



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 266 949**

51 Int. Cl.:  
**E21B 44/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04009245 .4**

86 Fecha de presentación : **19.04.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1477633**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **17.11.2004**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para trabajar el terreno.**

30 Prioridad: **08.05.2003 DE 103 20 662**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.03.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.03.2007**

73 Titular/es: **BAUER Maschinen GmbH**  
**Wittelsbacherstrasse 5**  
**86529 Schrobenhausen, DE**

72 Inventor/es: **Mayr, Markus y**  
**Riepold, Markus**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

**ES 2 266 949 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 y dispositivo para trabajar el terreno.

La invención se refiere a un procedimiento para trabajar el terreno según el preámbulo de la reivindicación 1 y a un dispositivo correspondiente según el preámbulo de la reivindicación 10.

Los procedimientos y dispositivos para la perforación del terreno se conocen desde hace muchos años. En estos procedimientos conocidos una herramienta efectúa un movimiento giratorio y al mismo tiempo es empujada hacia delante, en el terreno, en la dirección de su eje de giro, con lo que se obtiene un agujero perforado en el terreno. Como consecuencia de las fuerzas de fricción existentes entre la herramienta, la pared y el fondo del agujero perforado, en los procedimientos conocidos se puede producir la detención de la herramienta de perforación, esto es, el par de giro disponible para el movimiento giratorio de la herramienta no puede superar las fuerzas de fricción y en consecuencia el movimiento giratorio se detiene. Esta detención de la perforación exige la retirada, al menos parcial, de la herramienta del agujero perforado, lo que incrementa las necesidades de tiempo para la perforación y reduce la calidad de la perforación.

Por la patente DE 199 24 200 A1 se conoce un procedimiento para el control automático de un dispositivo de perforación, en el cual se registra el giro de la herramienta de perforar o de ensanchar, o de la varilla de perforación, y el avance se regula por medio del valor registrado. En este sentido se prevé que de no alcanzarse el número mínimo de revoluciones o de cesar el giro de la varilla de perforación o de la herramienta de perforar o de ensanchar, esta circunstancia quede registrada por medio de un sensor de revoluciones.

La patente US 6.116.819 describe un procedimiento para el manejo de un tornillo sinfín perforador en el cual, durante la penetración del dispositivo sinfín perforador se determina al menos uno de los parámetros siguientes: el número de revoluciones del dispositivo sinfín perforador, el ritmo de penetración del dispositivo sinfín perforador y el par de giro aplicado sobre el dispositivo sinfín perforador, y se controla, dependiendo de las condiciones del terreno y de la geometría del dispositivo sinfín, por medio de un ordenador, con lo cual se pretende mantener las espirales del dispositivo sinfín cargadas con tierra procedente de la zona del extremo del dispositivo sinfín.

Por la patente GB 2 010 361 A se conoce un dispositivo para la fabricación de revestimientos de fosos en el terreno que presenta varios dispositivos sinfín perforadores dispuestos unos junto a otros.

La patente EP 0 517 329 A1 da a conocer un equipo perforador para la construcción de paredes de pilotes consecutivos con al menos dos dispositivos sinfín perforadores.

El objetivo de la presente invención consiste en ofrecer un procedimiento y un dispositivo para trabajos en el terreno, que permita la perforación continuada y especialmente eficaz y fiable.

De acuerdo con la invención el objetivo se resuelve con un procedimiento para realizar trabajos en el terreno con las características de la reivindicación 1 y con un dispositivo para realizar trabajos en el terreno con las características de la reivindicación 10. Varios ejemplos de realización preferidos se indican en las

subreivindicaciones.

En el procedimiento para trabajar el terreno conforme a la invención se hace rotar una varilla perforadora alrededor de un eje de giro, por medio de un accionamiento de giro y con un cierto número de revoluciones, a la que se acopla al menos una herramienta, la varilla perforadora se inserta al mismo tiempo en una zona del terreno por medio de un accionamiento de avance, a una velocidad de avance y en la dirección del eje de giro, y un dispositivo de control reduce la velocidad de avance en el caso de que se reduzca el número de revoluciones de la varilla perforadora.

Una idea básica de la invención consiste en controlar automáticamente, mediante un dispositivo de control, la velocidad de avance dependiendo del número de revoluciones de la varilla perforadora. Con el dispositivo de control se reduce la velocidad de avance de la varilla perforadora si el número de revoluciones de la varilla perforadora se reduce como consecuencia de un aumento de las fuerzas ejercidas entre la herramienta perforadora y la pared o el fondo de la zona del terreno. Por lo que se refiere a estas fuerzas, puede tratarse, por ejemplo, de fuerzas de fricción, de cizallamiento o de corte. La reducción de la velocidad de avance tiene como consecuencia una reducción de las fuerzas de presión de la herramienta perforadora en el fondo de la zona del terreno, y por tanto una reducción de las fuerzas que se oponen al movimiento de giro de la varilla perforadora. De aquí resulta un nuevo incremento del número de revoluciones de la varilla perforadora, con lo que se evita de una manera eficaz la detención de dicha varilla perforadora. Si vuelve a aumentar el número de revoluciones de la varilla perforadora el dispositivo de control puede provocar también que aumente la velocidad de avance. Esto permite ajustar el número de revoluciones de la varilla perforadora hasta un valor teórico predeterminado. Para ello se compara, preferiblemente, el número de revoluciones registrado por el dispositivo de control con el valor teórico ajustado previamente y se regula la velocidad de avance, preferiblemente, por medio de un regulador PID de la unidad de control. De forma ventajosa el valor teórico ajustado previamente corresponde al número de revoluciones de corte óptimo para el terreno que se está trabajando.

Un desarrollo especialmente preferido de la invención se caracteriza porque el número de revoluciones registrado de la varilla perforadora se compara en el dispositivo de control con un valor umbral predeterminado y porque la velocidad de empuje se reduce si no llegara a alcanzarse este valor umbral. Aquí el valor umbral puede ser un valor único o también un rango de valores. Para ello puede estar previsto un rango de revoluciones admitido, dentro del cual no se proceda a la regulación de la velocidad de avance. La intervención del regulador PID puede producirse en este caso de no llegar a alcanzarse el valor umbral del número de revoluciones. La comparación del número de revoluciones registrado con el valor umbral predeterminado tiene lugar preferentemente en forma de una sustracción.

Ventajosamente la velocidad de empuje se regula de modo que la varilla de perforación funciona al menos con un número mínimo de revoluciones teórico y predeterminado. Esto permite un proceso de perforación particularmente continuo. En este sentido el número de revoluciones mínimo teórico se deberá establecer de modo que se impida de forma fiable

la sedimentación del material en suspensión que se encuentra en la zona del terreno. Dicho material en suspensión se puede introducir en la zona de terreno para la fabricación de elementos de cimentación o bien fabricarse en esta zona. De forma ventajosa la herramienta de perforación se diseña de modo que revuelva de forma continua el material en suspensión. El número de revoluciones mínimo teórico se puede establecer de tal modo que el proceso de revolver impida la sedimentación del material en suspensión. Este perfeccionamiento de la invención facilita la fabricación de elementos de cimentación de una calidad particularmente elevada.

Básicamente el registro del número de revoluciones se podría efectuar por medio de codificadores angulares, en particular de codificadores angulares electrónicos de alta precisión. Esto nos permite utilizar el número de revoluciones como magnitud de ajuste para la regulación de la velocidad de avance, facilitando una gestión del procedimiento especialmente sencilla.

De acuerdo con la invención se prevé la utilización como accionamiento de giro de un motor de giro hidráulico, alimentado con un líquido hidráulico. Con un motor de giro hidráulico de este tipo se consigue una gran resistencia en el funcionamiento de la herramienta de perforación. Por otra parte está previsto que se mida la presión del líquido hidráulico con el que se alimenta el motor hidráulico, y que el dispositivo de control calcule, mediante una regla de cálculo, el número de revoluciones a partir de la presión registrada. Esto permite determinar, de una forma particularmente rápida e inmediata, el número de revoluciones y la desviación del número de revoluciones respecto del valor teórico, incluso con un número de revoluciones bajo. Además se pueden registrar de forma fiable las desviaciones de poca importancia entre el número de revoluciones y el valor teórico. Aquí la regla de cálculo está configurada de tal modo que ofrece una relación entre el número de revoluciones y la presión existente en el accionamiento de giro.

Según la invención, la regla de cálculo se ajusta automáticamente a intervalos de tiempo determinados o bien es activada por un usuario. Para ello se puede tener en cuenta que la relación entre el número de revoluciones y la presión depende de circunstancias del entorno como la temperatura del exterior, la temperatura del líquido hidráulico y el par de fricción resultante, de las condiciones del terreno y del tipo de herramienta y del accionamiento de giro. Aquí se puede efectuar un ajuste mediante una comparación del número de revoluciones registrado por medio de codificadores angulares con el número de revoluciones registrado a partir de la regla de cálculo. No obstante, se prefiere en particular que el dispositivo de control registre otros parámetros por medio de los cuales se ajusta la regla de cálculo, como la temperatura del exterior, la temperatura del líquido hidráulico, el par de fricción del accionamiento de giro y/o el estado de desgaste del accionamiento de giro. De este modo se obtiene un registro particularmente exacto del número de revoluciones a partir de la presión. Resulta apropiado el uso de un motor hidráulico como accionamiento de avance. Un motor hidráulico de este tipo puede estar configurado, por ejemplo, como motor de giro, que hace avanzar y retroceder la varilla de perforación y el accionamiento de giro a través de un mecanismo de tensión de cable. También se pueden utilizar cilindros hidráulicos. Se prefiere, además,

que la regulación de la velocidad de avance, en particular de su retardo, tenga lugar mediante la regulación de un caudal de líquido hidráulico efectuada por el motor hidráulico. Esto permite una regulación particularmente sencilla y fiable de la velocidad de avance. De acuerdo con la invención supone una ventaja el hecho de disponer al menos dos, en particular, tres varillas de perforación en contigüidad directa, el hecho de que al menos dos varillas de perforación efectúen la rotación al mismo tiempo y el hecho de que al menos las dos varillas de perforación se introduzcan en la zona del terreno al mismo tiempo y con la misma velocidad de avance. Una disposición de este tipo permite trabajar al mismo tiempo una zona de terreno extensa, y en particular la construcción de elementos de pared. Aquí las varillas de perforación, dos al menos, se disponen preferiblemente en paralelo unas con otras, y las herramientas de perforación presentan preferiblemente secciones transversales de barrenado en intersección. De forma apropiada el dispositivo de control regula aquí la velocidad de avance de las varillas de perforación de la misma forma y en sincronía. Por otra parte, cada una de las varillas de perforación presenta apropiadamente un accionamiento de giro propio.

Básicamente se puede determinar el número de revoluciones de cada una de las varillas de perforación, al menos dos, tomándolo como base para la regulación de la velocidad de avance. No obstante, resulta especialmente preferida la posibilidad de registrar, para su procesamiento por parte del dispositivo de control, sólo el número de revoluciones de las varillas de perforación situadas por fuera. Por varillas de perforación situadas por fuera se entienden aquellas varillas de perforación que presentan sólo una varilla de perforación directamente contigua. Dado que la reducción del número de revoluciones como consecuencia de una intervención importante en el terreno tiene lugar primero en las varillas exteriores, una gestión semejante del procedimiento reduce de manera fiable las detenciones de todas las varillas de perforación. Como herramientas de perforación se pueden utilizar básicamente todas las herramientas de perforación conocidas. No obstante, resulta especialmente ventajoso que la herramienta de perforación presente dispositivos sinfín perforados y/o paletas mezcladoras. La utilización de paletas mezcladoras resulta especialmente ventajosa si en la zona del terreno se introduce y/o se fabrica un material en suspensión. Las paletas mezcladoras pueden servir entonces para impedir la sedimentación del material en suspensión.

El procedimiento conforme a la invención se puede utilizar, en especial, en todos los procedimientos de perforación conocidos. Se prefiere especialmente, en el caso de perforaciones con desplazamiento, la utilización de dispositivos perforadores de tornillo sinfín y/o de procedimientos de mezcla *in situ* para la fabricación de elementos de cimentación. Por perforaciones con desplazamiento se entiende un procedimiento de perforación en el cual el material del terreno se va retirando de la zona de terreno al mismo tiempo que se va compactando. Por procedimientos de mezcla *in situ* se entienden aquellas técnicas en las que se introduce un líquido en el terreno y el líquido se mezcla en la zona del terreno con el terreno vivo hasta formar un material en suspensión autoendurecible.

El dispositivo conforme a la invención se utiliza

para la realización del procedimiento anteriormente descrito.

La invención se explica seguidamente con la ayuda de ejemplos de realización preferidos, que se representan esquemáticamente en los dibujos anexos. En los dibujos se puede ver:

Figura 1 una representación esquemática de un dispositivo para la realización del procedimiento conforme a la invención; y

Figura 2 una vista lateral esquemática de otro dispositivo para la realización de un procedimiento de trabajo del terreno sin la representación de un vehículo de la construcción.

En la figura 1 se representa de forma esquemática un dispositivo para la realización del procedimiento conforme a la invención. Un accionamiento de giro 20 realizado como motor de giro hidráulico impulsa de forma giratoria una varilla de perforación 10. Aquí el accionamiento de giro 20 es alimentado con líquido hidráulico a través de una primera tubería de alimentación 21. En el extremo inferior de la varilla de perforación 10 está dispuesta, sin posibilidad de giro, una herramienta de perforación 11 construida como dispositivo sinfín perforador. La varilla de perforación 10 penetra con su extremo inferior en una zona del terreno 1, en la que se produce un agujero perforado por el efecto de la herramienta de perforación 11.

El accionamiento de giro 20 y la varilla de perforación 10 están dispuestos en un poste 4, que se puede desplazar a través de un mecanismo de tensión de cable 33 y de un cable 34 representados de forma sólo esquemática. El mecanismo de tensión del cable 33 sirve aquí para el avance de la varilla perforadora en la dirección de su eje de giro. El poste 4 se sujeta en un vehículo de la construcción 3 representado de forma esquemática.

El mecanismo de tensión del cable 33 es accionado a través de un accionamiento de avance 30 dispuesto en el vehículo de la construcción 3 y diseñado

asimismo como motor hidráulico. El accionamiento de avance 30 es alimentado con líquido hidráulico a través de una segunda tubería de alimentación 31.

La presión en la primera tubería de alimentación 21 del accionamiento de giro 20 es registrada mediante un sensor de presión 41, y el valor medido es transmitido a un dispositivo de control 40 a través de un cable de valores medidos 44. El dispositivo de control 40 compara la presión registrada con el valor teórico que se envía al dispositivo de control a través de un cable de valor teórico 45. A partir de aquí el dispositivo de control 40 calcula un valor teórico que transmite, a través de un cable de valor teórico 46, a una válvula de ajuste 32 ubicada en la segunda tubería de alimentación 31 del accionamiento de avance 30. Si el dispositivo de control 40 constata, a través del valor teórico, un aumento de la presión en la primera tubería de alimentación 21, lo que corresponde a una reducción del número de revoluciones por debajo del valor teórico, dicho dispositivo de control 40 reduce, mediante la activación de la válvula de ajuste 32, el caudal de líquido hidráulico que pasa por la segunda tubería de alimentación 31.

En la figura 2 se representa otro ejemplo de un dispositivo para la realización de un procedimiento de trabajo del terreno. Los componentes con la misma función se designan con los mismos números de referencia que en la figura 1, y no se describen aquí en mayor detalle. El ejemplo de realización de la figura 2 se distingue del de la figura 1 únicamente en que el dispositivo de control 40 no recibe como valor de medición la presión existente en la primera tubería de alimentación 21 a través del cable de valores medidos 46, sino el número de revoluciones de la varilla de perforación 20.

El número de revoluciones es registrado directamente por un codificador angular 42 dispuesto en la varilla de perforación 10.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para trabajar el terreno en el cual una varilla perforadora (10), a la que se acopla al menos una herramienta (11), se hace rotar, por medio de un accionamiento de giro (20) diseñado como motor de giro hidráulico, alrededor de un eje de giro con un número de revoluciones, la varilla perforadora (10) se inserta al mismo tiempo en una zona del terreno (1) por medio de un accionamiento de avance (30), a una velocidad de avance y en la dirección del eje de giro, se registra el número de revoluciones de la varilla perforadora (10) y un dispositivo de control (40) reduce la velocidad de avance en el caso de un descenso del número de revoluciones de la varilla perforadora (10), **caracterizado** porque mediante un sensor de presión (41) se mide la presión de un líquido hidráulico con el que se alimenta el motor de giro hidráulico, y porque el número de revoluciones es calculado, por medio de una regla de cálculo, por el dispositivo de control (40) a partir de la presión registrada, y porque la regla de cálculo se ajusta automáticamente a intervalos de tiempo determinados o bien es activada por un usuario.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el número de revoluciones registrado de la varilla de perforación (10) se compara en el dispositivo de control (40) con un valor umbral predeterminado, y porque en el caso de que no llegue a alcanzarse este valor umbral, la velocidad de empuje se regula de tal modo que la varilla de perforación (10) es impulsada al menos con un número de revoluciones mínimo teórico, predeterminado.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el número de revoluciones mínimo teórico se establece de tal manera que se impide de forma fiable la sedimentación del material en suspensión que se encuentra en la zona del terreno (1).

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el dispositivo de control (40) registra otros parámetros por medio de los cuales se ajusta la regla de cálculo, como la temperatura del exterior, la temperatura del líquido hidráulico y/o el estado de desgaste del accionamiento de giro (20).

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque como motor de avance

(30) se utiliza un motor hidráulico, y porque la regulación de la velocidad de avance es efectuada por el motor hidráulico mediante la regulación del caudal de líquido hidráulico.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque se disponen al menos dos, en particular tres, varillas de perforación (10) en contigüidad directa, porque al menos dos varillas de perforación (10) efectúan la rotación al mismo tiempo y porque al menos las dos varillas de perforación (10) se introducen en la zona del terreno (1) al mismo tiempo y con la misma velocidad de avance.

7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado** porque se registra el número de revoluciones de las varillas de perforación (10) situadas en posición exterior.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque la herramienta (11) presenta filos perforadores, dispositivos sinfín perforadores y/o paletas mezcladoras.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque para perforaciones con desplazamiento se utilizan dispositivos perforadores de tornillo sinfín y/o procedimientos de mezcla *in situ* para la fabricación de elementos de cimentación.

10. Dispositivo para trabajar el terreno de conformidad con un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, con una varilla perforadora (10) a la que se acopla al menos una herramienta (11), con un accionamiento de giro (20) diseñado como motor de giro hidráulico para el accionamiento giratorio de la varilla perforadora (10), con un accionamiento de avance (30) para la inserción de la varilla perforadora en una zona del terreno (1) y con un dispositivo de control (40) para la regulación automática de la velocidad de avance de la varilla perforadora (10) dependiendo del número de revoluciones de la varilla perforadora (10), **caracterizado** porque está previsto un sensor de presión (41) que se encuentra en conexión de cables con el dispositivo de control y que sirve para medir la presión de un líquido hidráulico con el que se alimenta el motor de giro hidráulico, y porque el dispositivo de control está diseñado para calcular, mediante una regla de cálculo ajustable, el número de revoluciones a partir de la presión registrada.

FIG. 1

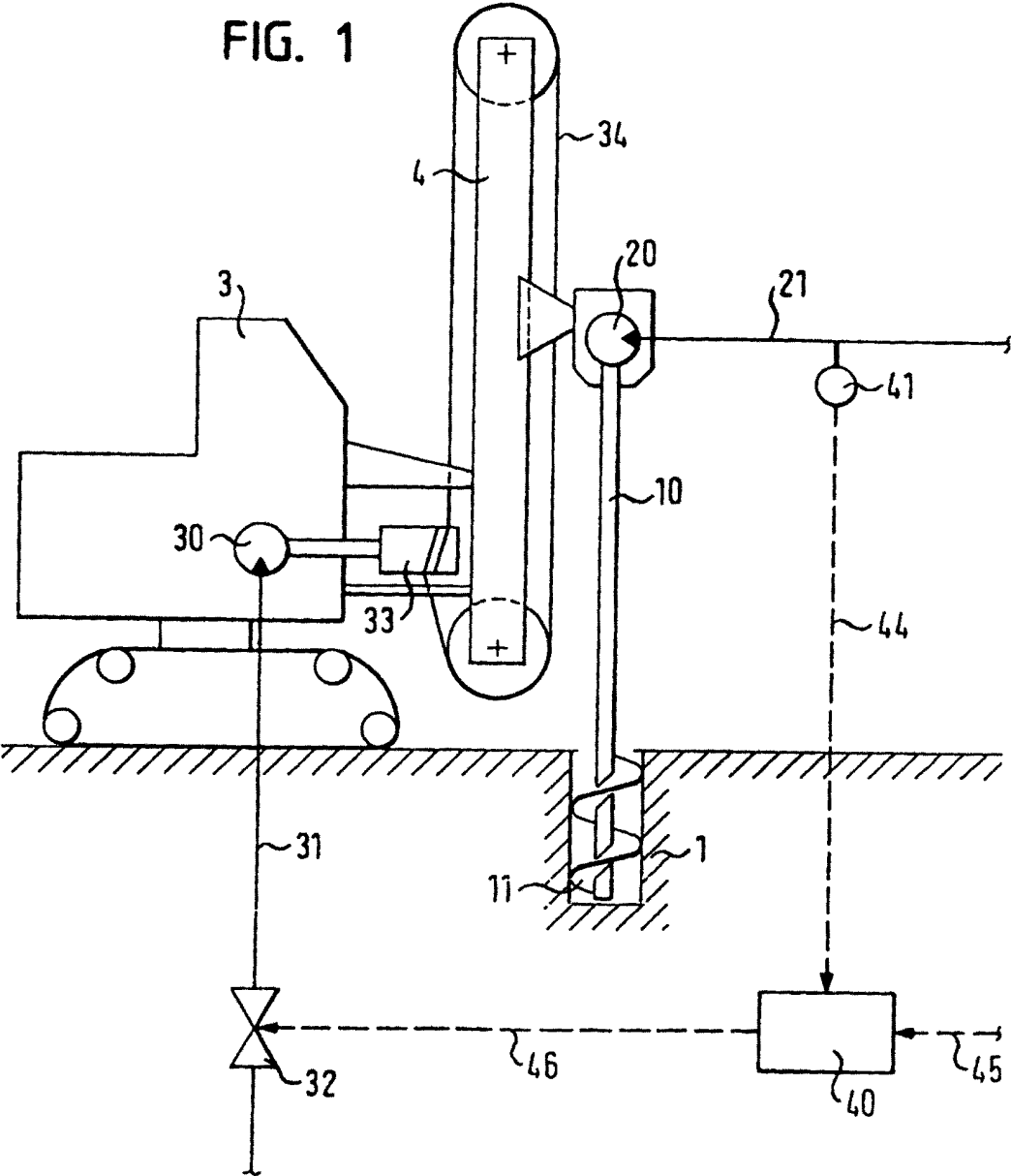


FIG. 2

