

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 428 564**

51 Int. Cl.:

**E02D 3/12** (2006.01)

**E02D 27/34** (2006.01)

**E02D 35/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2007 E 07730808 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2013 EP 2024573**

54 Título: **Método y disposición para mejorar el terreno y/o para elevar estructuras**

30 Prioridad:

**05.06.2006 FI 20065379**

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

**08.11.2013**

73 Titular/es:

**URETEK WORLDWIDE OY (100.0%)  
Myllyhaantie 5  
33960 Pirkkala, FI**

72 Inventor/es:

**HÄKKINEN, SAMI y  
LIEVONEN, TUOMAS**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 428 564 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método y disposición para mejorar el terreno y/o para elevar estructuras

**Antecedentes de la invención**

- 5 La invención está relacionada con un método para mejorar el terreno y/o elevar estructuras con base en el suelo, el método comprende proporcionar un agujero en el terreno o la estructura, disponer en el agujero una barra de inyección y un elemento de expansión que se proporciona relacionado con la misma, e inyectar una sustancia en el elemento de expansión.
- 10 La invención además está relacionada con una disposición para mejorar el terreno y/o para elevar estructuras, la disposición comprende una barra de inyección que se va a disponer en un agujero y se proporciona relacionada con el elemento de expansión, una sustancia que se va a inyectar en el elemento de expansión y unos medios para inyectar la sustancia en el elemento de expansión.
- 15 El terreno se mejora p. ej. con el fin de aumentar la capacidad portante del mismo o con el fin de rellenar espacios vacíos en el mismo. Además, la mejora del terreno es necesaria si se han de amortiguar las vibraciones transmitidas a través del terreno o si se ha de evitar la licuefacción del terreno que tiene lugar en relación con los terremotos. Un proceso para elevar estructuras, a su vez, se refiere p. ej. a la elevación y estabilización de edificios o cimientos de edificios o pisos que estén dañados, hundidos o desplazados. Por otra parte, el proceso para elevar estructuras comprende la elevación y estabilización de campos o carreteras pavimentadas hundidas, tales como carreteras o pistas de cemento y asfalto.
- 20 El deterioro del terreno o el hundimiento de estructuras puede ser provocado p. ej. por terreno poco consolidado, erosión inducida por agua, tipo inapropiado de terreno durante la construcción, deterioro por fuerzas de rozamiento en el terreno o variaciones de temperatura o de las condiciones de humedad. Además, el deterioro del terreno puede ser provocado por cambios en las condiciones debido a daños mecánicos, tales como rotura de tubos de agua o de alcantarillado. Además, las condiciones del terreno pueden cambiar debido a la influencia de fuerzas dinámicas.
- 25 Con el fin de mejorar el terreno, el terreno que tiene una pobre capacidad portante se sustituye por una sustancia que tiene una mejor capacidad portante. Tal proceso denominado intercambio de masa es extremadamente laborioso y caro. Además, se utilizan técnicas de pilotaje, tal como pilotes con rozamiento que, mediante rozamiento, son soportados por el terreno, o pilotes de base que descansan sobre la capa inferior dura. El pilotaje requiere equipo pesado y complejo, que somete al entorno a ruido y trastornos adicionales. Dado que el pilotaje se sujeta a una estructura, somete a la estructura a cargas puntuales cuando la estructura está soportada por los pilotes, y no por el terreno.
- 30 El documento EP 0 851 064 describe una solución para mejorar la capacidad portante del terreno. En la solución, el terreno está provisto de agujeros en los que se inyecta una sustancia que se expande como consecuencia de una reacción química. El documento EP 1 314 824 describe una solución similar en donde se utiliza una sustancia para producir una presión de más de 500 kPa. En la práctica, se ha observado que en estas soluciones, la única manera de determinar la dosis que se inyecta es supervisar la superficie de la tierra o a la altura de un edificio, y detener la inyección cuando se observa una reacción en estos aspectos. Cuando estas soluciones se utilizan en relación con terrenos porosos y blandos en particular, los procedimientos para dosificar apropiadamente la sustancia que se va a inyectar y dirigir la fuerza de expansión correctamente así como mantener la sustancia en el lugar deseado suponen tareas muy difíciles.
- 35 El documento JP 7 018 651 describe una solución en donde unos cuerpos de bolsas expansibles se disponen en agujeros perforados en el terreno. Un agente endurecedor se bombea adentro de las bolsas con una presión alta. Debido al uso de una alta presión hidráulica, los dispositivos utilizados son complejos y, p. ej., se necesitan válvulas que son sensibles a fallos en condiciones difíciles. Por otra parte, en un terreno blando, no hay certeza de que la bolsa permanece en su sitio, por lo tanto es muy difícil condensar una parte de terreno blando por medio de esta solución. Aún más, si la bolsa se rompe, el proceso de condensación queda totalmente fuera de control. El documento JP 10 195 860 describe una solución similar en donde se utiliza una bolsa flexible. Esta solución también sufre problemas similares a los descritos anteriormente. El documento JP 2003 105 745 describe una solución en donde se inyecta mortero plástico en el terreno o en una bolsa dispuesta en el terreno. Los problemas descritos anteriormente también están presentes en esta solución cuando se inyecta una sustancia en una bolsa.
- 40 El documento JP 9 158 235 describe una solución para corregir la inclinación de un edificio. La solución comprende perforar un agujero que se extiende bajo los cimientos del edificio. Aquí, bajo los cimientos, se dispone una bolsa flexible a través de tubos independientes transporta agua y una sustancia de consolidación. El objetivo es elevar el edificio a través del llenado de la bolsa. Esta solución también requiere el uso de una presión hidráulica extremadamente alta, lo que se tiene como resultado equipos complejos y sensibles a fallos. Los equipos también incluyen una pluralidad de tubos, lo que aumenta su complejidad. Por otra parte, si se rompe una bolsa mientras está en uso, la estructura se puede derrumbar en la bolsa en particular, por lo que el método es muy arriesgado.
- 55

**Breve descripción de la invención**

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método y una disposición novedosos para mejorar el terreno y/o para elevar estructuras.

5 El método de la invención se caracteriza por el uso, para esa inyección, de una sustancia que se expande como consecuencia de una reacción química, de modo que, principalmente por la reacción química, se genera una fuerza que presiona el elemento de expansión contra el terreno.

10 Por otra parte, la disposición de la invención se caracteriza porque la sustancia que se inyecta en el elemento de expansión es una sustancia que se expande como consecuencia de una reacción química, de modo que, principalmente por la reacción química, se genera una fuerza que presiona el elemento de expansión contra el terreno.

15 Una idea de la invención es que el agujero se forma en el terreno o en la estructura, y en el agujero se dispone una barra de inyección acompañada por un elemento de expansión inclinable. En el elemento de expansión se inyecta una sustancia que se expande como consecuencia de una reacción química. El elemento de expansión relleno con la sustancia que ha reaccionado condensa, llena o sustituye el terreno circundante o eleva además de estabilizar estructuras con base en el suelo. La reacción química genera una fuerza que presiona el elemento de expansión contra el terreno, que expande la sustancia inyectada en el elemento de expansión. La sustancia también se endurece muy rápidamente, de modo que en la solución no se necesitan válvulas para mantener la sustancia dentro del elemento de expansión. El elemento de expansión permite que la sustancia expansible sea colocada de una manera controlada en el punto que se desee. De este modo, la ubicación de la presión de expansión está completamente controlada. También, p. ej., en terrenos sueltos, la sustancia puede estar provista de una alta resistencia a la compresión. La barra de inyección se puede disponer en un agujero muy pequeño, por lo que no se necesitan grandes excavaciones. Dado que la sustancia se endurece muy rápidamente, si el elemento de expansión se rompe no se producen sustanciales movimientos incontrolados y amplios de la sustancia. Además, cuando se utiliza para elevar estructuras, la rotura del elemento de expansión no daña sustancialmente la resistencia de los cimientos de un edificio. Con todo, las máquinas y los dispositivos a utilizar en la solución son bastante pequeños y sencillos y, lo que es más, la solución es excelente en lo que se refiere a seguridad en el trabajo.

25 La idea de una realización es que la barra de inyección se deja en su sitio en el terreno para anclar el elemento de expansión y la sustancia expandida en la misma en su sitio. Esto asegura que el elemento de expansión permanece en un punto deseado también en terreno blando.

30 La idea de una segunda realización es que la barra de inyección se dispone para penetrar a través del elemento de expansión y, en sus lados, la barra de inyección está provista de unas aberturas para que la sustancia sea inyecta en el elemento de expansión para permitir que la sustancia entre en el elemento de expansión. La solución es simple, funcional y efectiva.

35 La idea de una tercera realización es que el elemento de expansión es sustancialmente impermeable al aire, de tal manera que el elemento de expansión está provisto de un espacio de expansión hermético al aire para permitir que la reacción de expansión sea implementada de manera controlada.

**Breve descripción de los dibujos**

La invención se describe con más detalle en los dibujos acompañantes, en los que

40 La Figura 1 muestra esquemáticamente una vista lateral en sección transversal de una barra de inyección y un elemento de expansión,

La Figura 2 muestra esquemáticamente la barra y el elemento de expansión según la Figura 1 dispuestos en su sitio y con una sustancia de inyección que ya ha reaccionado,

La Figura 3 muestra esquemáticamente una manera de mejorar la capacidad portante del terreno,

45 La Figura 4a muestra esquemáticamente una vista lateral en sección transversal de una segunda barra de inyección y un elemento de expansión,

La Figura 4b muestra la solución de la Figura 4a, con el elemento de expansión relleno,

La Figura 5 muestra esquemáticamente una vista lateral en sección transversal de una barra de inyección y un elemento, de expansión dispuestos en el interior de un tubo protector,

50 La Figura 6 muestra esquemáticamente barras de inyección y elementos de expansión dispuestos en relación con un tubo más grande,

La Figura 7 muestra esquemáticamente, de la manera de la Figura 6, unas barras de inyección y unos elementos de expansión dispuestos en relación con un tubo más grande, y

La Figura 8 muestra esquemáticamente cómo se eleva una estructura.

5 En aras de la claridad, las figuras muestran algunas realizaciones de la invención de una manera simplificada. En las figuras, los números de referencia similares identifican elementos similares.

**Descripción detallada de algunas realizaciones de la invención**

10 La Figura 1 muestra una varilla de inyección o barra de inyección 1. En la realización mostrada en la Figura 1, un extremo superior de la barra de inyección 1 es hueco mientras que un extremo inferior de la misma está cerrado. El diámetro exterior de la barra de inyección 1 puede variar p. ej., entre 3 y 200 mm. La longitud de la barra de inyección 1 puede variar p. ej., entre 0,5 y 100 m. La barra de inyección 1 se puede hacer p. ej. de metal, tal como el acero.

La barra de inyección 1 también se puede hacer de otro material, tal como plásticos, p. ej., polietileno PE. Además, la barra de inyección 1 no tiene que ser necesariamente rígida. La barra de inyección 1 puede de este modo ser p. ej. una manguera o un tubo hechos de plástico.

15 Un elemento de expansión rellenable 2 se dispone alrededor de la barra de inyección 1. El elemento de expansión 2 se fabrica preferiblemente a partir de un material que es impermeable al aire y sustancialmente inextensible. Un ejemplo de tal material es un geotextil. Además se puede utilizar otro material flexible y fuerte.

20 El elemento de expansión puede hacerse de plástico, tal como el poliéster o el polipropileno o una fibra natural o artificial. También puede hacerse de caucho u otro elastómero. Una pared del elemento de expansión puede ser permeable o impermeable al aire. La pared del elemento de expansión 2 también puede ser flexible o inflexible. La pared del elemento de expansión 2 también puede estar provista de material metálico de refuerzo, de fibra de vidrio u otro refuerzo adecuado. El elemento de expansión puede ser uniforme o tener uniones. Las uniones se pueden proporcionar p. ej. por costura, encolado, utilizando un elemento de sujeción, remachado, soldadura por fusión, soldadura blanda, fusión o por otro método mecánico, químico, térmico o eléctrico o a una combinación de los mismos.

25 El grosor de la pared del elemento de expansión 2 puede variar p. ej., entre 0,02 y 5 mm, dependiendo del material, el tamaño del elemento de expansión 2, la presión de expansión, etc. La barra de inyección 1 se dispone preferiblemente a través del elemento de expansión 2, de modo que el elemento de expansión 2 se sujete a la barra de inyección 1 p. ej., de la manera que se muestra en la Figura 1 por medio de un sujetador inferior 3a y un sujetador superior 3b. Antes de disponer la barra de inyección 1 en el terreno, el elemento de expansión 2 se enrolla o pliega contra la barra de inyección 1. Cuando el elemento de expansión 2 está completamente lleno con una sustancia sólida, su diámetro exterior puede variar p. ej., entre 20 cm y 5 m. Similarmente, la longitud del elemento de expansión 2, es decir, la distancia entre el sujetador inferior 3a y el sujetador superior 3b, puede variar p. ej., entre 20 cm y 100 m.

30 El elemento de expansión 2 puede tener p. ej. la forma de un manguito cilíndrico. Por otra parte, los extremos superior e inferior del elemento expansión 2 pueden ser más estrechos mientras que el diámetro de su parte media, puede ser más grande. La apariencia externa del elemento de expansión 2 antes de ser inyectado con una sustancia es irrelevante. Después de que la sustancia ha reaccionado dentro del elemento de expansión, el elemento de expansión alcanza su apariencia final.

35 El sujetador inferior 3a y el sujetador superior 3b pueden ser p. ej. abrazaderas de mangueras. Además, los sujetadores pueden ser, p. ej. manguitos metálicos que se proporcionan cortando un trozo de tubo. Un manguito metálico puede sujetarse en su sitio por medio de presión.

40 El sujetador inferior 3a o el sujetador superior 3b o ambos también pueden ser móviles, en cuyo caso cuando el elemento de expansión 2 se está llenando, se desliza a un lugar adecuado. En comparación con sujetadores estacionarios, esta solución tiene la ventaja de que permite distorsión y en consecuencia incluso la rotura de la barra de inyección que debe evitarse. Por ejemplo, el sujetador inferior puede hacerse móvil proporcionando un extremo inferior de la barra de inyección con una barra sólida y disponiendo un manguito móvil sobre la misma. Una pared del elemento de expansión se dispone en el manguito móvil y un manguito de sujeción se dispone alrededor de ella, la pared del elemento de expansión reside de este modo fijamente entre el manguito de sujeción y el manguito móvil. Cuando se permite de este modo al manguito móvil deslizar a lo largo de la superficie de la barra, el sujetador se mueve a medida que el elemento de expansión se llena.

45 La Figura 1 muestra esquemáticamente además un aparato de inyección 4, que incluye unos recipientes en donde se almacena una sustancia que se va a inyectar en el elemento de expansión 2, y unos medios para transportar la sustancia desde un contenedor a la parte superior hueca de la barra de inyección 1. La estructura de los medios puede ser muy simple y ligera, ya que no tiene que generar presión para expandir el elemento de expansión 2 en el terreno. Los medios generan presión para permitir que la sustancia que se va a inyectar sea transportada al

elemento de expansión a través de las mangueras y tubos, pero no generan la presión de expansión real sino que la presión de expansión se genera químicamente dentro del elemento de expansión 2.

El aparato de inyección 4 no se explica con detalle en esta memoria dado que su estructura y funcionamiento son claros para los expertos en la técnica.

5 La sustancia inyectable fluye como muestran las flechas en la Figura 1, a través del extremo hueco superior de la barra de inyección 1 y a través de unas aberturas 5 que se proporcionan en el lado de la barra de inyección 1 en el elemento de expansión 2. En el elemento de expansión 2 tiene lugar una reacción química de tal manera que la sustancia se expande dentro del elemento de expansión 2.

10 La barra de inyección también puede consistir en un tubo exterior rígido y una manguera o tubo dispuestos en el interior del mismo. El tubo interior es movable hacia adelante y hacia atrás dentro del tubo exterior y, cuando sea necesario, también puede girar. La sustancia a inyectar fluye a través del tubo interior y sale por su extremo inferior y además a través de las aberturas que se proporcionan en un lado del tubo exterior al elemento de expansión. Mientras que el elemento de expansión se está llenando, el tubo interior se saca del interior del tubo. En consecuencia, cuando el elemento de expansión se está llenando, la sustancia que se inyecta fluye al elemento de expansión desde un punto situado cada vez más cerca de un extremo de la barra de inyección que mira al aparato de inyección. El tubo interior se puede sacar del tubo exterior de manera continua y uniforme o de manera escalonada. Por otra parte, una solución de este tipo permite proporcionar la sustancia que se inyecta en un lugar deseado en el elemento de expansión. Por ejemplo, el tubo interior se puede sacar ampliamente del tubo exterior y se puede inyectar una sustancia en la parte superior del elemento de expansión y se puede esperar la reacción y la solidificación de la sustancia y, posteriormente, se puede empujar el tubo interior hacia dentro e inyectar la sustancia más abajo en el elemento de expansión. Esta solución permite que el elemento de expansión se expanda también, p. ej., a un lugar que contiene un terreno localmente denso.

La Figura 2 muestra una situación en donde la barra de inyección 1 se ha dispuesto en el terreno y la sustancia en el interior del elemento de expansión 2 ya ha reaccionado, expandiendo el elemento de expansión 2.

25 En primer lugar, la capacidad portante del terreno y otras condiciones necesarias del terreno se miden utilizando un método apropiado. La capacidad portante del terreno se puede medir, p. ej., mediante un penetrómetro, u otro método de examen geológico o geotécnico. Las mediciones y exámenes permiten hacer cálculos relativos al terreno. Sobre la base de las mediciones, los exámenes y los cálculos, se pueden ubicar los puntos que se van a procesar en el terreno. Esa ubicación de un lugar que se va a procesar depende de las condiciones del terreno. El objetivo es lograr una imagen clara del terreno verticalmente, horizontalmente, así como lateralmente con el fin de procesar el terreno con precisión. Sobre la base de los resultados obtenidos, se fabrica una barra de inyección 1 y un elemento de expansión 2 se sujeta al mismo. La altura y el volumen del elemento de expansión 2 y el número de elementos de expansión 2 se seleccionan sobre la base de las condiciones del terreno. Cuando se usa la solución para elevar estructuras, el tamaño del elemento de expansión también, naturalmente, se ve afectado por el tamaño, el peso y la elevación necesaria de la estructura que se está procesando. Se perfora un agujero 6 en el terreno. La barra de inyección 1 equipada con el elemento de expansión 2 se dispone en el agujero 6. La sustancia expansible se inyecta en el elemento de expansión 2. El material de expansión puede ser p. ej. un polímero, resina de expansión o una sustancia orgánicamente incristalizable, multicomponente, que se expande químicamente.

40 La sustancia expansible puede ser p. ej. una mezcla que contiene principalmente dos componentes. En ese caso, el primer componente puede contener, p. ej., principalmente polieterpoliol y/o poliesterpoliol. Un segundo componente puede contener, p. ej., isocianato. La relación volumétrica entre el primer y el segundo componente puede variar p. ej., entre 0,8 a 1,2: 0,8 a 1,8. La sustancia expansible también puede contener sustancias catalizadoras y agua y, cuando se desee, también otros componentes, tales como sílice, polvo de piedra, refuerzos de fibra y otros posibles aditivos y/o auxiliares y/o rellenos.

45 La sustancia inyectable es preferiblemente una sustancia que empieza a reaccionar mediante la expansión en 0,5 a 3600 segundos después de haber sido inyectada en el elemento de expansión 2. En una realización, la sustancia comienza a reaccionar después de más de 20 o más de 25 segundos desde la inyección, por lo que el elemento de expansión 2 se llena de manera uniforme y con un riesgo muy pequeño de rotura. Por otra parte, en la realización, la sustancia comienza a reaccionar después de menos de 50 segundos después de la inyección, que hace el proceso fácil de administrar.

La sustancia se expande, p. ej. de 1 a 120 veces su volumen original. El factor de expansión de la sustancia, es decir, el volumen de la sustancia al final de la reacción comparado con el volumen de la sustancia al inicio de la reacción puede ser, p. ej., del orden de 1,1 a 120. Preferiblemente, la sustancia se dispone para expandirse de 1,5 a 20 veces su volumen original.

55 El material de expansión condensa, llena o sustituye el terreno circundante, dependiendo del tipo o la densidad del terreno circundante. La sustitución tiene lugar empujando al terreno existente a un lado. El terreno puede ser incompresible o compresible. El resultado final obtenido puede ser medido utilizando un método de medición del

terreno. En este caso, también, p. ej., se puede utilizar un penetrómetro u otro dispositivo de medición geotécnica para llevar a cabo las mediciones.

Preferiblemente, la sustancia alcanza muy rápidamente una muy alta resistencia a la compresión. La cantidad de tiempo durante la que la sustancia alcanza una alta resistencia a la compresión depende de muchas características diferentes, como p. ej. la cantidad de sustancia, el volumen del elemento de expansión, la velocidad de reacción de la sustancia, las condiciones predominantes de temperatura, el terreno circundante y la carga a la que está sometido del terreno. La sustancia puede alcanzar p. ej. del 80 al 90% de su resistencia final a la compresión en menos de aproximadamente 10 a 15 minutos. Entonces, p. ej., en relación con las estructuras de elevación, la sustancia expansible es capaz de recibir las cargas, y no se provocan efectos adversos graves incluso si se rompe el elemento de expansión 2. La cantidad de la sustancia a inyectar en el elemento de expansión 2 depende del volumen del elemento de expansión 2, así como en la capacidad portante determinada de terreno y, además, del efecto deseado. El procedimiento para determinar la cantidad de sustancia requiere un perfil de expansión de la sustancia inyectable, es decir, datos acerca de cuánto se expande la sustancia, cuánto tiempo tarda y la cantidad de fuerza que provoca. De este modo, la cantidad se ve afectada por el perfil de expansión. A continuación, se determina la manera en que se utiliza con respecto al espacio disponible, es decir, el volumen del elemento de expansión 2. En una situación de elevación, p. ej., no siempre es necesario llenar el elemento de expansión 2 al máximo.

La resistencia final a la compresión de la sustancia puede determinarse de manera controlada antes de la inyección. En tal caso, la resistencia final a la compresión de la sustancia se determina de este modo de antemano, es decir, antes de inyectar, sobre la base de la resistencia del terreno y el espacio disponible, es decir, el volumen del elemento de expansión 2.

La presión producida por la sustancia que se utiliza, es decir, la fuerza por área superficial, p. ej. puede variar entre 1 milibar y 800 bar. La resistencia a la compresión de la sustancia puede variar p. ej., entre 1 milibar y 3000 bar. La densidad final de la sustancia puede variar, p.ej. de 10 a 1200 kg/m<sup>3</sup>.

El elemento de expansión 2 puede ser de este modo, p. ej., un manguito cilíndrico u otra estructura similar definida por una pared hecha de un material flexible. La barra de inyección 1 no tiene que penetrar necesariamente a través del elemento de expansión 2 sino que el elemento de expansión 2 puede sujetarse p. ej. en el extremo de la barra de inyección 1. En tal caso, el elemento de expansión 2 puede ser, p. ej. una bolsa o un saco, y se sujeta a la barra de inyección 1 en su único punto de tal manera que la sustancia fluye a través de la barra de inyección hueca 1, desde su extremo, al elemento de expansión 2.

Si el terreno es adecuadamente blando y la barra de inyección 1 es lo suficientemente rígida, se puede proporcionar un agujero 6 empujando la barra de inyección 1 en el terreno. En tal caso, los procedimientos para proporcionar un agujero y disponer la barra de inyección 1 en el agujero tienen lugar de este modo simultáneamente. Por otra parte, antes de empujar la barra de inyección 1 adentro del terreno, se puede proporcionar para la misma un agujero con un diámetro menor que el diámetro exterior de la barra de inyección. Más típicamente, sin embargo, se perfora un agujero de un diámetro ligeramente mayor que el diámetro exterior de la barra de inyección 1 para la barra de inyección 1. En ese caso, el agujero 6 también alberga fácilmente un elemento de expansión 2 doblado alrededor de la barra de inyección.

Con el fin de reducir el tamaño del agujero necesario para el elemento de expansión 2, el elemento de expansión preferiblemente está provisto de un diámetro exterior que es tan pequeño como sea posible. El elemento de expansión se pliega sobre la parte exterior de la barra de inyección 1 y preferiblemente se reduce de tamaño p. ej., mediante una prensa, para estar tan apretado como sea posible contra la barra de inyección 1. El diámetro exterior del elemento de expansión también puede reducirse utilizando calor, aire comprimido, humedad, aspiración y/o presión p. ej., calandrado con rodillo. Se puede asegurar además que el elemento de expansión 2 permanece apretado contra la barra de inyección 1 mediante la disposición de una película de plástico en la parte superior del elemento. La película de plástico puede disponerse en la parte superior del elemento de expansión 2 p. ej., por deslizamiento o bobinado.

Es posible que la película de plástico permanezca en el elemento de expansión 2 de tal manera que el material que se va a inyectar es inyectado dentro de la película de plástico. Esto proporciona la característica de que el material inyectado debe tener una resistencia a la compresión suficientemente alta antes de que desgarre la película y el elemento de expansión se expanda. La película puede estar provista de una línea de desgarro, tal como una perforación, por lo que la fuerza de desgarro necesaria se puede determinar con precisión. Además la fuerza de desgarro puede formarse para ser diferente en las distintas partes de la película. Al utilizar la película en el elemento de expansión 2 junto con una barra de inyección que comprende un tubo exterior y un tubo interior se proporciona la posibilidad de expandir el elemento de expansión 2 a un lugar deseado.

El examen del terreno puede revelar que existe una cavidad en el terreno que debe ser llenada. La barra de inyección 1 es muy fácil de disponer en la cavidad, p. ej. la barra de inyección 1 según la Figura 1, de tal manera que penetra en la cavidad. El elemento de expansión 2 se endurece luego en la cavidad particular. La sustancia expansible en el interior el elemento de expansión 2 llena la cavidad y el elemento de expansión 2 impide que la sustancia expansible se arrastre fuera de la cavidad.

Si se desea, el procedimiento puede incluir la retirada de la barra de inyección 1 del terreno, de modo que sólo el elemento de expansión 2 permanece llenando el lugar deseado. La barra de inyección 1 puede, sin embargo, dejarse también en su sitio para anclar el elemento de expansión 2 y la sustancia en el mismo firmemente en su sitio.

5 La Figura 2 muestra una situación en donde una capa de terreno 7b, que tiene una capacidad portante inferior reside entre una capa superior portante de terreno 7a y una capa inferior portante de terreno 7c. El elemento de expansión 2 se dimensiona para llenar la capa de terreno 7b, que tiene la capacidad portante inferior. Los extremos superior e inferior de la barra de inyección 1, a su vez, quedan anclados apretadamente en las capas portantes 7a y 7c del terreno. En tal caso, el elemento de expansión 2 y la sustancia en el mismo permanecen en el lugar, incluso si la capa de terreno que tiene la capacidad portante menor es sumamente blanda.

10 La Figura 3 muestra esquemáticamente cómo se puede mejorar una capa de terreno 7b que tiene una capacidad portante inferior. Lado con lado se ha dispuesto una pluralidad de barras de inyección 1 equipadas con un elemento de expansión 2. Si es necesario, también se puede disponer, uno encima de otro, una pluralidad de elementos de expansión 2, ya sea utilizando una barra de inyección 1 por pluralidad de elementos de expansión o utilizando una propia barra de inyección 1 con respecto a cada elemento de expansión 2. De esta manera, los elementos de expansión 2 que contienen la sustancia que reacciona pueden utilizarse para soportar la capa superior 7a del terreno. Esto permite mejorar ampliamente la capacidad portante del terreno. La capa de terreno 7b que tiene la capacidad portante inferior no necesariamente se condensa, pero la solución de la Figura 3, por ejemplo, permite mejorar en cualquier caso la capacidad portante total.

15 En los dibujos acompañantes, la barra de inyección 1 se muestra acompañada de un elemento de expansión 2 pero, si se desea, se pueden disponer dos o más elementos de expansión 2 en relación con una barra de inyección 1 para ser llenados con una sustancia expansible.

20 Como se muestra en la Figura 4a, el elemento de expansión 2 no tiene que disponerse necesariamente fuera de la barra de inyección 1. Si el diámetro interior de la barra de inyección 1 es suficiente, p. ej., por lo menos 50 mm, el elemento de expansión 2 puede plegarse dentro de la barra de inyección 1. En tales casos, el elemento de expansión 2 puede ser, p. ej. una bolsa o un saco que en su abertura se sujeta en el extremo inferior de la barra de inyección 1. Cuando una sustancia se inyecta luego en el elemento de expansión 2, la sustancia empuja el elemento de expansión 2 fuera de la barra de inyección 1, como se muestra en la Figura 4b.

25 Tal como se muestra en la Figura 5, se puede disponer un tubo protector 8 fuera de la barra de inyección 1 y el elemento de expansión 2. La barra de inyección 1 y el elemento de expansión 2 son forzados adentro del terreno por medio del tubo protector 8. El tubo protector 8 se saca antes de inyectar la sustancia en el elemento de expansión 2.

30 La Figura 6 muestra una estructura en donde una pluralidad de elementos de expansión 2 se dispone en las paredes de un tubo 9 que tiene un diámetro más grande. Las mangueras para inyectar una sustancia en los elementos de expansión 2 sirven con barras de inyección 1. Las mangueras se pueden disponer dentro del tubo 9 que tiene un diámetro más grande.

35 En la realización de la Figura 7, los elementos de expansión 2 se disponen fuera de un tubo más grande 9. En la realización de la Figura 7, dos elementos de expansión 2 se han dispuesto uno encima de otro y se sujetan por medio de unos sujetadores 3a, 3b y 3c. También en esta realización, las mangueras que sirven como barras de inyección 1 se disponen en el interior del tubo 9 que tiene un diámetro más grande.

40 La Figura 8 muestra un principio básico para elevar una estructura 10 con base en el suelo. La cantidad que se inyecta durante la elevación puede determinarse observando la transición vertical de la estructura con base en el suelo. El observar la transición vertical puede significar observar cuando la estructura se pone en movimiento, u observar cuando la estructura ha subido la distancia deseada. En la Figura 8, la estructura 10 con base en el suelo está designada por el pavimento de una carretera. Cuando se eleva una estructura con base en el suelo, el elemento de expansión es soportado por lo menos en parte por el terreno.

45 En algunos casos las características descritas en la presente solicitud se pueden utilizar como tal, independientemente de otras características. Por otro lado, las características establecidas en la presente solicitud pueden combinarse, cuando sea necesario, con el fin de proporcionar diferentes combinaciones.

50 Los dibujos y la descripción correspondiente sólo pretenden ilustrar la idea de la invención. En los detalles, la invención puede variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

55 Además de mejorar el terreno, la solución descrita puede utilizarse de este modo para elevar estructuras con base en el suelo, por lo que se elevan y estabilizan, p. ej., cimientos o pisos de estructuras o edificios dañados, hundidos o desplazados. Además, la solución se puede utilizar para elevar y estabilizar, por ejemplo, carreteras pavimentadas hundidas. Un espacio vacío debajo de una estructura puede requerir un proceso de elevación. En tal caso, se puede perforar un agujero a través de la estructura y disponer una barra de inyección a través de la misma de tal manera que un elemento de expansión se establece en el vacío del espacio. Luego, el elemento de expansión se llena como

se describe más arriba, de tal manera que la reacción química de expansión que tiene lugar en el interior del elemento de expansión llena el espacio vacío. La barra de inyección 1 se puede disponer directamente hacia abajo u oblicuamente hacia abajo. Además, la barra de inyección 1 también se puede disponer p. ej. horizontalmente cuando se procesa p. ej. terreno en terraplenes. La solución también se puede utilizar para elevar y fijar contrafuertes o accesos para puentes.

Por otra parte, la solución descrita se puede utilizar para proporcionar una presa para evitar que el agua pase al terreno o a una excavación. Similarmente, la solución se puede utilizar para soportar las paredes de las excavaciones. Puede proporcionarse una presa o un soporte de excavación disponiendo elementos de expansión uno lado de otro. La sustancia expansible se puede inyectar fuera de los elementos de expansión entre los elementos con el fin de conectar los elementos de expansión entre sí.

Preferiblemente, la cantidad de una sustancia que se inyecta dentro de un elemento de expansión se determina, de este modo, antes de inyectar, sobre la base de las características del terreno, el volumen del elemento de expansión y el efecto deseado. La cantidad a inyectar también se puede determinar supervisando el elemento de expansión que se va a rellenar. Esta supervisión se puede realizar por medio de, p. ej., un radar de tierra. En tal caso, el material del elemento de expansión, por ejemplo, puede seleccionarse de tal manera que se pueda ver en el radar. Por ejemplo, la pared del elemento de expansión puede estar provista de fibras metálicas para hacer que el elemento de expansión sea claramente visible en el radar. Por otra parte, la cantidad de la sustancia a inyectar se puede determinar supervisando la consistencia del terreno o la densidad del material de relleno. Una solución adicional es disponer un sensor de presión en el interior del elemento de expansión o en la pared del elemento de expansión, dentro o fuera de la pared. El sensor de presión también puede disponerse en el terreno, en las inmediaciones del elemento de expansión, es decir, fuera del elemento de expansión. Además, el tamaño del elemento de expansión se puede supervisar por medio de una cámara termográfica.

El procedimiento para supervisar el elemento de expansión que se está rellenando con el fin de determinar la cantidad a inyectar también se puede llevar a cabo de tal manera que la sustancia se inyecta en el elemento de expansión hasta que el elemento de expansión se rompe a medida que la sustancia se expande, sin embargo, sin que se dañe la estructura en reparación. La rotura del elemento de expansión se observa sobre la base de un sonido o sacudida. Antes de la ruptura, sin embargo, el elemento de expansión 2 ha restringido la sustancia para que permanezca en un punto en particular. La sustancia se endurece tan rápidamente que incluso si el elemento de expansión se rompe, no se arrastra una larga distancia lejos del lugar de inyección, ni siquiera en terreno blando.

Preferiblemente, la pared del elemento de expansión se fabrica con un material hermético al aire. En tal caso, el elemento de expansión puede ser sin oxígeno. Cuando el interior del elemento de expansión es sin oxígeno, la reacción de la sustancia se puede manejar extremadamente bien. Por otro lado, no existe necesidad de que el elemento de expansión sea completamente sin oxígeno en el interior. Sin embargo, una pared sin oxígeno asegura que no entra sustancialmente nada de oxígeno en el elemento de expansión desde el exterior. Cuando la pared del elemento de expansión impide el suministro de oxígeno adicional, la reacción de expansión de la sustancia se puede mantener de este modo bajo control.

No necesariamente existe la necesidad de que la pared del elemento de expansión permanezca intacta después de la reacción de expansión. En el comienzo de la reacción de expansión, sin embargo, el elemento de expansión restringe a la sustancia expansible a permanecer dentro de la zona deseada, de modo que incluso en un terreno poroso la sustancia no empieza a arrastrarse. Si la sustancia reacciona, es decir se endurece, lo suficientemente rápido, no se produce un arrastre incontrolable de la sustancia en el terreno incluso si la pared del elemento de expansión se rompe.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método para la condensación, el llenado o la sustitución de terreno y/o la elevación de estructuras, el método consiste en proporcionar, en el terreno o la estructura, un agujero (6), disponer en el agujero (6) una barra de inyección (1) y un elemento de expansión (2) que se proporciona en relación con la misma, e inyectar una sustancia en el elemento de expansión (2), caracterizado por utilizar, para esa inyección, una sustancia, que se expande como consecuencia de una reacción química, de modo que se genera una fuerza que presiona el elemento de expansión (2) contra el terreno principalmente por la reacción química.
- 10 2. Un método según la reivindicación 1, caracterizado por determinar las características del terreno antes de inyectar, determinar la cantidad de la sustancia a inyectar en el elemento de expansión (2) antes de inyectar sobre la base de las características del terreno, el volumen del elemento de expansión (2) y un efecto deseado.
3. Un método según la reivindicación 1, caracterizado por determinar la cantidad de la sustancia a inyectar en el elemento de expansión (2) mediante la supervisión del elemento de expansión (2) que se está rellenando.
4. Un método según la reivindicación 3, caracterizado por supervisar el elemento de expansión (2) que se está rellenando por medio de un radar de tierra.
- 15 5. Un método según la reivindicación 3, caracterizado por supervisar el elemento de expansión (2) que se está rellenando por medio de un sensor de presión.
6. Un método según la reivindicación 3, caracterizado por supervisar el elemento de expansión (2) que se está rellenando por medio de una cámara termográfica.
- 20 7. Un método según la reivindicación 3, caracterizado por supervisar el elemento de expansión (2) que se está rellenando por medio de los sentidos de la audición y/o sensibilidad, de tal manera que el proceso de inyección de la sustancia en el elemento de expansión (2) se detiene después de que el elemento de expansión (2) se ha roto.
8. Un método según la reivindicación 1, caracterizado por determinar la cantidad a inyectar en relación con la elevación de una estructura (10) por medio de la observación de la transferencia vertical de la estructura (10).
- 25 9. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por dejar la barra de inyección (1) en su sitio en relación con el elemento de expansión (2) después de que la sustancia se ha expandido.
10. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por disponer la barra de inyección (1) a través del elemento de expansión (2) y por disponer la sustancia para que fluya adentro del elemento de expansión (2) a través de unas aberturas (5) en un lado de la barra de inyección (1).
- 30 11. Un método según la reivindicación 10, caracterizado porque la barra de inyección (1) comprende un tubo exterior provisto de unas aberturas (5), y un tubo interior dispuesto en el interior del mismo, la sustancia a inyectar se introduce a lo largo del tubo interior y el tubo interior se saca del interior del tubo exterior cuando la sustancia se está inyectando.
12. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por disponer que la reacción de expansión de la sustancia se produzca dentro del elemento de expansión (2) en un espacio hermético al aire.
- 35 13. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por disponer la sustancia para que reaccione después de más de 25 segundos desde que se ha inyectado en una bolsa (2).
14. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por disponer la sustancia para que reaccione después de menos de 50 segundos desde que se ha inyectado en el elemento de expansión (2).
- 40 15. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por disponer la sustancia para que se expanda de 1,5 a 20 veces su volumen original.
16. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por determinar, antes de la inyección, una resistencia final a la compresión de la sustancia a inyectar.
17. Un método según la reivindicación 16, caracterizado por determinar la resistencia final a la compresión de la sustancia a inyectar sobre la base de la resistencia del terreno y el volumen del elemento de expansión (2).
- 45 18. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por permitir que parte de la sustancia vaya a través de la pared del elemento de expansión (2).
- 50 19. Una disposición para la condensación, el llenado o la sustitución de terreno y/o para elevar estructuras, la disposición comprende una barra de inyección (1) que se va a disponer en un agujero (6) y se proporciona en relación con un elemento de expansión (2), una sustancia a inyectar en el elemento de expansión (2), y unos medios (4) para inyectar la sustancia en el elemento de expansión (2), caracterizada porque la sustancia a inyectar en el

elemento de expansión (2) es una sustancia que se expande como consecuencia de una reacción química, de modo que se genera una fuerza que presiona el elemento de expansión (2) contra el terreno principalmente por la reacción química.

- 5 20. Una disposición según la reivindicación 19, caracterizada porque la barra de inyección (1) se dispone a través del elemento expansión (2), por lo que el elemento de expansión (2) está en su extremo inferior sujeto a la barra de inyección (1) por medio de un sujetador inferior (3a) y en su extremo superior por medio de un sujetador superior (3b), y porque un lado de la barra de inyección (1) está provista de unas aberturas (5) a través de las cuales se permite fluir a la sustancia adentro del elemento de expansión (2).
- 10 21. Una disposición según la reivindicación 20, caracterizada porque el sujetador inferior (3a) y/o el sujetador superior (3b) se hacen movibles en relación con la barra de inyección (1).
22. Una disposición según la reivindicación 20 o 21, caracterizada porque la barra de inyección (1) comprende un tubo exterior provisto de aberturas (5), y un tubo interior dispuesto en el interior del tubo exterior para introducir la sustancia a inyectar en el interior del elemento de expansión, el tubo interior se puede sacar del interior del tubo exterior.
- 15 23. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 22, caracterizado porque el elemento de expansión (2) se fabrica con un material hermético al aire.
24. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 23, caracterizada porque la sustancia expansible es de tal manera que su reacción de expansión empieza después de más de 25 segundos desde que se inyecta en el elemento de expansión (2).
- 20 25. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 24, caracterizada porque la sustancia expansible es de tal manera que se expande de 1,5 a 20 veces su volumen original.

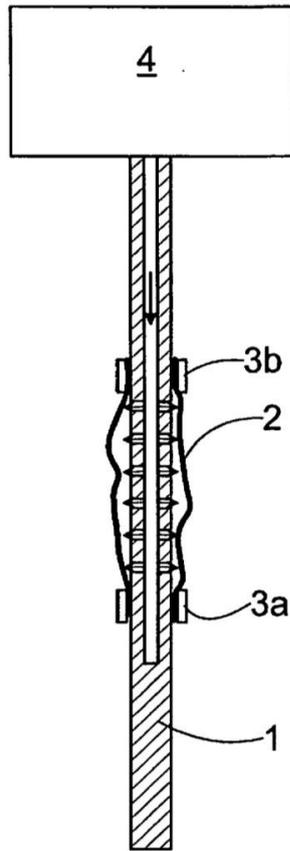


FIG. 1

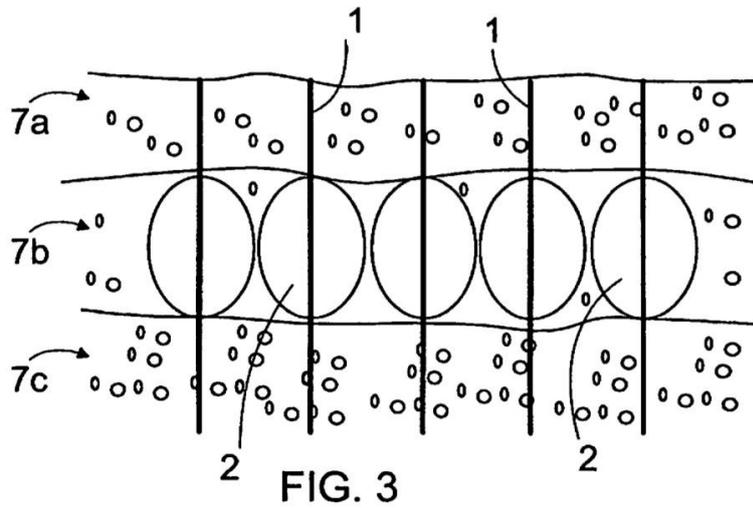


FIG. 3

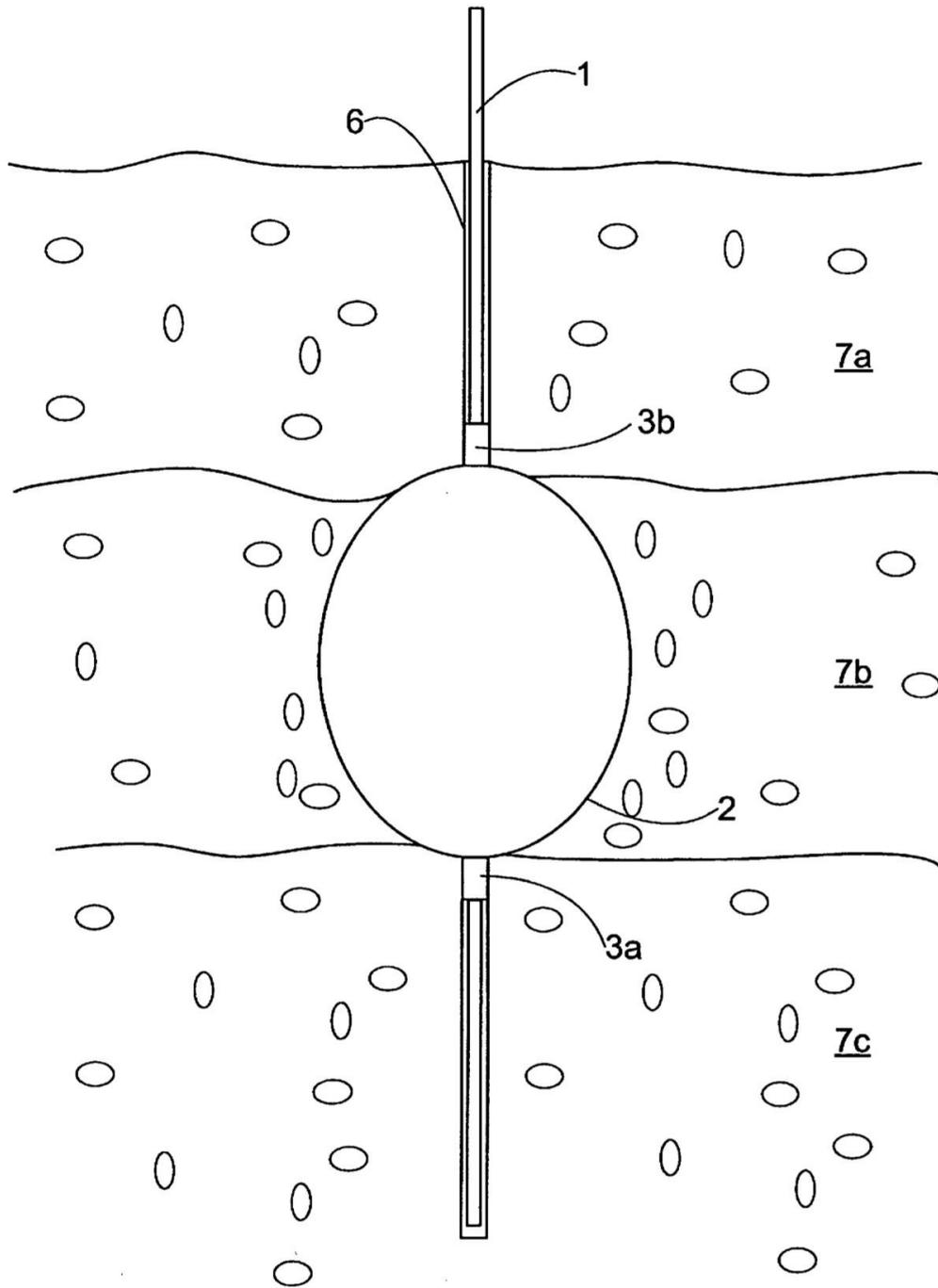


FIG. 2

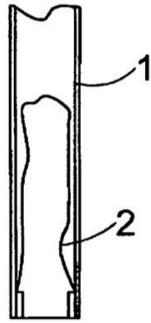


FIG. 4a

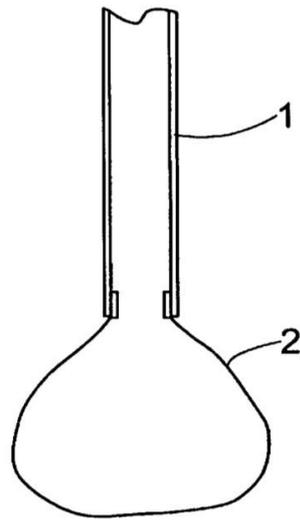


FIG. 4b

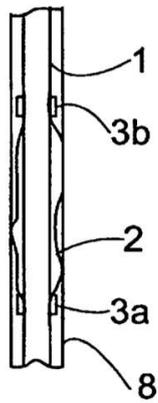


FIG. 5

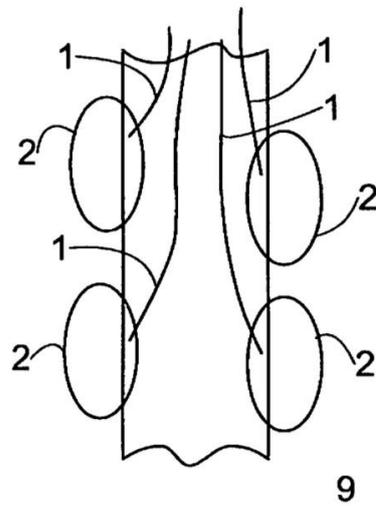


FIG. 6

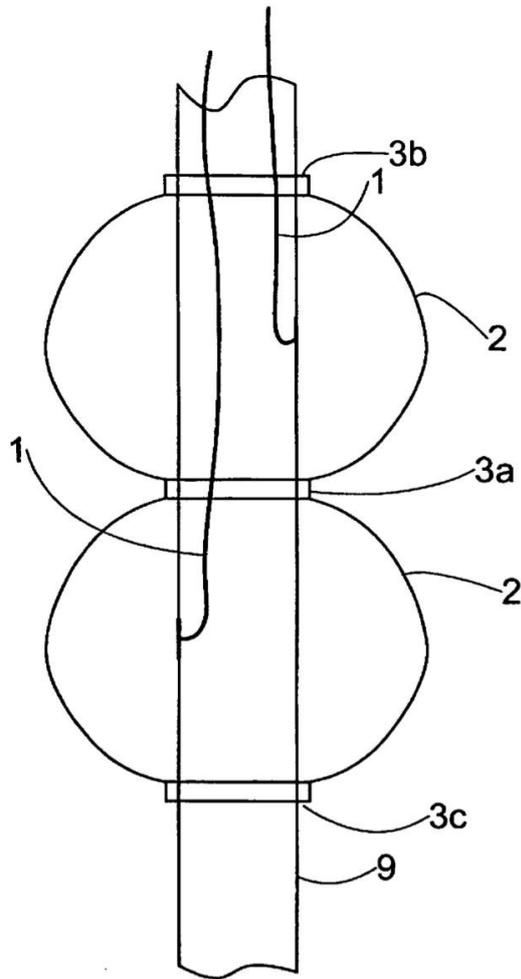


FIG. 7

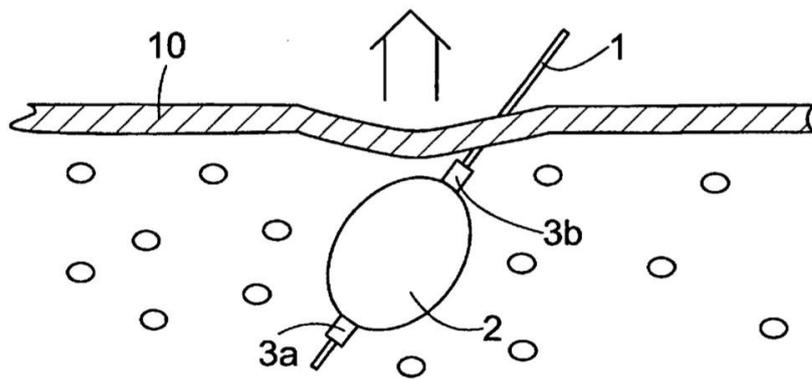


FIG. 8