

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 630**

51 Int. Cl.:

E21B 43/08 (2006.01)
E21B 43/10 (2006.01)
E21B 33/12 (2006.01)
E21B 43/16 (2006.01)
E21B 43/25 (2006.01)
E21B 43/12 (2006.01)
E21B 43/26 (2006.01)
E21B 43/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.05.2015 PCT/AU2015/050271**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2015 WO15176139**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2015 E 15795690 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3146147**

54 Título: **Extracción de gas de esquisto**

30 Prioridad:

22.05.2014 AU 2014901918

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.03.2020

73 Titular/es:

**ANNSCA ENERGY PTY LTD (100.0%)
Level 26, 1/7 Bligh Street
Sydney NSW 2000 , AU**

72 Inventor/es:

BERTANI, ROMOLO LORENZO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 750 630 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

Extracción de gas de esquisto

Campo de la invención

5 La presente descripción está relacionada con extracción de gas de esquisto que incluye técnicas de extracción que utilizan fractura hidráulica (*fracking*).

Antecedentes de la invención

El gas de esquisto es un natural gas que se puede encontrar en formaciones de esquisto. Para extraer gas de esquisto de formaciones de esquisto, se ha usado fractura hidráulica (*fracking*) para ayudar a la liberación del gas de esquisto para que pueda ser extraído a la superficie para su uso.

10 La fractura hidráulica implica inyectar un fluido fracturador, que puede incluir agua mezclada con arena y otros productos químicos, a alta presión en la formación de esquisto que contiene el gas de esquisto. La presión del fluido hidráulico provoca las fracturas en la roca de esquisto que se abre para crear fisuras en la roca. La arena (u otro agente de sostén en el fluido fracturador) mantiene abiertas las fisuras de modo que fluidos de formación, p. ej. gas de esquisto, pueden fluir a través de la formación de esquisto fracturada. Se proporciona una tubería de producción a la formación de esquisto fracturada, conocida como zona de producción, y entonces se extrae el gas de esquisto de la zona de producción a la superficie a través de la tubería de producción.

15 En algunas áreas, la formación de esquisto se ubica por debajo de una capa de roca permeable a agua, que puede incluir un acuífero. También es deseable reducir o minimizar la contaminación al agua en el acuífero por razones medioambientales. Es deseable reducir o minimizar la contaminación a cualesquiera otras formaciones o áreas fuera de la zona de producción por razones similares. Además, la fuga incontrolada de gas de esquisto puede añadirse a emisiones de gas de efecto invernadero.

20 Un sistema para extraer gas de esquisto que describe los rasgos definidos dentro del preámbulo de la reivindicación 1 se conoce del documento WO 2006/130649. El documento US 8 215 164 describe un sistema para detectar fuga durante extracción de gas de esquisto. El documento US 5 673 752 describe un conjunto de filtro con una entrada inferior y una salida superior.

Compendio de la invención

Un sistema para extraer gas de esquisto según la invención tiene los rasgos definidos dentro de la reivindicación 1. El método correspondiente según la invención está definido por los rasgos según la reivindicación 9.

30 En un primer aspecto, la presente descripción proporciona un sistema para extraer gas de esquisto en un área que incluye una capa permeable a agua por encima de una capa de esquisto subyacente, el sistema incluye: una tubería de producción ubicada en una perforación que pasa a través de la capa permeable a agua a la capa de esquisto; medios de filtro que rodean al menos un trozo de la tubería de producción en la perforación, en donde los medios de filtro se proporcionan en y/o debajo de la capa permeable a agua para capturar al menos un contaminante antes de que entre a la capa permeable a agua.

35 En una forma el contaminante incluye un gas de esquisto. El contaminante también puede incluir uno o más de los siguientes productos químicos: cianuro, ácido clorhídrico, ácido fórmico, ácido bórico, otros ácidos, cloruro de amonio cuaternario, cloruro de sodio, metanol, acetaldehído, destilado de petróleo, potasio y metaborato.

40 En una forma, la capa permeable a agua incluye un acuífero, en donde los medios de filtro se proporcionan al menos en la región de la perforación que pasa a través de una zona freática del acuífero. Los medios de filtro se ubican desde la región de la perforación que pasa a través de la zona freática del acuífero a una región por encima del nivel freático del acuífero.

En una forma, la perforación pasa a través de una capa impermeable ubicada entre la capa permeable a agua y la capa de esquisto, en donde los medios de filtro se ubican desde la región de la perforación que pasa a través de la capa permeable a agua a al menos parte de una región de la perforación que pasa a través de la capa impermeable.

45 En una forma, el sistema incluye además: al menos un conjunto de filtro, en donde el conjunto de filtro incluye: una tubería hueca adaptada para recibir un trozo de la tubería de producción; y un trozo de filtro que rodea un trozo orientado hacia fuera de la tubería hueca y que forma parte de los medios de filtro.

En una forma, el sistema incluye además cemento en un espacio anular entre la tubería de producción y una superficie interior de la tubería hueca, en donde el cemento ayuda a asegurar el conjunto de filtro y la tubería de producción.

50 En una forma, el al menos un conjunto de filtro incluye: un primer acoplamiento de tubería en un primer extremo de la tubería hueca; y un segundo acoplamiento de tubería en un segundo extremo de la tubería hueca, en donde el primer acoplamiento de tubería del conjunto de filtro se adapta para acoplarse con el segundo acoplamiento de tubería de un

conjunto de filtro adyacente para permitir acoplamiento de extremo con extremo de múltiples conjuntos de filtro.

- 5 En una forma, el al menos un conjunto de filtro se adapta para recibir una funda retirable que rodea el trozo de filtro, en donde la funda retirable se proporciona para proteger el trozo de filtro antes de usar, y en uso la funda retirable se retira para exponer el filtro a la perforación. En una forma adicional, el trozo de filtro tiene una configuración colapsada y una configuración expandida, en donde en la configuración colapsada un diámetro total del conjunto de filtro es menor que el diámetro total del conjunto de filtro cuando el trozo de filtro está en la configuración expandida, en donde la configuración colapsada ayuda a ubicar el conjunto de filtro en la ubicación en uso en la perforación.

En una forma, el conjunto de filtro se adapta para recibir la funda retirable cuando el trozo de filtro está en la configuración colapsada.

- 10 En una forma, cuando el conjunto de filtro está en la posición en uso, el trozo de filtro en la configuración expandida está en contacto con la pared adyacente de la perforación.

En una forma, el sistema incluye además al menos un sensor de gas o de contaminación ubicado con los medios de filtro, en donde se pueden usar datos desde el sensor de gas o de contaminación para derivar el estado de contaminación del filtro. El sensor de gas o de contaminación puede ser parte del conjunto de filtro.

- 15 En una forma adicional, el sistema incluye un embudo ubicado debajo de los medios de filtro, en donde el embudo se proporciona para canalizar gases ascendentes hacia los medios de filtro. El embudo puede incluir una entrada y una salida que tienen una abertura dirigida a los medios de filtro, en donde la entrada tiene una abertura más grande que una abertura de la salida, y en uso la entrada se dirige hacia abajo de manera que gases ascendentes debajo del embudo son recibidos en la entrada y canalizados a la salida hacia los medios de filtro.

- 20 En una forma del sistema, un fluido fracturador se bombea a la capa de esquisto para fracturar esquisto en la capa de esquisto subyacente para formar una zona de producción y un trozo de la tubería de producción se ubica en la zona de producción para extraer gas de esquisto.

En una forma del sistema, parte del trozo de la tubería de producción se extiende, al menos en parte, en una dirección horizontal cruzando la zona de producción.

- 25 En una forma adicional, el sistema incluye al menos una tubería de aspirador que tiene al menos una entrada para retirar un contaminante de la zona de producción, en donde la al menos una entrada se ubica entre la zona freática de un acuífero en la capa permeable a agua y la zona de producción. El contaminante de la zona de producción incluye al menos uno de gases residuales de la zona de producción, o al menos un componente o compuesto del fluido fracturador.

- 30 En una forma, la al menos una tubería de aspirador incluye un material que produce un campo magnético, o incluye un generador de campo magnético para generar un campo magnético asociado con la tubería de aspirador, y el fluido de fracturación hidráulica incluye un ferrofluido, en donde el campo magnético se proporciona para atraer el ferrofluido en el fluido de fracturación hidráulica hacia la al menos una tubería de aspirador.

- 35 En una forma, la al menos una entrada de la tubería de aspirador se ubica aproximadamente a medio camino entre la zona freática y la zona de producción. En una forma adicional, la al menos una tubería de aspirador incluye una pluralidad de tuberías de aspirador para formar una distribución de entradas, en donde la distribución de entradas es una distribución sustancialmente plana. En una forma, la distribución sustancialmente plana es sustancialmente horizontal.

- 40 En una forma, la al menos una tubería de aspirador incluye además al menos un sensor de gas o de contaminación para detectar la presencia de uno o más gases o contaminantes.

- 45 En otro aspecto, la presente descripción proporciona un método para capturar al menos un contaminante en proximidad a una tubería de producción en una perforación descendente para extracción de gas de esquisto, la perforación descendente pasa a través de una capa permeable a agua a una capa de esquisto subyacente, el método incluye: proporcionar medios de filtro para rodear al menos un trozo de la tubería de producción en la perforación en y/o debajo de la capa permeable a agua para capturar al menos un contaminante antes de que entre a la capa permeable a agua.

En una forma, el método incluye además proporcionar un embudo ubicado debajo de los medios de filtro, en donde el embudo canaliza gases ascendentes a los medios de filtro.

- 50 En otro aspecto, la presente descripción proporciona un método para recuperar componentes de un fluido de fracturación hidráulica que incluye un ferrofluido en proximidad de una zona de producción durante extracción de gas de esquisto, el método incluye las etapas de; proporcionar al menos una tubería de aspirador en proximidad a la zona de producción, la tubería de aspirador tiene un material que produce un campo magnético, o se proporciona un generador de campo magnético para generar un campo magnético asociado con la tubería de aspirador; atraer el ferrofluido en el fluido de fracturación hidráulica hacia la al menos una tubería de aspirador con el campo magnético;

aspirar el ferrofluido a través de la tubería de aspirador.

5 En otro aspecto, la presente descripción proporciona un método para completar una perforación descendente para extracción de gas de esquisto, la perforación descendente pasa a través de una capa permeable a agua a una capa de esquisto subyacente, el método incluye: taladrar una perforación a la capa de esquisto, la perforación se dimensiona para recibir una tubería de producción y unos medios de filtro; proporcionar la tubería de producción a través de la perforación a la capa de esquisto; proporcionar los medios de filtro en la perforación, los medios de filtro rodean un trozo de la tubería de producción en la perforación, en donde los medios de filtro se ubican en y/o debajo de la capa permeable a agua para capturar al menos un contaminante antes de que entre a la capa permeable a agua.

10 En una forma, la capa permeable a agua es un acuífero, y el método incluye además: proporcionar los medios de filtro desde la dicha parte de la región de la perforación que pasa a través de la capa permeable a agua al nivel freático del acuífero.

15 En una forma, la perforación pasa a través de una capa impermeable ubicada entre la capa permeable a agua y la capa de esquisto, y el método incluye además: proporcionar los medios de filtro desde la región de la perforación que pasa a través de la capa permeable a agua a al menos parte de una región de la perforación que pasa a través de la capa impermeable.

En una forma, el método incluye además proporcionar un embudo ubicado debajo de los medios de filtro, en donde el embudo canaliza gases ascendentes hacia los medios de filtro.

20 En una forma, los medios de filtro son parte de al menos un conjunto de filtro que incluye: una tubería hueca adaptada para recibir un trozo de la tubería de producción; y un trozo de filtro que rodea un trozo orientado hacia fuera de la tubería hueca, en donde una funda retirable rodea y protege el trozo de filtro antes de usar, en donde la etapa de proporcionar los medios de filtro en la perforación incluye las etapas de: bajar por la perforación el al menos un conjunto de filtro que tiene una funda circundante que protege el trozo de filtro; ubicar el al menos un conjunto de filtro en la ubicación en uso; y retirar la funda.

25 En una forma adicional, el método para completar la perforación descendente incluye proporcionar una pluralidad de conjuntos de filtro para formar los medios de filtro en la perforación, en donde cada conjunto de filtro incluye: un primer acoplamiento de tubería en un primer extremo de la tubería hueca; y un segundo acoplamiento de tubería en un segundo extremo de la tubería hueca, en donde el primer acoplamiento de tubería del conjunto de filtro se adapta para acoplarse con el segundo acoplamiento de tubería de un conjunto de filtro adyacente para permitir acoplamiento de extremo con extremo de múltiples conjuntos de filtro, en donde el método incluye además las etapas de: bajar un subsiguiente conjunto de filtro que tiene una funda circundante que protege el trozo de filtro bajando la perforación a una ubicación por encima de un conjunto de filtro ubicado previamente en la ubicación en uso; acoplando el subsiguiente conjunto de filtro al conjunto de filtro ubicado previamente; y retirar la funda del subsiguiente conjunto de filtro.

35 En otro aspecto, la presente descripción proporciona un conjunto de filtro para uso en el sistema mencionado anteriormente, el conjunto de filtro incluye: una tubería hueca adaptada para recibir un trozo de la tubería de producción; y un trozo de filtro que rodea un trozo orientado hacia fuera de la tubería hueca.

40 En una forma, el conjunto de filtro incluye además: un primer acoplamiento de tubería en un primer extremo de la tubería hueca; y un segundo acoplamiento de tubería en un segundo extremo de la tubería hueca, en donde el primer acoplamiento de tubería del conjunto de filtro se adapta para acoplarse con el segundo acoplamiento de tubería de un conjunto de filtro adyacente para permitir acoplamiento de extremo con extremo de múltiples conjuntos de filtro.

En otra forma, el conjunto de filtro se adapta para recibir una funda retirable que rodea el trozo de filtro, en donde la funda retirable se proporciona para proteger el trozo de filtro antes de usar, y en uso la funda retirable se retira para exponer el filtro a la perforación.

45 En una forma, el trozo de filtro tiene una configuración colapsada y una configuración expandida, en donde en la configuración colapsada un diámetro total del conjunto de filtro es menor que el diámetro total del conjunto de filtro cuando el trozo de filtro está en la configuración expandida, en donde la configuración colapsada ayuda a localizar el conjunto de filtro en la ubicación en uso en la perforación.

En una forma, el conjunto de filtro se adapta para recibir la funda retirable cuando el trozo de filtro está en la configuración colapsada.

50 En una forma, el conjunto de filtro incluye al menos un sensor de gas o de contaminación ubicado con los medios de filtro, en donde se pueden usar datos desde el sensor de gas o de contaminación para derivar el estado de contaminación del filtro.

55 En otro aspecto, la presente descripción proporciona un embudo para uso con el sistema mencionado anteriormente, el embudo incluye una entrada y una salida, en donde la entrada tiene una abertura más grande que una abertura de la salida.

Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 es una vista seccionada en perspectiva de una realización de un sistema para extracción de gas de esquisto;
- 5 la figura 2 es una vista seccionada en perspectiva de un conjunto de filtro con un trozo de filtro en la configuración expandida y otro trozo de filtro en la configuración colapsada;
- la figura 3 es una vista seccionada de un trozo del conjunto de filtro de la figura 2 con una sección de una tubería de producción;
- la figura 4 es una vista seccionada en perspectiva de un trozo de una realización alternativa de un conjunto de filtro que tiene un trozo de filtro fijo;
- 10 la figura 5 es una vista lateral de la realización del conjunto de filtro de la figura 4;
- la figura 6 es una vista en perspectiva de un embudo y un trozo de la tubería de producción y el conjunto de filtro;
- la figura 7 es una vista lateral de un trozo de una tubería de aspirador;
- la figura 8 es una vista lateral esquemática de una sección de un área de producción de esquisto que muestra una perforación y capas de estratos;
- 15 la figura 9 es una vista lateral esquemática de la tubería de producción en la perforación;
- la figura 10 es una vista lateral esquemática de un embudo ubicado en la capa impermeable;
- la figura 11 es una vista lateral esquemática de conjuntos de filtro primero y segundo ubicados por encima del embudo;
- la figura 12 es una vista lateral esquemática del sistema completado, donde entre los conjuntos de filtro y la tubería de producción se proporciona cemento, y una distribución de aspiradores ubicados por encima de la zona de producción;
- 20 la figura 13 es una vista lateral esquemática de una realización alternativa del conjunto de filtro con un embudo;
- la figura 14 es una vista parcialmente seccionada en perspectiva del conjunto de filtro de la figura 13;
- la figura 15 es una vista de extremo en sección transversal del conjunto de filtro de la figura 14 con el trozo exterior de filtro en la configuración expandida;
- 25 las figuras 16, 16A y 17 son vistas en sección transversal y lateral de realizaciones adicionales de un conjunto de filtro;
- la figura 18 es una vista lateral de un conjunto de filtro de figuras 16, 16A y 17 in situ; y
- la figura 19 es una vista lateral de una tubería electromagnética que forma parte de un sistema completado.

Descripción detallada de las realizaciones

Descripción general

- 30 La figura 1 ilustra un sistema 1 para extracción de gas de esquisto. Una capa permeable a agua 3 suprayace al área donde se extrae el gas de esquisto, que incluye una capa de esquisto subyacente 5. El sistema incluye una boca de pozo 10 desde la que se extiende una tubería de producción 7 adentro de una perforación 9 que pasa a través de la capa permeable a agua 3 y a la capa de esquisto 5. Medios de filtro 11, en forma de pluralidad de conjuntos de filtro
- 35 21 unidos extremo con extremo, también se ubican en la perforación 9 y rodean un trozo de la tubería de producción 7, en donde los conjuntos de filtro 21 se proporcionan en al menos parte de una región de la perforación 9 debajo de la capa permeable a agua 3.
- En una realización, los conjuntos de filtro 21 también se proporcionan alrededor de la tubería de producción 7 donde la tubería de producción pasa a través de una zona freática 4 de un acuífero 8 en la capa permeable a agua 3. Los conjuntos de filtro 21 pueden capturar al menos un contaminante que puede haber fugado de una zona de producción
- 40 6 de la capa de esquisto 5. Esto puede incluir gas de esquisto que fuga de la zona de producción 6 que, debido a menor densidad, sube hacia arriba en o alrededor de la perforación 9 hacia la boca de pozo 10. Esto puede mitigar cuestiones con el sellado de la tubería de producción 7 y las paredes de la perforación 9 en las regiones alrededor de la frontera de la zona de producción 7, por lo que una pobre junta de sellado puede resultar en gas de esquisto que fuga de la zona de producción 6 a lo largo o alrededor de la perforación 9. Como alternativa o adicionalmente, los
- 45 conjuntos de filtro 21 pueden capturar al menos un contaminante que puede haber fugado en o alrededor de la tubería de producción 7. Tal fuga puede incluir casos donde la tubería de producción 7 o cemento circundante se ha agrietado o fracturado provocando una fuga desde la tubería de producción 7. Es más, los conjuntos de filtro 21 pueden atraer uno o más contaminantes alrededor del área de los conjuntos de filtro 21, reduciendo de ese modo o impidiendo

contaminantes (o fluidos y productos químicos) en las inmediaciones de los conjuntos de filtro 21 para que no pasen entre capas de formación a través de las que pasa la perforación 9.

5 Se tiene que apreciar que en algunas realizaciones los conjuntos de filtro 21 pueden capturar algo pero no todo del al menos un contaminante. Por lo tanto referencia a capturar que se describe en esta memoria puede incluir capturar sustancialmente todos los contaminantes, o como alternativa una porción de los contaminantes. Esto es, algunas realizaciones del filtro pueden capturar contaminantes para reducir la cantidad total de contaminantes que fugan para que no contaminen una o más capas de sustrato. En algunas realizaciones los conjuntos de filtro 21 pueden capturar el al menos un contaminante al absorber y/o adsorber el contaminante.

10 En la realización ilustrada, una capa impermeable 13 se ubica entre la capa permeable a agua 3 y la capa de esquisto 5. Los conjuntos de filtro 21 se proporcionan alrededor de la tubería de producción 7 desde una región de la capa impermeable 13 a través de la zona freática 4 del acuífero 8 y a una región por encima de un nivel freático 14 del acuífero 8. Esta configuración puede reducir o minimizar la contaminación del agua en el acuífero 8.

15 Debajo del conjunto de filtro 21 más bajo que se ubica en la capa impermeable 13 hay un embudo 15. El embudo 15 se proporciona para canalizar gas que fuga que puede permear hacia arriba desde un área debajo del embudo 15 hacia los conjuntos de filtro 21.

Ahora se describirán en detalle los componentes del sistema.

Conjunto de filtro

Primera realización - Trozo de filtro expandible y colapsable

Ahora se describirá el conjunto de filtro 21 según una primera realización con referencia a las figuras 2 y 3.

20 La figura 2 ilustra un conjunto de filtro 21 que incluye una tubería hueca 23 a través de la que se extiende un trozo de la tubería de producción 7. En una realización, como se ilustra en la figura 3, el diámetro de la tubería hueca 23 se hace de un tamaño para proporcionar huelgo 24 no únicamente para la anchura de la tubería de producción 7, sino también para permitir proporcionar cemento entre la pared exterior de la tubería de producción 7 y la pared interior 25 de la tubería hueca 23, típicamente del orden de 1 a 2 cm.

25 En un primer extremo 27 de la tubería hueca 23 hay un primer acoplamiento de tubería 29 que es en forma de roscas externas en una superficie exterior de tubería. En un segundo extremo 31 de la tubería hueca 23 hay un segundo acoplamiento de tubería 33 que es en forma de roscas internas complementarias. Los acoplamientos de tubería primero y segundo 29, 33 se adaptan para permitir que conjuntos de filtro adyacentes similares 21 se acoplen entre sí en extremos correspondientes. Así múltiples conjuntos de filtro 21 se puede conectan entre sí, extremo con extremo, para formar una longitud indefinida de conjuntos de filtro acoplados. Se tiene que apreciar que se puede usar otra forma de acoplamientos de tubería, diferente a las conexiones roscadas descritas anteriormente.

30 Un trozo de filtro 35 se proporciona en un trozo orientado hacia fuera 26 de la tubería hueca 23. En la realización ilustrada el trozo de filtro 35 es sustancialmente anular y rodea el trozo orientado hacia fuera 26 de la tubería hueca 23.

35 En la realización ilustrada en las figuras 2 a 3, el conjunto de filtro 21 incluye dos trozos de filtro 35, donde los trozos de filtro 35 pueden tener una configuración colapsada 37 y una configuración expandida 39. Aunque se ilustra con un trozo de filtro 37 colapsado y otro trozo de filtro 39 expandido, se tiene que apreciar que el conjunto de filtro 21 se puede configurar para tener ambos trozos de filtro 35 colapsados o ambos trozos de filtro 35 expandidos. Cuando los trozos de filtro 35 están en la configuración colapsada 37, el diámetro total del conjunto de filtro 21 se reduce cuando se compara con el diámetro total del conjunto de filtro cuando uno o más de los trozos de filtro 35 está en la configuración expandida. Dado que el diámetro total es más pequeño en la configuración colapsada 37, esto ayuda a mover y ubicar el conjunto de filtro 21 bajando por la perforación 9, que en algunos trozos puede tener un diámetro menor que el diámetro total cuando un trozo de filtro 35 está en una configuración expandida. Esto puede ser ventajoso para permitir un agujero de diámetro más pequeño en trozos de la perforación 9 por encima de la ubicación en uso del conjunto de filtro 21. Esto reduce el requisito de escariar una perforación más grande 9 desde la boca de pozo 10 a la ubicación en uso del conjunto de filtro 21. Esto puede proporcionar algunos ahorros en tiempo, esfuerzo y coste de taladrado/escariado.

40 Los trozos de filtro 35 se pueden expandir desde el estado colapsado al bombear un fluido al trozo de filtro 35 colapsada. En una realización, la expansión del trozo de filtro puede ser provocada al bombear un gas, o gases, para inflar el trozo de filtro 35. En una realización, el conjunto de filtro 21 puede incluir una o más cámaras de inflado para ayudar en la expansión. En una realización adicional las cámaras de expansión son integrales a los trozos de filtro 35. Los gases pueden ser bombeados a través de un conducto desde la boca de pozo 10 bajando al trozo de filtro 35 que va a ser inflado selectivamente. Gases adecuados para expandir el trozo de filtro pueden incluir nitrógeno y aire comprimido.

55 Haciendo referencia a la figura 3, el conjunto de filtro 21 puede recibir una funda protectora retirable 41 para proteger

ES 2 750 630 T3

5 el trozo de filtro 35. La funda protectora retirable 41 puede ser una tubería o estructura semejante a una tubería, y se puede formar de metal, plásticos, plásticos reforzados con fibra, u otro material adecuado. La funda protectora retirable 41 sirve para proteger el trozo de filtro 35 cuando no está en uso, en particular cuando el conjunto de filtro 21 está siendo bajado por la perforación 9 a la posición en uso. Así la funda 41 impide que los trozos de filtro 35 rayen las paredes de la perforación 9 mientras el conjunto de filtro es movido en la perforación 9.

10 En la realización mostrada en la figura 3, la funda protectora retirable 41 ayuda a mantener el trozo de filtro 35 en la configuración colapsada 37. Esto es, la funda 41, que rodea el trozo de filtro 35, impide que el trozo de filtro 35 se expanda. Esto puede ser útil en algunas realizaciones donde el trozo de filtro 35 se comprime a la configuración colapsada, y la funda 41 puede proporcionar una fuerza compresiva para mantener el trozo de filtro 35 en la configuración comprimida.

La funda protectora retirable 41 se puede conectar a uno o más cables (no se muestra) que se ubican a través de la perforación 9 desde la boca de pozo 10. El cable(s) permite a la funda 41 ser elevada desde el conjunto de filtro 21 después de ubicar el conjunto de filtro en la posición en uso.

15 En una forma, se proporciona un mecanismo de trabado liberable (no se muestra) para asegurar la funda 41 al conjunto de filtro 21. El mecanismo de trabado liberable, cuando está trabado, retiene la funda 41 en el conjunto de filtro 21, en particular durante el transporte y/o la bajada del conjunto de filtro 21 por la perforación 9. Cuando el conjunto de filtro 21 se ubica en la ubicación en uso, el mecanismo de trabado liberable es destrabado para permitir que el cable sea retraído para elevar la funda 41 desde el conjunto de filtro 21 y hacia la boca de pozo 10. En una realización, el mecanismo de trabado liberable se enlaza funcionalmente a la conexión con el uno o más cables de manera que cuando hay una cantidad de tensión en el cable, el mecanismo de trabado liberable se destraba. Así en uso, después de ubicar el conjunto de filtro 21 en la ubicación en uso, se tensa el cable para destrabar el mecanismo de trabado, y posteriormente el cable tensado eleva la funda 41 hacia la boca de pozo 10 para su retirada.

20 En otra realización, la funda protectora 41 se asegura al conjunto de filtro 21 mediante pasadores rompibles (no se muestran). Después de bajar y asegurar el conjunto de filtro 21 (tal como cementando o acoplado con otros conjuntos de filtro) a la posición en uso, se tensa el cable para elevar la funda 41. La fuerza resultante provoca que los pasadores rompibles se rompan, permitiendo de ese modo que funda 41 y conjunto de filtro 21 se separen, y que la funda sea retirado del agujero 9.

25 En una realización el trozo de filtro en la configuración colapsada proporciona al conjunto de filtro 21 un diámetro total de menos de 600 mm, y en una realización menos de 500 mm. Este diámetro total está encerrado dentro del diámetro interior de la funda suprayacente 41, que puede ser ligeramente más grande que este diámetro total. En una realización el conjunto de filtro 21 con el trozo de filtro 35 en la configuración expandida tiene un diámetro total mayor de 2000 mm. En una realización, la configuración expandida puede ser hasta 2500 mm inclusive. Se tiene que apreciar que aunque una configuración expandida desobstruida puede proporcionar un diámetro total particular, el diámetro total en uso puede ser más pequeño si el área correspondiente alrededor de la ubicación en uso es más pequeña. En una realización adicional puede ser ventajoso proporcionar una perforación 9 con un diámetro más pequeño que el diámetro total máximo en la configuración expandida para asegurar un encaje apretado o junta de sellado entre el trozo de filtro 35 y la pared de la perforación 9. Ventajosamente esto puede permitir que el trozo de filtro 35 y el conjunto de filtro global 21 tengan conformidad más estrecha con la superficie de la perforación 9. En una realización la longitud del conjunto de filtro 21 puede ser de 2 metros a 30 metros. En la realización particular la longitud del conjunto de filtro 30 35 40 21 puede ser de aproximadamente 25 metros.

Segunda realización - Trozo de filtro fijo

45 Las figuras 4 a 6 ilustran una realización que incluye un conjunto de filtro 121 con un trozo de filtro 135, que no es diseñado para ser sustancialmente colapsado antes de la ubicación bajando por la perforación 9. Así en esta realización, el trozo de filtro 135 tiene un diámetro total igual o cerca del diámetro en uso antes de la inserción bajando por la perforación 9. Haciendo referencia a la figura 4, el trozo de filtro 135 puede ser ubicado y soportado alrededor de la tubería hueca 23 por espaciadores 143. En una forma los espaciadores 143 pueden sostener el trozo(s) de filtro 135 para mantener el diámetro en uso. Un embudo o campana colapsable 15 se ubica en un extremo del conjunto de filtro 121. Esto se muestra más claramente en la figura 6, que también muestra una distribución de detectores de gas 45.

50 Similar a la primera realización, se puede proporcionar una funda exterior 141 para proteger el trozo de filtro 135 durante la inserción en la perforación 9. Sin embargo, como el diámetro total del conjunto de filtro 121 de esta realización es más grande, la funda exterior 141 sería por consiguiente de diámetro más grande para acomodar el tamaño del conjunto de filtro 121.

55 Se apreciará que en esta realización sería necesario proporcionar una perforación 9 de un diámetro suficiente para permitir al conjunto de filtro 121 con la funda exterior más grande 141 pasar bajando a través de la perforación 9 a la ubicación en uso.

La figura 5 ilustra dos conjuntos de filtro 121 de la segunda realización unidos juntos y dispuestos alrededor de un trozo de la tubería de producción 7.

ES 2 750 630 T3

En una realización el diámetro del conjunto de filtro que incluye el trozo de filtro 135 puede ser de aproximadamente 2000 mm. La longitud del conjunto de filtro 21 puede ser similar a la de la primera realización.

Funcionamiento (incluido método para completar la perforación descendente)

5 Ahora se describirá el funcionamiento del sistema 1, incluido completar la perforación descendente, con referencia a las figuras 8 a 12. Se apreciará que algunas de estas etapas se pueden realizar en una secuencia diferente sin apartarse del concepto general de la presente descripción.

10 Haciendo referencia a la figura 8, se taladra un agujero 9 desde la superficie 71, a través de la capa permeable a agua 3, la capa impermeable a agua 13 y a la capa de esquisto 5. En una realización el agujero 9 se taladra con un diámetro de aproximadamente 500 a 600 mm, y se escaria en diferentes ubicaciones para proporcionar un agujero con áreas de diámetro más grande de aproximadamente 2 a 2,5 metros. Esto puede incluir, en una realización, en áreas donde en uso se van a ubicar trozos de filtro expandibles 35 de los conjuntos de filtro 21, y donde se ubica el embudo 15.

15 Haciendo referencia a la figura 9 la carcasa de producción 7 se proporciona a través a la perforación 9. Como se ilustra, la perforación 9 y la carcasa de producción 7 en la zona de producción 6 pueden cambiar de dirección y ser sustancialmente horizontales. Esta disposición puede ser ventajosa para optimizar la extracción de gas de esquisto de la zona de producción.

20 Haciendo referencia a la figura 10, el embudo 15 se baja a la perforación 9 a la ubicación en uso. En una realización el embudo 15 se ubica en la capa impermeable 13, y en una forma adicional aproximadamente 5 metros debajo del cambio entre la capa permeable y la impermeable. Sin embargo, se tiene que apreciar que el embudo 15 se puede proporcionar en otras ubicaciones. Preferiblemente el embudo 15 se ubica alrededor de la tubería de producción 7 en una región donde la tubería de producción 7 y la perforación descendente 9 son sustancialmente verticales, o al menos antes de que la perforación descendente 9 cambie a una dirección sustancialmente horizontal.

25 Haciendo referencia a la figura 11 un primer conjunto de filtro 21 se baja por la perforación 9 y se ubica por encima del embudo 15 de modo que la salida 53 del embudo 15 se dirige al trozo de filtro 35 del conjunto de filtro 21. Como se ilustra, al menos un trozo del primer conjunto de filtro 21 se ubica debajo de la capa permeable a agua 3. Si bien el primer conjunto de filtro 21 se baja por la perforación 9, la funda 41 rodea el conjunto de filtro 21 para proteger el trozo de filtro 35. Después de ubicar el conjunto de filtro 21, la funda 41 puede ser retirada (como se ha tratado anteriormente) y, en realizaciones donde el trozo de filtro 35 es expandible, el trozo de filtro se expande.

30 Entonces se baja un segundo conjunto de filtro 421 por la perforación 9 y se ubica encima del primer conjunto de filtro 21. Los conjuntos de filtro primero y segundo 21, 421 se acoplan entonces entre sí mediante los acoplamientos roscados 29, 33. Similar a la primera realización la funda 41 se puede proporcionar alrededor del segundo conjunto de filtro 421 conforme es bajado por la perforación 9.

35 Haciendo referencia a la figura 12 subsiguientes conjuntos de filtro 521 se bajan por la perforación 9 y se ubican encima y se acoplan a un conjunto de filtro anterior. Preferiblemente conjuntos de filtro se ubican y acoplan entre sí hasta que el conjunto de filtro más superior se proporciona por encima de una ubicación en la capa permeable a agua 3 donde gases que fugan pueden provocar contaminación no deseada. En un ejemplo, esto puede ser en o por encima del nivel freático, o la zona freática 4. En otras realizaciones esto puede ser todo el camino a través de la capa permeable a agua 3.

Entonces se proporciona cemento 73 entre la tubería de producción 7 y la tubería hueca 23 de los conjuntos de filtro 21. El cemento 73 ayuda a asegurar componentes del sistema 1 en el sitio.

40 En las realizaciones mencionadas anteriormente la funda 41 se proporciona para proteger los trozos de filtro 35 de conjuntos de filtro 21 respectivos conforme son bajados por la perforación 9 y se retiran una vez se ubica el conjunto de filtro 21 respectivo. Sin embargo en otras realizaciones la funda 41 puede ser retirada después de ubicar más de uno o todos los conjuntos de filtro en la ubicación en uso. De manera similar la expansión de trozos de filtro 35 puede ocurrir singularmente conforme se ubica cada conjunto de filtro 21, o después de ubicar en posición más de un conjunto de filtro 21.

También, haciendo referencia a la figura 12, se proporciona una distribución de aspiradores 19 por encima de la zona de producción 6. La distribución de aspiradores se proporciona al taladrar una perforación de aspirador aparte 68, y ramificar las tuberías de aspirador 17 por encima de la zona de producción 6.

50 Ahora se describirá el funcionamiento del sistema 1 para filtrar o reducir la contaminación con referencia a la figura 12. La fracturación hidráulica se realiza como se ha descrito anteriormente al bombear fluidos fracturadores en la capa de esquisto 5 para formar fisuras en la zona de producción 6. El fluido fracturador se recupera, en la medida posible, a través de la tubería de producción 7 y los aspiradores 17 (tratados con detalle adicional más adelante).

55 Entonces se extrae el gas de esquisto en la zona de producción 6 a través de la tubería de producción 7 y hacia la boca de pozo 10, donde entonces es transportado, almacenado y/o procesado. Algo del gas de esquisto puede fugar desde la zona de producción 6 hacia arriba alrededor de la perforación 9 a través de un camino 75. Este camino 75

- 5 puede ser en o alrededor de un área de transición entre la zona de producción 6 y la capa impermeable 13. En algunas circunstancias esto puede ser debido a un pobre sellado entre la tubería de producción y las paredes de la perforación 9. Como alternativa, estratos alrededor de la perforación 9 en esa región pueden ser fracturados o ser permeables creando de ese modo el camino para el gas que fuga. Tales gases de esquisto, que pueden ser de densidad relativa menor que otra materia circundante, pueden subir generalmente hacia arriba. Los gases ascendentes se mueven a través del camino 75 y hacia el embudo 15. El embudo 15 canaliza entonces los gases ascendentes a los conjuntos de filtro 21 que entonces capturan los gases, tal como al absorber y/o adsorber al menos algunos de los gases. Esto puede impedir o reducir el efecto de que los gases de esquisto contaminen el acuífero.
- 10 En el caso de que la tubería de producción 7 o el cemento 73 se agrieten o tengan otro fallo estructural que provoque que un contaminante (incluido gas de esquisto) fugue desde la tubería de producción 7, los conjuntos de filtro 21 pueden ayudar a capturar al menos algunos de los contaminantes para impedir o reducir la contaminación a la capa permeable a agua y/o el acuífero.
- 15 La distribución de aspiradores 19 ubicados por encima o en las regiones superiores de la zona de producción 6 pueden ayudar a extraer gas de esquisto residual que no es extraído a través de la tubería de producción 7. Es más, la distribución de aspiradores 19 puede recuperar algunos de los fluidos fracturadores o componentes del fluido fracturador. Como se ha tratado anteriormente, el fluido fracturador incluye un ferrofluido que puede ser atraído a los campos magnéticos asociados con las tuberías de aspirador 17.
- 20 En una forma el campo magnético asociado con las tuberías de aspirador 17 puede ser inducido selectivamente, con los campos magnéticos inducidos durante periodos selectivos. En un ejemplo, los campos magnéticos son inducidos durante un periodo de 10 segundos para atraer el ferrofluido, seguido por un periodo de 60 segundos donde los campos magnéticos no son inducidos. Durante el periodo en el que los campos magnéticos no son inducidos, las tuberías de aspirador 17 están activas aspirando gases, fluidos, y otros contaminantes.
- 25 En una forma, durante inducción del campo magnético las tuberías de aspirador 17 están inactivas durante al menos un periodo en el mismo. Esto es, las tuberías de aspirador 17 no están activas para extraer (aspirar) gases, fluidos y otros contaminantes. En otra forma, durante la inducción del campo magnético las tuberías de aspirador están activas, durante al menos un periodo en el mismo, para aspirar gases, fluidos y otros contaminantes.
- 30 En otra realización, los campos magnéticos asociados con las tuberías de aspirador 17 se pueden proporcionar constantemente para atraer los ferrofluidos. En incluso otra realización, los aspiradores pueden estar constantemente activos para aspirar gases, fluidos y otros contaminantes.
- 35 Aunque la realización ejemplar mencionada anteriormente se describe con referencia a un periodo de inducción de 10 segundos del campo magnético seguido por un periodo inactivo de 60 segundos del campo magnético (y el correspondiente periodo inactivo de 10 segundos de las tuberías de aspirador 17, y periodo activo de 60 segundos de las tuberías de aspirador 17), se tiene que apreciar que se pueden usar otras combinaciones de inducción periódica o constante de campo magnético y aspiración por las tuberías de aspirador 17.
- 40 Tercera realización
- Las figuras 13 a 14 ilustran incluso otra realización que incluye un conjunto de filtro 221 con un trozo exterior de filtro 235 y trozo interior de filtro 234. Esta realización incluye una pluralidad de tubos de distribución de gas 250 que suministran gas a los trozos de filtro 234, 235 y tubos de aspiración 260 para extraer gas(es) y otra materia de los trozos de filtro 234, 235. Gas, fluidos y otro material que puede ser pasado hacia y desde la boca de pozo 10 a los tubos de distribución de gas 250 y los tubos de aspiración 260 por medio de un conducto anular común 232 se tratan con detalle adicional más adelante. La figura 15 ilustra el conjunto de filtro 221 en la configuración expandida, y las figuras 13 y 14 ilustran el conjunto de filtro 221 en la configuración colapsada.
- 45 Los tubos de distribución de gas proporcionan gas presurizado para inflar el trozo exterior de filtro 235 a la configuración expandida. Adicionalmente o como alternativa, los tubos de distribución de gas 250 proporcionan gas presurizado adentro y alrededor del filtro para mantener el trozo exterior de filtro 235 en la configuración expandida. Similar a las realizaciones descritas anteriormente, el gas puede incluir nitrógeno y aire comprimido.
- 50 Los tubos de aspiración 260 permiten la extracción de gas de esquisto que fuga, otros contaminantes y/o exceso de gas de los tubos de distribución de gas 250. De manera importante, los tubos de aspiración 260 permiten la retirada de gas de esquisto y otros contaminantes del trozo exterior de filtro 235. Esto puede prolongar la vida de los trozos de filtro 234, 235.
- 55 Ahora se describirá en detalle la estructura del conjunto de filtro 221 en esta realización. Haciendo referencia a la figura 14 el conjunto de filtro 221 está en la configuración colapsada, y una tubería de producción 7 está en la región central. Rodeando la tubería de producción 7 hay un huelgo anular 24 para cemento 73. Rodeando el huelgo 24 hay una tubería hueca 223 del conjunto de filtro 221. Similar a la tubería hueca 23 descrita anteriormente, la tubería hueca 223 puede incluir acoplamientos para permitir conectar entre sí conjuntos de filtro adyacentes.
- Rodeando la tubería hueca 223 hay un trozo interior de filtro sustancialmente anular 234. El trozo interior anular de

5 filtro 234 tiene un diámetro interior más grande que el diámetro exterior de la tubería hueca 223 para proporcionar huelgo que forma un conducto anular 232. Este conducto anular 232 puede ser conectado selectivamente a los tubos de distribución de gas 250 y/o ser conectado selectivamente a los tubos de aspiración 260 tratados con detalles adicionales más adelante. Así, el conducto anular 232 puede tener un modo de funcionamiento para ser usado como conducto para suministrar gas presurizado desde la boca de pozo 10 a los tubos de distribución de gas 250 y en otro modo de funcionamiento ser usado como conducto para extraer gas(es), fluidos y/u otros contaminantes de los tubos de aspiración 260 a la boca de pozo 10.

10 Rodeando el trozo interior de filtro 234 está el trozo exterior de filtro 235, por lo que entre el trozo interior de filtro 234 y el trozo exterior de filtro 235 se proporciona un huelgo anular 236. El trozo exterior de filtro 235 puede tener una configuración colapsada como se muestra en las figuras 13 y 14, o una configuración expandida como se muestra en la figura 15

15 Los tubos de distribución de gas 250 se conectan selectivamente para transmisión de fluidos al conducto anular 232. En una forma, los tubos de distribución de gas 250 incluyen válvulas (no se muestran) para conectar selectivamente al conducto anular 232. La válvulas, cuando están abiertas, permiten que pase gas presurizado en el conducto anular 232 a los tubos de distribución de gas 250, por lo que el gas presurizado es dirigido hacia el trozo exterior de filtro 235 para expandir o mantener el trozo exterior de filtro 235 en la configuración expandida como se muestra en la figura 15.

20 Los tubos de aspiración 260 se conectan selectivamente para transmisión de fluidos al conducto anular 232. En una forma, los tubos de aspiración 260 incluyen válvulas (no se muestran) para conectar selectivamente al conducto anular 232. Las válvulas de los tubos de aspiración 260, cuando están abiertas, permiten aspiración de gas de esquisto, otros contaminantes y/o fluidos (tales como gas desde los medios de suministro de gas o agua) desde el conjunto de filtro 221 a la boca de pozo 10 por medio del conducto anular 232.

La pluralidad de tubos de distribución de gas 250 y la pluralidad de tubos de aspiración 260, en la realización ilustrada, se proporcionan alternadamente a lo largo del conjunto de filtro 221. En una forma, se proporcionan dos sets de los tubos, con los sets apartados 180 grados.

25 Similar a la primera realización descrita anteriormente, el conjunto de filtro 221 puede estar provisto de una funda protectora retirable para proteger el trozo de filtro 35. La funda protectora preferiblemente cubre el trozo de filtro 35 cuando el trozo de filtro está en la configuración colapsada, para proporcionar protección mientras el conjunto de filtro 221 es bajado por la perforación 9 a la posición en uso. En la posición en uso, la funda se retira para permitir expansión del trozo exterior de filtro 235. Para expandir o ayudar a la expansión del trozo exterior de filtro 235 las válvulas de los tubos de distribución de gas 250 se abren al conducto anular 232. Se proporciona gas presurizado al conducto anular 232, tal como mediante una bomba en la boca de pozo 10, que a su vez proporciona gas a los tubos de distribución de gas 250. El gas se suministra entonces al trozo exterior de filtro 235 para expandir el trozo exterior de filtro 235. En una realización, una vez completada la expansión del trozo exterior de filtro 235, las válvulas de los tubos de distribución de gas 250 se pueden cerrar.

30 El conducto anular 232 puede ser usado entonces para extracción de gas de esquisto, otros contaminantes o fluidos. Las válvulas de los tubos de aspiración 260 se abren para proporcionar conexión fluida de los tubos de aspiración 260 al conducto anular 232. La presión de gas en el conducto anular 232 se reduce entonces para extraer gas de esquisto, contaminantes y/u otro fluidos de los trozos de filtro 234, 235 a través de los tubos de aspiración 260 y al conducto anular 232. El material extraído puede entonces ser transportado hacia arriba a la boca de pozo por medio del conducto anular 232.

45 Haciendo referencia ahora a la figura 16, se muestra incluso otra realización que incluye una carcasa exterior 280 y una campana 281 conectada a la carcasa por medio de medios de conexión roscados 282. La carcasa aloja un conjunto de filtro no expandible 621 que tiene un núcleo 283 con una pluralidad de válvulas 284 ubicadas sobre el mismo, que son rodeadas por un filtro 285. El núcleo 283 del filtro y una superficie exterior de la tubería de producción 291 definen una cámara impelente interior que comunica entre la entrada de un embudo 286 por medio de un pasaje anular 292 y una pluralidad de entradas de válvula. El embudo se ubica dentro de una primera oquedad 287 en la base de la carcasa, y crea una abertura en una barrera 289 que separa la oquedad 287 del filtro 285. Las válvulas tienen salidas que comunican por medio del material de filtro con un pasaje anular exterior 288 definido entre el filtro y la carcasa. Los conjuntos de filtro 621 se conectan en serie con una oquedad entre ellos.

50 Haciendo referencia a las figuras 16 y 16A, durante la fracturación hidráulica, gases, fluidos u otros contaminantes, indicados por flechas mostradas en la figura 16A y el numeral de referencia 278, suben a través de aberturas centrales 293 en la campana 15 a la cámara de vacío 287. Una bomba de vacío en la superficie (no se muestra) crea un vacío a través del conjunto de filtro, atrayendo los contaminantes hacia arriba a través del embudo 286, y al filtro 285 por medio de las válvulas unidireccionales 284. Los filtros capturan los contaminantes, y fluido y gas filtrados se trasladan hacia arriba a través de oquedades anulares 289 a la superficie por medio de los conjuntos de filtro restantes, como indican las flechas mostradas en la figura 16A. Los gases, fluidos o contaminantes son atraídos secuencialmente a través de cada válvula 284 por el vacío que funciona dentro del filtro 285. Conforme se bloquean sucesivamente los trozos inferiores del filtro, los contaminantes se trasladan hacia arriba a través de las válvulas progresivamente más altas, aumentando la longevidad de los conjuntos de filtro.

La campana 15 tiene una falda hueca 296 que se infla por medio de tuberías 300 que se extienden desde la superficie. Esto permite a la campana expandirse contra las paredes laterales de la perforación y formar una junta de sellado eficaz para reducir la fuga de contaminantes.

Tuberías de inflado

- 5 Como se muestra en la figura 17, el embudo o campana 15 puede ser inflado cuando un conjunto de filtro alcanza la ubicación en uso, por lo que se eleva una funda protectora retirable 41 a través de la perforación por medio de cables (no se muestra) para exponer el trozo de filtro 35 para uso. El embudo 15 es inflado por gas o fluido transportados a través de las tuberías de inflado 300 que se extienden desde la superficie a lo largo de la exterior de la funda protectora retirable 41 y el trozo de filtro 35 a una entrada 53 del embudo 15. Como alternativa, el embudo 15 también puede ser inflado por gas o fluido transportados a través de las tuberías de inflado 300 cuando el conjunto de filtro es cubierto por la funda protectora retirable según la figura 16 o cuando no está ubicado en la ubicación en uso. En otra realización, las tuberías de inflado 300 se ubican entre el trozo de filtro 35 y la funda protectora retirable 41.

Funcionamiento de un conjunto de filtro que funciona con un sistema de vacío

- 15 La figura 18 muestra un ejemplo de una ubicación donde se puede usar un conjunto de filtro 310 y una campana 312 asociados con un sistema de vacío. Inicialmente, se taladra un agujero 314 desde la superficie 316, a través de una capa de esquisto superior 318 a una capa permeable a agua 320 y a una capa de esquisto inferior 322. Se proporciona una carcasa de producción 324 a través de la perforación 314 y el embudo 312 se reduce adentro de la perforación 314 a la ubicación en uso. En este ejemplo el embudo 312 se ubica justo debajo de la interfaz entre la capa de esquisto inferior 322 y la capa permeable a agua 320 para capturar contaminantes que se trasladan hacia arriba alrededor de la perforación antes de llegar a la capa permeable a agua. Sin embargo, se tiene que apreciar que el embudo 312 se puede proporcionar en otras ubicaciones para prestar servicio a una función similar.

- 20 Un primer conjunto de filtro 326 se baja por la perforación 314 y se ubica encima del embudo 312 de modo que la salida 328 del embudo 312 comunica con el primer conjunto de filtro 326 como se muestra en la figura 16. Un segundo conjunto de filtro 330 se baja por la perforación 314 y se ubica encima del primer conjunto de filtro 326. Los conjuntos de filtro primero y segundo 326 y 330 se acoplan entonces entre sí mediante un acoplamiento roscado 332 u otros medios de acoplamiento.

- 30 Subsiguientes conjuntos de filtro se pueden bajar por la perforación 314 y ubicarse por encima y acoplarse a un conjunto de filtro anterior. Preferiblemente conjuntos de filtro se ubican y acoplan entre sí hasta que el conjunto de filtro más superior se proporciona por encima de una ubicación en la capa permeable a agua 320 donde gases y fluidos que fugan pueden provocar contaminación no deseada. En un ejemplo, esto puede ser en o por encima del nivel freático o puede ser todo el camino a través de la capa permeable a agua 320.

Tubería electromagnética

- 35 La figura 19 ilustra una tubería electromagnética 340, que puede formar parte de una distribución de tuberías electromagnéticas para ser usada con cualquiera de los conjuntos de filtro o tuberías de aspirador descritos anteriormente.

- 40 La tubería electromagnética 340 comprende un cuerpo hueco de tubería 342 ubicado dentro de un alojamiento 344. El alojamiento 344 de la tubería electromagnética comprende un área de bobina magnética central 346 que se puede usar para inducir un campo magnético radial para atraer ferrofluidos o contaminantes ubicados dentro de un fluido de fracturación hidráulica. El área de bobina magnética central 346 se conecta a cada extremo del alojamiento mediante brazos que se extienden hacia fuera 348. Cada extremo del alojamiento comprende además una rosca de acoplamiento 350 para permitir la conexión de múltiples tuberías electromagnéticas a través del área de fracturación hidráulica. El alojamiento 344 también comprende un área de entrada de fluido 352 para la entrada de los ferrofluidos al cuerpo hueco de tubería 342 durante la inducción del campo magnético radial.

- 45 Un experto en la técnica apreciará que el campo magnético radial puede ser inducido al transmitir corriente eléctrica a través del alojamiento 344 o el cuerpo hueco de tubería 342. En otro ejemplo, el campo magnético es inducido al suministrar corriente a la tubería electromagnética en pulsaciones, por ejemplo al aplicar la corriente eléctrica 20 veces en 10 segundos, seguido por un período de diez minutos o más donde la corriente eléctrica se aplica continuamente. En otro ejemplo, se aplica corriente eléctrica a fin de inducir un campo magnético que dura aproximadamente de 12 a 15 días. En incluso otro ejemplo, se aplica corriente eléctrica a fin de inducir un campo magnético que dura aproximadamente de 15 a 20 días. En un ejemplo adicional, se aplica corriente eléctrica pulsante a la tubería electromagnética a fin de generar un campo magnético radial pulsante. También se apreciará que para atraer los ferrofluidos o contaminantes a la tubería electromagnética 340 se pueden usar otras combinaciones de inducción periódica o constante del campo magnético radial. Además se apreciará que el campo magnético radial puede ser inducido durante periodos de tiempo diferentes.

- 55 Como alternativa, el alojamiento 344 o el cuerpo hueco de tubería 342 puede proporcionar inherentemente un campo magnético al ser formado de un material que tiene propiedades magnéticas permanentes.

En otra forma, múltiples tuberías electromagnéticas pueden formar una distribución sustancialmente plana que es sustancialmente horizontal. En una forma adicional, la bobina magnética se puede ubicar en otras posiciones a lo largo del alojamiento 344 o se puede extender a lo largo de la longitud entera del alojamiento 344.

Sensores de gas o de contaminación

5 Con el conjunto de filtro 21 se ubican sensores/detectores de gas y/o de contaminación 45. Los sensores 45 proporcionan información sobre contaminantes en y/o alrededor del conjunto de filtro 21, 121 y la tubería de producción 7. Los sensores 45 proporcionan datos a operarios y los datos pueden ser usados para derivar la existencia de gas que fuga y/o el estado de contaminación del filtro.

10 En una realización, como se ilustra en la figura 6, los sensores 45 se ubican en los trozos de filtro 135. Así, en esta realización, los sensores 45 son parte del conjunto de filtro 121. Se tiene que apreciar que los sensores 45 también se pueden proporcionar en la primera realización descrita del conjunto de filtro 21 que tiene el trozo de filtro colapsable 35. En una forma la funda exterior 45, 145 puede proteger los sensores 45 conforme el conjunto de filtro 21, 121 es bajado por la perforación 9.

15 En una realización, los sensores 45 se pueden colocar cerca de la circunferencia del trozo de filtro 35, 135 aproximadamente a igual espaciado angular entre sí. En otra realización, como se muestra en la figura 16, los detectores se ubican adyacentes a la abertura de campana.

En una realización los sensores 45 se proporcionan para detectar uno cualquiera o más de gas natural, cianuro, ácido clorhídrico, ácido fórmico, ácido bórico, otros ácidos, cloruro de amonio cuaternario, cloruro de sodio, metanol, acetaldehído, destilado de petróleo, potasio, y metaborato.

20 Detalles del conjunto de filtro

Los conjuntos de filtro 21 pueden incluir filtros adecuados que capturan contaminantes al absorber o adsorber uno o más de los contaminantes tratados en esta memoria. En una realización los filtros pueden incluir carbono activado. En otra realización, los filtros se impregnan con carbono activado de alta porosidad producido de materiales agrícolas, tales como cáscaras de frutos secos (p. ej., nuez, pecana, coco, etc.). El tipo de material usado se selecciona para dar una alta área superficial específica, preferiblemente por encima de 1500 m²/g, y propiedades de absorción favorables, tales como absorción de yodo y azul de metileno por encima de 1000 mg/g y 400 mg/g, respectivamente

25 En otra realización, los conjuntos de filtro 21 incluyen, solos o en combinación, una nanofibra para absorber o adsorber los contaminantes. Un ejemplo de un filtro de nanofibra incluye filtros de nanofibra conocidos como ProTura™ de Clarcor Inc.

30 Los filtros pueden incluir un material que atrae y absorbe contaminantes. En una realización los conjuntos de filtro 21 se proporcionan para atraer y absorber gas de esquisto. Como alternativa o adicionalmente, los conjuntos de filtro 21 pueden atraer y absorber otros contaminantes que incluyen los tratados en esta memoria.

Los filtros pueden incluir material que adsorbe contaminantes, incluso gas de esquisto y/o los otros contaminantes tratados en esta memoria.

35 En incluso una realización adicional los conjuntos de filtro 21 pueden incluir una combinación de materiales y estructuras. Por ejemplo en una realización los conjuntos de filtro 21 incluyen un trozo adaptado para adsorber contaminantes (tales como gas de esquisto) alrededor y dentro del filtro, y otro trozo adaptado para adsorber contaminantes (incluido gas de esquisto). En una forma adicional, un tubo de aspirador se puede proporcionar en o cerca de los conjuntos de filtro 21 que se adaptan para retirar contaminantes (incluidos gases) que se han acumulado en los conjuntos de filtro 21 que entonces pueden ser transportados hacia arriba a la superficie para acumulación y/o procesamiento adicional. Esta disposición puede ser ventajosa para prolongar la vida de filtro al eliminar contaminantes de los conjuntos de filtro 21.

45 En una realización los conjuntos de filtro 21 pueden tener una densidad variable. En una realización, el trozo de filtro 35 de los conjuntos de filtro 21 tiene una mayor densidad más cerca hacia el centro radial (es decir, en las regiones proximales a la tubería hueca 7), y una densidad menor en las regiones periféricas relativamente distales de la tubería hueca 7. En una realización adicional, el tubo de aspirador se ubica en o alrededor de las áreas de mayor densidad del trozo de filtro 35.

Embudo

50 Una realización del embudo 15, o campana, se ilustra en las figuras 4-6. El embudo 15 se conecta al conjunto de filtro 21 más inferior y como se ha descrito anteriormente se adapta para canalizar gases que fugan desde debajo del embudo 15 hacia los conjuntos de filtro 21. El embudo 15 incluye una entrada 51 y una salida 53, en donde la entrada 51 tiene una abertura que es más grande que la abertura de la salida 53. La entrada 51, en uso, generalmente se orienta hacia abajo, mientras que la salida se orienta hacia arriba hacia el conjunto de filtro 21 más inferior.

La entrada 51, en la configuración en uso puede tener un diámetro de abertura de entrada de alrededor de 2500 mm,

o más grande. Sin embargo, se tiene que apreciar que el diámetro de abertura de entrada puede ser de otros tamaños, incluyendo de 2000 a 4000 mm, y en una realización de 3000 a 4000 mm. La salida 53 tiene una abertura dimensionada para asegurar que los gases canalizados encuentran el trozo de filtro 35, 135 del conjunto de filtro 21, 121 y por consiguiente tiene un diámetro que es igual o menor que el diámetro del trozo de filtro 35, 135. En una realización el diámetro de la abertura de la salida es de 2000 mm o menos.

En una realización, el embudo 15 se ubica en la capa impermeable 13, y preferiblemente entre alrededor de 1,5 a 2 metros debajo de la capa permeable a agua suprayacente 3. Sin embargo en otras realizaciones, el embudo 15 puede ubicarse a mayor distancia por debajo de esta capa permeable a agua suprayacente 3. Por ejemplo, en otra realización el embudo 14 se ubica 5 metros debajo de la capa permeable a agua suprayacente 3.

El embudo 15 se puede hacer de un material de caucho o elastomérico. El embudo 15 puede ser deformado elásticamente a un pequeño diámetro para permitir que el embudo 15 sea bajado por trozos relativamente más estrechos de la perforación 9 que pueden tener un diámetro menor que 600 mm. Una vez bajado a la ubicación en uso, el embudo 15 puede ser expandido para aumentar el tamaño del embudo. El embudo 15 puede ser expandido debido a las propiedades elásticas del material que forma el embudo. Como alternativa, o en combinación, el embudo 15 puede ser predispuesto hacia el tamaño más grande por unos medios de predisposición tales como miembro(s) de resorte (incluido alambre de resorte) y/u otros elementos elásticos o resilientes. En otra forma, el embudo 15 puede ser inflado al tamaño más grande por un gas o fluido.

En otra realización ilustrada en la figura 16, el embudo 15 puede ser inflado cuando el conjunto de filtro alcanza la ubicación en uso, por lo que la funda protectora retirable 41 se eleva a través de la perforación por medio de cables (no se muestran) para exponer el trozo de filtro 35 para uso. El embudo 15 es inflado por gas o fluido transportados a través de tuberías de inflado 55 o 300 que se extienden desde la superficie a lo largo de la exterior de la funda protectora retirable 41 y trozo de filtro 35 a una salida 53 del embudo 15. Como alternativa, el embudo 15 también puede ser inflado por gas o fluido transportado a través de las tuberías de inflado 55 cuando el conjunto de filtro es cubierto por la funda protectora retirable o cuando no está ubicado en la ubicación en uso. En otra realización, las tuberías de inflado 55 se ubican entre el trozo de filtro 35 y la funda protectora retirable 41.

Distribución de aspiradores

La figura 7 ilustra una sección de una tubería de aspirador 17, una pluralidad de las cuales forma la distribución de aspiradores 19. La tubería de aspirador 17 incluye un cuerpo hueco de tubería 67 con una pluralidad de agujeros de aspirador 61 ubicados a lo largo de la longitud del cuerpo. Los agujeros de aspirador 61 permiten la retirada de gases residuales y/o fluido fracturador residual, compuestos y otros contaminantes o polución, de las inmediaciones donde se ubica la tubería de aspirador 17. En una forma los agujeros de aspirador 61 se ubican aproximadamente cada 200 mm a lo largo de la longitud de la tubería de aspirador, aunque se tiene que apreciar que los agujeros 61 se pueden ubicar más o menos frecuentemente a lo largo de la longitud de la tubería 17.

La tubería de aspirador también está provista de uno o más sensores 63 para detectar presencia de uno o más gases o contaminantes.

La tubería de aspirador 17 incluye acoplamientos 65 para permitir conexión con otras tuberías de aspirador 17 y otras conexiones de tubería para formar la distribución de aspiradores 19. Como se ilustra en las figuras 1 y 12, la distribución de aspiradores puede ser en forma de distribución sustancialmente plana que es sustancialmente horizontal.

En una realización, la tubería de aspirador 17 puede proporcionar inherentemente un campo magnético, o adaptarse para generar un campo magnético (tal como al proporcionar una corriente eléctrica a través de la tubería de aspirador 17 o cuerpo hueco de tubería 67). Como alternativa una corriente eléctrica puede atravesar una bobina magnética asociada con la tubería de aspirador 17. Esto permite que el campo magnético sea inducido selectivamente. En otra realización, un campo magnético es inducido al proporcionar una corriente eléctrica pulsante a través de la tubería de aspirador 17 o el cuerpo hueco de tubería 67 o bobina magnética, por ejemplo al aplicar la corriente eléctrica 20 veces en 10 segundos, seguido por un periodo de diez minutos o más donde la corriente eléctrica se aplica continuamente. En una realización adicional, la corriente eléctrica se proporciona a fin de producir un campo magnético pulsante. En otras realizaciones, el campo magnético o el campo magnético pulsante funcionarán durante 12 a 15 días o 15 a 20 días. Se apreciará que otras combinaciones de inducción periódica o constante del campo magnético o campo magnético pulsante pueden funcionar durante cualquier periodo de tiempo a fin de atraer ferrofluidos o contaminantes a la tubería de aspirador 17.

En una realización el cuerpo hueco de tubería 67 de la tubería de aspirador 17 se forma de un material que tiene propiedades magnéticas. En otra realización, la tubería hueca 67 se hace de material ferromagnético.

La tubería de aspirador 17 que tiene propiedades magnéticas puede ser ventajosa para recuperar compuestos que tienen ferrofluido que puede ser incluido en el fluido fracturador. Esto se tratará con más detalle más adelante.

Un ferrofluido puede incluir un ferrofluido con base de hidrocarburo. Esto puede incluir el ferrofluido serie EFH, tal como EFH1 de Ferrotec (EE.UU.) Corporación.

La distribución de aspiradores 19 puede ser introducida por encima de la zona de producción 6 pero por debajo de una zona freática 4 de la capa permeable a agua 3. Esto permite ventajosamente aspiración de gases potencialmente contaminantes, fluidos y otra materia desde el área cerca de la zona de producción 6, en particular agua en la zona freática 4.

- 5 En una realización las tuberías de aspirador 17 y la distribución 19 se conectan al tubo de aspiración 68 proporcionado a través de una perforación de aspirador 69 que se ubica alejada de la perforación principal 9. En una forma la perforación de aspirador separada 69 se taladra hacia arriba e incluye 100 metros alejándose de la boca de pozo 10.

Fluido fracturador

- 10 El fluido fracturador usado para fracturación hidráulica incluye diversos componentes, incluida agua, arena y otros productos químicos. Tras la fracturación hidráulica, puede ser deseable recuperar el fluido fracturador (en particular los productos químicos) de la zona de producción 6. Algo del fluido fracturador puede ser recuperado a través de la tubería de producción 7 que discurre a través de la perforación 9 a la zona de producción 6. Sin embargo, algo del fluido fracturador puede pasar a través por medio de fisuras a una ubicación alejándose de la tubería de producción 7 haciendo difícil recuperar el fluido fracturador (y de manera importante la productos químicos componentes) por medio
15 de la tubería de producción 7.

- Por lo tanto en una realización el fluido fracturador puede incluir además un componente que es un ferrofluido. Este ferrofluido se cohesiona o es atraído a uno o más de otros productos químicos en el fluido fracturador, como se trata a continuación. En otra realización, el ferrofluido puede comprender una gran cantidad de ferrita. Ventajosamente, el ferrofluido (y productos químicos cohesionados) puede ser atraído al campo magnético asociado con la tubería de aspirador 17, que ayuda en la recuperación de los productos químicos en el fluido fracturador a través de la tubería de aspirador 17. Se apreciará que el ferrofluido puede comprender diversas cantidades de material férreo o ferroso o rico en hierro, tales como magnetita, hematita o algo semejante.
- 20

- Como se señala anteriormente, uno o más de los productos químicos en el fluido fracturador puede cohesionarse o ser atraído al ferrofluido. En una forma, esto se puede lograr con aglutinante químico. El aglutinante puede incluir un gel o un agente gelificante.
- 25

- Un sustancial número de tratamientos de fracturación se completan usando geles espesantes lineales basados en agua. Los agentes gelificantes usados en estos fluidos fracturadores son típicamente goma guar, derivados de guar tales como hidroxipropilguar (HPG) y carboximetilhidroxipropilguar (CMHPG), o derivados de celulosa tales como carboximetilguar or hidroxietilcelulosa (HEC). La goma guar es un sustancia polimérica derivada de la semilla de la planta guar. Se tiene que apreciar que se pueden usar otros derivados de guar, en particular formas no tóxicas y/o biodegradables.
- 30

- Productos químicos en el fluido fracturador pueden incluir uno o más de los siguientes: ácido clorhídrico, glutaraldehído, cloruro de amonio cuaternario, sulfato de hidroximetil-fosfonio tetrakis, persulfato de amonio, cloruro de sodio, peróxido de magnesio, óxido de magnesio, cloruro de calcio, cloruro de colina, cloruro de tetrametilamonio, isopropanol, metanol, ácido fórmico, acetaldehído, destilado de petróleo, destilado de petróleo ligero hidrotratado, metaborato de potasio, zirconato de trietanolamina, tetraborato de sodio, ácido bórico, circonio complejo, sales de borato, etilenglicol, poliácridamida, goma guar, combinación de polisacáridos, ácido cítrico, ácido acético, ácido thioglicólico, eritorbato de sodio, sulfato de lauril, hidróxido sódico, hidróxido potásico, carbonato sódico, carbonato potásico, copolímero de acrilamida y acrilato sódico, policarboxilato sódico, sal de ácido fosfónico, sulfato de lauril, alcohol isopropílico, y 2-butoxietanol. Estos productos químicos pueden ser uno o más de los contaminantes que los conjuntos de filtro 21 capturan, tal como por absorción y/o adsorción.
- 35
- 40

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para extraer gas de esquisto en un área que incluye una capa permeable a agua (3) por encima de una capa de esquisto subyacente (5), el sistema comprende:
- 5 una tubería de producción (7) ubicada en una perforación (9) que pasa a través de la capa permeable a agua (3) a la capa de esquisto (5);
- un conjunto de filtro (21) que rodea al menos un trozo de la tubería de producción (7) en la perforación (9), provisto en y/o por debajo de la capa permeable a agua (3) para capturar al menos un contaminante que fuga de una zona de producción (6) de la capa de esquisto (5) antes de que entre a la capa permeable a agua (3), caracterizado por que
- 10 el conjunto de filtro (21) comprende:
- una tubería hueca (23) adaptada para recibir un trozo de la tubería de producción (7); y
- un trozo de filtro (35) que rodea un trozo orientado hacia fuera (26) de la tubería hueca (23) para absorber y/o adsorber un contaminante tal como gas de esquisto o una sustancia química.
2. Un sistema según la reivindicación 1 en donde el conjunto de filtro (21) comprende además:
- 15 un primer acoplamiento de tubería (29) en un primer extremo de la tubería hueca; y
- un segundo acoplamiento de tubería (33) en un segundo extremo de la tubería hueca,
- en donde el primer acoplamiento de tubería (29) del conjunto de filtro (21) se adapta para acoplarse con el segundo acoplamiento de tubería (33) de un conjunto de filtro adyacente para permitir acoplamiento de extremo con extremo de múltiples conjuntos de filtro.
- 20 3. Un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en donde el conjunto de filtro (21) se adapta para recibir una funda retirable (41) que rodea el trozo de filtro (35),
- en donde la funda retirable (41) se proporciona para proteger el trozo de filtro (35) antes de usar, y en uso la funda retirable (41) se retira para exponer el trozo de filtro (35) a la perforación (9).
4. Un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
- 25 al menos un sensor de gas o de contaminación (45) ubicado con el conjunto de filtro (21) para detectar la presencia de uno o más gases o contaminantes y, en donde datos desde el sensor de gas o de contaminación (45) se pueden usar para derivar el estado de contaminación del conjunto de filtro (21).
5. Un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además:
- 30 un embudo (15) ubicado debajo del conjunto de filtro (21), en donde el embudo (15) se proporciona para canalizar gases ascendentes hacia y a través del conjunto de filtro (21).
6. Un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde se bombea un fluido fracturador a la capa de esquisto subyacente (5) para fracturar esquisto en la capa de esquisto subyacente (5) para formar una zona de producción (6) y un trozo de la tubería de producción (7) se ubica en la zona de producción (6) para extraer gas de esquisto, en donde el sistema comprende además:
- 35 al menos una tubería de aspirador (17) que tiene al menos una entrada para retirar un contaminante de la zona de producción (6), en donde la al menos una entrada se ubica entre una zona freática (4) de un acuífero (8) en la capa permeable a agua (3) y la zona de producción (6).
7. Un sistema según la reivindicación 6 en donde la al menos una tubería de aspirador (17) incluye un material que produce un campo magnético, o incluye un generador de campo magnético para generar un campo magnético asociado con la tubería de aspirador (17), y el fluido de fracturación hidráulica incluye un ferrofluido, en donde el campo magnético se proporciona para atraer el ferrofluido en el fluido de fracturación hidráulica hacia la al menos una tubería de aspirador (17).
- 40 8. Un sistema según las reivindicaciones 6 o 7 en donde la al menos una tubería de aspirador (17) incluye además al menos un sensor de gas o de contaminación (45) para detectar la presencia de uno o más gases o contaminantes.
- 45 9. Un método para capturar al menos un contaminante en proximidad a una tubería de producción (7) en una perforación (9) para extracción de gas de esquisto, la perforación (9) pasa a través de una capa permeable a agua (3) a una capa de esquisto subyacente (5), el método comprende:

proporcionar un conjunto de filtro (21) para rodear al menos un trozo de la tubería de producción (7) en la perforación (9) en y/o debajo de la capa permeable a agua (3) para capturar al menos un contaminante que fuga de una zona de producción (6) de la capa de esquisto (5) antes de que entre a la capa permeable a agua (3), caracterizado por que el conjunto de filtro (21) comprende:

- 5 una tubería hueca (23) adaptada para recibir un trozo de la tubería de producción (7); y
un trozo de filtro (35) que rodea un trozo orientado hacia fuera (26) de la tubería hueca (23) para absorber y/o adsorber un contaminante tal como gas de esquisto o una sustancia química.

10. Un método según la reivindicación 9, en donde el conjunto de filtro (21) incluye además:

- 10 una funda retirable (41) que rodea y protege el trozo de filtro (35) antes de usar, en donde la etapa de proporcionar el conjunto de filtro (21) en la perforación (9) incluye además las etapas de:

bajar por la perforación (9) el conjunto de filtro (21) que tiene una funda circundante (41) que protege el trozo de filtro;

ubicar el conjunto de filtro (21) en la ubicación en uso; y

retirar la funda (41).

- 15 11. Un método según las reivindicaciones 9 o 10, en donde capturar al menos un contaminante en proximidad a la tubería de producción (7) en la perforación (9) para extracción de gas de esquisto incluye proporcionar una pluralidad de conjuntos de filtro (21) en la perforación (9), en donde cada conjunto de filtro (21) incluye:

un primer acoplamiento de tubería (29) en un primer extremo de la tubería hueca; y

un segundo acoplamiento de tubería (33) en un segundo extremo de la tubería hueca,

- 20 en donde el primer acoplamiento de tubería (29) del conjunto de filtro (21) se adapta para acoplarse con el segundo acoplamiento de tubería (33) de un conjunto de filtro adyacente (21) para permitir acoplamiento de extremo con extremo de múltiples conjuntos de filtro (21), en donde el método incluye además las etapas de:

- 25 bajar por la perforación (9) un subsiguiente conjunto de filtro (21) que tiene una funda circundante (41) que protege el trozo de filtro (35) a una ubicación por encima de un conjunto de filtro (21) ubicado previamente en la ubicación en uso;

acoplar el subsiguiente conjunto de filtro (21) al conjunto de filtro ubicado previamente; y

retirar la funda (41) del subsiguiente conjunto de filtro (21).

- 30 12. Un conjunto de filtro en el sistema según la reivindicación 1 en el que el trozo de filtro (288) no es expandible y que incluye una funda que rodea el trozo exterior del trozo de filtro (288) y que define un pasaje anular exterior entre el trozo exterior del filtro y la funda, que comunica con una salida funcionalmente superior del trozo de filtro (288), un pasaje interior definido entre un trozo interior del filtro (285) y la tubería de producción (291), que comunica con una entrada funcionalmente inferior del filtro (285), y una pluralidad de válvulas (284) dispuestas a lo largo de la longitud del filtro extendiéndose transversalmente entre los pasajes de entrada y de salida, en donde entre la entrada y la salida se define una serie de caminos de fluido por medio de las válvulas (284) bajo la influencia de un vacío para filtrar
35 fluidos contaminantes a través del filtro.

13. Un conjunto de filtro según la reivindicación 12 en donde un extremo funcionalmente inferior del conjunto de filtro (621) comunica con una campana de sellado expandible (281) que se configura para dirigir fluidos contaminantes al conjunto de filtro (621), y para impedir la salida de fluidos subiéndolo alrededor del exterior del conjunto de filtro (621).

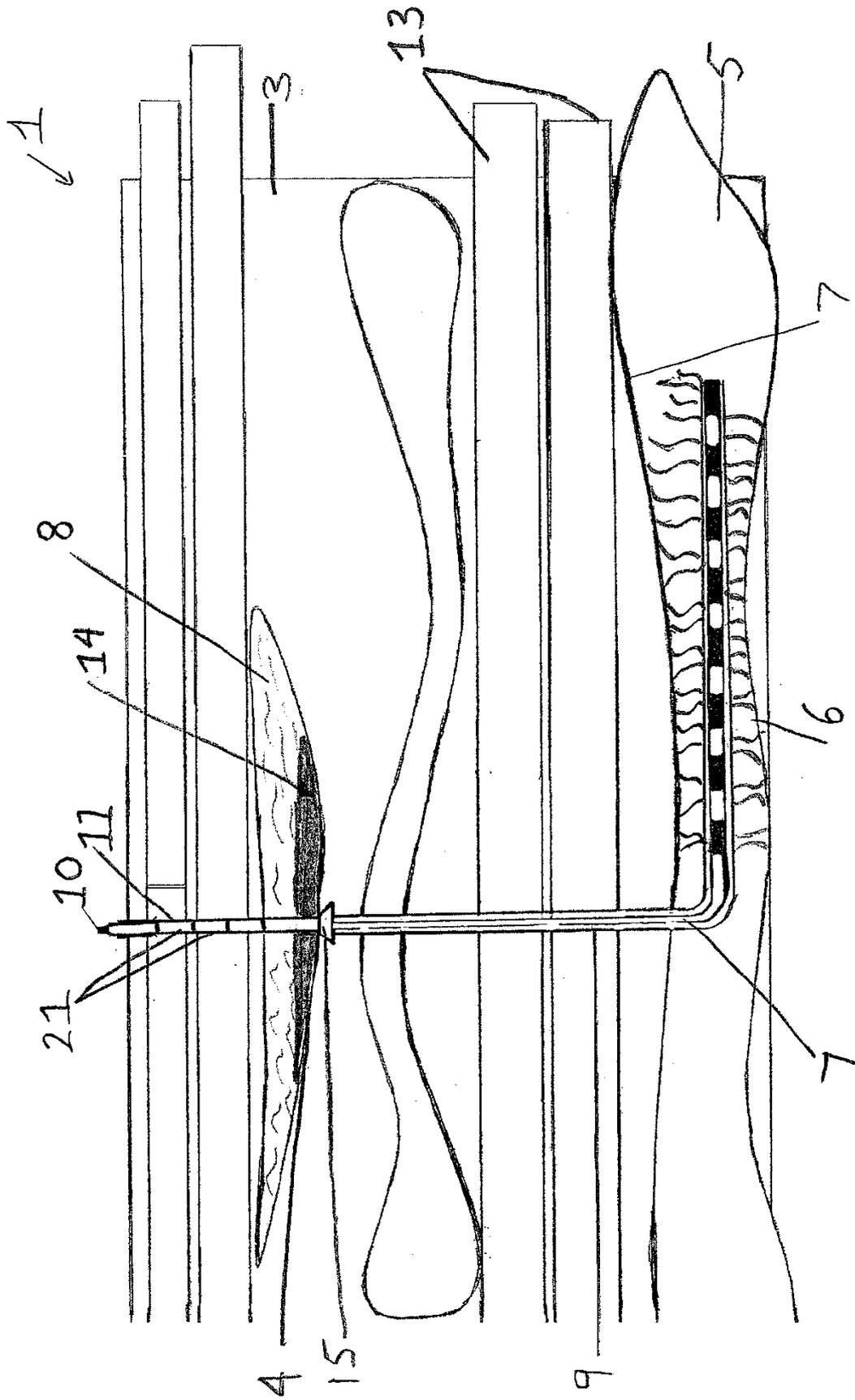


FIG. 1

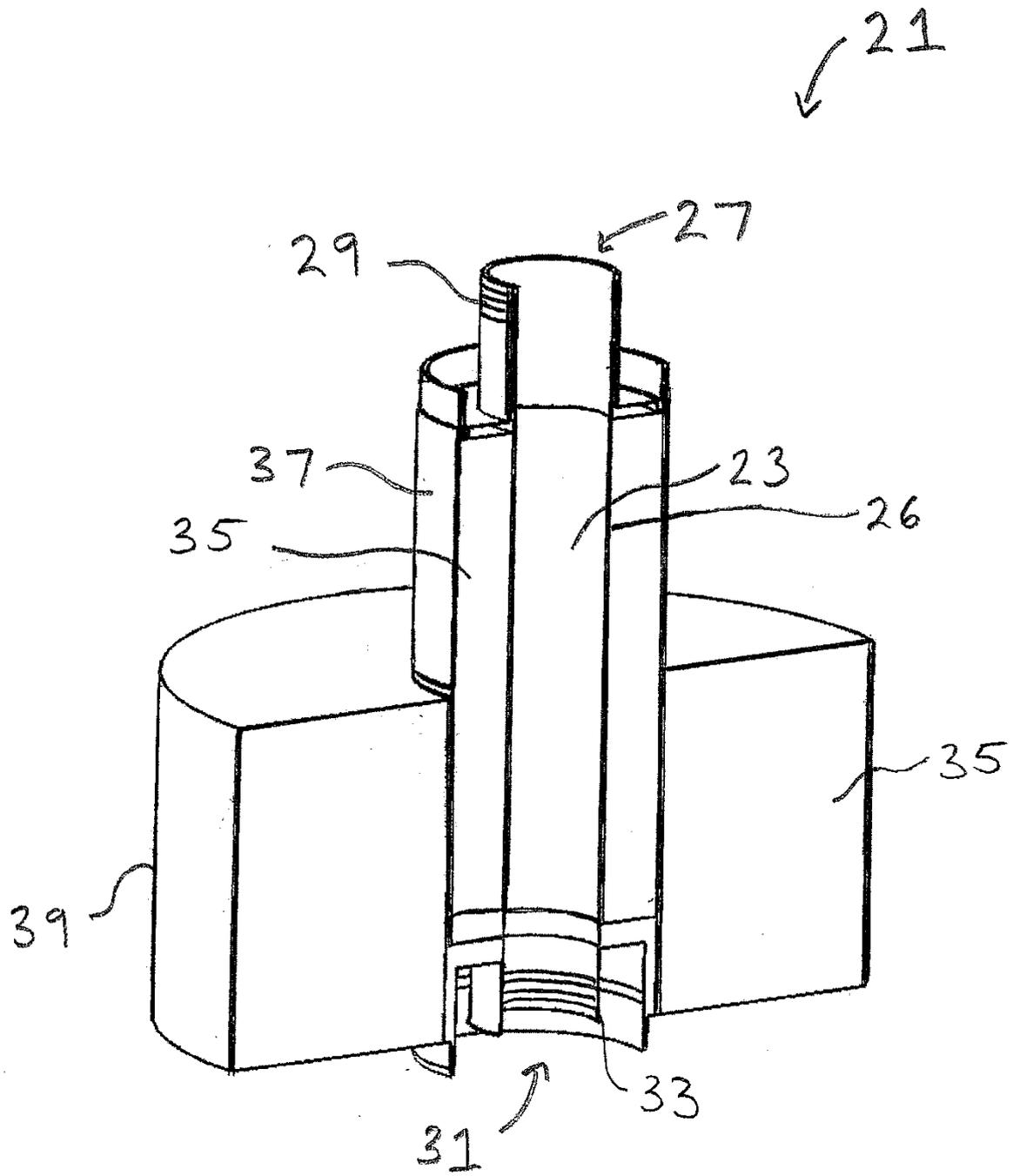


FIG. 2

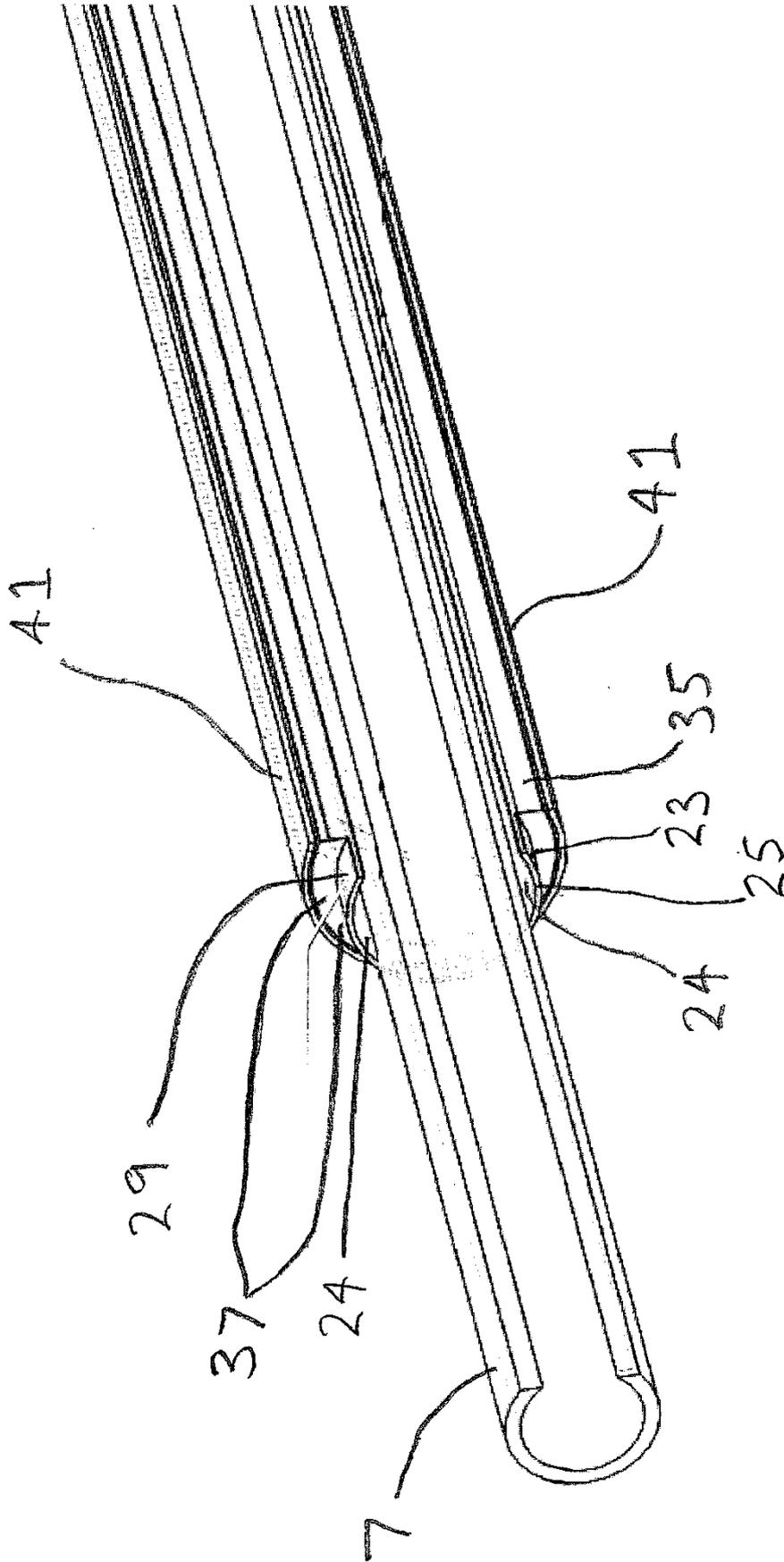


FIG. 3

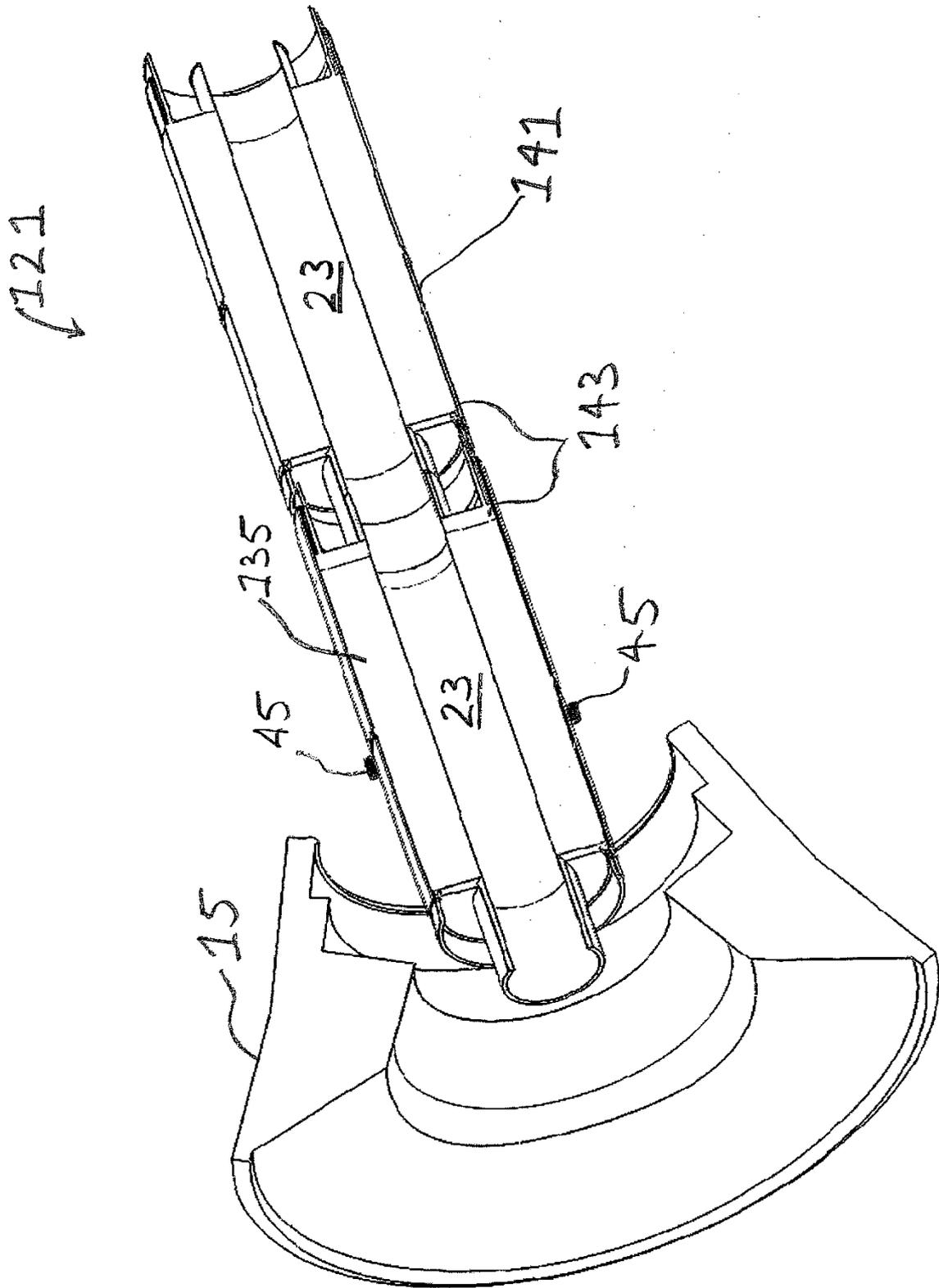


FIG. 4

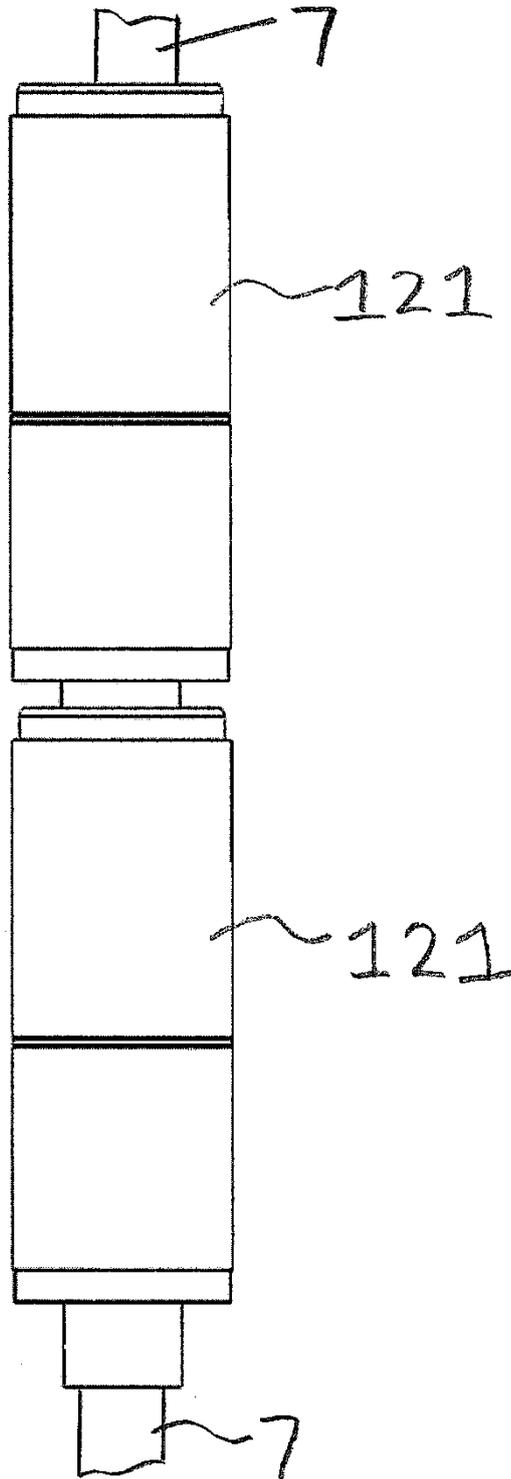


FIG. 5

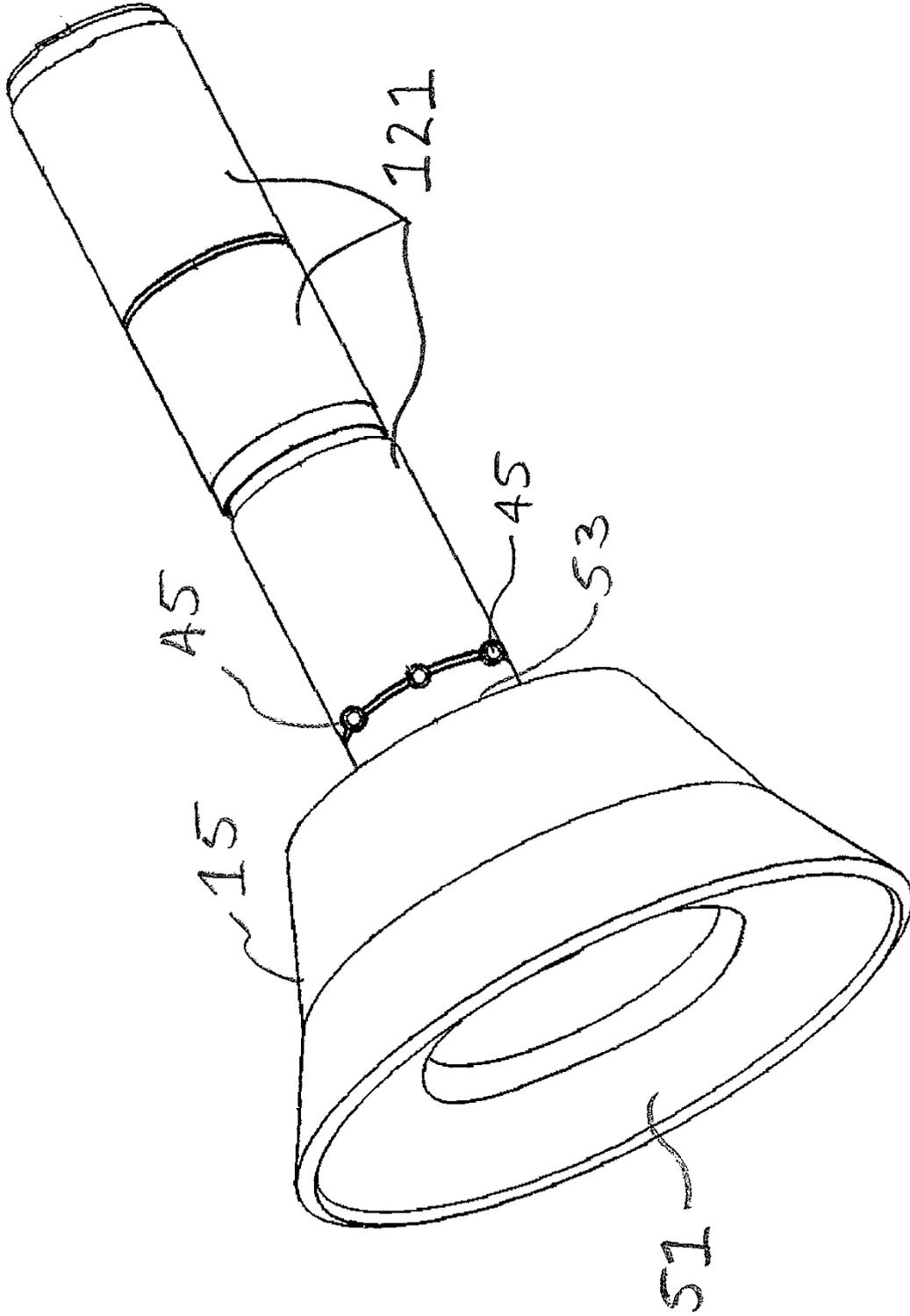


FIG. 6

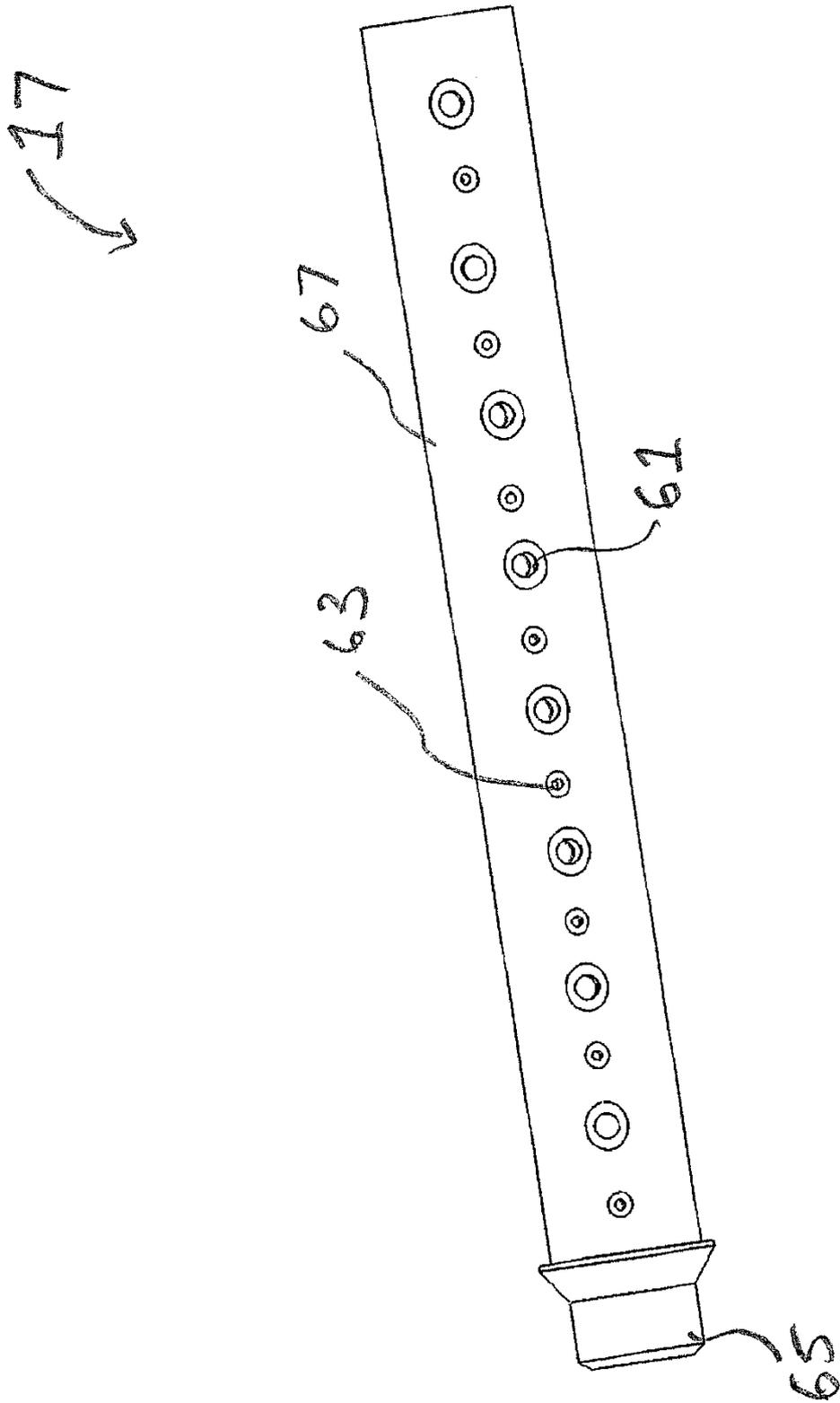


FIG. 7

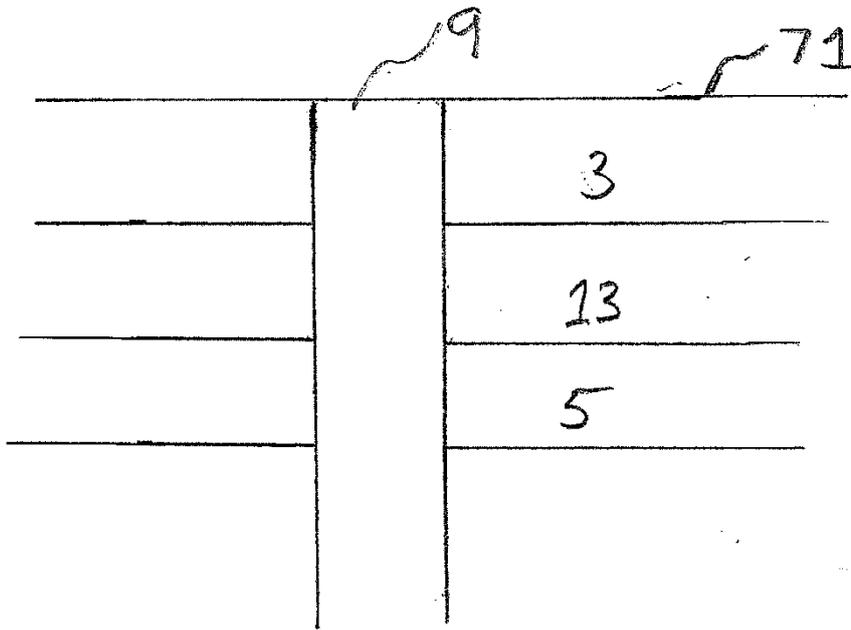


FIG. 8

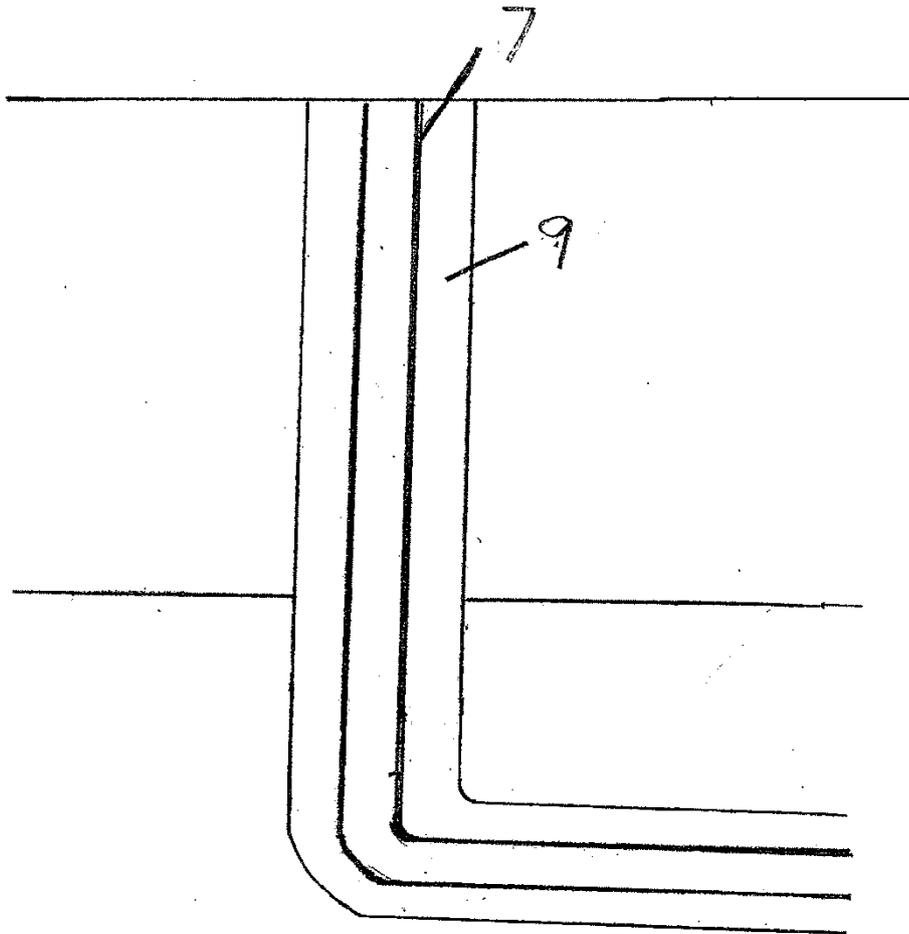


FIG. 9

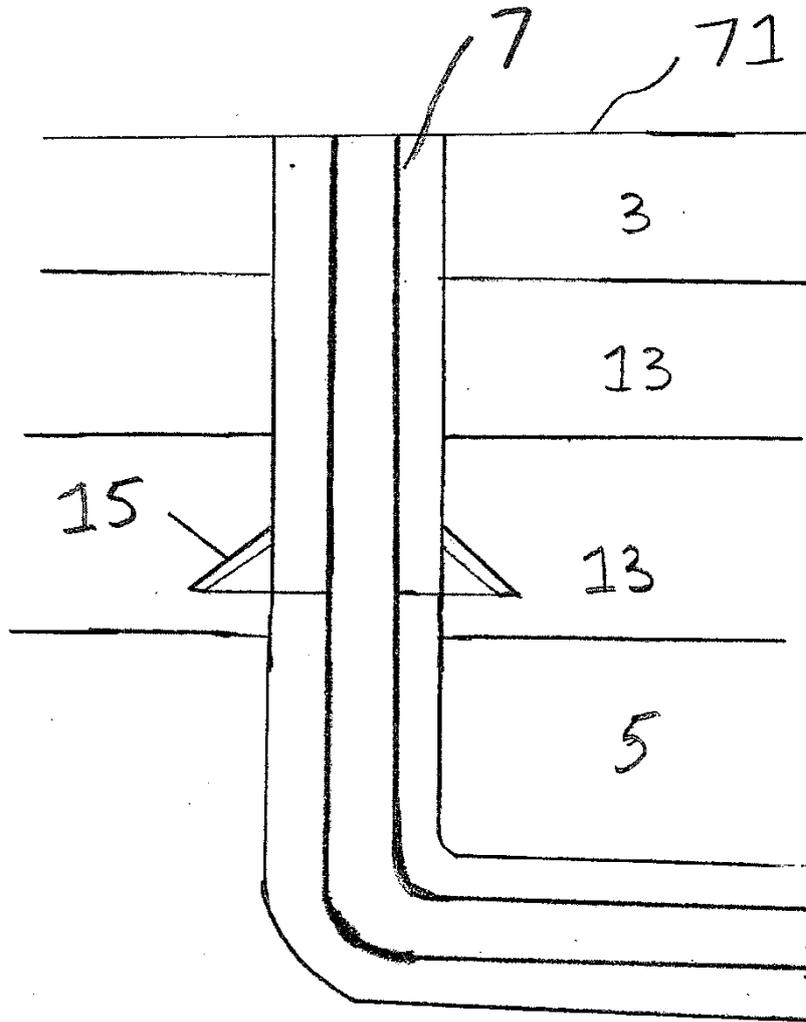


FIG. 10

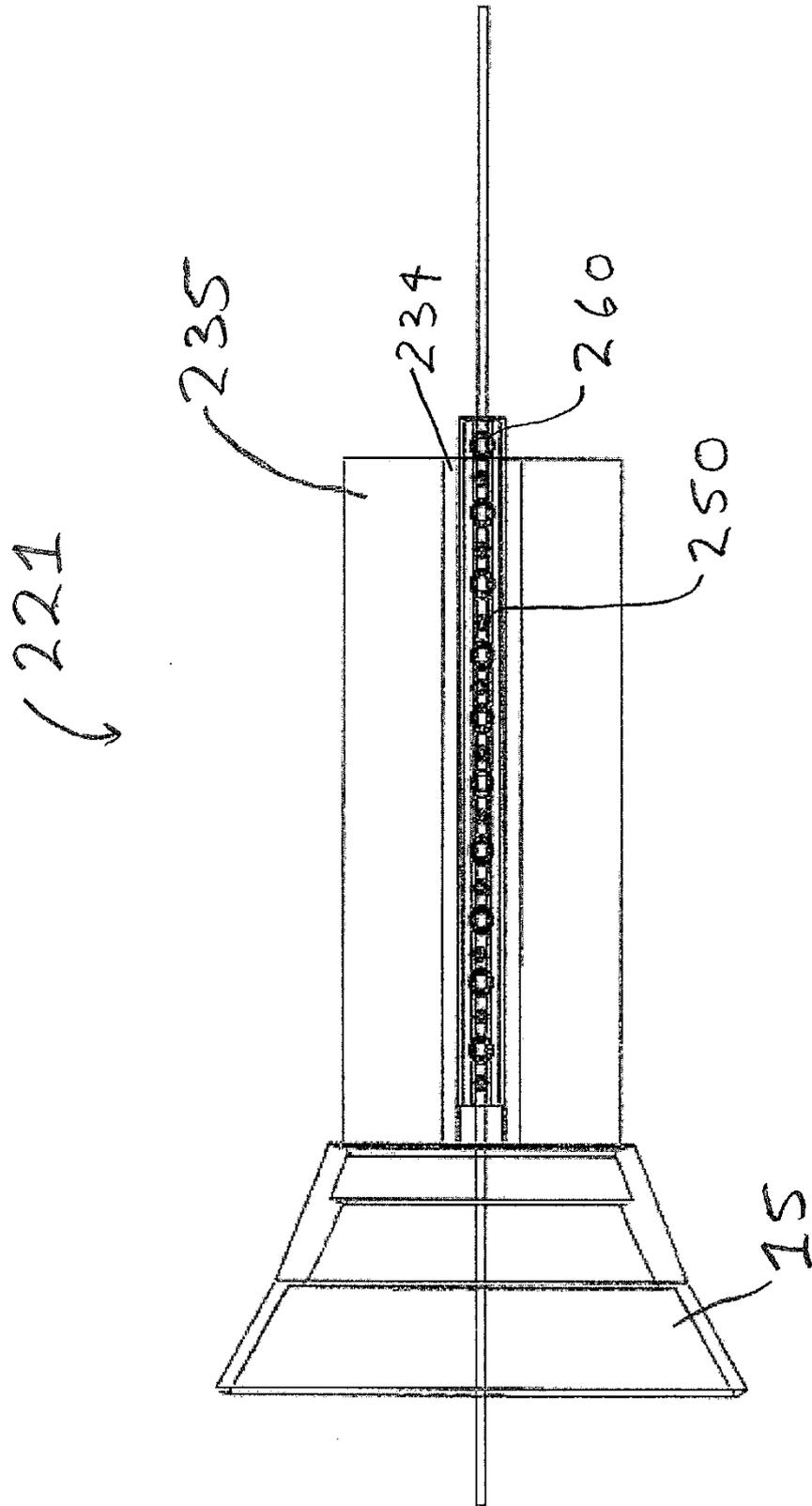


FIG. 13

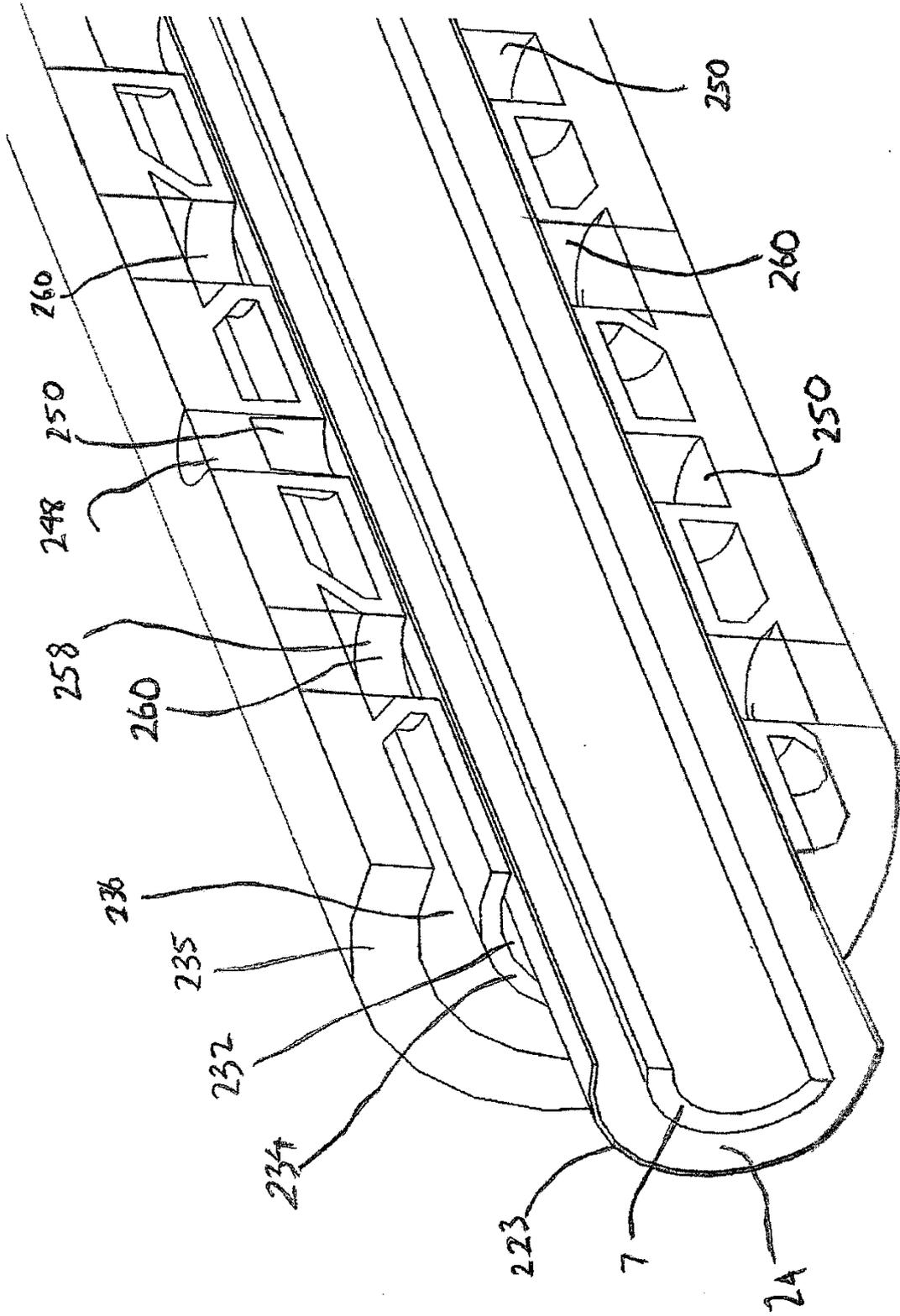


FIG. 14

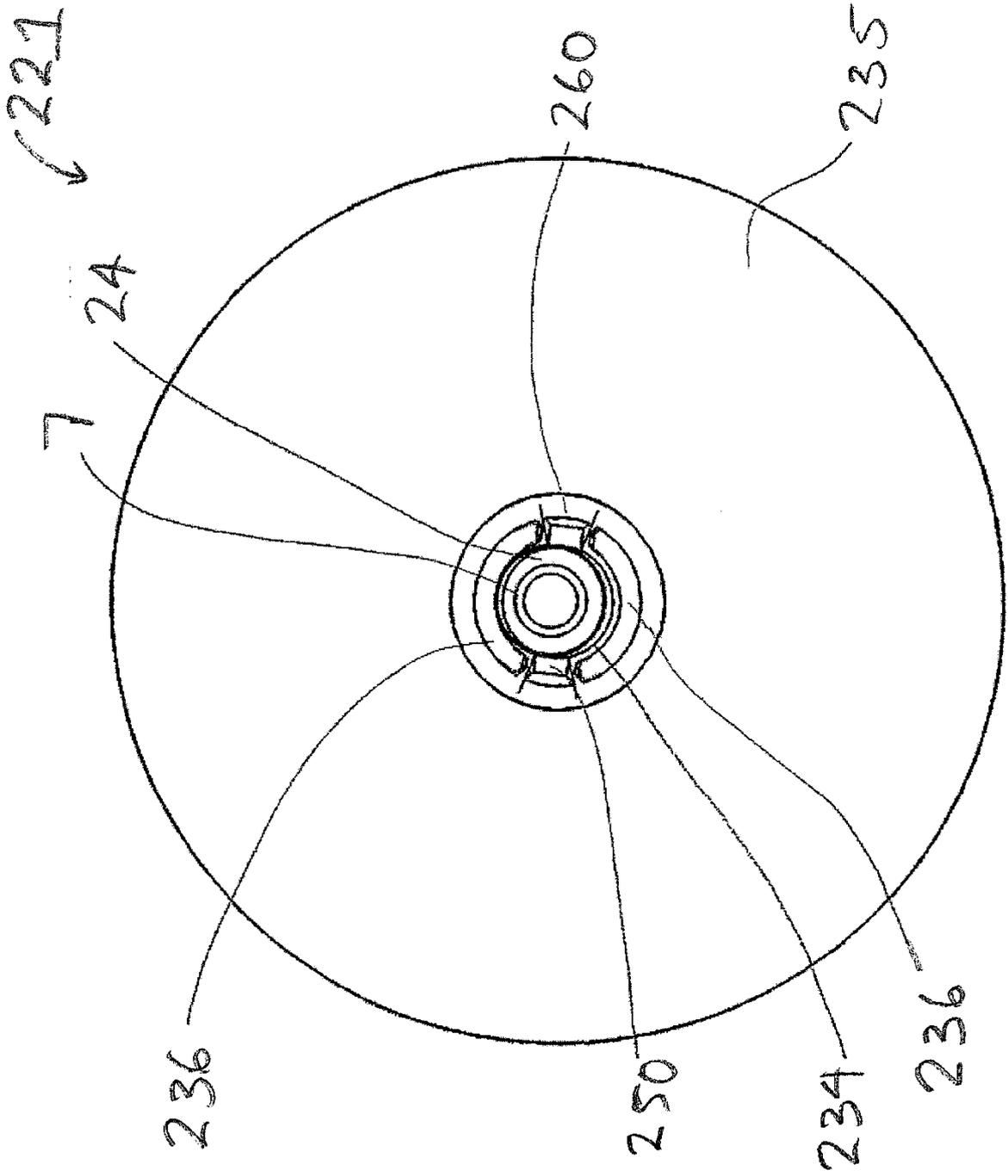


FIG. 15

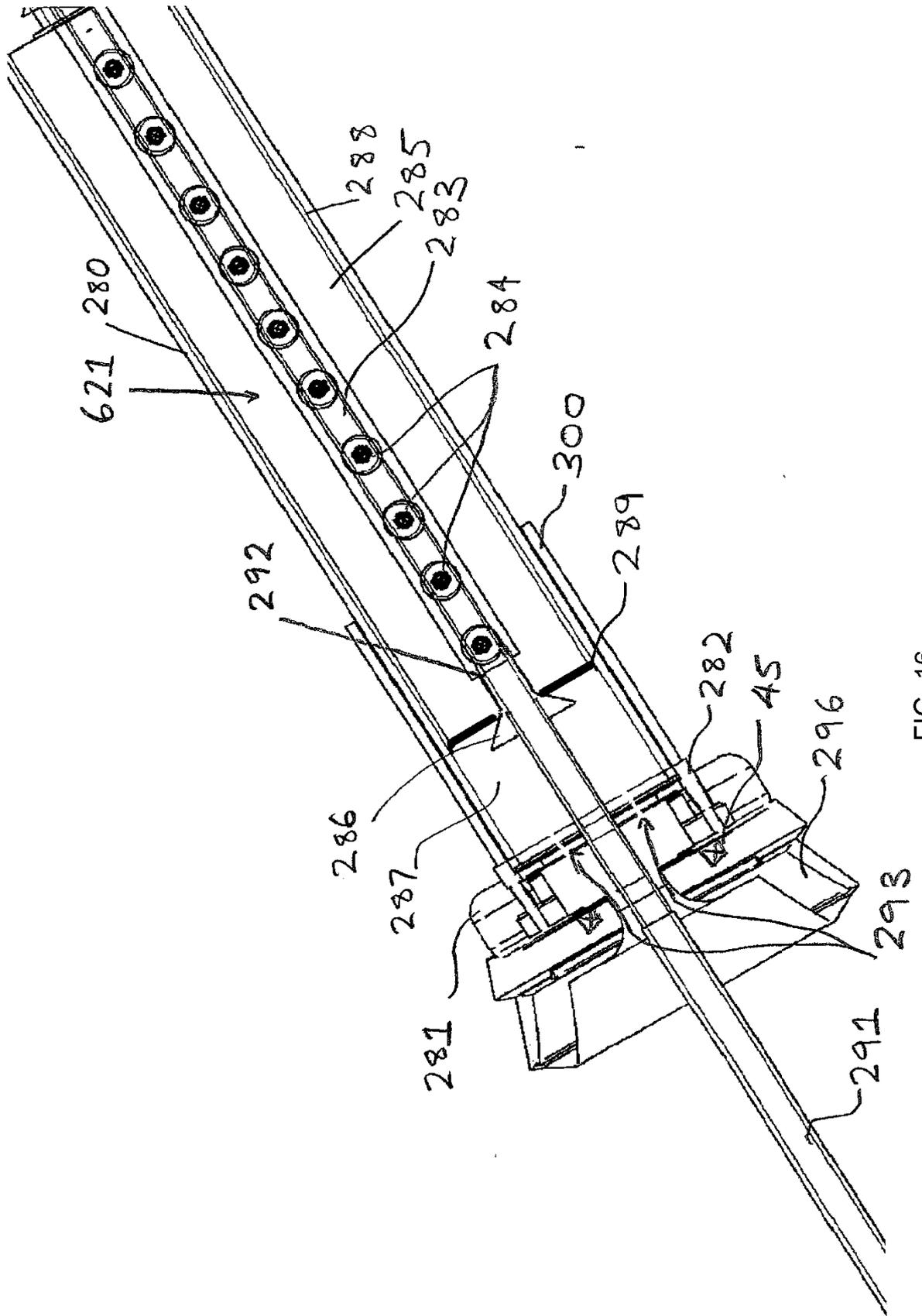


FIG. 16

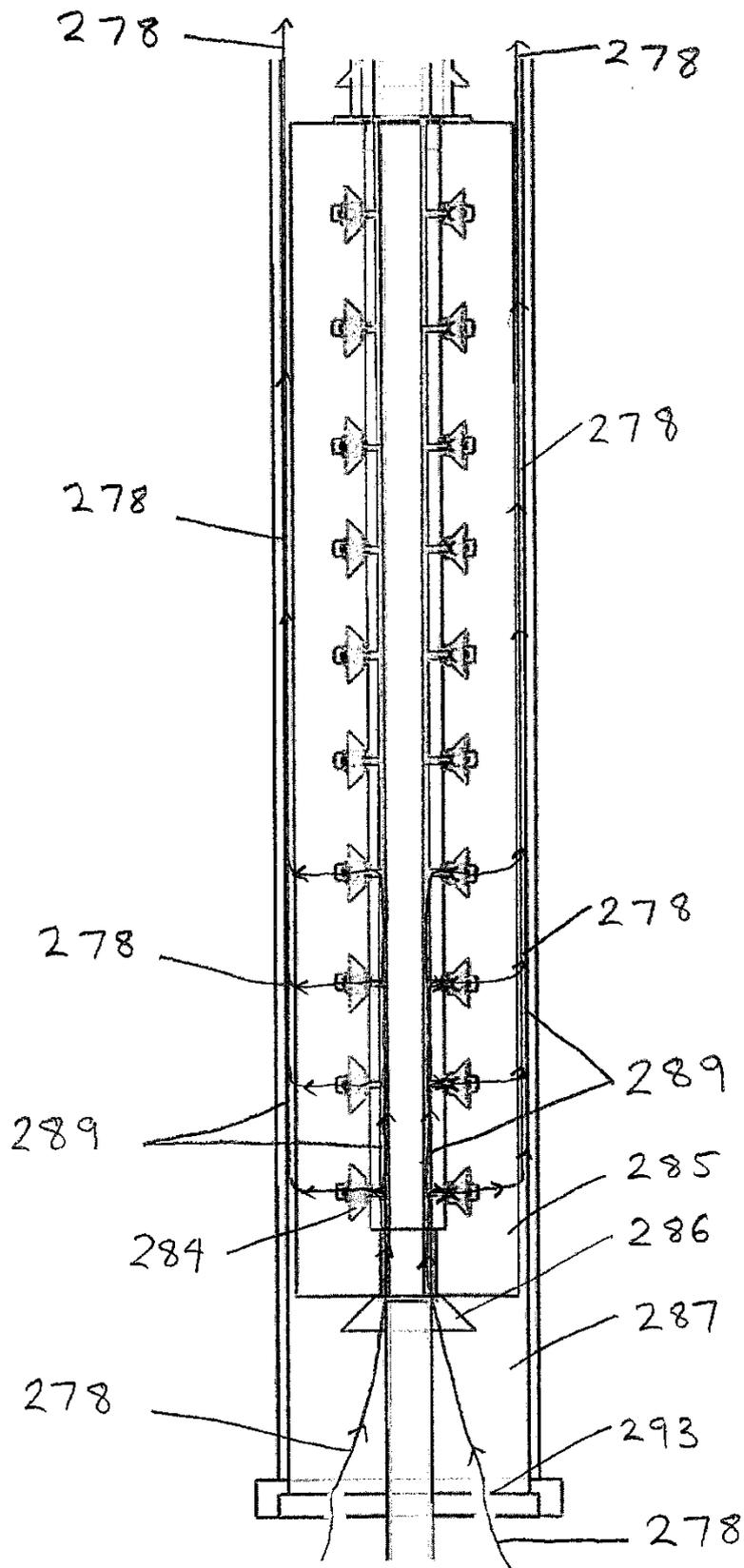


FIG. 16A

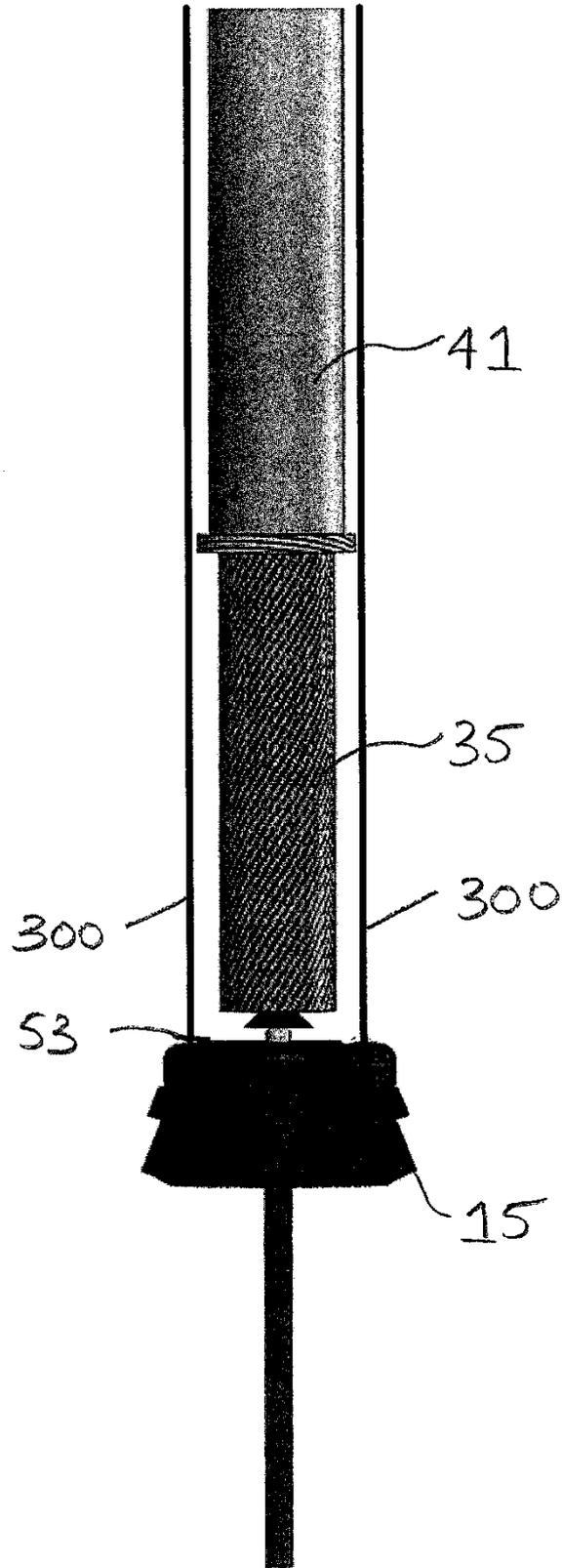


FIG. 17

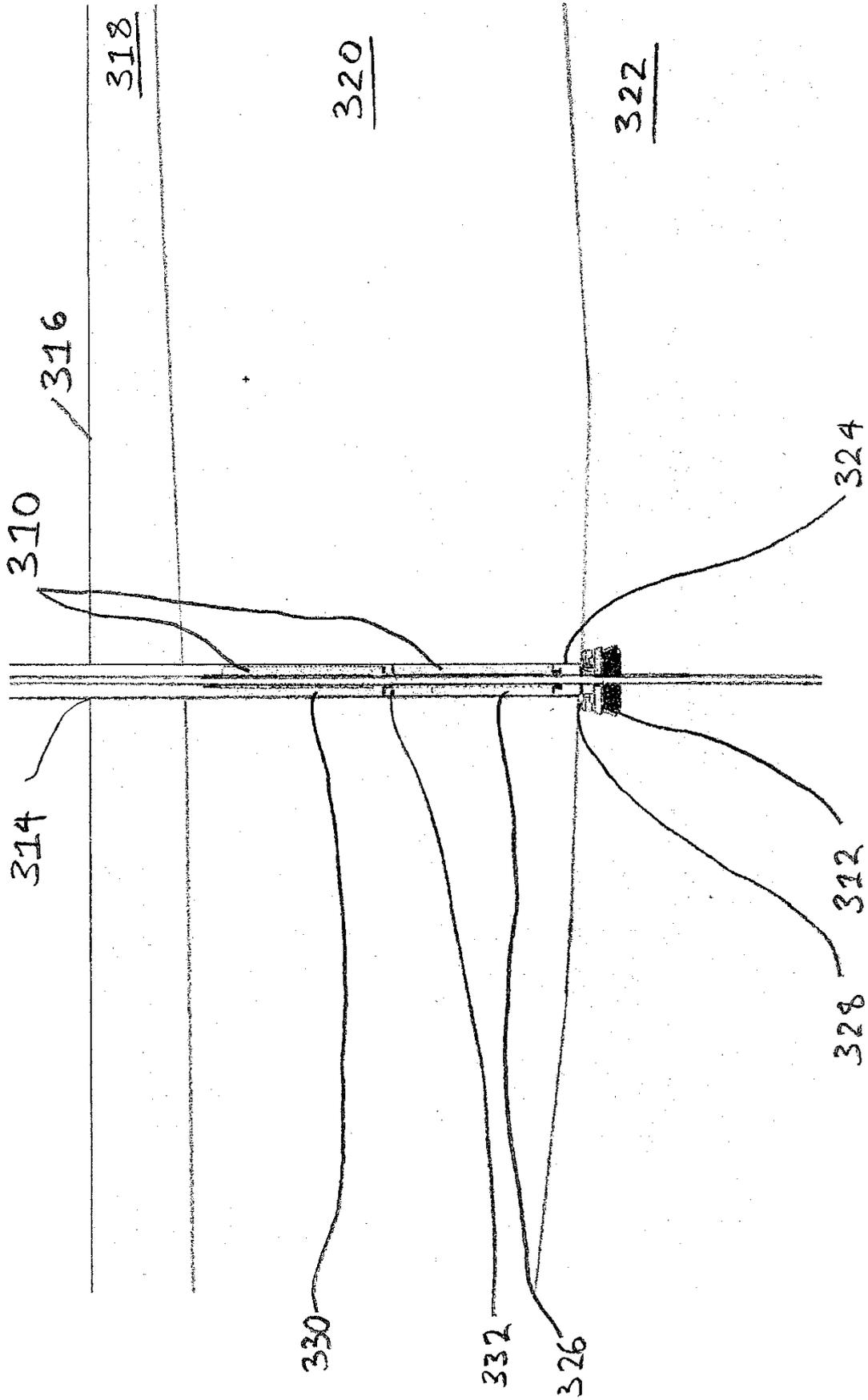


FIG. 18

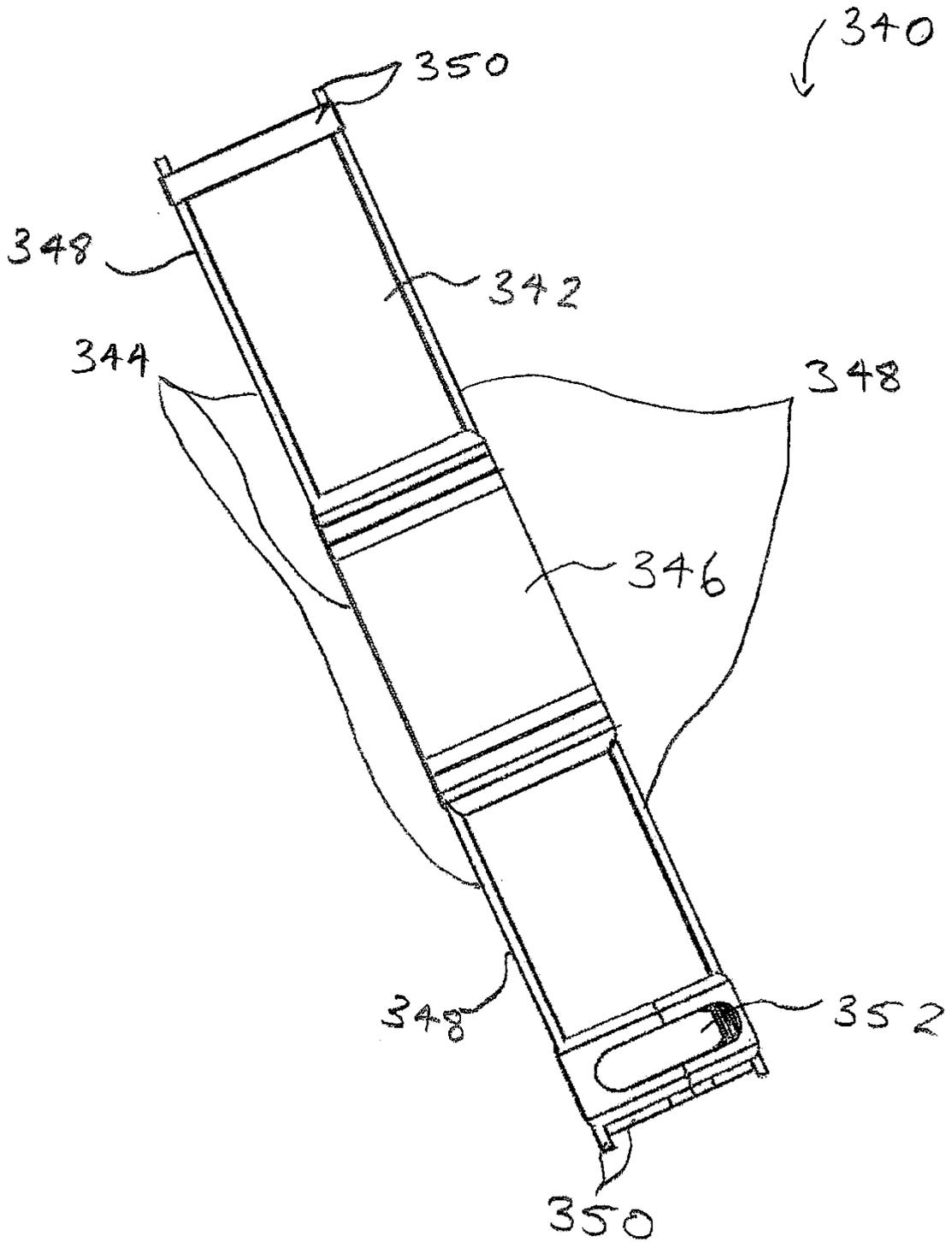


FIG. 19