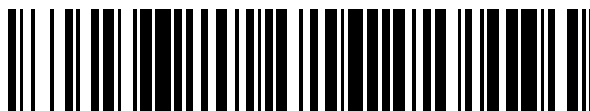


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 642 145**

51 Int. Cl.:

E02D 3/12 (2006.01)

E02D 5/46 (2006.01)

E02D 15/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2015 E 15201468 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 3037586**

54 Título: **Procedimiento para la consolidación de suelos y/o estructuras de construcción en contacto con los mismos, y dispositivo relacionado**

30 Prioridad:

23.12.2014 IT MI20142222

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

15.11.2017

73 Titular/es:

**EDILSYSTEM S.R.L. (100.0%)
Via del Piombo, 4
06134 Ponte Felcino (PG), IT**

72 Inventor/es:

MENICHETTI, ROBERTO

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 642 145 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

Procedimiento para la consolidación de suelos y/o estructuras de construcción en contacto con los mismos, y dispositivo relacionado.

5

La presente invención se refiere a un procedimiento para la consolidación de suelos y/o estructuras de construcción en contacto con suelos, así como a un dispositivo relevante usado en dicho procedimiento.

10

Los suelos, pero también las estructuras de construcción de construcciones civiles, industriales o monumentos, así como las estructuras de construcción que consisten en paredes de retención de terraplenes o pendientes, pueden desmoronarse, en particular como resultado de fallas del terreno o actividades sísmicas, lo que puede provocar inestabilidad y daños, incluso algunos graves, a las estructuras de construcción relevantes.

15

La consolidación de dichos suelos y de las estructuras de construcción en contacto con los mismos, que también puede realizarse a modo de prevención (en particular, prevención antisísmica), se realiza tradicionalmente de dos maneras:

20

- a través de los denominados micropilotes, reforzados con tubos de acero, que presentan una longitud tal como para permitir alcanzar (según las indicaciones recabadas de estudios sobre el terreno y de una caracterización geotécnica del emplazamiento) un suelo subyacente adecuado. Normalmente, la utilización de micropilotes implica la utilización de maquinaria extremadamente voluminosa y la realización de excavaciones significativamente invasivas, asimismo también conlleva la realización de bordillos de hormigón armado que conectan los cabezales de micropilotes.

25

- a través del aprovechamiento del suelo existente inyectando resinas de poliuretano o morteros de cemento expansivo ecológicos que permiten que se consolide el suelo, sin embargo con resultados limitados, que pueden ser insuficientes.

30

La patente italiana IT 1383319 y el documento EP-A1-1719841 describen un procedimiento para consolidar estructuras de construcción y el dispositivo relevante para implementar dicho procedimiento, combinando básicamente la tecnología de micropilotes con la consolidación del suelo a través de sustancias de expansión. En particular, el procedimiento consiste en:

35

producir por lo menos un orificio que presenta una primera sección que se extiende en la estructura de construcción y una segunda sección que se extiende en el suelo adyacente;

insertar en cada orificio un refuerzo que se extiende tanto en la primera sección como en la segunda sección;

40

inyectar por lo menos en la segunda sección, entre el refuerzo y la pared de cada orificio, una resina de expansión que, una vez curada, se adapta para consolidar el suelo y constreñir el refuerzo al mismo.

45

Sin embargo, el documento IT 1383319 también proporciona la posibilidad de constreñir el refuerzo en cada orificio a la estructura de construcción inyectando en dicha primera sección del orificio, según una técnica particular, un fluido distinto de dicha resina y adecuado para endurecerse tras el curado.

50

De esta manera, los micropilotes se implementan, en particular, bajo la cimentación de una estructura de construcción y, adicionalmente, se consolida el suelo alrededor de cada micropilote y, más generalmente, bajo la estructura de construcción, todo ello con el fin de garantizar que el suelo subyacente y la totalidad de la estructura de construcción se consolidan según se desea.

55

Sin embargo, la solución ofrecida por el documento IT 1383319 presenta algunas desventajas. En particular, una vez que el orificio anterior se ha perforado, en suelos deformados puede resultar difícil, o incluso imposible insertar el refuerzo relevante en el orificio, porque el suelo que rodea el orificio colapsa, obstruyéndolo.

60

Además, es necesario disponer de dos máquinas herramienta diferentes, concretamente una perforadora y una máquina para inyectar la resina de expansión.

La presente invención establece el objetivo de implementar un procedimiento para la consolidación de suelos y, si estuvieran presentes, también de las estructuras de construcción en contacto con dichos suelos, así como un dispositivo que puede utilizarse en dicho procedimiento, de modo que no surjan las desventajas descritas anteriormente.

65

Dicho objetivo se alcanza y el problema técnico relevante se resuelve mediante el procedimiento de consolidación y el dispositivo relevante divulgado en las reivindicaciones adjuntas.

ES 2 642 145 T3

La invención se pondrá más claramente de manifiesto a partir de la siguiente descripción de una forma de realización del procedimiento y dispositivo según la invención. En dicha descripción, se hará referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

5 la figura 1 es una vista lateral de una forma de realización del dispositivo según la invención, que va a utilizarse para implementar un procedimiento según la invención, permitiendo el procedimiento que se consoliden suelos y/o estructuras de construcción en contacto con dichos suelos;

la figura 2 es una vista ampliada de uno de los manguitos que forman parte del dispositivo de la figura 1;

10 la figura 3 es una vista lateral del mismo manguito tal como se muestra en la figura 2, pero rotado 90° grados alrededor de su propio eje;

la figura 4 es una vista desde arriba del mismo;

15 la figura 5 es una sección transversal axial según la línea discontinua 5-5 de la figura 3;

la figura 6 es una sección transversal del mismo según la línea discontinua 6-6 de la figura 5;

20 la figura 7 muestra el dispositivo de la figura 1 tal como se monta *in situ* como resultado de la implementación del procedimiento según la invención, habiéndose usado el dispositivo para consolidar un suelo que presenta una superficie plana;

25 la figura 8 muestra la utilización de varios dispositivos según la invención para consolidar el suelo subyacente a una losa de cimentación de una estructura de construcción, estando los dispositivos constreñidos a dicha cimentación;

la figura 9 muestra la utilización de dispositivos tales como los de la figura 1 para consolidar una estructura de construcción de piedra de tipo tradicional, así como el suelo subyacente;

30 la figura 10 muestra cómo es posible consolidar el suelo bajo una estructura de construcción de piedra tradicional y al mismo tiempo constreñir el dispositivo según la invención a dicha estructura sin ninguna perforación que afecte directamente a la estructura de construcción;

35 la figura 11 muestra una manera alternativa para conectar una estructura de construcción de piedra tradicional con los dispositivos según la invención;

la figura 12 muestra cómo es posible consolidar un terraplén y la estructura de construcción relevante que consiste en una pared de contención de piedra tradicional;

40 la figura 13 muestra cómo es posible consolidar y retener un terraplén o una pendiente.

Al examinar la figura 1 puede observarse que el dispositivo 10 comprende una serie de barras huecas autoperforantes convencionales 12 (en el caso específico tres barras, señaladas con 12.1, 12.2 y 12.3), realizadas en acero (tal como acero S 355 o un acero con rendimiento mejorado), del tipo con adhesión mejorada, presentando la superficie lateral de dichas barras una nervadura helicoidal que permite que se realice una conexión entre las mismas a través de los manguitos 14, la ampliación de uno de los cuales se muestra en las figuras 2-6.

50 Tal como puede observarse en particular en las figuras 5 y 6, el manguito 14 está roscado internamente de modo que los extremos correspondientes de dos barras consecutivas 12 pueden atornillarse en el mismo, implementando la conexión entre las dos barras 12. En particular, la figura 6 muestra que las dos barras huecas 12 que se atornillan hasta el tope en el manguito 14 no alcanzan las aberturas 16 laterales pasantes obtenidas en el manguito 14 en posiciones diametralmente opuestas. Debe señalarse que el número de aberturas 16 puede ser distinto de dos (aunque es preferente disponer de dos aberturas dispuestas como aberturas 16) y las aberturas pueden incluso no encontrarse en el mismo plano transversal, oscilando su número entre una única abertura y un número no muy superior a dos, por razones obvias. Las aberturas 16, si existiera más de una, se disponen convenientemente formando un ángulo y están distanciadas de igual manera. Se insertan en las aberturas 16 válvulas de retención (no mostradas por motivos de simplicidad), que se abren cuando se logra una determinada presión en el interior del manguito.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 1, puede observarse que una barrena 18 de perforación de un solo uso convencional se sujeta de manera convencional al extremo inferior de la barra 12.1. El conjunto formado por las barras autoperforantes 12.1, 12.2 y 12.3, por los dos manguitos de conexión 14 y por la barrena 18 de perforación forma una barra de perforación 10 que se utiliza, por medio de máquinas especiales, en el procedimiento según la presente invención.

ES 2 642 145 T3

5 La longitud de la barra de perforación 10 puede variar dentro de determinados intervalos, utilizando un número apropiado de barras 12 y manguitos 14, encontrándose las barras disponibles en el mercado en diferentes longitudes y diámetros. En particular, pueden obtenerse barras del tipo autoperforante que presentan un diámetro exterior de 32 mm, 38 mm y 51 mm, respectivamente, y un espesor de 5,2 mm para barras de 32 y 38 mm y un espesor de 9,4 mm para barras de 51 mm.

10 Los manguitos de conexión 14, preferiblemente realizados en acero S 355 o acero con características mejoradas, se realizan de este modo para adaptarse al diámetro de las barras 12 que deben conectarse.

15 Las dos aberturas 16 pasantes previstas en los manguitos 14 presentan en este caso específico un diámetro de 16 mm. Las válvulas de retención relevantes (tal como se señaló, no mostradas por motivos de simplicidad) son convenientemente del tipo que puede aplicarse presionándolas en las aberturas 16 relevantes y pueden establecerse, por ejemplo, en una apertura a 10 bar o a 20 bar o a otros valores de presión, dependiendo de los requisitos.

20 Con respecto a las barrenas 18 de perforación de un solo uso, pueden obtenerse en el mercado como kits para las barras autoperforantes mencionadas anteriormente y pueden dotarse de barrenas para orificios en la roca o en paredes, o si no pueden ser barrenas de perforación de tres cuchillas para perforar en suelos de cualquier naturaleza. Dichas barrenas de un solo uso están provistas de aberturas pasantes que permiten que el entorno exterior de la barrena y el interior de la barra de perforación 10 hueca se comuniquen entre sí.

25 El orificio que se obtiene perforando con las varillas de perforación 10 provistas de las barrenas 18 de perforación presenta un diámetro que oscila entre 60 y 100 mm, dependiendo del diámetro de la barra 12 y, por tanto, de la barrena 18 de perforación en utilización.

Haciendo referencia a las figuras 7-14, se describirán ahora algunas aplicaciones del procedimiento y del dispositivo según la presente invención.

30 La barra de perforación 10 representada en la figura 1 puede utilizarse simplemente para consolidar el suelo, por ejemplo, el suelo señalado con 20 en la figura 7. En este caso, después de realizar estudios geotécnicos precisos, se obtendrá un esbozo de un diseño, que proporciona un determinado número de perforaciones con varillas de perforación 10 de una determinada longitud y que consisten en un determinado número de barras autoperforantes 12, que presentan un determinado diámetro y una barrena 18 de perforación de un solo uso adecuada.

35 Una vez que se ha realizado una perforación que alcanza la profundidad deseada (por ejemplo, para alcanzar una capa del suelo con mejores características o que presenta un anclaje de longitud suficiente) y, por consiguiente, una vez que el orificio relevante se ha barrenado en el suelo 20, la barra de perforación 10 se deja en el orificio, de modo que actúe como refuerzo.

40 A través de un tubo de inyección 19 conectado con el extremo exterior de la varilla de refuerzo de perforación 10, una sustancia fluida de expansión (por ejemplo, una resina de poliuretano apropiada del tipo utilizado para consolidar suelos, o si no un mortero a base de cemento de expansión, del tipo que ya se utiliza para este fin) se inyecta ahora en el interior de esta última. La inyección se produce a una presión que provoca la apertura de las válvulas de retención previstas en las aberturas 16 de los manguitos 14, de modo que la sustancia de expansión fluye hacia fuera de las aberturas 16 y hacia fuera de las aberturas (no mostradas) que están presentes en la barrena 18, llena la parte de orificio que no está ocupada por la barra de perforación 10 y también se infiltra en el suelo circundante. Una vez que se cura dicha sustancia de expansión, la situación es tal como se representa en la figura 7, en la que la zona señalada en su totalidad con 21 es la parte del suelo afectada por dicha sustancia una vez expandida, de modo que el suelo se consolida debido a la presencia de la sustancia expandida anterior y del refuerzo relevante que consiste en la barra de perforación 10.

45 Al repetir el procedimiento anterior el número de veces requerido, puede consolidarse un suelo con cualquier extensión de superficie.

50 El procedimiento según la presente invención también puede utilizarse para consolidar un suelo sobre el que ya existe una estructura de construcción (en particular, una estructura de construcción preexistente en una zona sísmica), que se consolida a su vez. La figura 8 muestra una estructura de construcción 22.1 (representada muy esquemáticamente), en particular una estructura de hormigón armado, cuya cimentación 24.1 descansa sobre el suelo 20.

55 Utilizando un procedimiento tal como se describió anteriormente con referencia a la figura 7, es posible lograr la situación representada en la figura 8, en la que el suelo 20 bajo la cimentación 24.1 se consolida a través de la utilización de una serie de varillas de refuerzo de perforación 10 y unas zonas 21 del suelo relevantes afectadas por la sustancia de expansión, pero en este caso la perforación también afecta a la estructura de construcción

22.1 y en particular a su cimentación 24.1, una junta 26 anular ajustada en cada barra de perforación 10 impide que la sustancia fluida de expansión ascienda de nuevo al orificio más allá de dicha junta, y se inyecta la sección de orificio que permanece libre de la barra de perforación 10 por encima de la junta 26, a través de un segundo tubo de inyección 23, con una sustancia fluida (por ejemplo un mortero epoxi con grava de gran tamaño y/o mortero reoplástico a prueba de contracción, de fraguado rápido), implementando por tanto medios de conexión, señalados con 27, adaptados para hacer que la sección de la varilla de refuerzo de perforación 10 relevante sea solidaria con la cimentación 24.1 de la estructura 22.1.

La figura 9 representa una situación en la que las varillas de refuerzo de perforación 10 también están constreñidas a la estructura de construcción 22.2, que es de tipo tradicional realizada en piedra, y en particular a su cimentación 24.2, ya que la perforación también se ha realizado a través de dicha cimentación. Al recalcar que elementos idénticos o similares en las figuras 8 y 9 se han señalado con los mismos números de referencia (esto también se aplica a las figuras restantes), debe destacarse que en la figura 9 las dos varillas de refuerzo de perforación 10 visibles, que debe considerarse que no se encuentran en el mismo plano vertical, presentan una inclinación opuesta y podrían pertenecer a una secuencia de pares de varillas tales como la de la figura 9, una secuencia que afecta a la totalidad de la longitud de la estructura 22.2 en perpendicular al plano de la hoja.

La figura 10 representa una estructura de construcción 22.2 similar a la de la figura 9, siendo la única diferencia que las dos varillas de refuerzo de perforación 10 no cruzan la estructura de construcción y se insertan directamente en el suelo (tal como es el caso de la figura 7), pero están ligeramente inclinadas en sentido opuesto y estando una de las dos varillas 10 (la varilla de la derecha) conectada a la estructura de construcción 22.2 mediante medios de conexión, señalados en su totalidad con 27.1, que comprenden una sección del perfil de acero en L 30.1, que está conectada tanto a la varilla 10 relevante mediante un manguito roscado especial 28 como a la estructura de construcción 22.2 a través de tornillos 29 insertados de manera convencional en la cimentación de la estructura de construcción 22.2.

La figura 11 representa otra situación en la que las dos varillas de refuerzo de perforación 10, en este caso dispuestas en vertical, no cruzan la estructura de construcción de piedra 22.2: ambas están conectadas a la estructura 22.2 mediante medios de conexión, señalados en su totalidad con 27.2, que comprenden un perfil de metal 30.2 dispuesto a través de la cimentación de la estructura de construcción 22.2 y enterrados en una pieza colada de hormigón, estando los dos extremos del perfil 30.2 soldados al cabezal de las varillas 10 relevantes e incluidos en sus vigas de cimentación de hormigón armado respectivas que se extienden en paralelo a la cimentación de la estructura de construcción 22.2 y que contienen la misma.

La figura 12 muestra cómo el procedimiento y el dispositivo según la presente invención permiten que se consolide un terraplén 20 soportado por una estructura de construcción 22.3 que consiste en una pared de contención de piedra tradicional. La varilla de refuerzo de perforación 10 insertada en el terraplén también cruza la pared 22.3 y se conecta a la misma mediante los medios de conexión 27 usados en las figuras 8 y 9; sin embargo, también está prevista una chapa 33 de adaptación de acero fijada a la varilla 10 mediante un manguito roscado 28 similar al usado en la figura 10 para fijar la varilla 10 al perfil en L 30. Obviamente, en el caso de la figura 12 podrían proporcionarse varias varillas de refuerzo de perforación 10 y la pared de contención podría realizarse de hormigón armado en lugar de piedra.

La figura 13 ilustra el caso en el que un terraplén 20 (originado por ejemplo a partir de excavaciones), no soportado por una pared de contención, se estabiliza por medio de las varillas de refuerzo de perforación 10, cuyo extremo exterior se fija a chapas 33 tales como las de las figuras 12 y 13, adaptando las chapas una rejilla 34 de acero electrosoldada, disponiéndose entre esta última y el terraplén un sistema 35 Geonetwork para impedir que se desmorone el terraplén.

Tal como puede entenderse a partir de lo anterior, el procedimiento y el dispositivo según la presente invención pueden utilizarse para la consolidación de suelos y/o estructuras de construcción en las situaciones más variadas y pueden ajustarse a los requisitos específicos que puedan surgir, particularmente para la consolidación de suelos y estructuras de construcción que existen en zonas sísmicas, pero también simplemente para la consolidación de suelos (por ejemplo licuados como resultado de un terremoto) y/o para aumentar la capacidad de soporte de carga de los mismos con vistas a la construcción de nuevas estructuras de construcción sobre los mismos.

También se recalca que, con el fin de implementar el procedimiento según la presente invención, puede utilizarse una única máquina herramienta para realizar tanto la perforación como la inyección.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para consolidar suelos (20) y/o estructuras de construcción (22) en contacto con estos suelos, que comprende las siguientes etapas:

- 5
- producir en el suelo (20) que va a consolidarse, por medio de perforación, por lo menos un orificio utilizando una barra de perforación (10) con una barrena (18) de perforación del tipo de un solo uso, comprendiendo la varilla de perforación (10) varias barras de perforación huecas (12) dispuestas de manera consecutiva y conectadas entre sí por medio de unos manguitos coaxiales (14) para obtener un acoplamiento giratorio que permita la perforación, estando por lo menos uno de los manguitos (14) provisto de por lo menos una
 - 10 abertura (16) pasante lateral que pone el interior del manguito (14) en comunicación con el exterior, siendo esta abertura (16) cerrada por una válvula de retención adaptada para abrirse cuando la presión en el interior del manguito (14) supere un valor predeterminado;
 - 15 - dejar la barra de perforación (10) en el orificio barrenado en el suelo, de modo que actúe como refuerzo;
 - inyectar en la barra de perforación (10), a través del extremo exterior de la misma, a una presión que provoque la apertura de las válvulas de retención previstas en los orificios (16) de los manguitos (14), una
 - 20 sustancia de expansión adaptada, una vez curada, para consolidar el suelo circundante y constreñir al mismo la barra de perforación (10) que actúa como refuerzo.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la sustancia de expansión es una resina de poliuretano de dos componentes que presenta esta característica.

25 3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la sustancia de expansión es un mortero a base de cemento premezclado que presenta esta característica.

30 4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que, si una estructura de construcción (22) está presente en el suelo (20) que va a consolidarse, están previstos unos medios (27) para conectar la longitud más exterior de la barra de perforación (10) dejada *in situ* con una parte de la estructura de construcción (22).

35 5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que los medios (27) para conectar la longitud más exterior de la barra de perforación (10) con una parte de la estructura de construcción (22) se obtienen perforando, por medio de la misma barra de perforación (10), una primera parte del orificio en la estructura de construcción (22), e insertando a continuación en la primera parte del orificio, entre la barra de perforación (10) dejada *in situ* y la pared del orificio, una junta (26) anular que, cuando se lleva a cabo la inyección, impide que la resina de expansión ascienda sustancialmente al interior de la primera parte del orificio incluido en la estructura de construcción (22), no presentando la barra de perforación (10) los manguitos (14) mencionados anteriormente provistos de unas válvulas de retención en la primera parte del orificio;

40 posteriormente, después de haber inyectado la sustancia de expansión, inyectar en el orificio barrenado en la estructura, entre la barra de perforación (10) y la pared de este orificio, una sustancia fluida adaptada para unificar la longitud relacionada de la barra de perforación (10) con la estructura de construcción (22).

45 6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la sustancia fluida adaptada para unificar la longitud relacionada de la barra de perforación con la estructura de construcción (22) es un mortero epoxi y/o un mortero reoplástico con contracción compensada de fraguado rápido.

50 7. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que los medios para conectar la longitud más exterior de la barra de perforación con la parte de la estructura de construcción comprenden unos elementos de metal (30) y/o unos elementos de hormigón armado (31) fijados tanto a la longitud más exterior de la barra de perforación (10) como a la estructura de construcción (22).

55 8. Dispositivo para consolidar suelos (20) y/o estructuras de construcción (22) en contacto con estos suelos, que consisten en una barra de perforación (10) que comprende varias barras de perforación huecas (12) dispuestas de manera consecutiva y conectadas entre sí por medio de unos manguitos coaxiales (14) para obtener un acoplamiento giratorio entre las barras (12) que permita la perforación, estando por lo menos uno de los manguitos (14) provisto de por lo menos una abertura (16) pasante lateral que pone el interior del manguito (14) en comunicación con el exterior, estando esta abertura (16) cerrada por una válvula de retención adaptada para

60 abrirse cuando la presión en el interior del manguito (14) supere un valor predeterminado.

9. Dispositivo según la reivindicación 8, en el que las barras de perforación (12) son del tipo autopercutor con unas nervaduras helicoidales externas, estando los manguitos (14) internamente roscados de modo que el extremo relacionado de la barra (12) correspondiente pueda enroscarse, una longitud dada, hasta el final de su recorrido, en cada uno de los dos extremos de los manguitos (14).

10. Dispositivo según la reivindicación 8, en el que las barras de perforación (10) y los manguitos de conexión (14) están realizados en acero S355.

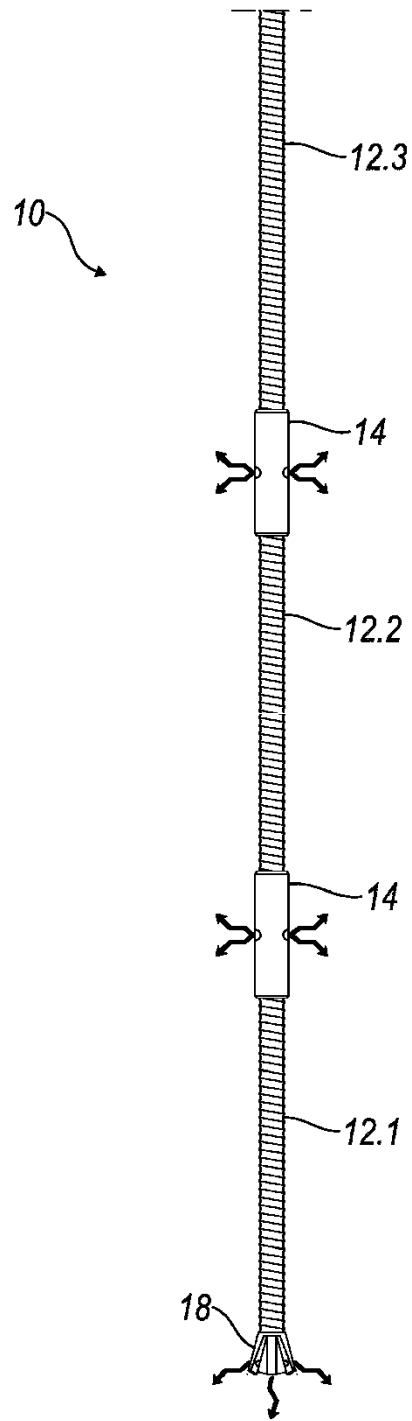


Fig. 1

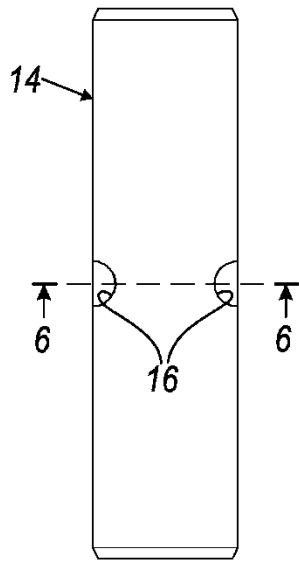


Fig. 2

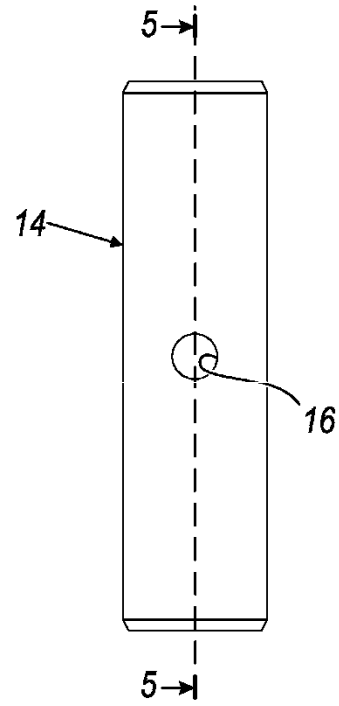


Fig. 3

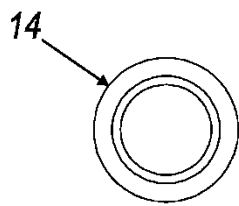


Fig. 4

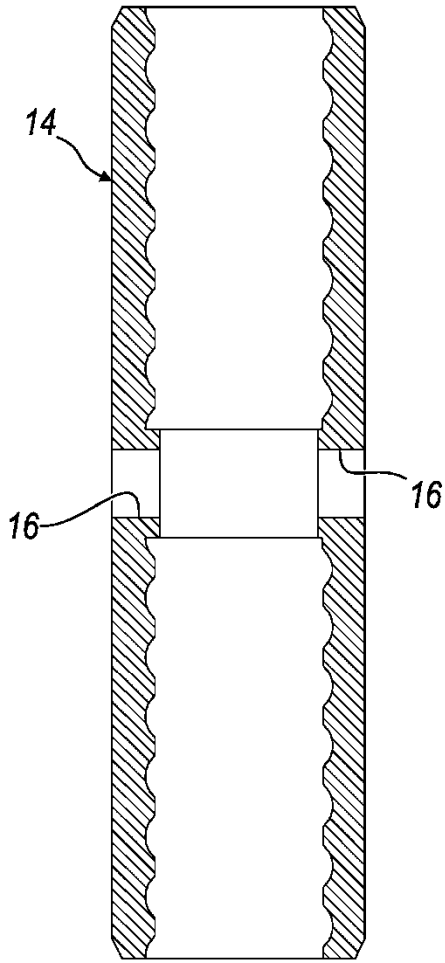


Fig. 5

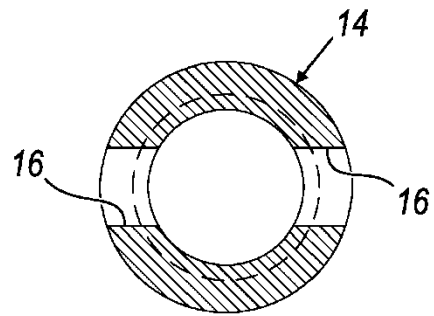


Fig. 6

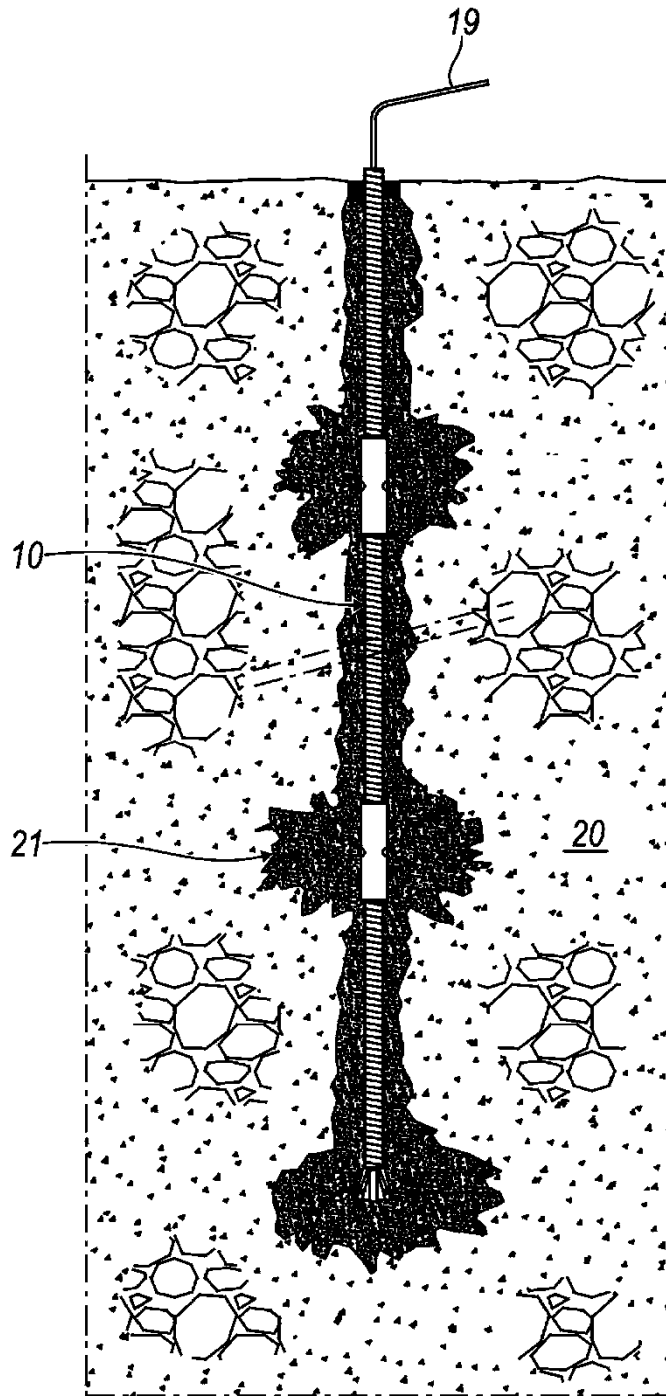


Fig. 7

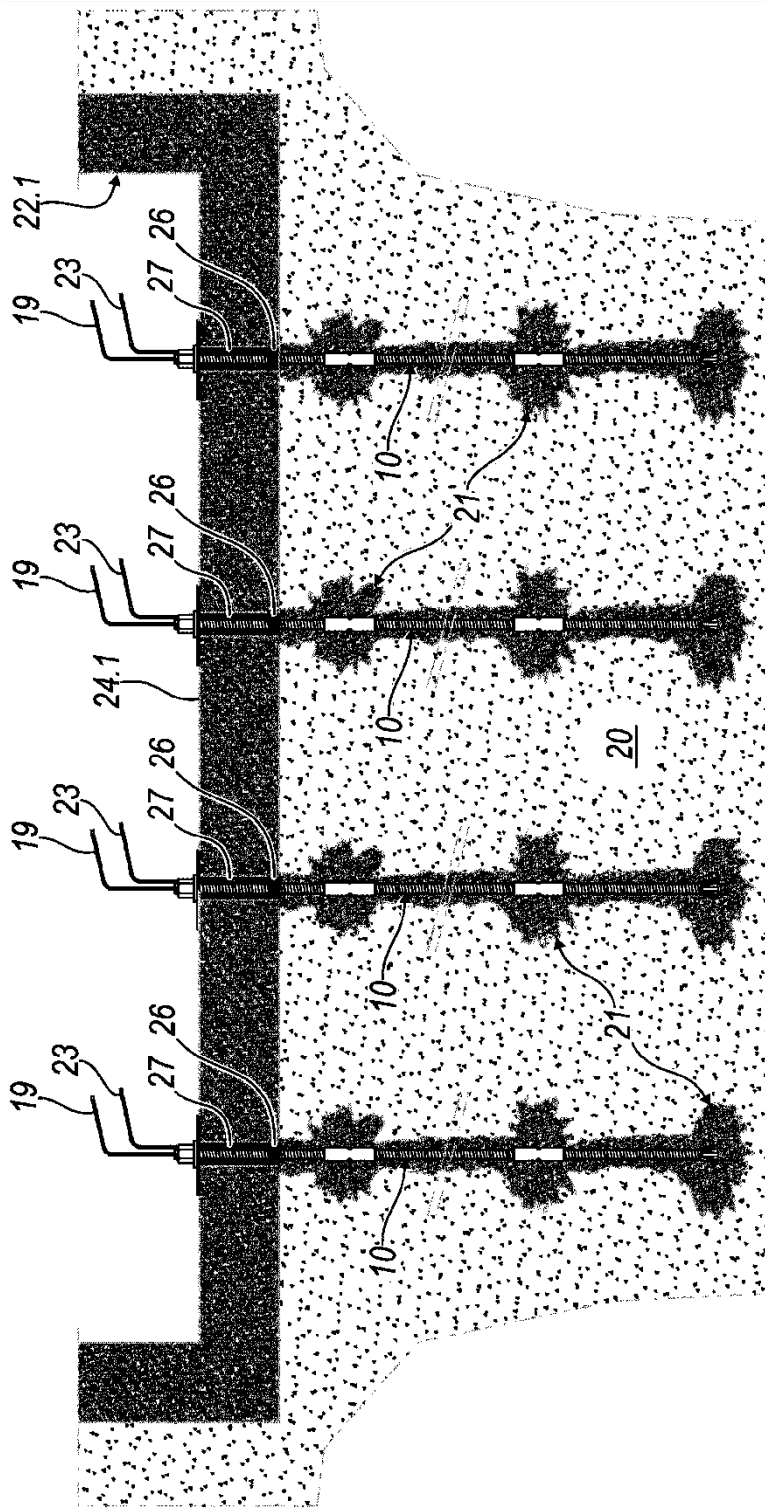


Fig. 8

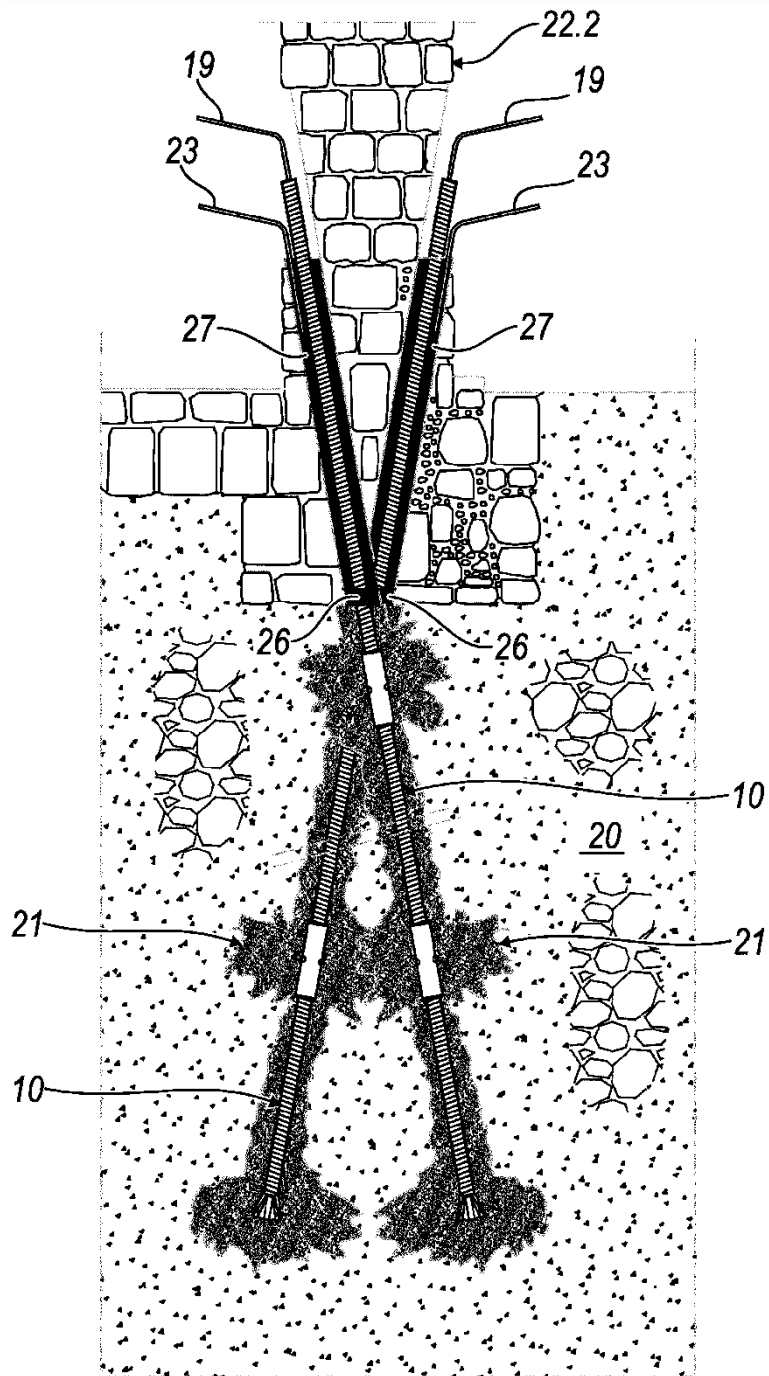


Fig. 9

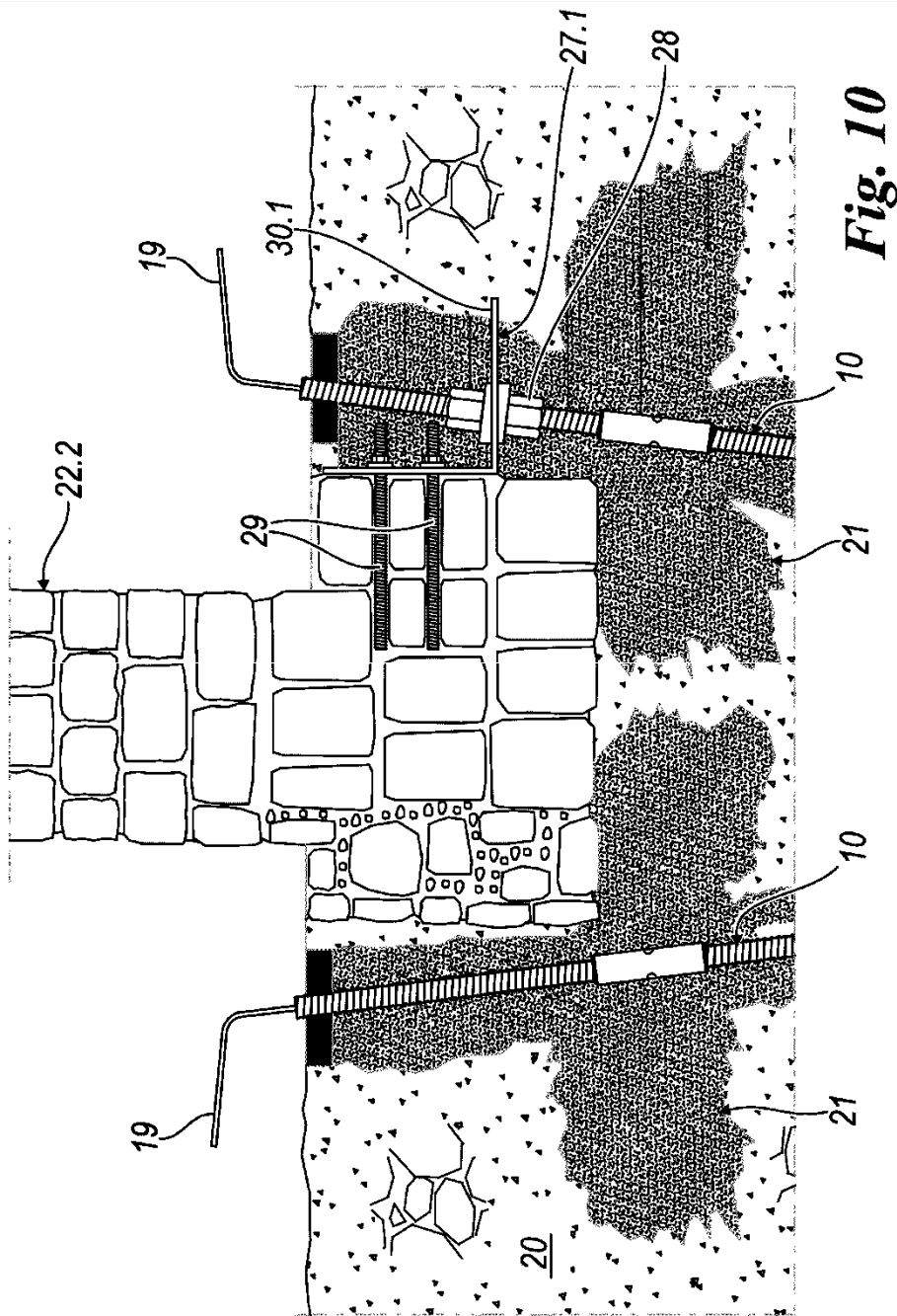


Fig. 10

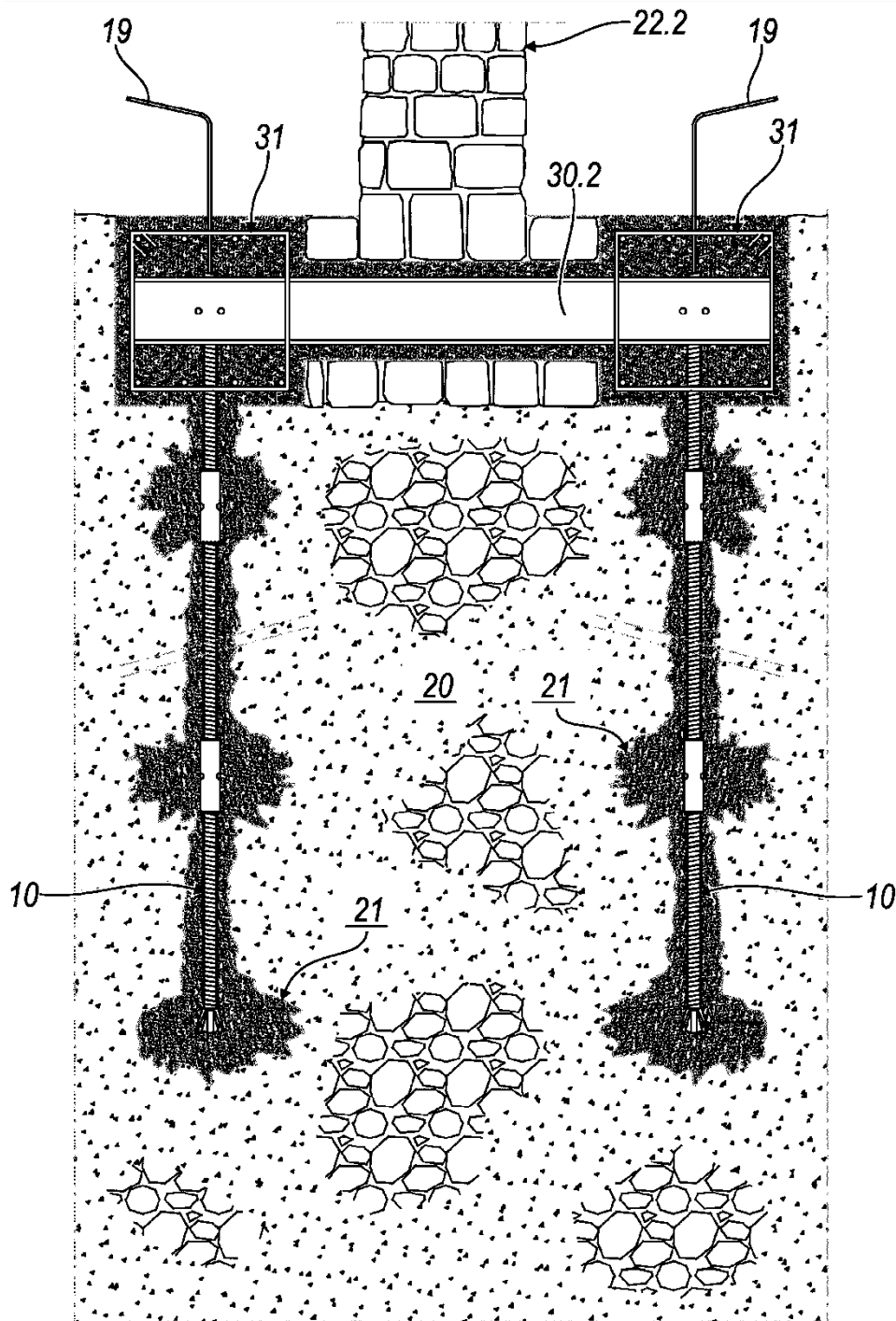


Fig. 11

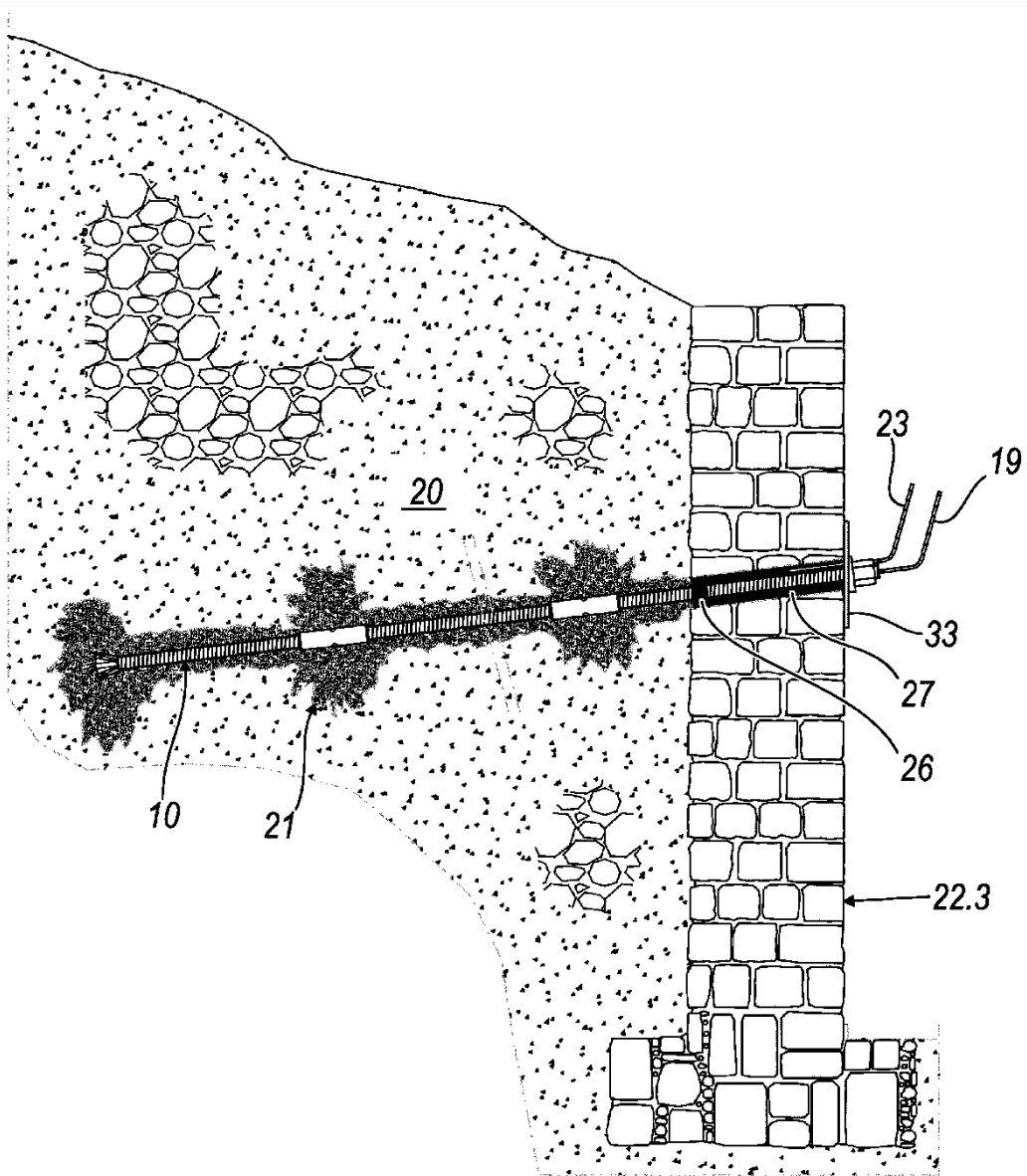


Fig. 12

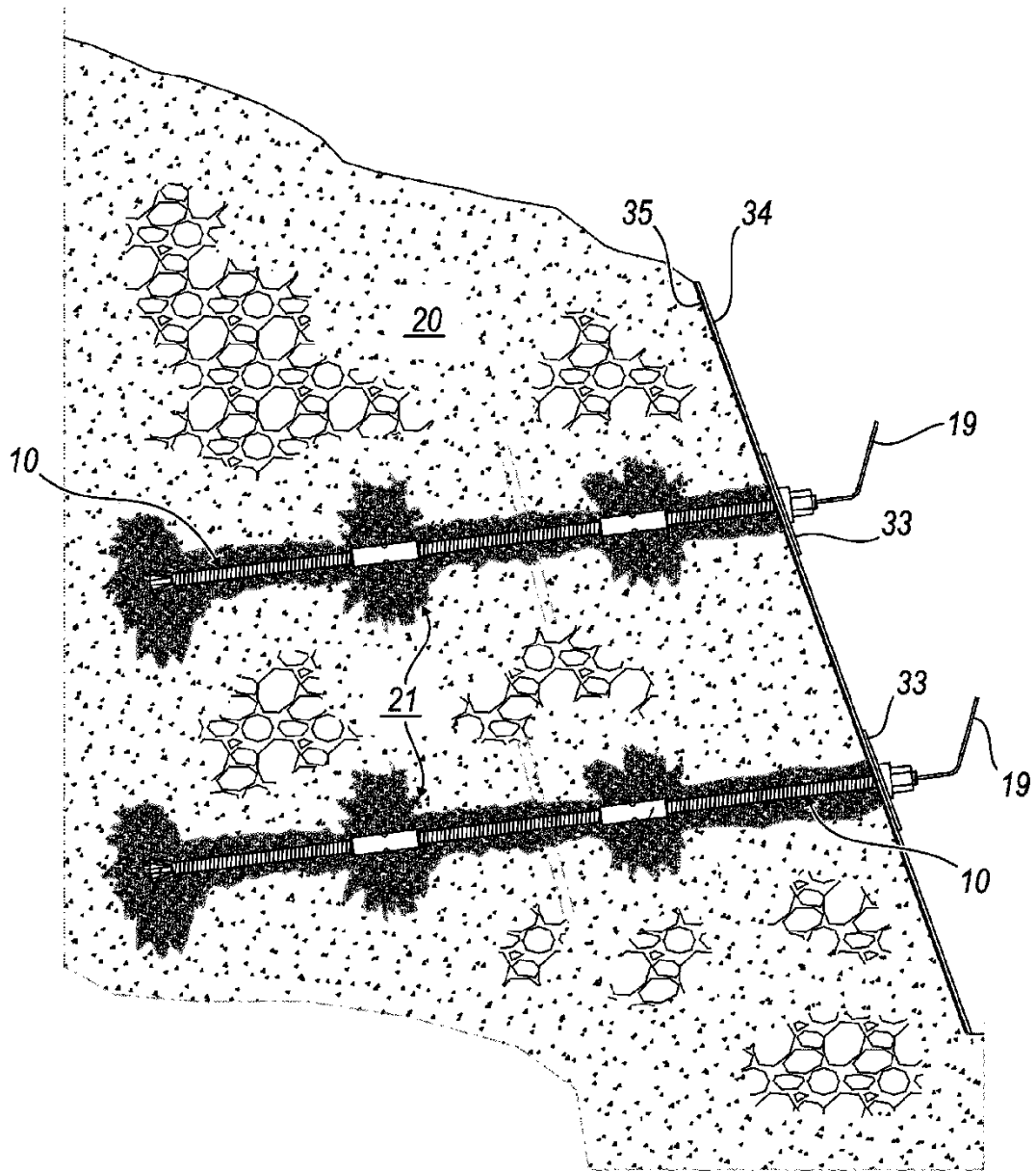


Fig. 13