

(19)



(11)

EP 3 171 104 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.05.2017 Patentblatt 2017/21

(51) Int Cl.:
F25D 3/10 (2006.01) **E02D 3/115** (2006.01)
F25D 7/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15003267.0**

(22) Anmeldetag: **17.11.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
80331 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Schmand, Ralf**
85716 Unterschleißheim (DE)
• **Sliwo, Abraham**
CH-6318 Walchwil (CH)

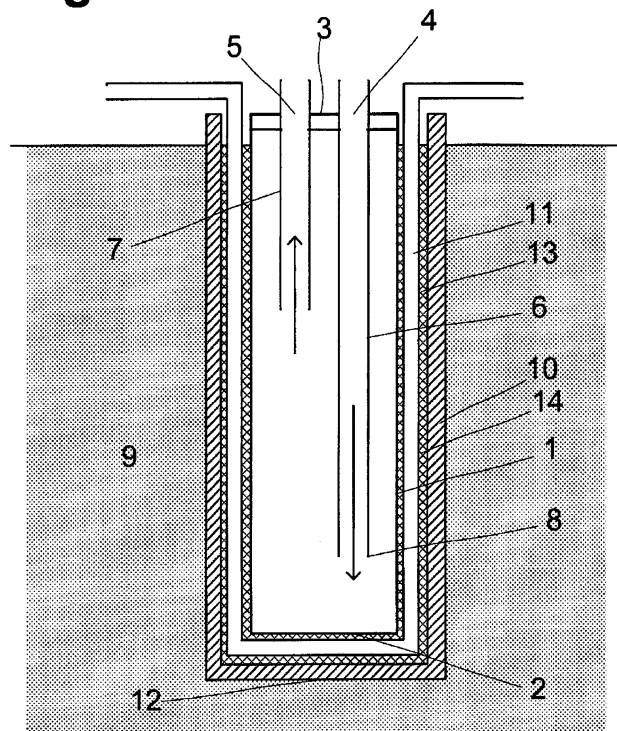
(74) Vertreter: **Gellner, Bernd**
Linde AG
Legal Services Intellectual Property
Dr.-Carl-von-Linde-Strasse 6-14
82049 Pullach (DE)

(54) VERFAHREN ZUM BODENGEFRIEREN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Gefrieren von Erdboden (9) mit einem Gefrierrohr (1), welches an einer Stirnseite (2) geschlossen ist, und einem in das Gefrierrohr (1) ragenden In-

nenrohr (6) zur Zuführung eines Kältemittels, und wobei ein Hohlkörper (10) vorgesehen ist, dessen Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des Gefrierrohres (1) ist.

Fig. 1



EP 3 171 104 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Gefrieren von Erdboden mit einem Gefrierrohr, welches an einer Stirnseite geschlossen ist, und einem in das Gefrierrohr ragenden Innenrohr zur Zuführung eines Kältemittels. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Gefrieren von Erdboden mit einem Gefrierrohr und einem in das Gefrierrohr ragenden Innenrohr, wobei ein Kältemittel über das Innenrohr in das Gefrierrohr geleitet wird.

[0002] Im Tief- und Grundbau müssen häufig Maßnahmen zum Abdichten oder Abstützen des Erdbodens getroffen werden. Bei temporären Aufgaben bietet sich der Einsatz eines künstlichen Bodengefrierens mit flüssigem Stickstoff als Kälteträger an.

[0003] Beim Bodengefrieren erfolgt der Kälteeintrag über ein Gefrierrohr mit Doppelrohrsystem. Flüssiger Stickstoff gelangt durch ein Innenrohr nach unten in das Gefrierrohr, verdampft und gibt beim Aufsteigen im Ringraum seine Kälteenergie an das umliegende Erdreich ab. Durch den Wärmeentzug wird das Wasser im umliegenden Erdreich abgekühlt und gefroren.

[0004] Nach erfolgter Vereisung verbleiben die Gefrierrohre in der Regel im Erdreich. In manchen Fällen ist dies jedoch für den weiteren Baufortschritt hinderlich, da beispielsweise Vollschnittmaschinen nicht in der Lage sind die als Gefrierrohre eingesetzten Stahl- oder Kupferrohre zu durchfahren. In diesen Fällen ist es daher nötig, die Gefrierrohre nach der Vereisung aus dem Erdreich zu ziehen.

[0005] Das Ziehen der Gefrierrohre stellt sich jedoch aus mehreren Gründen problematisch dar. Nach Beendigung der Vereisung ist der umgebende Erdboden noch wochenlang gefroren. Die Zugkraft, die auf die Gefrierrohre gegeben werden kann, ist materialbedingt begrenzt und außerdem wird beim Ziehen des Gefrierrohres an dessen Unterseite ein Unterdruck erzeugt, das eine dem Zug entgegengerichtete Kraft auf das Gefrierrohr ausübt.

[0006] Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zum Bodengefrieren und ein entsprechendes Verfahren aufzuzeigen, welche ein einfacheres Entfernen der Gefrierrohre aus dem Erdboden erlauben.

[0007] Diese Aufgabe wird durch Vorrichtung zum Gefrieren von Erdboden mit einem Gefrierrohr gelöst, wobei das Gefrierrohr an einer Stirnseite geschlossen ist, und welche ein in das Gefrierrohr ragendes Innenrohr zur Zuführung eines Kältemittels, aufweist, und welches dadurch gekennzeichnet ist, dass ein Hohlkörper vorgesehen ist, dessen Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des Gefrierrohres ist.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Gefrieren von Erdboden mit einem Gefrierrohr und einem in das Gefrierrohr ragenden Innenrohr, wobei ein Kältemittel über das Innenrohr in das Gefrierrohr geleitet wird, zeichnet sich dadurch aus, dass ein Hohlkörper, dessen Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser

des Gefrierrohres ist, in den Erdboden eingebracht wird und das Gefrierrohr in der Hohlkörper eingebracht wird.

[0009] Erfindungsgemäß wird das Entfernen des Gefrierrohres aus dem Erdreich dadurch erleichtert, dass ein Hohlkörper um das Gefrierrohr vorgesehen wird. Das Gefrierrohr kommt somit nicht in direkten Kontakt mit dem Erdboden und friert somit nicht direkt am Erdboden fest.

[0010] Der Begriff Hohlkörper soll insbesondere längliche Hohlkörper, wie ein Rohr oder einen Schlauch, umfassen. Der Hohlkörper kann aus einem flexiblen oder unflexiblen Material gefertigt sein. In der Regel besitzt der Hohlkörper einen kreisrunden Querschnitt. Er kann aber auch einen rechteckigen, ovalen oder anderen Querschnitt aufweisen.

[0011] Der Hohlkörper verbleibt nach dem Entfernen des Gefrierrohres im Erdboden. Es ist daher vorteilhaft, den Hohlkörper so zu fertigen, dass dieser bei Kontakt mit Bodenbearbeitungsmaschinen diese nicht beschädigt. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass der Hohlkörper entsprechend dünn ausgeführt wird und die Wandstärke des Hohlkörpers maximal 6mm, vorzugsweise 1 bis 2 mm beträgt. Alternativ oder auch ergänzend kann der Hohlkörper aus einem Polymer- oder Kunststoffmaterial gefertigt werden, welches einer Bodenbearbeitungsmaschine keinen solchen Widerstand entgegensetzt, dass die Maschine beschädigt wird.

[0012] Der Hohlkörper ist vorzugsweise zumindest teilweise oder auch vollständig aus einem Polymerwerkstoff gefertigt. Hierbei hat sich Polytetrafluorethylen (PTFE) bewährt. Polytetrafluorethylen (PTFE) hat den Vorteil, dass es einen sehr niedrigen Reibungskoeffizienten besitzt, so dass das Herausziehen des Gefrierrohres durch die geringe Reibung zwischen Gefrierrohr und Hüllrohr erleichtert wird.

[0013] Es ist aber auch möglich andere Polymerwerkstoffe oder Kunststoffmaterialien, beispielsweise Perfluoralkoxy-Copolymer, Polyethylen, Polyamid, Polyoxymethylen, Ethylen/Vinylacetat, Polyetherimid oder Melamin/Phenolharz oder andere Phenolharze wie auch Epoxydharze, zu verwenden. Insbesondere können auch Verbundwerkstoffe, welche Polymermaterialien enthalten, eingesetzt werden. Der Hohlkörper kann auch aus zwei oder mehr über- und/oder nebeneinander angeordneten Werkstoffen gefertigt sein. Beispielsweise ist es möglich, einen Hohlkörper aus einem ersten Kunststoff oder aus Metall mit einem zweiten Kunststoff zu verbinden.

[0014] Durch den erfindungsgemäßen Einsatz des Hohlkörpers kommt das Gefrierrohr mit seiner Zylinder- oder Mantelfläche nicht mehr mit dem umgebenden Erdboden in direkten Kontakt und kann daher leichter aus dem Erdboden entfernt werden. Das Herausziehen oder Ziehen des Gefrierrohres wird weiterhin dadurch erleichtert, dass der Hohlkörper in einer bevorzugten Ausführungsform an einer seiner Stirnseiten, und zwar an der Stirnseite, die in den Erdboden eingebracht wird, geschlossen ist. Auf diese Weise wird auch ein Anfrieren

der Stirnfläche des Gefrierrohres am Erdboden verhindert.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform befindet sich zwischen dem Gefrierrohr und dem Hohlkörper ein Kontaktmedium. Das Kontaktmedium kann dazu dienen, die Wärmeleitung vom Gefrierrohr über den Hohlkörper auf den umgebenden Erdboden zu erhöhen. Das Kontaktmedium kann gegebenenfalls auch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten und damit eine unterschiedliche Längenkontraktion von Gefrierrohr und Hohlkörper beim Abkühlen des Gefrierrohres kompensieren. Schließlich können Gefrierrohr und/oder Hohlkörper auch herstellungsbedingte Toleranzen aufweisen, so dass der Wärmeleitungskontakt zwischen Gefrierrohr und Hohlkörper nicht an allen Stellen optimal ist. Auch dies kann durch das Kontaktmedium verbessert werden. Das Kontaktmedium wird von Vorteil so gewählt, dass ein oder mehrere der oben genannten Vorteile erzielt werden.

[0016] Als Kontaktmedium wird von Vorteil ein Stoff verwendet, welcher einen Gefrierpunkt von weniger als 0°C oder höchstens 0°C besitzt. Bei Temperaturen von mehr als 0°C ist das Kontaktmedium flüssig oder gasförmig.

[0017] Beim Abkühlen der Gefrierrohre, was vorzugsweise mittels flüssigem Stickstoff oder einer wässrigen Salzlösung (Sole) erfolgt, wird selbstverständlich auch das Kontaktmedium abgekühlt. Je nachdem, wie stark abgekühlt wird und welchen Gefrierpunkt das Kontaktmedium besitzt, kann das Kontaktmedium auch in die feste Phase übergehen. Dies kann wiederum bedeuten, dass das Gefrierrohr an dem Hohlkörper festgefriert.

[0018] Es hat sich daher als günstig erwiesen, Mittel zur Erwärmung des Kontaktmediums vorzusehen. Vor der geplanten Entfernung des Gefrierrohres aus dem Hohlkörper wird das Kontaktmedium erwärmt und zwar insbesondere soweit, dass es in den flüssigen oder gasförmigen Zustand übergeht. Das Gefrierrohr wird dann von einem flüssigen oder gasförmigen Stoff umgeben und kann relativ einfach aus dem Hohlkörper gezogen werden.

[0019] Wie oben bereits ausgeführt, wird vorzugsweise ein Kontaktmedium gewählt, welches einen Gefrierpunkt unterhalb von 0°C besitzt. Das Kontaktmedium geht daher früher in den flüssigen Zustand über als das im umgebenden Erdboden zu Eis gefrorene Wasser. Der Erdboden kann im gefrorenen Zustand belassen werden, während das Kontaktmedium bereits flüssig ist.

[0020] Als Kontaktmedium kann jegliche Art von Flüssigkeit oder Gas verwendet werden. Bevorzugt werden Stoffe mit einem niedrigen Gefrierpunkt und unbedenklicher Wassergefährdungsklasse. Beispiele für solche Kontaktmedien sind wässrige Alkohollösungen mit Ethanol und Propanol oder wässrige Salzlösungen wie Natriumchlorid, Calciumchlorid oder Magnesiumchlorid.

[0021] Die Erwärmung des Kontaktmediums erfolgt zum Beispiel mit einer elektrischen Heizung. Hierzu wird eine elektrische Heizung, beispielsweise ein elektrischer

Heizdraht, eine Heizwendel, ein Heizband oder eine Heizmanschette, so vorgesehen, dass bei Stromfluss durch die Heizung das Kontaktmedium erwärmt wird. Zum Beispiel kann ein Heizdraht vor dem Einbringen des Gefrierrohres in den Hohlkörper um das Gefrierrohr gewickelt werden. Der Heizdraht wird beispielsweise spiralförmig um das Gefrierrohr gelegt. Es hat sich auch als günstig erwiesen, den Heizdraht oder allgemein das Heizelement axial entlang des Gefrierrohres zu verlegen. Hierbei können auch mehrere seriell oder parallel geschaltete Heizelemente vorgesehen sein.

[0022] Die elektrische Heizung kann auch nach dem Einbringen des Gefrierrohres in den Hohlkörper, aber vor dem Zuführen des Kontaktmediums, in den Zwischenraum zwischen Gefrierrohr und Hohlkörper eingelegt oder anderweitig eingebracht werden. Schließlich kann es je nach Wahl des Kontaktmediums auch möglich sein, die elektrische Heizung erst nach dem Einbringen des Kontaktmediums anzubringen. In der Regel wird die Heizung aber vor dem Abkühlen des Gefrierrohres und dem Gefrieren des Erdbodens vorgesehen. Anstelle eines Heizdrahts kann auch das Gefrierrohr selbst als Widerstandsheizung verwendet werden. In diesem Fall wird eine Stromquelle direkt an das Gefrierrohr angeschlossen, so dass das Gefrierrohr von einem Strom durchflossen wird und sich erwärmt.

[0023] Anstelle oder zusätzlich zu einer elektrischen Heizung kann auch eine Wärmeträgerleitung zur Zuführung eines Wärmeträgers vorgesehen sein. Hierzu wird eine Wärmeträgerleitung, beispielsweise ein Schlauch oder ein Rohr, so vorgesehen, dass sie zumindest abschnittsweise durch den Zwischenraum zwischen Gefrierrohr und Hohlkörper verläuft. Die Wärmeträgerleitung kann von oben in den Zwischenraum oder auch durch eine Bohrung oder ähnliche Öffnung im Mantel oder der Stirnfläche des Hohlkörpers eingeführt werden. Im letzteren Fall würde ein Teil der Wärmeträgerleitung außerhalb des Hohlkörpers durch den Erdboden verlaufen. Wenn es die Platzverhältnisse erlauben, ist es auch möglich, die Wärmeträgerleitung ganz oder teilweise im Inneren des Gefrierrohres vorzusehen.

[0024] Zum Erwärmen des Kontaktmediums wird über die Wärmeträgerleitung als Wärmeträger ein Gas oder eine Flüssigkeit mit einer Temperatur oberhalb des Gefrierpunktes des Kontaktmediums zugeführt. Vorzugsweise beträgt die Temperatur des Wärmeträgers zwischen -30 °C und +450 °C, insbesondere wenn ein gasförmiger Wärmeträger eingesetzt wird. Ist der Wärmeträger eine Flüssigkeit, so beträgt dessen Temperatur vorzugsweise zwischen 0 °C und 150 °C, besonders bevorzugt 50°C bis 150 °C. Der Wärmeträger kommt mit dem Kontaktmedium in thermischen Kontakt und wärmt das Kontaktmedium zumindest soweit an, dass es in den flüssigen Aggregatzustand übergeht.

[0025] Die Mittel zur Erwärmung des Kontaktmediums, zum Beispiel eine elektrische Heizung oder eine Wärmeträgerleitung, werden vorzugsweise zumindest zum Teil um das Gefrierrohr gewickelt. Die Mittel zur Erwärmung

des Kontaktmediums werden hierbei bevorzugt schraubenförmig um das Gefrierrohr oder auch in einer oder mehreren axialen Bahnen entlang des Gefrierrohres angeordnet. Das Gefrierrohr wird anschließend gemeinsam mit den Mitteln zur Erwärmung des Kontaktmediums in den Hohlkörper eingeschoben.

[0026] In einer anderen Ausführungsform besitzt die Wärmeträgerleitung eine Sollbruchstelle und/oder Austrittsöffnungen für den Wärmeträger. Über die Austrittsöffnungen kann dann ein Teil des Wärmeträgers austreten und in direkten Kontakt mit dem Kontaktmedium gelangen. Die Wärmeübertragung auf das Kontaktmedium kann so weiter intensiviert werden. Alternativ oder ergänzend kann die Wärmeträgerleitung eine Sollbruchstelle aufweisen, die bei einem bestimmten Druck bricht (z.B. 4 bar). Durch das Brechen der Sollbruchstelle kann der warme oder heiße Wärmeträger austreten und um das Gefrierrohr und /oder den Hohlkörper zirkulieren, wodurch das Schmelzen des Kontaktmediums beschleunigt wird. Zusätzlich können weitere Schläuche oder Rohre auf z.B. halber Länge angebracht werden, die die Abfuhr von bereits abgekühltem Wärmeträger ermöglichen und damit die Zirkulation über die gesamte Länge des Gefrierrohres vergrößern. Wenn das Kontaktmedium wieder flüssig ist, kann das Gefrierrohr herausgezogen werden.

[0027] Die Zufuhr des Kältemediums, beispielsweise von flüssigem Stickstoff, in das Gefrierrohr erfolgt über das Innenrohr. Beim Abkühlen des Gefrierrohres und des Erdbodens erwärmt sich der flüssige Stickstoff und verdampft. Das entstehende Stickstoffgas kann über den Ringspalt zwischen dem Innenrohr und dem Gefrierrohr nach oben abgezogen werden. Es kann aber auch ein zusätzliches Abgasrohr in dem Gefrierrohr vorgesehen sein, über welches der gasförmige Stickstoff entweichen kann oder abgezogen wird. Das Abgasrohr hat den Vorteil, dass im Gefrierrohr definierte Strömungsverhältnisse hergestellt werden können und dass der gasförmige Stickstoff das Gefrierrohr nicht über dessen gesamte Länge durchströmt, sondern auf einer definierten vorgegebenen Höhe, nämlich der Höhe der Eintrittsöffnung des Abgasrohres, abgezogen wird. So kann beispielsweise der oberste Teil des Erdbodens weniger stark gekühlt oder je nach Ausführung sogar überhaupt nicht gefroren werden. Die obigen Ausführungen gelten selbstverständlich auch für andere Kältemittel als Stickstoff.

[0028] Die Erfindung erlaubt auf einfache Weise die Entfernung, das heißt das Herausziehen, des Gefrierrohres. Damit kann der Erdboden zunächst mit Hilfe der Gefrierrohre gefroren werden. Anschließend werden die Gefrierrohre entfernt und nur die Hüllrohre verbleiben im Erdboden.

[0029] Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand von in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen:

Figur 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungs-

gemäßen Vorrichtung zum Bodengefrieren,

Figur 2 eine zweite Ausführungsform,

Figur 3 eine dritte Ausführungsform,

Figur 4 eine vierte Ausführungsform,

5 Figur 5 eine fünfte Ausführungsform und

Figur 6 eine sechste Ausführungsform der Erfindung.

[0030] In allen Figuren sind gleiche Elemente mit den gleichen Bezugsziffern versehen.

10 **[0031]** In Figur 1 ist eine erste Ausführungsform der Erfindung schematisch dargestellt. Ein Gefrierrohr 1 aus einem gut wärmeleitenden Material, insbesondere aus Kupfer, besitzt einen Durchmesser von beispielsweise 50 bis 100 mm. Die Länge des Gefrierrohres beträgt beispielsweise 1 bis 50 m, häufig 10 m bis 30 m.

15 **[0032]** Das Gefrierrohr 1 ist an seiner unteren Stirnseite 2 geschlossen. Die obere Stirnfläche 3 ist ebenfalls verschlossen, weist aber zwei Durchgänge 4, 5 für ein Innenrohr 6 und ein Abgasrohr 7 auf. Das Innenrohr 6 ist am unteren Ende 8 offen. Über eine in der Zeichnung nicht dargestellte Versorgungsleitung ist ein Stickstoff-

20 tank an das Innenrohr 6 angeschlossen.

25 **[0033]** In den zu vereisenden Erdboden 9 wird ein Bohrloch gebohrt, in welches ein Hohlkörper 10 eingebracht wird. Der Hohlkörper 10 besteht aus Polytetrafluorethylen und weist eine Wandstärke von 0,5 bis 6 mm auf. Der Hohlkörper 10 ist als ein Hüllrohr ausgeführt und an seinem unteren, stirnseitigen Ende 12 geschlossen.

30 **[0034]** In den Hohlkörper 10 wird dann eine Wärmeträgerleitung 11 eingelegt. Die Wärmeträgerleitung 11 kann entweder als Schlauch oder als flexibles oder unflexibles Rohr ausgeführt sein. Die Wärmeträgerleitung 11 wird so angeordnet, dass sie sich möglichst nahe am Hohlkörper 10 befindet, so dass ausreichend Platz für das Gefrierrohr verbleibt. Die Wärmeträgerleitung 11 verläuft sowohl entlang des Mantels des Hohlkörpers 10 als auch entlang dessen Boden bzw. Stirnfläche 12. An die Wärmeträgerleitung wird eine Zuführung für ein warmes oder heißes Fluid, insbesondere Luft oder eine wässrige Salzlösung, angeschlossen.

35 **[0035]** Anschließend wird das Gefrierrohr in den Hohlkörper 10 eingeschoben, so dass die Wärmeträgerleitung 11 in dem Zwischenraum 13 zwischen dem Gefrierrohr 1 und dem Hohlkörper 10 zu liegen kommt.

40 **[0036]** Der Zwischenraum 13 wird abschließend mit einem flüssigen Kontaktmedium 14, beispielsweise mit einer wässrigen Salzlösung oder Wasser, gefüllt.

45 **[0037]** Zur Vereisung des Erdbodens 9 wird flüssiger Stickstoff über das Innenrohr 6 zugeführt und in das Innere des Gefrierrohres 1 geleitet. Der flüssige Stickstoff kühlt über das umgebende Kontaktmedium 14 den Erdboden 9 ab. Hierbei verdampft der Stickstoff. Der verdampfte, kalte gasförmige Stickstoff, der auch als Abgas bezeichnet wird, entzieht dem Boden weitere Wärme. Über die Temperatur des Abgases wird ein nicht dargestelltes Magnetventil gesteuert. Auf diese Weise wird ein stetiger Fluss an Stickstoff mit optimaler Effizienz sichergestellt.

[0038] Nach einiger Zeit bildet sich ein gefrorener Bereich um das Gefrierrohr 1 aus. Nach erfolgter Vereisung ist es in manchen Fällen günstig, die Gefrierrohre 1 aus dem Erdboden zu entfernen, da diese den weiteren Bau- fortschritt behindern könnten. Beispielsweise können Vollschnittmaschinen nicht in der Lage sein, die als Gefrierrohre 1 eingesetzten Stahl- oder Kupferrohre zu durchfahren.

[0039] Erfindungsgemäß werden in einem solchen Fall die Gefrierrohre 1 aus dem Erdboden 9 beziehungsweise aus dem Hohlkörper 10 herausgezogen. Hierzu wird zunächst ein gasförmiger Wärmeträger durch die Wärmeträgerleitung 11 geleitet. Wenn das Gefrierrohr zuvor mit flüssigem Stickstoff abgekühlt wurde, kann zunächst auch ein Wärmeträger mit einer Temperatur zwischen beispielsweise -50°C und 0°C verwendet werden. So kann man in dieser Phase zum Beispiel verdampften gasförmigen Stickstoff direkt aus einem Stickstofftank nehmen. In der Regel wird aber ein Wärmeträger mit einer höheren Temperatur von zum Beispiel 50°C bis 200°C , z.B. erhitzte Luft oder erwärmtes Stickstoffgas, eingesetzt, um eine schnelleres Aufschmelzen und Erwärmen des Kontaktmediums zu bewirken.

[0040] Der Wärmeträger strömt durch die Wärmeträgerleitung 11 und erwärmt dabei das umgebende Kontaktmedium 14. Sofern das Kontaktmedium 14 im festen Aggregatzustand war, wird es wieder verflüssigt. Ansonsten wird zumindest die Viskosität des Kontaktmediums 14 durch die Erwärmung verringert, so dass das Kontaktmedium 14 fließfähiger wird und sich das Gefrierrohr 1 leichter in dem Kontaktmedium 14 bewegen lässt.

[0041] Wenn das Kontaktmedium 14 flüssig ist oder eine bestimmte Fließfähigkeit erreicht hat, wird das Gefrierrohr 1 mit einer in der Zeichnung nicht dargestellten Zugvorrichtung aus dem Hohlkörper 10 gezogen.

[0042] In Figur 2 ist eine alternative Ausführung der Erfindung gezeigt. Diese Ausführung unterscheidet sich von der nach Figur 1 darin, dass die Wärmeträgerleitung 11 um das Gefrierrohr 1 gewickelt ist. Die Wärmeträgerleitung 11 ist schraubenförmig um das Gefrierrohr 1 gelegt. Dies hat zum einen den Vorteil, dass das Gefrierrohr 1 gemeinsam mit der Wärmeträgerleitung 11 leicht in der Hohlkörper 10 eingeschoben werden kann. Zum anderen wird durch die Wicklung der Wärmeträgerleitung 11 um das Gefrierrohr 1 eine gleichmäßige Erwärmung des Kontaktmediums 14 erreicht. Figur 3 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, bei der die Wärmeträgerleitung 11 zum Teil durch den Erdboden 9 verläuft. Hierbei wird zunächst ein Bohrloch 15 gebohrt, welches einen größeren Durchmesser als der Hohlkörper 10 besitzt. Die Wärmeträgerleitung 11 wird durch die Wandung des Hohlkörpers 10 geführt, verläuft entlang der unteren Stirnfläche 12 des Hohlkörpers und wird auf der gegenüberliegenden Seite des Hohlkörpers 10 wieder herausgeführt.

[0043] Der Hohlkörper 10 wird gemeinsam mit der Wärmeträgerleitung 11 in das Bohrloch 15 eingebracht. Wie oben beschrieben werden dann das Gefrierrohr 1 und das Kontaktmedium 14 in dem Hohlkörper 1 platziert.

Die Wärmeträgerleitung 11 wird außerhalb des Hohlkörpers 10 nach oben geführt und das verbleibende Bohrloch 15 wird wieder mit Erdreich oder wässrigen oder pastösen Baustoffen, beispielsweise Zementsuspension, Bentonit oder Dämmen, verfüllt. Die Wärmeträgerleitung 11 kann weiterhin in dem Abschnitt, in dem sie innerhalb des Hohlkörpers 10 verläuft, mit einer Sollbruchstelle 16 versehen sein. Die Sollbruchstelle 16 ist so ausgeführt, dass sie bei Überschreiten eines bestimmten Drucks, beispielsweise 3 bar, bricht und eine Öffnung freigibt. Durch diese Öffnung strömt dann der Wärmeträger in das Innere des Hohlkörpers 10 und beschleunigt dadurch das Aufschmelzen und Erwärmen des Kontaktmediums 14.

[0044] Die Ausführung gemäß Figur 4 ist im Wesentlichen eine Kombination der Figuren 2 und 3. Jedoch sind anstelle der Sollbruchstelle 16 mehrere Löcher oder Perforationen 17 in dem Abschnitt der Wärmeträgerleitung 11, in dem sie innerhalb des Hohlkörpers 10 verläuft, vorgesehen. Die Löcher oder Perforationen 17 haben beispielsweise einen Durchmesser zwischen 0,05 mm und 0,4 mm, beispielsweise 0,15 mm oder 0,2 mm, so dass ein Teil des Wärmeträgers durch diese Löcher 17 in das Innere des Hohlkörpers 10 strömen kann.

[0045] Bei der Variante nach Figur 5 ist anstelle einer Wärmeträgerleitung eine elektrische Heizung 18 zur Erwärmung des Kontaktmediums 14 vorgesehen. Ein Heizdraht 18 wird schraubenförmig um das Gefrierrohr 1 gelegt und mit dem Gefrierrohr 1 in der Hohlkörper 10 geschoben. Der Zwischenraum 13 zwischen dem Gefrierrohr 1 und dem Hohlkörper 10 wird mit dem Kontaktmedium 14 gefüllt. Das Gefrierrohr 1 wird dann, wie oben beschrieben, mit flüssigem Stickstoff abgekühlt und das umgebende Erdreich gefroren. Zum Auftauen und Erwärmen des Kontaktmediums 14 wird der Heizdraht 18 an eine Stromquelle 19 angeschlossen und ein Heizstrom wird durch den Heizdraht 18 geleitet.

[0046] Die in Figur 5 gezeigte elektrische Heizung kann nicht nur als Alternative zu einer Wärmeträgerleitung eingesetzt werden, sondern auch ergänzend. Im letzteren Fall wird die Erwärmung des Kontaktmediums 14 durch den Wärmeübertrag von dem Wärmeträger und durch die elektrische Heizung deutlich beschleunigt.

[0047] Schließlich ist in Figur 6 eine weitere Variante der Erfindung zu sehen. In diesem Fall erfolgt die Erwärmung des Kontaktmediums 14 durch Zuführung eines Wärmeträgers in das Gefrierrohr 1. Hierzu wird ein Wärmeträger, insbesondere ein warmes Gas, beispielsweise gasförmiger Stickstoff mit einer Temperatur von 50 bis 450°C in das Gefrierrohr 1 geleitet. Das Kontaktmedium 14 steht mit der Außenseite des Gefrierrohres 1 in direktem Kontakt und wird durch den Wärmeträger erwärmt. Der Wärmeträger kann beispielsweise über das Innenrohr 6 zugeführt und über das Abgasrohr 7 wieder abgezogen werden, so dass eine Zirkulation des Wärmeträgers erzeugt wird. Die Zirkulation des Wärmeträgers kann weiter verbessert werden, wenn die obere Stirnfläche 3 des Gefrierrohres 1 geöffnet wird.

[0048] Die Erwärmung des Kontaktmediums 14 über das Gefrierrohr 1, wie sie anhand von Figur 6 erläutert wurde, kann selbstverständlich auch ergänzend zu den in den Figuren 1 bis 5 beschriebenen Verfahren eingesetzt werden. Das Kontaktmedium 14 kann durch eine oder mehrere der folgenden Methoden erwärmt werden:

- Erwärmung durch einen in das Gefrierrohr eingebrachten Wärmeträger
- Erwärmung durch einen Wärmeträger, welcher durch eine mit dem Kontaktmedium in Wärmeaustauschkontakt stehende Wärmeträgerleitung strömt,
- Erwärmung durch einen Wärmeträger, welcher direkt in das Kontaktmedium geleitet wird und/oder
- Erwärmung mittels einer elektrischen Heizung.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Gefrieren von Erdboden mit einem Gefrierrohr (1), welches an einer Stirnseite (2) geschlossen ist, und einem in das Gefrierrohr (1) ragenden Innenrohr (6) zur Zuführung eines Kältemittels, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Hohlkörper (10) vorgesehen ist, dessen Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des Gefrierrohres (1) ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (10) einen Polymerwerkstoff, insbesondere Polytetrafluorethylen, umfasst.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (10) an einer seiner Stirnseiten (12) geschlossen ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich zwischen dem Gefrierrohr (1) und dem Hohlkörper (10) ein Kontaktmedium (14) befindet, welches einen Gefrierpunkt von höchstens 0° C besitzt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mittel (11, 18) zur Erwärmung des Kontaktmediums (14) vorgesehen sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (11, 18) zur Erwärmung des Kontaktmediums (14) eine elektrische Heizung (18) und/oder eine Wärmeträgerleitung (11) zur Zuführung eines Wärmeträgers umfassen.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Mittel (11, 18) zur Erwärmung des Kontaktmediums (14) um das Gefrierrohr (1) gewickelt sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Erwärmung des Kontaktmediums (14) eine Wärmeträgerleitung (11) zur Zuführung eines Wärmeträgers umfassen und dass die Wärmeträgerleitung (11) eine Sollbruchstelle (16) und/oder Austrittsöffnungen (17) für den Wärmeträger aufweist.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein in das Gefrierrohr (1) ragendes Abgasrohr (7) vorgesehen ist.
10. Verfahren zum Gefrieren von Erdboden (9) mit einem Gefrierrohr (1) und einem in das Gefrierrohr (1) ragenden Innenrohr (6), wobei ein Kältemittel über das Innenrohr (6) in das Gefrierrohr (1) geleitet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Hohlkörper (10), dessen Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des Gefrierrohres (1) ist, in den Erdboden (9) eingebracht wird und das Gefrierrohr (1) in den Hohlkörper (10) eingebracht wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kontaktmedium (14), welches einen Gefrierpunkt von höchstens 0° C besitzt, in den Zwischenraum (13) zwischen dem Hohlkörper (10) und dem Gefrierrohr (1) eingebracht wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gefrierrohr (1) nach dem Gefrieren des Erdbodens (9) aus dem Hohlkörper (10) entfernt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gefrierrohr (1) und/oder das Kontaktmedium (14) vor dem Entfernen des Gefrierrohres (1) erwärmt werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** flüssiger Stickstoff oder eine wässrige Salzlösung als Kältemittel in das Gefrierrohr (1) geleitet wird.

Fig. 1

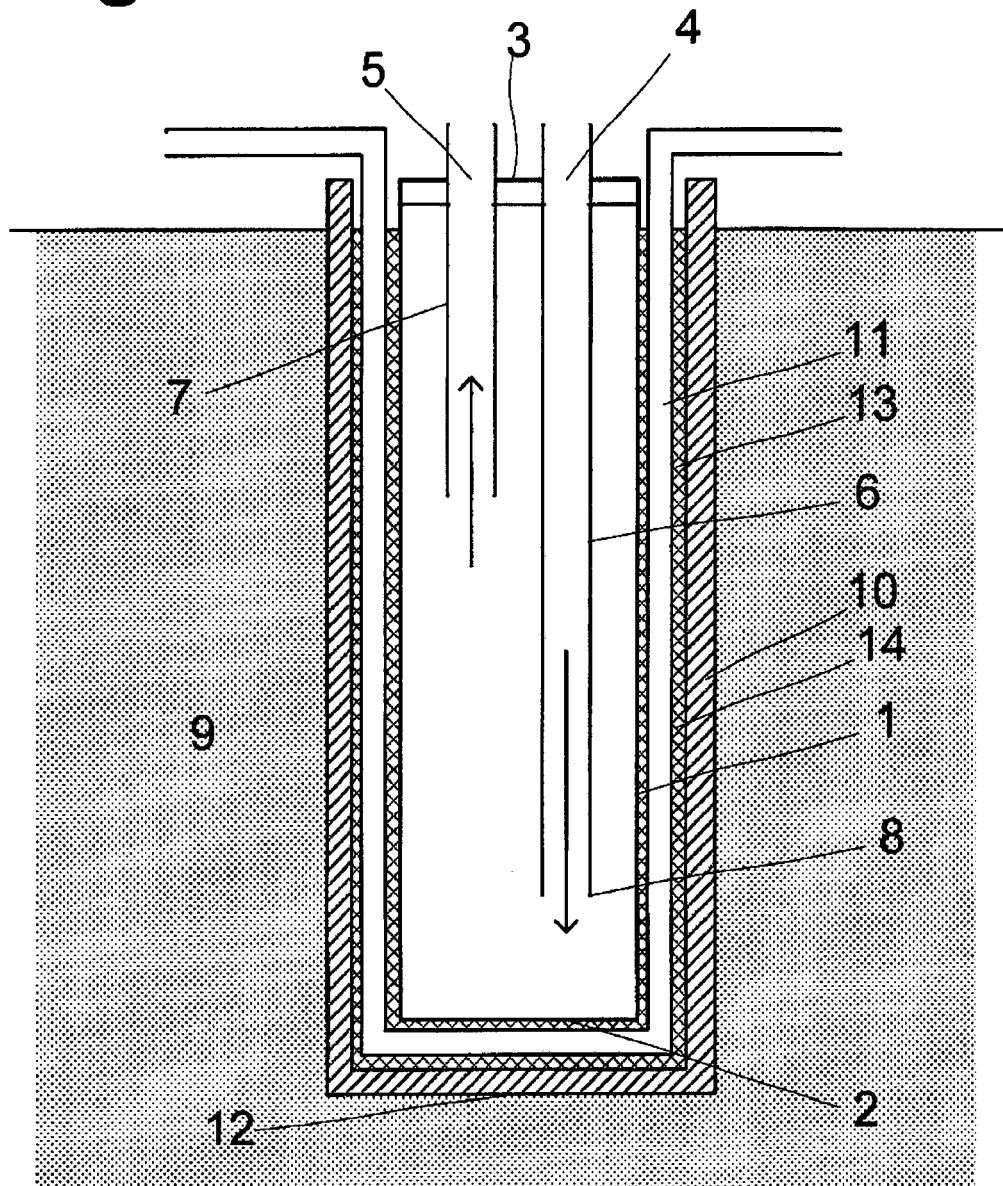


Fig. 2

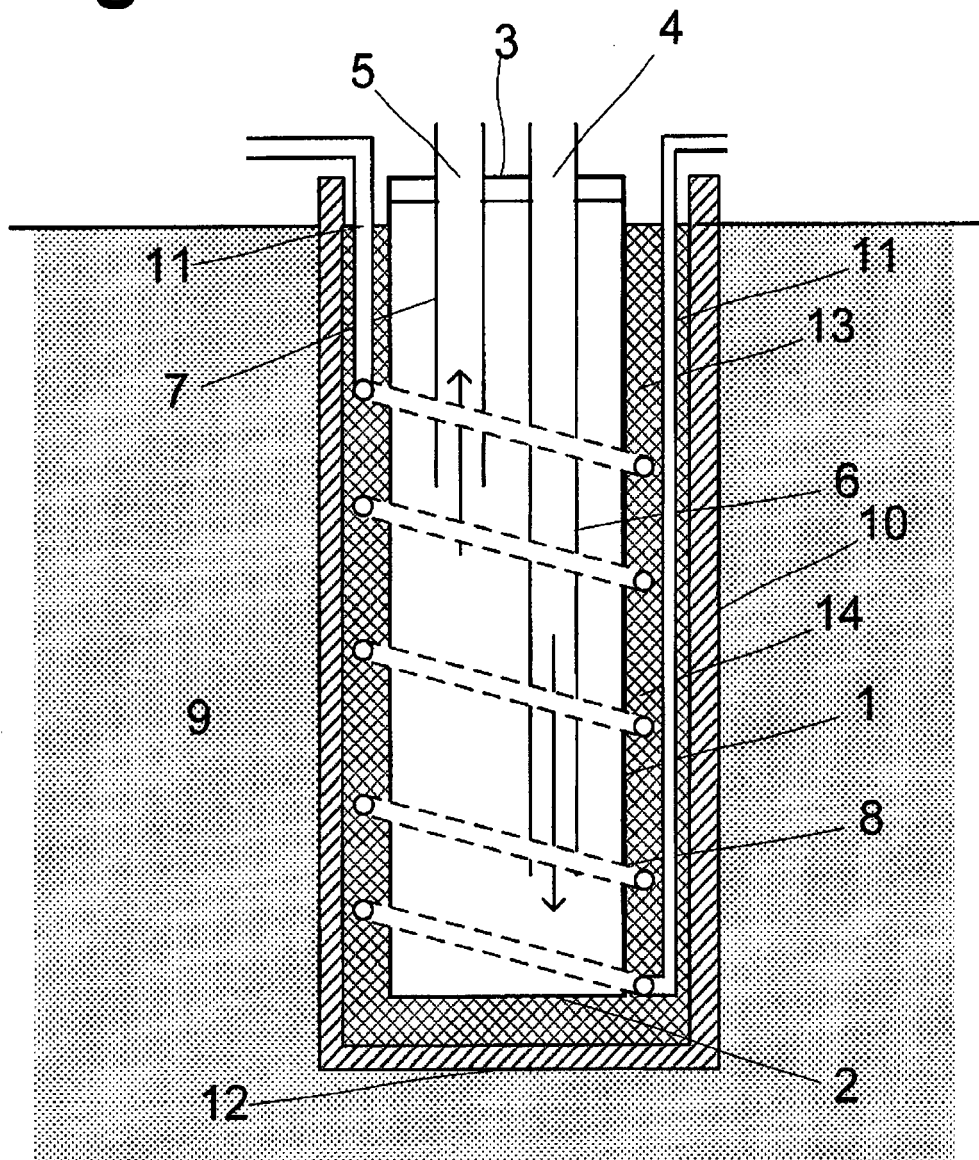


Fig. 3

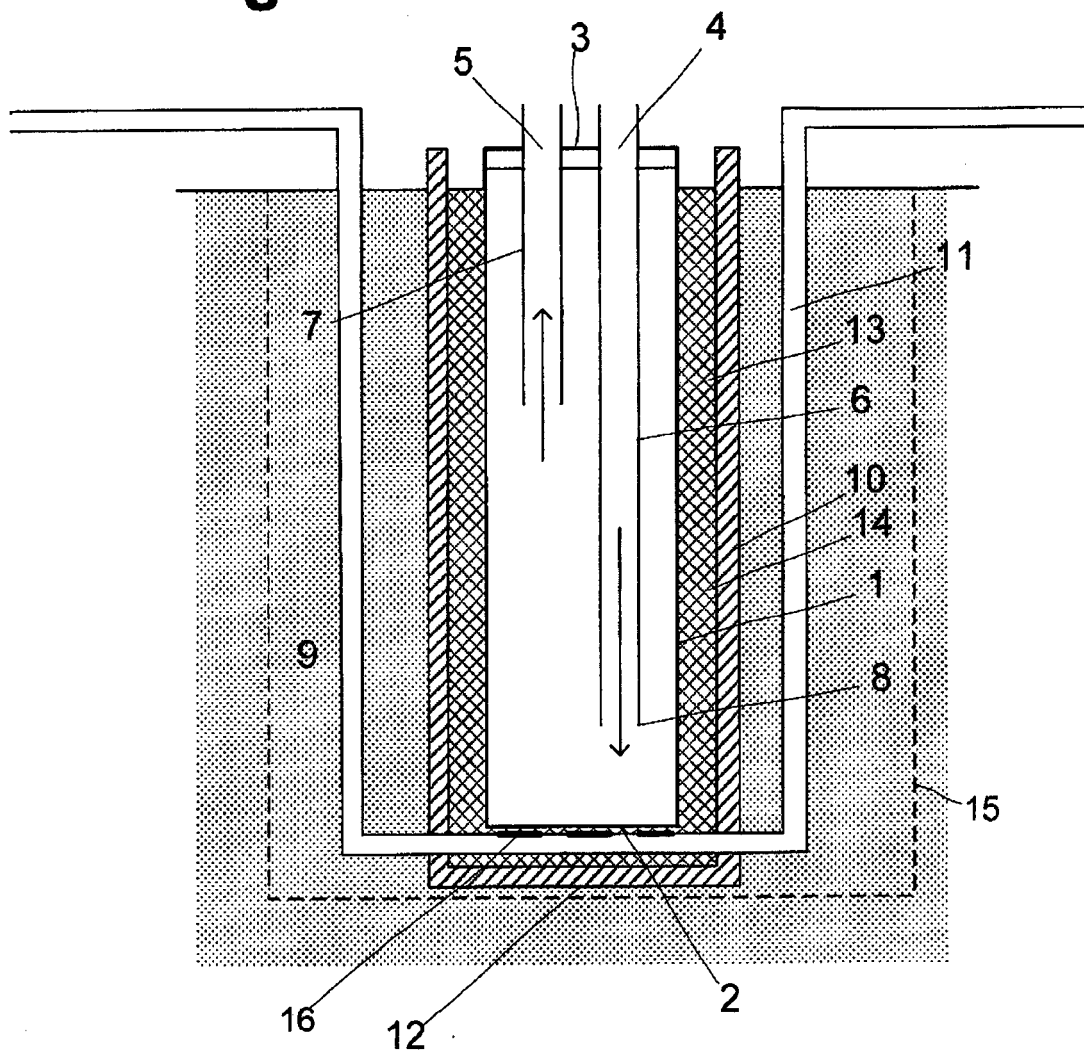


Fig. 4

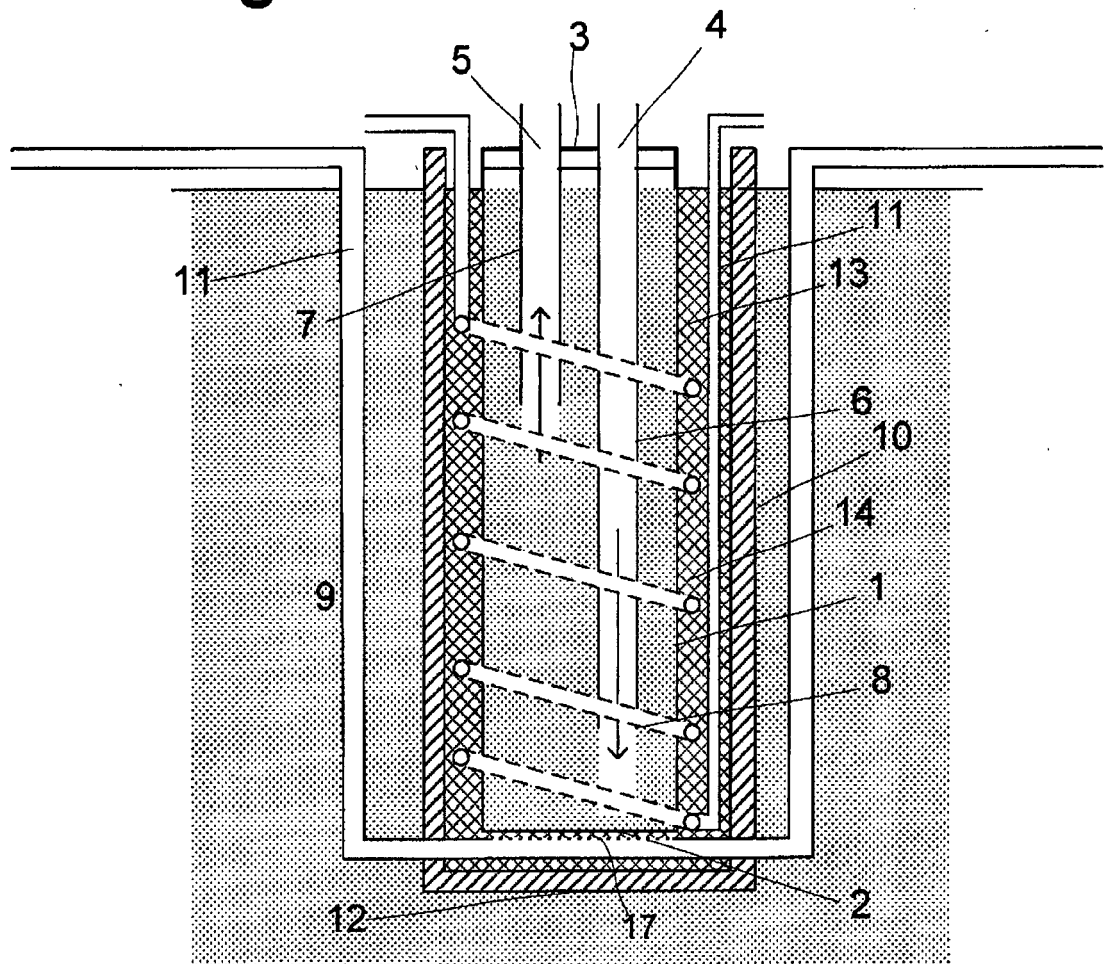


Fig. 5

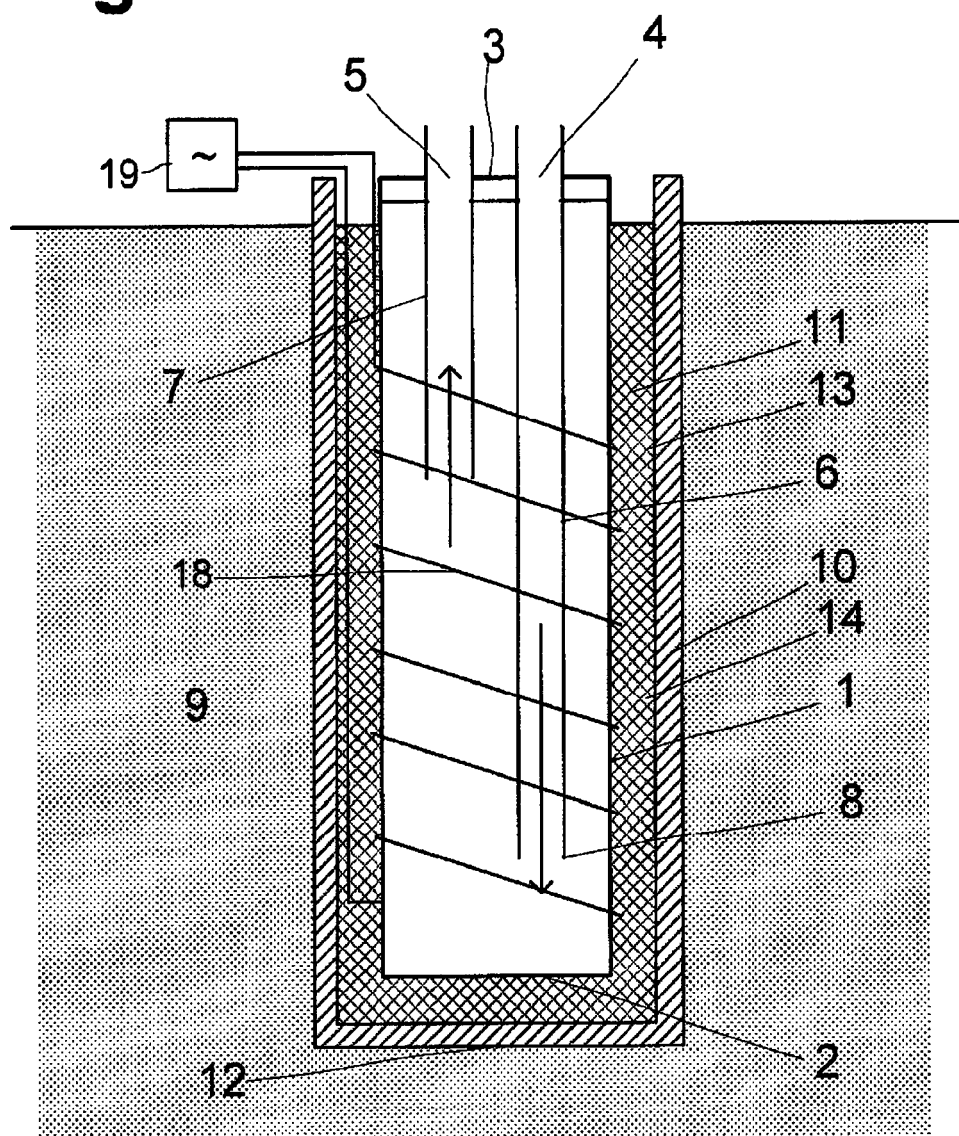
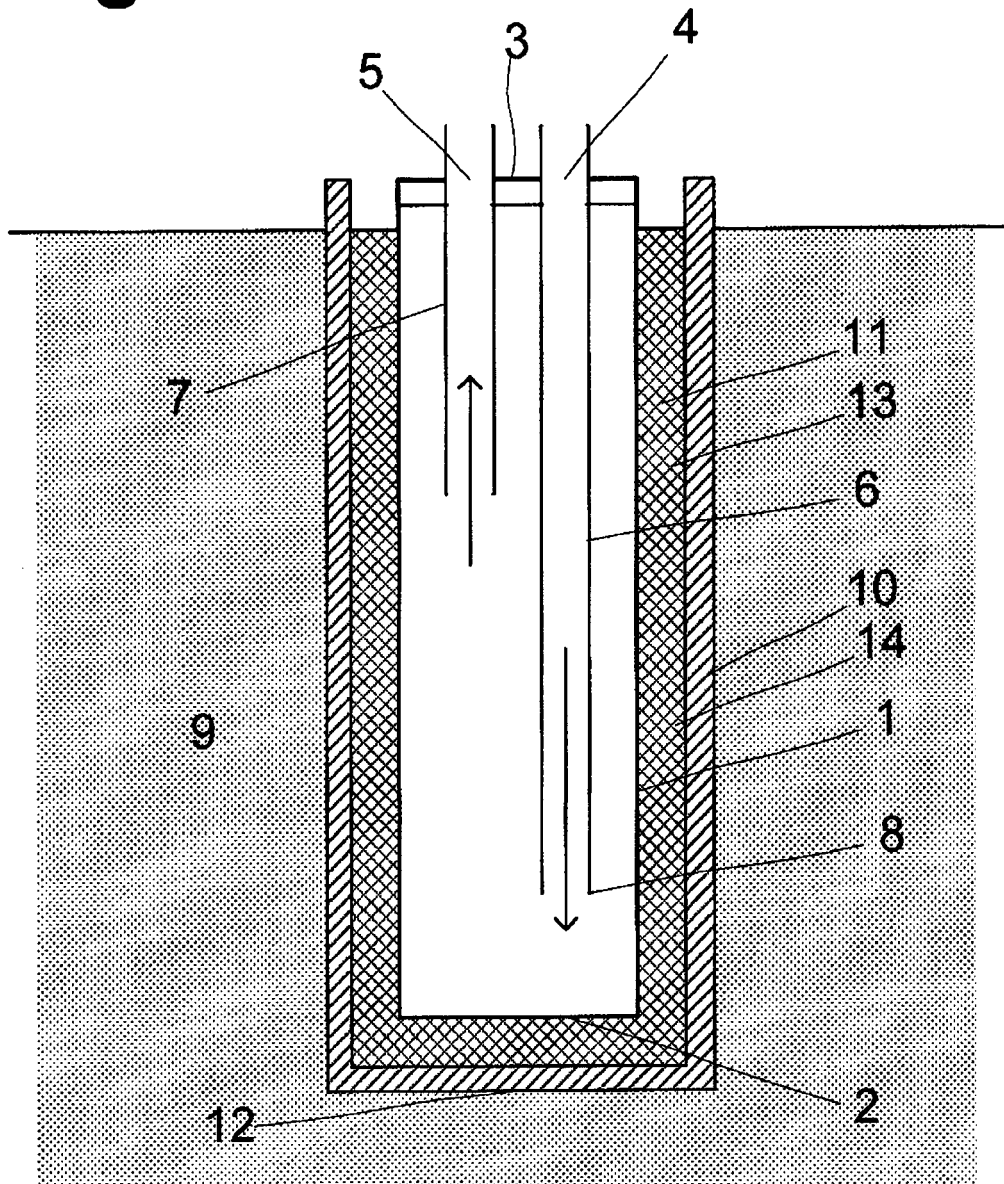


Fig. 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 00 3267

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 30 36 842 A1 (LINDE AG [DE]) 19. Mai 1982 (1982-05-19)	1,3-7,9,11-14	INV. F25D3/10 E02D3/115 F25D7/00
Y	* Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Seite 7, Zeile 2 - Seite 8, Zeile 3 *	2,8	
X	DE 10 2004 058457 A1 (LINDE AG [DE]) 22. Juni 2006 (2006-06-22)	1,10	
Y	* Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Absätze [0027] - [0028] *	2	
A	DE 10 2006 007980 B3 (MESSER GROUP GMBH [DE]; MESSER AUSTRIA GMBH [AT]) 2. August 2007 (2007-08-02)	1,10	
Y	* Zusammenfassung; Ansprüche 1-3 * * Absätze [0009], [0010] *	1,10	
Y	CN 201 031 387 Y (SHANGHAI SUBWAY TRANSP BUSINES [CN]) 5. März 2008 (2008-03-05)	8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	* Zusammenfassung; Abbildung 3 *	1,10	
A	US 4 256 188 A (HOPKINS ROBERT M ET AL) 17. März 1981 (1981-03-17)	1,10	
	* das ganze Dokument *		E02D E21B E21D F25D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 18. April 2016	
		Prüfer Bejaoui, Amin	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 00 3267

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-04-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3036842 A1	19-05-1982	AT 369861 B	10-02-1983
		DE 3036842 A1	19-05-1982
		FR 2491106 A1	02-04-1982
		IT 1138626 B	17-09-1986
DE 102004058457 A1	22-06-2006	KEINE	
DE 102006007980 B3	02-08-2007	DE 102006007980 B3	02-08-2007
		EP 1820903 A2	22-08-2007
CN 201031387 Y	05-03-2008	KEINE	
US 4256188 A	17-03-1981	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82