluya a través de las perforaciones 14 en el entubado 10 para formar varios objetos de refuerzo D1, respectivamente D2, alrededor del pozo B1, respectivamente B2. Puede usarse equipo dedicado provisto de un cabezal de tobera.

5 Los materiales de refuerzo adecuados son materiales inyectables que se unirán al área del depósito y a la pared exterior del pozo y se endurecerán como resultado de una reacción, por ejemplo, una reacción química o una reacción térmica. El material de refuerzo puede comprender lechada, resina, tal como resina epóxica, resina de poliuretano o resina de poliéster, fibra de vidrio, caucho de silicona, almidón o cualquier combinación de los mismos. Hay varias opciones disponibles para la persona experta en la técnica relevante.

10 Los objetos de refuerzo D se forman alrededor de una parte sustancialmente horizontal del pozo B.

15 Opcionalmente, se usa una válvula de manguito deslizante 30 para controlar el flujo de fluido entre el tubo 11 y el espacio anular A. Se conocen válvulas de manguito deslizante adecuadas en el campo de la exploración y producción de gas y petróleo.

20 Cuando se aplica el método de acuerdo con la invención, el pozo permanece intacto para la producción de los recursos. Los recursos fluyen del depósito hacia el entubado 10 en una dirección del flujo F que es sustancialmente transversal al entubado 10. Como se ve en la dirección F, los objetos de refuerzo D1 y D2 tienen una sección transversal en forma de cúpula o arco. Como se ve en la dirección longitudinal del entubado 10, los objetos de refuerzo D1 y D2 tienen una forma de anillo general o una forma de rosquilla.

25 La primera modalidad del método de acuerdo con la invención comprende las etapas descritas anteriormente y es adecuada para un depósito R1 de suelo permeable, como se ilustra en la Figura 2.

La segunda modalidad comprende etapas adicionales antes de las etapas descritas anteriormente y es adecuada para un depósito R2 de tierra no permeable, tal como esquisto o roca, ilustrada en las Figuras 3A - 3C.

30 Estas etapas adicionales se relacionan con la creación de áreas de depósitos fracturados FR2. De acuerdo con la segunda modalidad, el método comprende las etapas de formar grietas en el depósito R2 que rodea el pozo B2 y llenar las grietas para formar los objetos de refuerzo. Las grietas pueden formarse mediante el uso del propio material de refuerzo o mediante el uso de líquidos de fracturación. Los líquidos de fracturación adecuados comprenden agua y apuntalantes, como arena o plástico. Antes de formar las grietas, el depósito R2 puede endurecerse, por ejemplo, mediante inyección de nitrógeno.

35 Las áreas de depósito fracturado FR2 se usan preferentemente de manera alternativa para la producción de recursos. En la Figura 3A como ejemplo, se muestran cuatro áreas de depósito fracturado FR2 en un primer período de tiempo del cual el segundo y el cuarto FR2 (vistos de izquierda a derecha) son áreas de producción y provistos de flechas F. En el primer y el tercer pasaje FR2 desde las perforaciones 14 hasta el tubo 11 están cerradas por un equipo dedicado. Un ejemplo de equipo adecuado son las válvulas de manguito o las puertas laterales 30 que se pueden deslizar sobre la superficie exterior del tubo 11, preferentemente bajo control por cable. A modo de ilustración junto a algunas de las perforaciones, se dibujan 14 áreas C para indicar pasajes cerrados. Las áreas C son áreas imaginarias y no tienen modalidad física.

40 La Figura 3B muestra la vista de la Figura 3A en un segundo período de tiempo que es posterior al primer período de tiempo. El segundo y el cuarto FR2 ya no se usan como áreas de producción, sino que se han transformado en objetos de refuerzo D2 mediante el uso del método de acuerdo con la invención. Opcionalmente, los pasajes a las perforaciones 14 están cerrados por un equipo dedicado, por ejemplo, las válvulas de manguito 30. Ahora, el primer y el tercer FR2 se han convertido en áreas de producción.

45 La Figura 3C muestra la vista de la Figura 3B en un tercer período de tiempo que es posterior al segundo período de tiempo. El primer y el tercer FR2 ya no se usan como áreas de producción, sino que también se han transformado en objetos de refuerzo D2 mediante el uso del método de acuerdo con la invención. Opcionalmente, los pasajes a las perforaciones 14 están cerrados por un equipo dedicado, por ejemplo, las válvulas de manguito deslizante 30. Se puede inyectar agua en el pozo así tratado para usar el pozo como intercambiador de calor para la aplicación geotérmica. Opcionalmente, se usa un WROP - HEX que es un dispositivo Enchufable Intercambiador de Calor 40 como se describe en el documento WO2014/011043.

50 La invención se basa en el pensamiento inventivo general para reforzar activamente un pozo que corre hacia un depósito subterráneo mediante el uso del material de refuerzo y transportándolo a través del pozo para formar objetos de refuerzo alrededor del pozo. Los objetos de refuerzo están formados por una combinación de cavidades y/o grietas rellenas con material de refuerzo y/o formación de depósitos, tal como esquisto o roca. En consecuencia, los objetos de refuerzo tendrán una forma arbitraria generalmente similar a un anillo o una forma de rosquilla y generalmente tendrán una sección transversal en forma de cúpula o de arco.

65 Aunque la invención se ha ilustrado en el contexto del refuerzo de perforaciones de pozos en un sitio de producción de hidrocarburos, la invención no se limita a perforaciones de pozos para el transporte de hidrocarburos u otros materiales

fuera de un depósito subterráneo. El método de acuerdo con la invención también se puede usar para reforzar los pozos utilizados para el transporte de materiales a un depósito subterráneo, por ejemplo, para el almacenamiento subterráneo. Algunos ejemplos de almacenamiento subterráneo incluyen la eliminación de desechos nucleares o el llenado de cavidades de sal con fluidos. El método de acuerdo con la invención también se puede usar para reforzar los pozos utilizados para el transporte (continuo) de materiales dentro y fuera de un depósito subterráneo, por ejemplo, para aplicaciones geotérmicas.

En consecuencia, la invención no se limita a la modalidad preferida descrita y mostrada. La invención se refiere en general a cualquier modalidad que se encuentre dentro del alcance de protección como se define en las reivindicaciones y como se ve a la luz de la descripción anterior y los dibujos adjuntos.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método para contrarrestar el hundimiento de la tierra debido a actividades, tales como la producción de recursos, dichas actividades que implican el transporte de materiales hacia y/o desde un depósito subterráneo (R; R1; R2) a través de un pozo (P) que tiene una perforación (B; B1 ; B2) corriendo en la dirección del depósito, por lo que el método comprende las etapas de llevar el material de refuerzo a un entubado (10) presente en el pozo y hacer que el material de refuerzo fluya a través de perforaciones (14) en el entubado para formar un número de objetos de refuerzo (D; D1; D2) de material de refuerzo alrededor del pozo, caracterizado porque el método comprende la etapa de formar grietas en el depósito (R2) que rodea el pozo (B2) y rellenar las grietas con el material de refuerzo para formar los objetos de refuerzo (D2).
- 10 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los objetos de refuerzo (D; D1; D2) tienen una sección transversal en forma de cúpula o arco.
- 15 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el material de refuerzo comprende lechada.
4. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde los objetos de refuerzo (D; D1; D2) se forman alrededor de una parte sustancialmente horizontal del pozo (B; B1; B2).
- 20 5. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde las perforaciones (14) están presentes en patrones circunferenciales en el entubado (10).
- 25 6. Método de acuerdo con la reivindicación 5, de manera que se utilizan perforaciones de producción presentes en el entubado (10) para la producción de recursos, tales como hidrocarburos.
7. Método de acuerdo con la reivindicación 6, de manera que se realizan perforaciones adicionales además de las perforaciones de producción presentes en el entubado (10) para la producción de recursos, tales como hidrocarburos.
- 30 8. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, de manera que se usa una bomba para llevar el material de refuerzo al entubado (10).
- 35 9. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, de manera que se utiliza un tubo (11) provisto de una cabeza de tobera para hacer que el material de refuerzo fluya a través de las perforaciones (14) en el entubado (10).
- 40 10. Método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el entubado (10) es divisible en secciones por sellos (21).
11. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde las grietas se forman mediante el uso del material de refuerzo.
- 45 12. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde las grietas se forman mediante el uso de líquido de fractura.
13. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde el depósito se endurece, preferentemente por inyección de nitrógeno, antes de formar las grietas.
- 50 14. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde el pozo (B; B1; B2) permanece intacto para la producción de los recursos.
15. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, de manera que se define un patrón de objetos de refuerzo (D; D1; D2) alrededor de los pozos adyacentes (B; B1; B2) creando un plato de cimentación.

Fig. 1

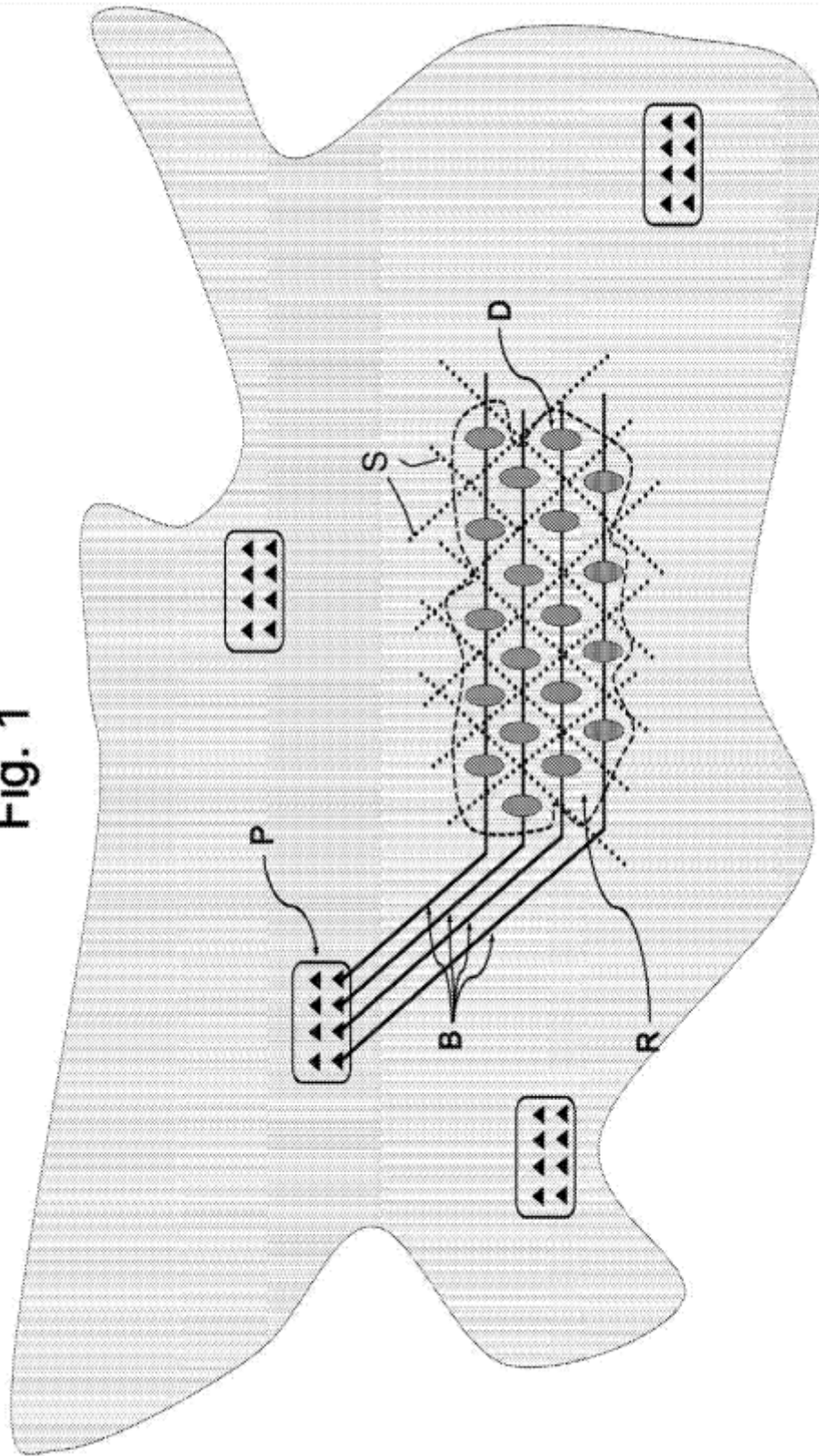


Fig. 2

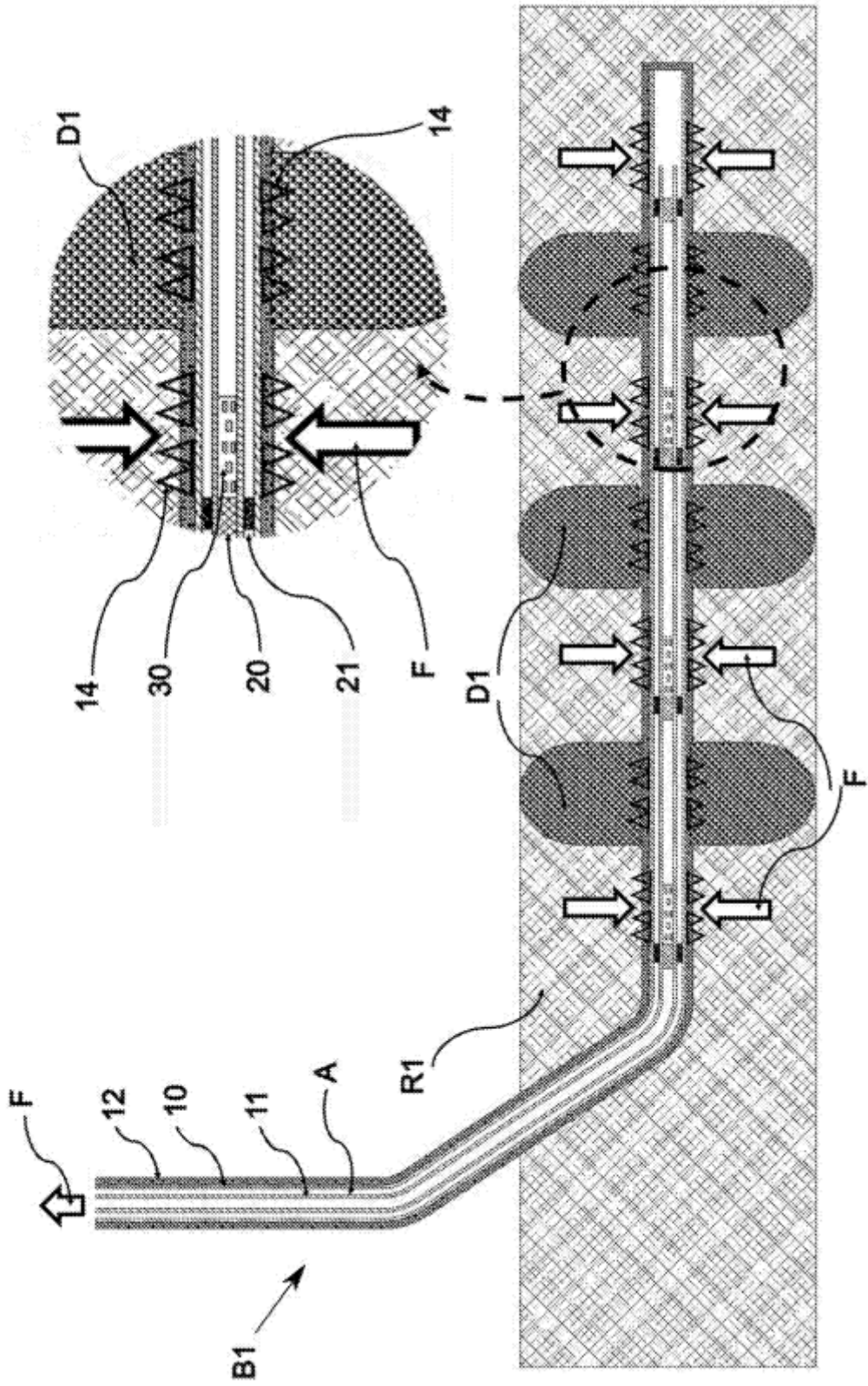




Fig. 3A

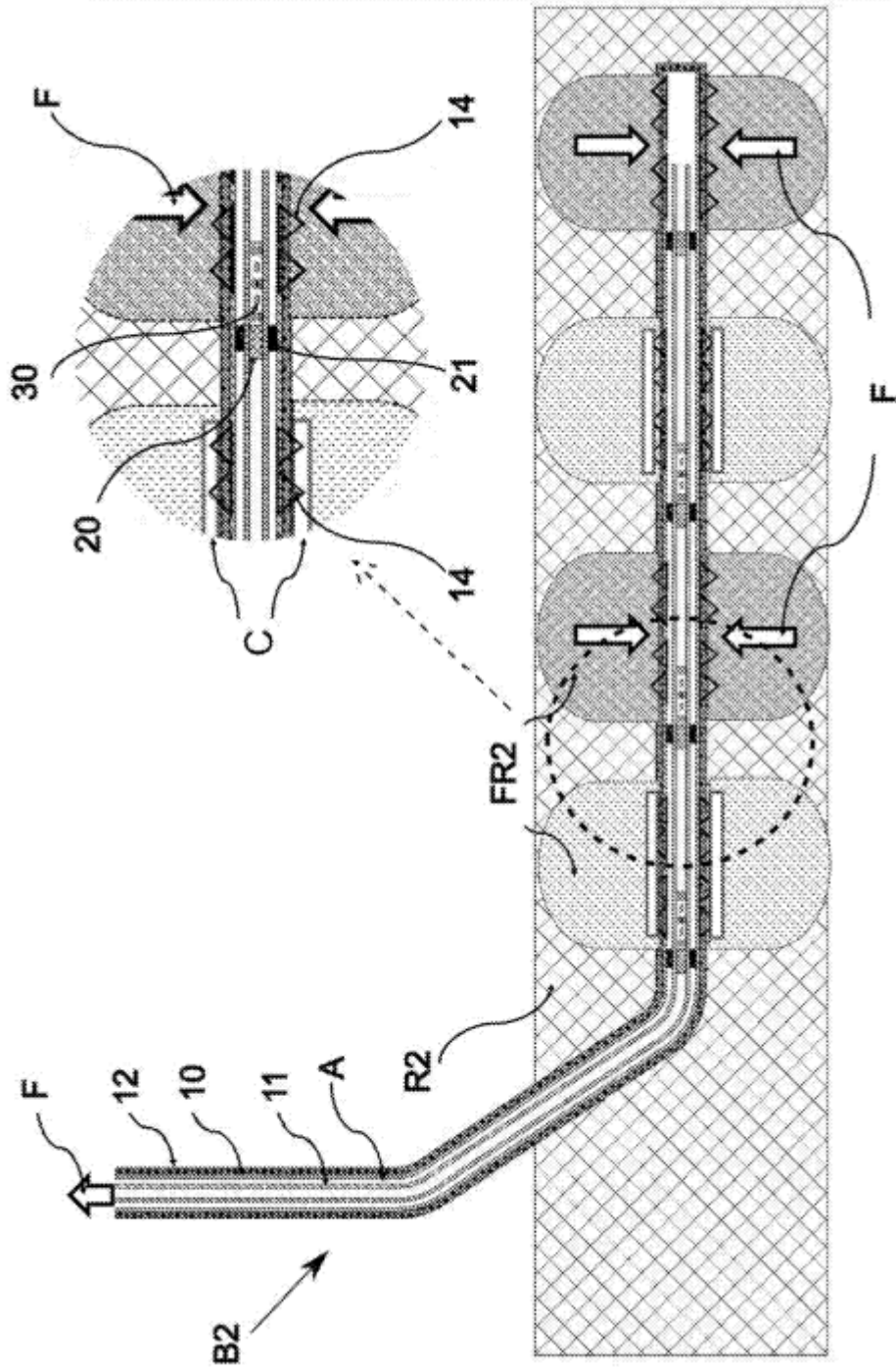


Fig. 3B

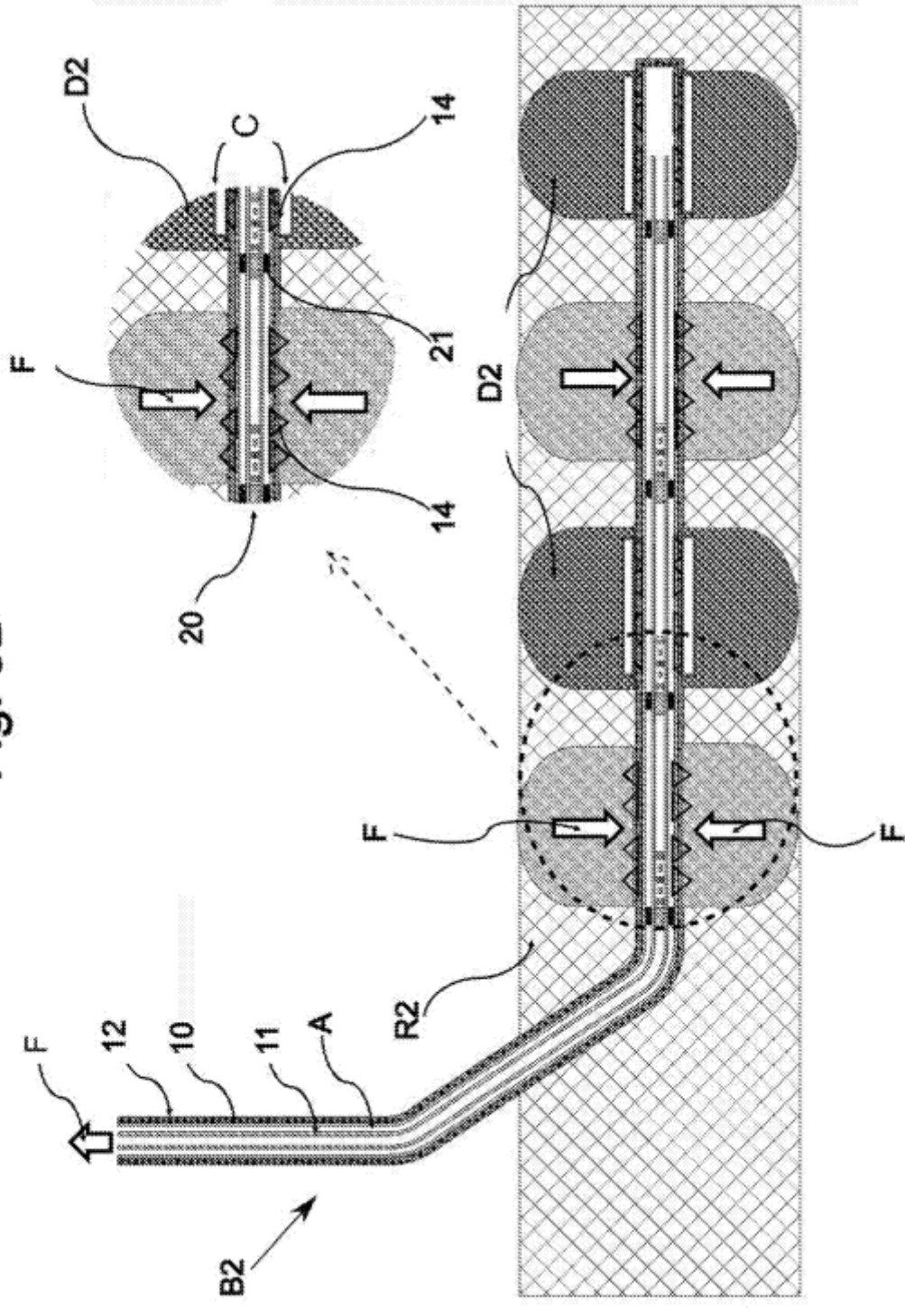


Fig. 3C

