

(19)



(11)

EP 2 821 586 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.01.2015 Patentblatt 2015/02

(51) Int Cl.:
E21B 41/02 (2006.01) E21B 43/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14170623.4**

(22) Anmeldetag: **30.05.2014**

(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

(72) Erfinder:
• **Klafki, Michael**
09599 Freiberg (DE)
• **Bannach, Andreas**
09599 Freiberg (DE)

(30) Priorität: **04.07.2013 DE 102013011156**

(74) Vertreter: **Kierdorf Ritschel**
Sattlerweg 14
51429 Bergisch Gladbach (DE)

(71) Anmelder: **RWE Deutschland AG**
45128 Essen (DE)

(54) Bohrlochkomplettierung einer Speicherbohrung

(57) Die Erfindung betrifft eine Bohrlochkomplettierung einer Speicherbohrung (1) einer Druckluftkaverne, umfassend eine Standrohrtour (4), eine Ankerrohrtour (5), eine Futterrohrtour (6) aus einem ersten Werkstoff und eine sich in die Druckluftkaverne (2) erstreckende Förderrohrtour (3). Bei der Bohrlochkomplettierung gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass die Futterrohrtour (6) als Futterrohrschuh (10) an ihrem in der Speicherbohrung (1) führenden Ende wenigstens eine Futterrohrsektion aus einem zweiten korrosionsbeständigen Werkstoff umfasst, der von dem ersten Werkstoff verschieden ist, dass der Futterrohrschuh (10) über eine Rohrmuffe aus einem dritten Werkstoff an die Futterrohrtour (6) angeschlossen ist und dass der dritte Werkstoff von dem ersten und zweiten Werkstoff verschieden ist.

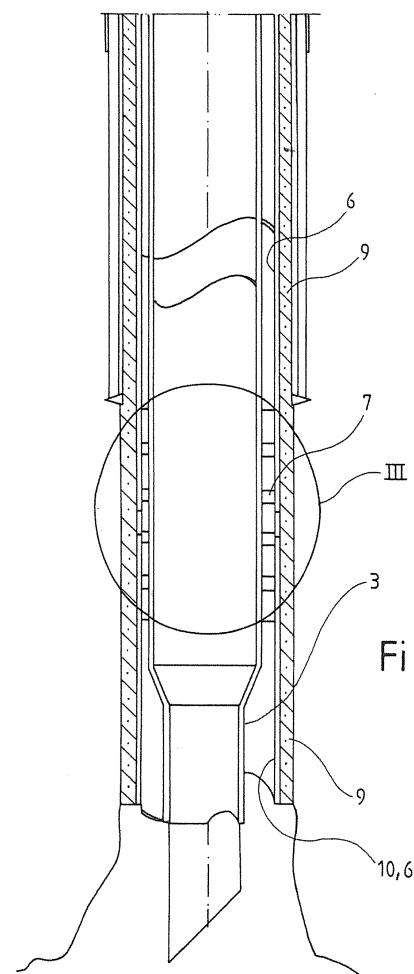


Fig. 2

EP 2 821 586 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Bohrlochkomplettierung einer Speicherbohrung einer Druckluftkaverne, umfassend eine Standrohrtour, eine Ankerrohrtour, eine Futterrohrtour aus einem ersten Werkstoff und eine sich in die Druckluftkaverne erstreckende Förderrohrtour.

[0002] Solche Bohrlochkomplettierungen sind im Stand der Technik insbesondere für Ölund Gasförderbohrungen in verschiedensten Ausführungen bekannt.

[0003] Aus der WO 01/71157 A1 ist eine submarine Bohrlochkomplettierung für eine Öloder Gasförderbohrung bekannt. Die dort beschriebene Bohrlochkomplettierung entspricht im Wesentlichen einer üblichen Bohrlochkomplettierung von sogenannten Produktionsbohrungen. Diese umfassen üblicherweise eine Standrohrtour, eine Ankerrohrtour und eine Produktionsrohrtour. Letztere umfasst je nach Endteufe der Bohrung ggf. mehrere Zwischenrohrturen und eine Produktionsrohrtour, die eine Futterrohrtour (Liner) und eine Förderrohrtour oder Steigrohrtour (Tubing) umfasst.

[0004] Der übliche Durchmesser von Förderrohren bei Produktionsbohrungen betragen zwischen $6 \frac{5}{8}$ und $9 \frac{5}{8}$ Zoll.

[0005] Ähnliche Bohrlochverrohrungen und Komplettierungen finden bei der Sohleförderung aus Salzkavernen oder bei Kavernenbohrungen zwecks Ein- und Ausspeicherung von Brenngas Anwendung.

[0006] Aus der EP 1 515 128 A1 sind ein Verfahren und eine Anordnung zur Prüfung der Dichtigkeit von Kavernenbohrungen bekannt.

[0007] Insbesondere Kavernen in Salzlagertstätten werden auch als Druckluftspeicher verwendet, wobei in Analogie zu Pumpspeicherkraftwerken in Schwachlastzeiten des Stromnetzes Luft in Kavernen verpresst wird und zu Spitzenlastzeiten die komprimierte Luft arbeitsleistend entspannt wird. Mit solchen Druckluftspeicherkavernen sollen Wirkungsgrade von etwa 70 % erzielt werden. Die Injektion und Entnahme der komprimierten Luft kann beispielsweise über entsprechend ausgebildete Bohrungen als Verbindungselement zwischen übertägigen Einrichtungen und der Salzkaverne erfolgen.

[0008] Anders als bei der Ein- und Ausspeicherung von Erdgas in Salzkavernen ist es beim Betrieb von Druckluftspeicherkavernen erforderlich, höhere Volumenströme zu realisieren. Darüber hinaus ergeben sich bei der Förderung von größeren Volumenströmen erhöhte Reibungsdruckverluste und höhere Druckwechselbeanspruchungen des Casings.

[0009] Schließlich sind die Bohrlocheinbauten unter Umständen einer erhöhten Korrosion ausgesetzt, da die feuchte Druckluft im Gegensatz zu einem Brenngas verhältnismäßig korrosiv ist.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Bohrlochkomplettierung einer Speicherbohrung einer Druckluftkaverne bereitzustellen, mit der es insbesondere möglich ist, hohe Druckluftvolumenströme zu fördern und die für eine erhöhte Druckwechselbeanspruchung

sowie für die Förderung eines korrosiven Mediums geeignet ist.

[0011] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird gelöst durch eine Bohrlochkomplettierung einer Speicherbohrung einer Druckluftkaverne, umfassend eine Standrohrtour, eine Ankerrohrtour, eine Futterrohrtour aus einem ersten Werkstoff und eine sich in die Druckluftkaverne erstreckende Förderrohrtour, wobei sich die Bohrlochkomplettierung gemäß der Erfindung dadurch auszeichnet, dass die Förderrohrtour als Futterrohrschuh an ihrem in der Speicherbohrung führenden Ende jeweils einen Futterrohrschuss oder eine Futterrohrsektion aus einem zweiten korrosionsbeständigen Werkstoff umfasst, der von dem ersten Werkstoff verschieden ist, dass der Futterrohrschuh über eine isolierende Rohrmuffe aus einem dritten Werkstoff an die Futterrohrtour angeschlossen ist und dass der dritte Werkstoff von dem ersten und zweiten Werkstoff verschieden ist.

[0012] Der hier verwendete Begriff "Futterrohrtour" wird hier entsprechend für den im Fachjargon häufig verwendeten Begriff "Liner" verwendet. Der Begriff "Förderrohrtour" im Sinne der vorliegenden Anmeldung wird im Fachjargon auch als Steigrohrtour oder Tubing bezeichnet. Wenn im folgenden Text der Begriff "Casing" erwähnt ist, so bezeichnet dieser Begriff die einzelnen Rohrfahrten bzw. Rohrtouren, die das permanente einzementierte Bohrlochinventar bilden.

[0013] Das sogenannte Futterrohr bzw. der Liner bildet üblicherweise die letzte Produktionsrohrtour, die im Bohrloch zementiert ist.

[0014] Insbesondere die letzte zementierte Futterrohrtour muss besondere Anforderungen hinsichtlich Kollaps- und Innendruckfestigkeit sowie hinsichtlich Korrosionsbeständigkeit erfüllen.

[0015] Erfindungsgemäß ist deshalb vorgesehen, die Futterrohrtour mit einem Futterrohrschuh aus einem korrosionsbeständigen Werkstoff auszubilden, der von dem ersten Werkstoff der übrigen Futterrohrtour verschieden ist.

[0016] Als Rohrschuh im Sinne der vorliegenden Anmeldung wird wenigstens ein Rohrabchnitt oder Rohrschuss oder eine Rohrsektion bezeichnet, der das führende Ende der betreffenden Rohrtour bildet.

[0017] Besonders zweckmäßig und vorteilhaft ist es, wenn der Futterrohrschuh der Bohrlochkomplettierung gemäß der Erfindung aus einem korrosionsbeständigen Edelstahl besteht.

[0018] Als erster Werkstoff kann beispielsweise ein unlegierter Stahl vorgesehen sein.

[0019] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Futterrohrsektion aus dem ersten Werkstoff innen mit einem Kunstharz, beispielsweise mit einem Polymer beschichtet sind.

[0020] Zweckmäßigerweise ist der Ringraum zwischen der Förderrohrtour und der Futterrohrtour oberhalb des Futterrohrschuhs gegen die Druckluftkaverne abgedichtet, sodass nur der Futterrohrschuh zur Druck-

luftkaverne exponiert ist.

[0021] Bei einer besonders vorteilhaften Variante der Bohrlochkomplettierung gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass die Rohrmuffe als Doppelmuffe ausgebildet ist, die jeweils einen Gewindeabschnitt einer Rohrsektion aufnimmt.

[0022] Wie vorstehend bereits erwähnt, besteht die Rohrmuffe aus einem dritten Werkstoff, der von dem ersten und zweiten Werkstoff verschieden ist, sodass auf diese Art und Weise zuverlässig eine Kontaktkorrosion zwischen dem Futterrohrschuh und dem Rest der Futterrohrtour vermieden wird.

[0023] Die Rohrmuffe kann beispielsweise als Doppelmuffe ausgebildet sein, die jeweils einen Gewindeabschnitt einer Rohrsektion aufnimmt.

[0024] Bei einer besonders vorteilhaften Variante ist vorgesehen, dass die Rohrmuffe aus einem glasfaserverstärkten Polymer besteht. Die Rohrmuffe kann dabei so ausgebildet sein, dass sie die aneinander anzuschließenden Rohrsektionen so übergreift, dass sie keinen nennenswerten Druckwechselbeanspruchungen ausgesetzt ist.

[0025] Die Förderrohrtour kann beispielsweise innerhalb der Futterrohrtour auf der Höhe der Muffe oder unterhalb der Muffe mit einem Packer abgedichtet sein. Unter einem Packer im Sinne der vorliegenden Erfindung ist ein ringförmiges hydraulisch, pneumatisch oder mechanisch verriegelbares Absperrelement zu verstehen. Als Packer kann beispielsweise ein Permanent Casingpacker vorgesehen sein. Solche Casingpacker oder auch Casinghanger sind als sogenannte Permanentpacker oder sogenannte Retrievable Packer im Stand der Technik bekannt.

[0026] Bei einer weiterhin vorteilhaften Variante der Bohrlochkomplettierung gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass das Endrohr der Förderrohrtour als Tauchrohr in die Druckluftkaverne hineingeführt ist.

[0027] Die Förderrohrtour kann beispielsweise vollständig aus einem korrosionsbeständigen Edelstahl bestehen.

[0028] Bei einer bevorzugten Variante der Erfindung erstreckt sich das Endrohr der Förderrohrtour in den Kavernenhals der Druckluftkaverne. Der Durchmesser der Förderrohrtour kann beispielsweise etwa 16 Zoll betragen, was verglichen mit einer Steigrohrtour einer Erdölproduktionsbohrung oder Erdgasproduktionsbohrung verhältnismäßig groß ist.

[0029] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Ringraum zwischen der Förderrohrtour und der Futterrohrtour oberhalb der Abdichtung zur Druckluftkaverne mit einem Schutzfluid gefüllt ist. Als Schutzfluid kann beispielsweise ein Schutzgas oder eine Schutzflüssigkeit vorgesehen sein. Als Schutzgas kommt beispielsweise Stickstoff in Betracht.

[0030] Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert.

[0031] Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Schnittansicht durch eine Bohrlochkomplettierung gemäß der Erfindung,

5 Figur 2 eine vergrößerte Ansicht der in Figur 1 dargestellten Komplettierung im Bereich eines den Förderrohrstrang abdichtenden Packers und

10 Figur 3 eine vergrößerte Detailansicht des Details III in Figur 2.

[0032] In Figur 1 ist schematisch eine Speicherbohrung 1 einer Druckluftkaverne 2 dargestellt. Die Druckluftkaverne 2 ist als Kaverne in einer Salzlagerstätte ausgebildet, wobei diese zur Injektion und Entnahme komprimierter Luft dient. Die Injektion und Entnahme der komprimierten Luft erfolgt über eine Förderrohrtour 3, am Bohrlochkopf über einen sogenannten Tubing Hanger Spool abgehängt. Der Tubing Hanger Spool ist ein Stahlfitting, der in bekannter Art und Weise an den Bohrlochkopf angeflanscht ist und in welchem die Förderrohrtour 3 abgelandet ist bzw. abgehängt ist.

[0033] Der Bohrlochkopf ist in den Zeichnungen aus Gründen der vereinfachten Darstellung nicht gezeigt.

25 **[0034]** Die Bohrlochkomplettierung gemäß der Erfindung umfasst in bekannter Art und Weise eine Standrohrtour 4, eine Ankerrohrtour 5 sowie eine Futterrohrtour 6.

30 **[0035]** Die Standrohrtour 4 ist eine gerammte Rohrtour, die lediglich der Sicherung der oberen Sedimentschichten dient. Die Ankerrohrtour 5 nimmt in bekannter Art und Weise die Lasten des Casings auf.

[0036] Die Futterrohrtour 6 ist in der Speicherbohrung 1 zementiert.

35 **[0037]** Die Futterrohrtour 6 ist im sogenannten Casing Head abgehängt, wobei je nach Endteufe der Speicherbohrung 1 der Futterrohrtour 6 ggf. auch Zwischenrohr Touren vorgeschaltet sein können.

40 **[0038]** Die zementierte Futterrohrtour 6 dient in erster Linie der Stabilisierung des Bohrlochs und der hydraulischen Trennung der von der Speicherbohrung 1 durchteuften Horizonte. Innerhalb der Futterrohrtour 6 ist die Förderrohrtour 3 mittels eines Packers 7 abgedichtet.

45 **[0039]** Der Packer 7 ist im vorliegenden Fall als Permanentpacker mit flexiblen Dichtungen ausgebildet. Der Ringraum 8 oberhalb des Packers 7 ist mit einem Ringraumschutzmedium, beispielsweise mit einer Ringraumschutzflüssigkeit gefüllt. Diese dient der Aufrechterhaltung einer konstanten Druckverteilung in dem Ringraum 8 zum Schutz des Casings und des Zementringraums 9. Darüber hinaus dient die Ringraumschutzflüssigkeit dem Korrosionsschutz der Futterrohrtour 6 innen und der Förderrohrtour 3 außen. Schließlich wirkt die Ringraumschutzflüssigkeit isolierend, in dem Sinne, dass sie eine Minimierung von Temperaturschwankungen beim Speicherbetrieb der Druckluftkaverne 2 ermöglicht.

[0040] Anstelle einer Ringraumschutzflüssigkeit kann auch ein Schutzgas, beispielsweise Stickstoff, vorgese-

hen sein.

[0041] Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel besitzt die Futterrohrtour 6 einen Durchmesser von 20 Zoll über etwa 95 % der gesamten Einbaulänge. Diese besteht mit Ausnahme eines Futterrohrschuhs 10 aus einem nicht legierten Stahl, der eine Wanddicke von 16,13 mm aufweist und innen mit einer Kunststoffbeschichtung als Korrosionsschutz versehen ist.

[0042] Wie dies insbesondere der Figur 3 zu entnehmen ist, umfasst die Futterrohrtour 6 einen Futterrohrschuh 10, der einen oder mehrere Rohrsektionen umfassen kann, die aus einem legierten Edelstahl bestehen. Der Futterrohrschuh besitzt ebenfalls einen Außendurchmesser von 20 Zoll und ist mit einer Isoliermuffe 11 an die Futterrohrtour 6 angeschlossen. Die Isoliermuffe 11 ist als Doppelmuffe mit zwei Muffenenden ausgebildet und besteht aus einem glasfaserverstärktem Kunststoff. Diese bewirkt eine galvanische Trennung zwischen der Futterrohrtour 6 aus nicht legiertem Edelstahl und dem Futterrohrschuh 10 aus Edelstahl.

[0043] Die Förderrohrtour 3 besitzt einen Außendurchmesser von 16 Zoll über etwa 90 % ihrer Einbaulänge und ist vollständig in legiertem Edelstahl ausgeführt.

[0044] Wie vorstehend bereits erwähnt, ist die Förderrohrtour 3 mittels des permanenten Packers 7 gegen die Futterrohrtour 6 abgedichtet, wobei der Packer 7 etwa auf Höhe der Isoliermuffe 11 oder unterhalb der Isoliermuffe 11 eingebaut ist, sodass nur der Futterrohrschuh 6 der korrodierenden Atmosphäre der Druckluftkaverne 2 ausgesetzt ist.

[0045] Die Förderrohrtour 3 ist, wie dies insbesondere den Figuren 1 und 2 zu entnehmen ist, verhältnismäßig weit in den Kavernenhals 12 hineingeführt, sodass sich die Förderrohrtour 3 dort beispielsweise mit einem sogenannten Retrievable Bridge Plug 13 temporär absperren lässt. Unter einem Bridge Plug versteht man im Allgemeinen einen stopfenartigen Bohrlochverschluss, der nach Art eines Packers absetzbar und lösbar ist.

Bezugszeichenliste

[0046]

- | | |
|----|------------------|
| 1 | Speicherbohrung |
| 2 | Druckluftkaverne |
| 3 | Förderrohrtour |
| 4 | Standrohrtour |
| 5 | Ankerrohrtour |
| 6 | Futterrohrtour |
| 7 | Packer |
| 8 | Ringraum |
| 9 | Zementringraum |
| 10 | Futterrohrschuh |
| 11 | Isoliermuffe |
| 12 | Kavernenhals |
| 13 | Bridge Plug |

Patentansprüche

1. Bohrlochkomplettierung einer Speicherbohrung (1) einer Druckluftkaverne (2), umfassend eine Standrohrtour (4), eine Ankerrohrtour (5), eine Futterrohrtour (6) aus einem ersten Werkstoff und eine sich in die Druckluftkaverne (2) erstreckende Förderrohrtour (3), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Futterrohrtour (6) als Futterrohrschuh (10) an ihrem in der Speicherbohrung (1) führenden Ende wenigstens einer Futterrohrsektion aus einem zweiten korrosionsbeständigen Werkstoff umfasst, der von dem ersten Werkstoff verschieden ist, dass der Futterrohrschuh (10) über eine Rohrmuffe aus einem dritten Werkstoff an die Futterrohrtour (6) angeschlossen ist und dass der dritte Werkstoff von dem ersten und zweiten Werkstoff verschieden ist.
2. Bohrlochkomplettierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Futterrohrschuh (10) aus korrosionsbeständigem Edelstahl besteht und/oder dass der erste Werkstoff ein unlegierter Stahl ist.
3. Bohrlochkomplettierung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Futterrohrsektionen aus dem ersten Werkstoff mit einem Kunstharz, beispielsweise mit einem Polymer beschichtet sind.
4. Bohrlochkomplettierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringraum (8) zwischen der Förderrohrtour (3) und der Futterrohrtour (6) oberhalb des Futterrohrschuhs (10) gegen die Druckluftkaverne (2) abgedichtet ist.
5. Bohrlochkomplettierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrmuffe als Doppelmuffe ausgebildet ist, die jeweils einen Gewindeabschnitt einer Rohrsektion aufnimmt.
6. Bohrlochkomplettierung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrmuffe aus einem glasfaserverstärktem Polymer besteht.
7. Bohrlochkomplettierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Förderrohrtour (3) innerhalb der Futterrohrtour (6) auf der Höhe der Muffe oder unterhalb der Muffe mit einem Packer (7) abgedichtet ist, vorzugsweise, dass als Packer (7) ein Permanentpacker vorgesehen ist.
8. Bohrlochkomplettierung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Endrohr der Förderrohrtour (6) als Tauchrohr in die Druckluftkaverne (2) hineingeführt ist.

9. Bohrlochkomplettierung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Förderrohrtour (3) vollständig aus korrosionsbeständigem Edelstahl besteht.

5

10. Bohrlochkomplettierung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringraum (8) zwischen der Förderrohrtour (3) und der Futterrohrtour (6) mit einem Schutzfluid gefüllt ist.

10

11. Bohrlochkomplettierung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Schutzfluid ein Schutzgas oder eine Schutzflüssigkeit vorgesehen ist.

15

12. Bohrlochkomplettierung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Förderrohrtour an ihrem führenden Ende absperrbar ist.

20

25

30

35

40

45

50

55

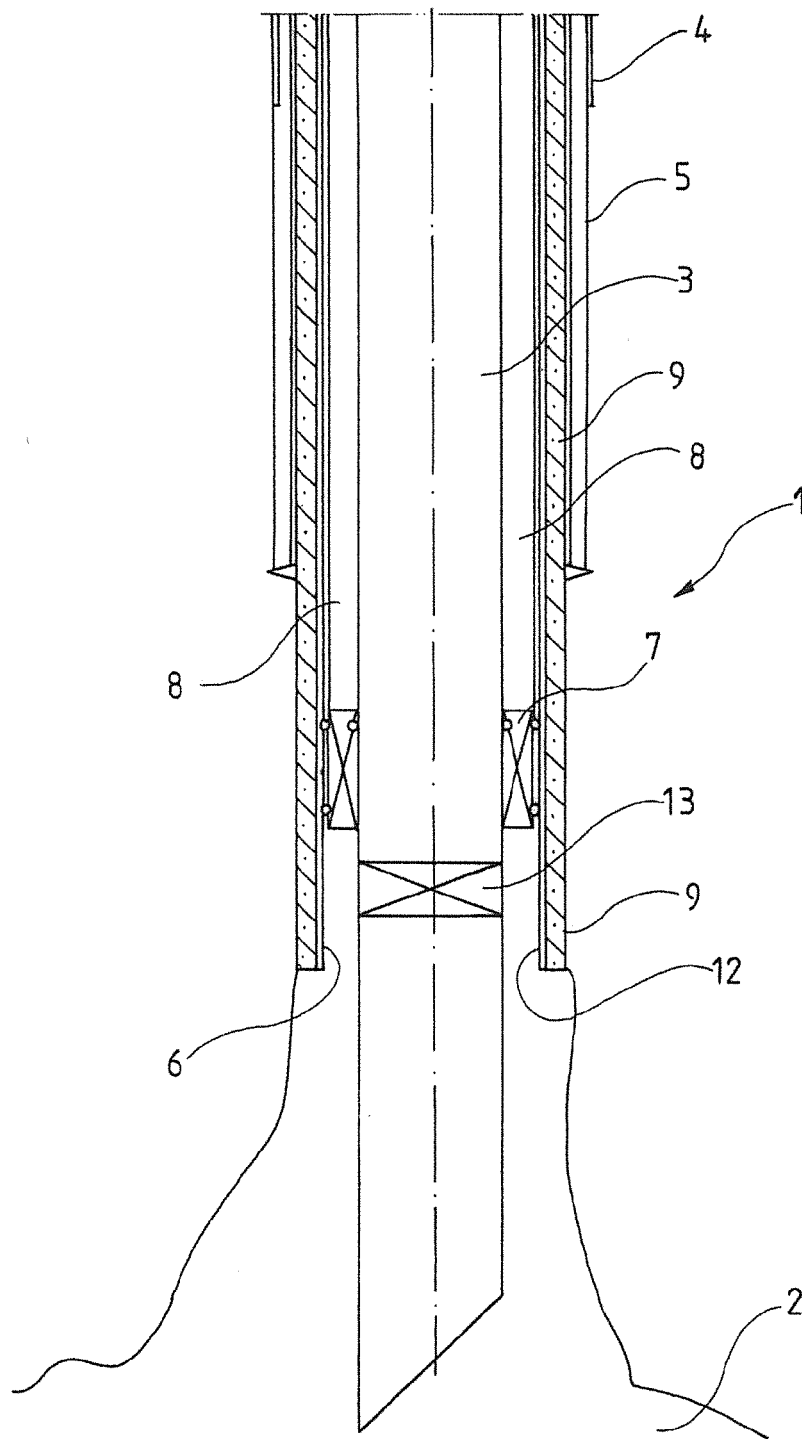


Fig. 1

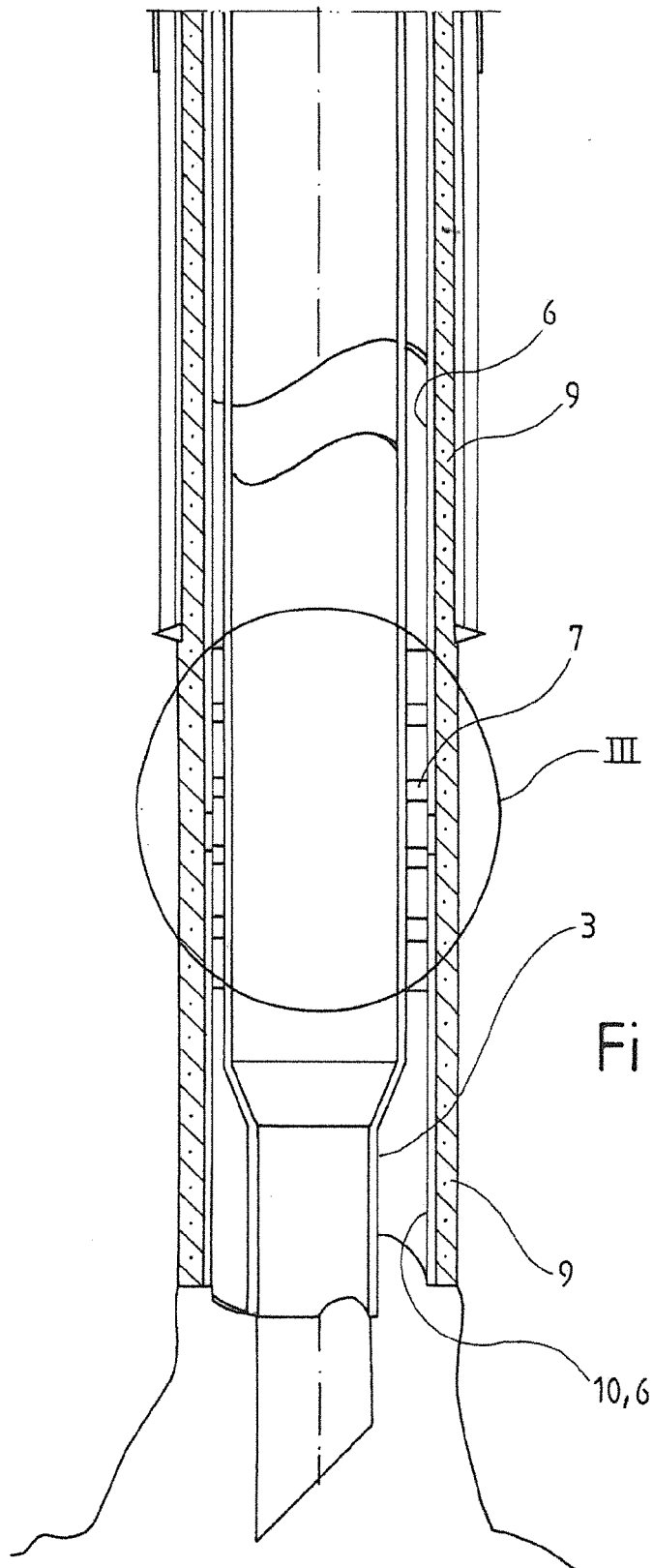


Fig. 2

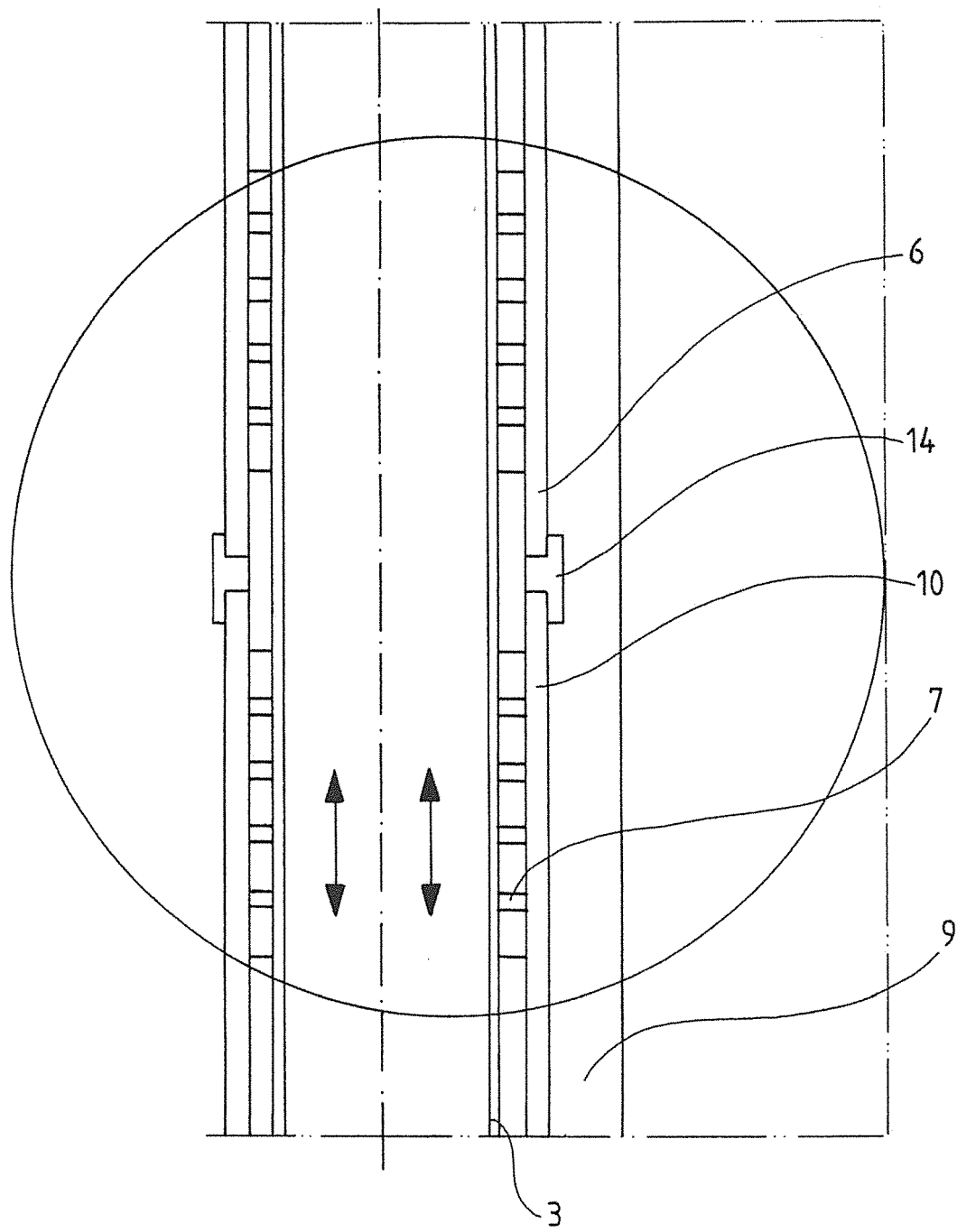


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 0171157 A1 [0003]
- EP 1515128 A1 [0006]