

19



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer: **0 028 222**
B1

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
21.09.83

51

Int. Cl.³: **G 21 F 5/00, G 21 F 7/00**

21

Anmeldenummer: **80900762.8**

22

Anmeldetag: **06.05.80**

86

Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH 80/00053

87

Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 80/02469 (13.11.80 Gazette 80/26)

54

VERFAHREN ZUM TRANSPORT UND ZUR LAGERUNG VON RADIOAKTIVEN MATERIALIEN.

30

Priorität: **07.05.79 CH 4281/79**

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.05.81 Patentblatt 81/19

45

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.09.83 Patentblatt 83/38

84

Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI SE

56

Entgegenhaltungen:

DE-A-2 821 780

FR-A-2 375 696

GB-A-1 496 846

GB-A-2 009 657

US-A-3 997 078

US-A-4 040 480

US-A-4 115 700

Proceedings of the 15th conference on remote systems technology, (Chicago, US) 1967, G.J. Bernstein, «Equipment for disposal of high-level solid wastes from the EBR-II fuel cycle facility» Seiten 85-92

73

Patentinhaber: **ELEKTROWATT
INGENIEURUNTERNEHMUNG AG, Bellerivestrasse 36,
CH-8008 Zürich (CH)**

72

Erfinder: **DOROSZLAI, Pal, Hirschengasse 21,
CH-5416 Kirchdorf (CH)**

Erfinder: **FERRONI, Ferruccio, Holzwiesweg 33,
CH-8047 Zürich (CH)**

74

Vertreter: **Schmid, Rudolf et al, c/o ISLER & SCHMID
Patentanwaltsbureau Walchestrass 23, CH-8006 Zürich
(CH)**

EP 0 028 222 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Verfahren zum Transport und zur Lagerung von radioaktiven Materialien

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Transport und zur Lagerung von radioaktiven Materialien, bei dem die radioaktiven Materialien in einem hermetisch verschliessbaren, aus chemisch beständigem Material hergestellten Lagerbehälter eingeschlossen werden, bei dem der Lagerbehälter seinerseits in einen mechanischen, thermischen und Strahlungsschutz gewährende Transportbehälter eingesetzt wird, bei dem letzterer zu einer Lagerstelle transportiert wird, und bei dem an der Lagerstelle der Lagerbehälter aus dem Transportbehälter entfernt und zur Lagerung in einem den Strahlungsschutz gewährenden Silo eingebracht wird.

Ein Verfahren der eingangs erwähnten Gattung ist aus folgender Veröffentlichung bekannt: Proceedings of the 15th conference on remote systems technology, (Chicago, U.S.) 1967, G.J. Bernstein, «Equipment for disposal of high-level solid wastes from the EBR-II fuel cycle facility», Seiten 85-92.

Dieses Verfahren wird für die Endlagerung der radioaktiven Materialien verwendet. An der Endlagerstelle sind eine Anzahl Stahlröhren im Boden vergraben. Ein Transportwagen mit dem Transportbehälter wird über eine leere Stahlröhre gefahren, der Transportbehälter unten geöffnet und der Lagerbehälter hydraulisch in die Stahlröhre gesenkt, die anschliessend mit Kies aufgefüllt und dann dicht verschweisst wird.

Das Verfahren eignet sich nicht für die Zwischenlagerung von radioaktiven Materialien, die später einer Wiederaufbereitung zugeführt werden müssen. Beim bekannten Verfahren sind keine spezifischen Vorkehrungen getroffen, um das Material wieder aus den Stahlröhren zu entfernen. Die Röhren müssten mittels eines Kranes aus dem Boden gezogen werden, wobei das Problem des Strahlenschutzes nicht gelöst ist.

Für die Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente sind schon andere Lösungen vorgeschlagen worden. So ist es bekannt, die Brennelemente nass in ein Becken unterzubringen od. direkt in den Transportbehältern zwischenzulagern. Im ersten Fall muss die Brennelementlagerung des Reaktors entweder zu diesem Zweck vergrössert, oder eine gleichwertige Lagereinrichtung an einem geeigneten Ort aufgebaut werden. An solche Lager werden bezüglich Sicherheit, Überwachung und Handhabung die gleichen strengen Sicherheitsanforderungen gestellt, wie beim Reaktor selber. Im zweiten Fall gewährleisten die Transportbehälter bereits selber eine hinreichende Sicherheit. Sie werden an der Lagerstelle auch nicht geöffnet, so dass entsprechende separate Sicherheitsvorkehrungen an der Lagerstelle eingespart werden können. Müssen aber eine grössere Anzahl Brennelemente gelagert werden, so fallen die Investitionskosten der teuren Transportbehälter stark ins Gewicht.

Es soll also eine Methode gefunden werden, welche die relativ kompakte Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente gestattet, ohne dass beim Lager grosse Kosten an Einrichtungen für die Überwachung und Handhabung entstehen würden,

und ohne dass eine grosse Zahl teurer Transportbehälter benützt werden müsste. Das Verfahren soll so konzipiert sein, dass auch die Entnahme der Lagerbehälter aus dem Silo für die Wiederaufbereitung des radioaktiven Materials sicher und problemlos erfolgen kann.

Das erfindungsgemässe Verfahren erfüllt diese Anforderungen. Es zeichnet sich dadurch aus, dass zum Entfernen des Lagerbehälters aus dem Transportbehälter letzterer in einen Betonschacht versenkt wird, dass nach Abheben des Transportbehälterdeckels ein Schutzbehälter auf den Betonschacht aufgesetzt wird, dass der Schutzbehälter unten geöffnet wird und der Lagerbehälter in den Schutzbehälter hineingehoben wird, dass der letztere wieder geschlossen wird, dass der Schutzbehälter dann vom Betonschacht abgehoben und auf die Öffnung des Betonsilos aufgesetzt wird, und dass anschliessend der Lagerbehälter in den Betonsilo abgesenkt wird, worauf der Schutzbehälter entfernt und der Betonsilo durch einen Deckel verschlossen wird.

Da die Brennelemente nicht einzeln gehandhabt werden müssen, sondern quasi in «vorverpackter» Form, hermetisch eingeschweisst im rostfreien Stahlzylinder zum Lager transportiert und hier aufbewahrt werden, ist die Aktivitätsüberwachung wesentlich einfacher.

Diese vereinfachten Lagerbehälter können leicht und preisgünstig hergestellt werden, da sie die sicherheits- und strahlungstechnischen Anforderungen während des Transportes für sich allein nicht erfüllen müssen. Für den Transport werden sie im Transportbehälter verpackt, der die sicherheitstechnischen Anforderungen optimal erfüllt. Die Brennelemente werden also in der Nähe des Reaktors in die Lagerbehälter gefüllt, worauf letztere verschweisst werden und ihrerseits in die Transportbehälter geladen werden. Nach dem Transport ins Zwischenlager werden die Transportbehälter geöffnet, damit die Lagerbehälter ausgeladen und zum eigentlichen Lagerort, z.B. einem Betonsilo, gebracht werden können. Während dieser Manipulation wird der Lagerbehälter mit einem «provisorischen» Strahlenschutzschild versehen, was durch Verwendung des Schutzbehälters gewährleistet wird.

Die Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens mit einem Transportbehälter und einem in diesen einschliessbaren, hermetisch verschliessbaren Lagerbehälter für die radioaktiven Materialien ist dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung einen Betonschacht zur Aufnahme des Transportbehälters beim Entladen des Lagerbehälters, einen Schutzbehälter zur Aufnahme und Überführung des Lagerbehälters vom Betonschacht zur Lagerstelle und eine Anzahl Betonsilos zur Aufnahme der Lagerbehälter für die Lagerung umfasst.

Der wichtigste Bestandteil der erfindungsgemässen Einrichtung ist der Lagerbehälter. Er muss, zusammengefasst, die folgenden Bedingungen erfüllen:

- einfach und billig sein
- hermetisch verschlossen und nichtrostend sein

- im Transportbehälter Platz haben
- mit einem temporären Strahlungsschutzschild versehen werden können
- die Wärmeabgabe an die Umgebung gewährleisten.

Nachfolgend wird anhand der Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Transportbehälter mit darin untergebrachtem Lagerbehälter,

Fig. 1a das Detail Ia aus der Fig. 1, in grösserem Massstab,

Fig. 2 einen Querschnitt nach der Linie II-II durch den Transportbehälter und den Lagerbehälter gemäss Fig. 1,

Fig. 3 schematisch den Transportbehälter der für das Entladen des Lagerbehälters vorbereitet wird,

Fig. 4 schematisch den in einen Betonschacht hineingesetzten Transportbehälter und den auf letzteren aufgesetzten Schutzbehälter,

Fig. 5 schematisch das Herausheben des Lagerbehälters aus dem Transportbehälter und das Hineinziehen des Lagerbehälters in den Schutzbehälter,

Fig. 6 schematisch den auf den zylindrischen Silo des Zwischenlagers aufgesetzten Schutzbehälter und das Absenken des Lagerbehälters,

Fig. 7 schematisch den im Zwischenlager untergebrachten Lagerbehälter,

Fig. 8 schematisch eine andere ausführungsvariante eines Zwischenlagers mit darin platzierten Lagerbehälter,

Fig. 9 einen Querschnitt durch einen Silo mit darin platzierten Lagerbehälter und

Fig. 10 einen Heliumdetektor zur Kontrolle der Dichtheit der Lagerbehälter.

Der in der Fig. 1 dargestellte Transportbehälter 17 besteht aus einem massiven Stahlzylinder 31, der eine hinreichende Abschirmung gegenüber Gammastrahlen gewährleistet. Der Transportbehälter 17 wird in einem Stück geschmiedet, so dass zwischen dem Stahlzylinder 31 und dem Behälterboden 32 nur eine einzige Schweissnaht 33 erforderlich ist.

Ausserhalb des Stahlzylinders 31 sind Kühlrippen 34 angeordnet. Der Transportbehälter 17 ist mit einem sabotagesicheren und dicht schliessenden Deckel 19 verschlossen. Zur Handhabung des Behälters 17 sind an verschiedenen Stellen Tragzapfen 35 angebracht und an beiden Enden des Behälters 17 sind abnehmbare Stossdämpfer 16 montiert.

Beim beschriebenen Transportbehälter handelt es sich um eine Ausführung, die normalerweise mit 12 Brennelementen beladen werden kann. Im vorliegenden Fall wird jedoch der Transportbehälter mit einem Lagerbehälter beladen. Dieser Lagerbehälter 7 weist einen rostfreien Stahlmantel 36 auf für sieben Druckwasserreaktorbrennelemente. Die Wanddicke des Mantels beträgt etwa 15 mm. Der Deckel 1 des Lagerbehälters ist mittels Schrauben 2 auf dem Mantel befestigt. Die vorstehenden Lippen 3 zwischen dem Deckelflansch 3 und dem Mantelflansch 38 sind miteinander verschweisst. Über die Länge des Lagerbehälters sind Rippen 4 angebracht, die die Wärmeabgabe an die Transportbehälter bzw. an die Umgebung gewährleisten. Am Boden 39 und am Deckel 1 sind Stahlrippen 5 angeschweisst, die versteifend

wirken und ebenfalls der Wärmeabgabe dienen. Alle Rippen 4, 5 wirken ausserdem zusätzlich als Stossdämpfer bei einem Unfall.

Während des Verschweissens der Lippen 3 ist der Deckel 1 noch nicht am Mantel 36 angeschraubt, damit die Schraubenbolzen 2 die Schweissung nicht behindern. Nach Aufsetzen des Deckels 1 wird der Behälter 7 zuerst durch das Ventil 6 evakuiert. Der Aussendruck presst den Deckel 1 auf den Mantelflansch 38. Eine Dichtung 9 hilft das Vakuum aufrechtzuerhalten.

Nach dem Verschweissen der Lippen 3 werden die Schrauben 2 angebracht und angezogen. Der Behälter wird mit Helium bei einem Druck von ca. 7 atü abgepresst und die Dichtheit des Behälters wird mit Helium-detektoren 40 (Fig. 10) kontrolliert. Der Überdruck im mit Helium gefüllten Behälter wird belassen und über das Füllventil 6 wird ein Abschlussdeckel 8 aufgeschweisst. Der unter Druck stehende Lagerbehälter 7 ist damit hermetisch verschlossen.

Sollte der Lagerbehälter wieder geöffnet werden, sei es weil er undicht geworden ist, oder weil die Brennelemente der Wiederaufbereitung zugeführt werden sollen, so werden die beschriebenen Operationen in der umgekehrten Reihenfolge ausgeführt. Der Verschlussdeckel 8 wird nach dem Abschleifen der Schweissnaht entfernt, der Heliumdruck aus dem Behälter abgelassen und das Vakuum hergestellt. Anschliessend werden die Schrauben 2 entfernt und die Lippenschweissung 3 wird abgeschliffen.

Da der Lagerbehälter selber keinen hinreichenden Schutz gegen die Gamma-Strahlen gewährleistet, müssen alle Operationen beim Verschluss und beim Öffnen fernbedient erfolgen können.

Im Lagerbehälter sind die Brennelemente mit Borstahlkästen 11 umgeben. Normalerweise ist der Lagerbehälter immer trocken, aber der Abstand zwischen den Kästen 11 und ihr Borgehalt gewährleisten die hinreichende Unterkritikalität auch beim Füllen mit Wasser. Der Raum zwischen den Kästen 11 ist mit scheibenförmigen Aluminium-Gusskörpern 10 aufgefüllt. Diese Aluminium-Gusskörper geben der Konfiguration beim Unfall eine grosse Stabilität, sie bremsen etwas die schnellen Neutronen, absorbieren etwas von den Gammastrahlen und leiten die Nachzerfallswärme der Brennelemente an die Lagerbehälterwandung ab.

Das Beladen und das Verschliessen des Lagerbehälters muss in geschützten und kontrollierten Räumen vorgenommen werden, am besten unmittelbar in der Nähe des Reaktors. Hier müssen auch die notwendigen fernbedienbaren Geräte vorhanden sein.

Die Abmessungen des Lagerbehälters für sieben Druckwasserreaktorbrennelemente sind so gewählt, dass er im üblichen Transportbehälter, der normalerweise für 12 Brennelemente Platz hat, gerade hineinpasst. Der Lagerbehälter wird also in den Transportbehälter geladen und zum Zwischenlager transportiert. Während des Transportes werden alle sicherheitstechnischen Vorschriften und Anforderungen, wie mechanische Festigkeit, thermische Eigenschaften und Strahlungsschutzbedingungen vom Transportbehälter erfüllt.

Das eigentliche Zwischenlager besteht aus einer

Betonplatte 41, in welche zylindrische Vertiefungen oder Silos 12 für die Lagerbehälter 7 eingelassen sind (Fig. 6, 7). Die Innenwände der Silos 12 sind zweckmässig mit einer Stahlauskleidung umhüllt.

Die Kühlung der Lagerbehälter erfolgt durch freie Konvektion der Umgebungsluft. Die Zufuhr der Frischluft erfolgt durch Kanäle 13 unterhalb der Lagerposition. Die erwärmte Luft steigt durch Schikanen 14, welche das Austreten der Gammastrahlen verhindern, durch den Betondeckel 15 ins Freie.

Die verschiedenen Stufen für das Entladen des Lagerbehälters aus dem Transportbehälter bis zum Plazieren im Zwischenlager sind in den Figuren 3 - 6 veranschaulicht. Nach der Entfernung der Stossdämpfer 16 und der Deckelbefestigung wird der Transportbehälter 17 in einen Betonschacht 18 hinuntergelassen (Fig. 4). Jetzt wird der Deckel 19 abgehoben und aus dem Silo entfernt, so dass der Schutzbehälter 20 auf den Transportbehälter 17 gestellt werden kann. Nach seitlichem Herausziehen des Verschlusschiebers 21 aus dem Schutzbehälter 20, wird eine Hebeplatte 22, die im Innern des Schutzbehälters angeordnet ist, hinuntergelassen und durch Drehen mit den Hebelaschen 23 des Lagerbehälters 7 verhenkt. Der Lagerbehälter 7 wird in den Schutzbehälter 20 hochgezogen und der Verschlusschieber 21 wieder hineingestossen. Der Schutzbehälter 20 schützt hinreichend gegen die Strahlung aus dem Lagerbehälter 7, so dass er aus dem Betonschacht 18 gehoben werden kann. Der Schutzbehälter wird dann zur Lagerstelle transportiert. Dort angelangt, wird er über die Öffnung des Silos 12 auf einen Zwischenring 24 abgesetzt. Der Verschlusschieber 21 wird wieder herausgezogen und der Lagerbehälter 7 in den Silo 12 hinuntergelassen (Fig. 6). Die Hebeplatte 22 wird durch Verdrehen entkoppelt und der Schutzbehälter 20 wird zusammen mit dem Zwischenring 24 entfernt. Letzterer dient dazu, den Lagerbehälter beim Absinken in den Silo zu führen.

Die Position des Lagerbehälters 7 im Silo 12 wird durch Längsrippen 25a der Auskleidung 25 gesichert, welche die im Beton entstehende Wärme an die Luftströmung abgeben. Die restliche im Beton entstehende Wärme wird durch zusätzliche frei zirkulierende Kühlluft in den Kanälen 28 an die Umgebung abgegeben. Das Kühlsystem verhindert einen unzulässigen Temperaturanstieg und die damit verbundene Dehydration des Betons.

Eine Umweltbelastung durch das Zwischenlager ist auf drei verschiedene Arten möglich: durch direkte Strahlung, durch Undichtheit der Brennstoffumhüllung der Lagerbehälter und durch Aktivierung der Kühlluft durch die schnellen Neutronen. Gegen die direkte Strahlung (primäre Gammastrahlung, Neutronenstrahlung und sekundäre Gammastrahlung nach Neutroneneinfang) bildet die dicke Betonwand mit Borzusatz eine hinreichende Barriere. Die Dichtheit der Lagerbehälter wird durch das Überwachungssystem mit Heliumdetektoren kontrolliert. Die Aktivierung der Luft kann weitgehend ungefährlich gehalten werden, wenn die Staubfreiheit der kalten Zuluft gewährleistet ist. Somit können keine Staubpartikel am Lagerbehälter abgelagert, dort aktiviert und wieder von der Kühlluft mitgerissen werden.

Das Zwischenlager inklusive die Krananlagen kön-

nen mit einer gewöhnlichen Halle überdeckt werden, welche den freien Austritt der Warmluft nicht behindern aber den gewöhnlich Schutz gegen atmosphärische Bedingungen (Seitenwind mit Staubzufuhr, Regen, Schnee) gewährleisten soll. Die massive Betonkonstruktion des Zwischenlagers bietet gegen alle mechanischen Einwirkungen (Erdbeben, Flugzeugabsturz usw.) hinreichend Schutz.

Wie bereits erwähnt worden ist, wird die Dichtheit der Lagerbehälter mit einem Heliumdetektor kontrolliert. Ein Gitter 26 von Plastic-Rohren ist über die Betondeckel 15 der Betonsilo 12 verlegt. Je eine Abzweigung aus den Rohren in beiden Richtungen dringt in die Luftaustrittsöffnungen der Betondeckel 15 hinein, ohne aber den freien Luftaustritt zu beeinträchtigen. Ein zentrales Sauggebläse 27 sorgt für ständigen Unterdruck in den Rohren.

Ein Abtastkontrollgerät 43 öffnet periodisch der Reihe nach je eines der Ventile 44 gegen die Saugpumpe 27 des Heliumdetektors 40 hin. Innerhalb eines Abtastzyklus kann somit ein defekter Lagerbehälter festgestellt werden. Ein solcher Behälter muss aus dem Silo entfernt werden und zum Be- bzw. Entladeort zurücktransportiert werden. Leckage aus einem Lagerbehälter bedeutet noch keinen Aktivitätsaustritt, da im Zwischenlager unbeschädigte Brennelemente gelagert sind. Die Heliumfüllung der Lagerbehälter schliesst jede chemische Beschädigung der Brennelemente während der Lagerzeit aus.

Der Brennstoff ist somit durch eine doppelte mechanische Barriere geschützt. Die zweite rein mechanische Barriere kann jedoch leicht zu einer weiteren Barriere gegen Stoffaustausch ausgebaut werden. Bei dieser Variante gemäss Fig. 8 sind die Luftkanäle im Deckel 15 weggelassen. Der Kühlluftstrom des Lagerbehälters, zusammen mit der Kühlluft des Betons aus den Kanälen 28 zirkuliert in einem geschlossenen Kreislauf. Die Rückkühlung erfolgt in zusätzlichen vertikalen Schächten 29 mit vertikalen Wärmerohren 30 mit oben angeordneten Wärmeaustauschern 45. Der Austritt der zirkulierenden Luft in die über dem Lager befindliche Werkhalle wird durch die einen Unterdruck erzeugenden Absauggebläse 27 des Leckageüberwachungssystems vermieden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Transport und zur Lagerung von radioaktiven Materialien, bei dem die radioaktiven Materialien in einem hermetisch verschliessbaren, aus chemisch beständigem Material hergestellten Lagerbehälter eingeschlossen werden, bei dem der Lagerbehälter seinerseits in einen mechanischen, thermischen und Strahlungsschutz gewährleistenden Transportbehälter eingesetzt wird, bei dem letzterer zu einer Lagerstelle transportiert wird, und bei dem an der Lagerstelle der Lagerbehälter aus dem Transportbehälter entfernt und zur Lagerung in einem den Strahlungsschutz gewährleistenden Silo eingebracht wird, dadurch gekennzeichnet, dass zum Entfernen des Lagerbehälters aus dem Transportbehälter letzterer in einen Betonschacht versenkt wird, dass nach Abheben des Transportbehälterdeckels ein Schutzbehälter auf den Betonschacht

aufgesetzt wird, dass der Schutzbehälter unten geöffnet wird und der Lagerbehälter in den Schutzbehälter hineingehoben wird, dass der letztere wieder geschlossen wird, dass der Schutzbehälter dann vom Betonschacht abgehoben und auf die Öffnung des Betonsilos aufgesetzt wird, und dass anschließend der Lagerbehälter in den Betonsilo abgesenkt wird, worauf der Schutzbehälter entfernt und der Betonsilo durch einen Deckel verschlossen wird.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Einbringen der radioaktiven Materialien in den Lagerbehälter ein Deckel auf diesen aufgesetzt und er über ein Ventil unter Vakuum gesetzt wird, dass sodann zwei zwischen dem Deckel und der Behälteröffnung sich befindliche, umlaufende Lippen miteinander verschweisst werden, dass dann der Deckel zusätzlich mit dem Behälter verschraubt wird, und dass letzterer sodann mit einem Schutzgas unter Überdruck abgepresst wird.

3. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Lagerbehälter im Betonsilo durch eine natürliche Konvektionsströmung der Luft gekühlt wird.

4. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Kühlung des Lagerbehälters Kühlluft im Kreislauf geführt wird und durch ein Wärmerohr, welches die Wärme nach aussen abführt, abgekühlt wird.

5. Verfahren nach den Patentansprüchen 2, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtheit des Lagerbehälters durch Überwachung der Anwesenheit des Schutzgases in der Kühlluft kontrolliert wird.

6. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1 mit einem Transportbehälter (17) und einem in diesen einschliessbaren, hermetisch verschliessbaren Lagerbehälter (7) für die radioaktiven Materialien, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung einen Betonschacht (18) zur Aufnahme des Transportbehälters (17) beim Entladen des Lagerbehälters (7), einen Schutzbehälter (20) zur Aufnahme und Überführung des Lagerbehälters (7) vom Betonschacht (18) zur Lagerstelle (41) und eine Anzahl Betonsilos (12) zur Aufnahme der Lagerbehälter (7) für die Lagerung umfasst.

7. Einrichtung nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der aus einem massiven Stahlzylinder (31) bestehende, aus einem Stück geschmiedete Transportbehälter (17) seitlich mit Kühlrippen (34) versehen ist und an beiden Enden wegnnehmbare Stossdämpfer (16) aufweist.

8. Einrichtung nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der einen rostfreien Stahlmantel (36) aufweisende Lagerbehälter (7) mit einem Deckel (1) hermetisch verschlossen ist, dass am Deckel (1) und am Mantelflansch (38) je eine umlaufende Lippe (3) angeordnet ist, und dass diese Lippen (3) miteinander verschweisst sind.

9. Einrichtung nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Lagerbehälter an beiden Enden, sowie am Aussenumfang mit Rippen (4 und 5) versehen ist.

10. Einrichtung nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass im Innern des Lagerbehälters

Borstahlkästen (11) angeordnet sind zur Aufnahme der radioaktiven Materialien.

11. Einrichtung nach Patentanspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Raum zwischen den Borstahlkästen (11) mit Leichtmetall-Gusskörpern (10) aufgefüllt ist.

12. Einrichtung nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Deckel (1) zusätzlich mit dem Stahlmantel (36) verschraubt ist, und dass der Lagerbehälter (7) mit einem Schutzgas unter Überdruck gefüllt ist.

13. Einrichtung nach den Patentansprüchen 6 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Betonsilo (12) mit inneren Rippen (25) versehen ist, welche zwischen die Rippen (4) des Lagerbehälters (7) hineinragen.

14. Einrichtung nach Patentanspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Lagerbehälter (7) im Betonsilo (12) durch Kühlluft gekühlt ist.

15. Einrichtung nach den Patentansprüchen 6 und 14, dadurch gekennzeichnet, dass oberhalb der Betonsilo (12) ein Rohrgitter (26) zur Führung der Kühlluft angeordnet ist, dass das Rohrgitter mit einem Schutzgasdetektor (40) in Verbindung steht, und dass mittels eines Abtastkontrollgerätes (43) und durch letzteres betätigbare Ventile (44) die Kühlluft irgend eines der Betonsilos (12) selektiv dem Schutzgasdetektor (40) zuführbar ist.

Claims

1. A method of transporting and storing radioactive materials, in which the radioactive materials are enclosed in a hermetically sealable storage container made from a chemically resistant material, in which the storage container is in turn placed into a mechanical, thermal transportation container ensuring radiation protection, in which the latter is transported to a storage location, and in which the storage container is removed from the transportation container at the storage location and is introduced for storage into a silo ensuring radiation protection, characterised in that the transportation container is lowered into a concrete shaft for the purpose of removing the storage container from the transportation container, that a protective container is placed into the concrete shaft after the cover of the transportation container has been removed, that the protective container is opened at the bottom and the storage container is lifted into the protective container, that the latter is closed again, that the protective container is then lifted from the concrete shaft and placed into the opening of the concrete silo, and that the storage container is subsequently lowered into the concrete silo, whereupon the protective container is removed and the concrete silo is closed by a cover.

2. A method as claimed in claim 1, characterised in that, after the radioactive material has been introduced into the storage container, a cover is placed on the latter and it is subjected to vacuum by way of a valve, that two continuous lips located between the cover and the opening of the container are then welded to one another, that the cover is then additionally bolted to the container, and the latter is then pressurised with a protective gas under excess pressure.

3. A method as claimed in claim 1, characterised in that the storage container in the concrete silo is cooled by a natural convective flow of air.

4. A method as claimed in claim 1, characterised in that cooling air is circulated for the purpose of cooling the storage container and is cooled by a heat pipe which carries off the heat to the outside.

5. A method as claimed in claims 2, 3 and 4, characterised in that the tightness of the storage container is checked by monitoring the presence of the protective gas in the cooling air.

6. An arrangement for performing the method as claimed in claim 1, having a transportation container (17) and an hermetically sealable storage container (7) for the radioactive materials which is enclosable in the transportation container, characterised in that the arrangement comprises a concrete shaft (18) for receiving the transportation container (17) when unloading the storage container (7), a protective container (20) for receiving and transferring the storage container (7) from the concrete shaft (18) to the storage location (41), and a number of concrete silos (12) for receiving the storage containers (7) for storage.

7. An arrangement as claimed in claim 6, characterised in that the transportation container (17) comprising a solid steel cylinder (31) and forged from one piece is provided laterally with cooling fins (34) and has removable shock absorbers (16) at both ends.

8. An arrangement as claimed in claim 6, characterised in that the storage container (7) having a rustproof steel casing (36) is hermetically sealed by a cover (1), that a continuous lip (3) is disposed on the cover (1) and on the casing flange (38) respectively, and that these lips (3) are welded to one another.

9. An arrangement as claimed in claim 8, characterised in that the storage container is provided with ribs (4, 5) at both ends and on its outer periphery.

10. An arrangement as claimed in claim 8, characterised in that drill steel boxes (11) are disposed in the interior of the storage container for the purpose of receiving the radioactive materials.

11. An arrangement as claimed in claim 10, characterised in that the space between the drill steel boxes (11) is filled with light metal cast elements (10).

12. An arrangement as claimed in claim 8, characterised in that the cover (1) is additionally bolted to the steel casing (36), and that the storage container (7) is filled with a protective gas under excess pressure.

13. An arrangement as claimed in claims 6 and 9, characterised in that the concrete silo (12) is provided with interior ribs (25) which project between the ribs (4) of the storage container (7).

14. An arrangement as claimed in claim 13, characterised in that the storage container (7) in the concrete silo (12) is cooled by cooling air.

15. An arrangement as claimed in claim 6 and 14, characterised in that a duct grid (26) for guiding the cooling air is disposed above the concrete silo (12), that the duct grid is connected to a protective gas detector (40), and that the cooling air from any one of the concrete silos (12) is selectively feedable to the

protective gas detector (40) by means of a scanning control device (43) and by valves (44) operable by the latter.

Revendications

1. Procédé pour le transport et le stockage de matières radio-actives, dans lequel les matières radio-actives sont enfermées dans un conteneur de stockage qui, obturable hermétiquement et fabriqué en une matière chimiquement inaltérable, est à son tour placé dans un conteneur de transport garantissant une protection mécanique, thermique et contre les rayonnements, procédé dans lequel ledit conteneur de transport est transporté jusqu'à une zone de stockage et, dans cette zone de stockage, le conteneur de stockage est enlevé du conteneur de transport et est déposé, en vue de son stockage, dans un silo garantissant une protection contre les rayonnements, procédé caractérisé par le fait que, pour retirer le conteneur de stockage du conteneur de transport, ce dernier est abaissé dans un puits en béton; par le fait, après que le couvercle du conteneur de transport a été soulevé, un conteneur de protection est placé sur le puits en béton; par le fait que le fond du conteneur de protection est ouvert et le conteneur de stockage est inséré de bas en haut dans ce conteneur de protection; par le fait que ce dernier est de nouveau fermé; par le fait que le conteneur de protection est ensuite soulevé à l'écart du puits en béton et est placé sur l'ouverture du silo en béton; et par le fait que le conteneur de stockage est ensuite descendu dans le silo en béton, après quoi le conteneur de protection est enlevé et le silo en béton est obturé par un couvercle.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que, après que les matières radio-actives ont été placées dans le conteneur de stockage, un couvercle est placé sur ce conteneur et ce dernier est mis sous vide par l'intermédiaire d'une valve; par le fait que deux lèvres périphériques situées entre le couvercle et l'ouverture du conteneur sont ensuite solidarifiées par soudage; par le fait que le couvercle est ensuite vissé en plus sur le conteneur; et par le fait qu'un gaz protecteur soumis à une surpression est ensuite injecté dans ce dernier.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le conteneur de stockage est refroidi dans le silo en béton par une circulation convective naturelle de l'air.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que, pour refroidir le conteneur de stockage, de l'air de refroidissement est mis en circuit et refroidi par un tube de chaleur qui évacue la chaleur vers l'extérieur.

5. Procédé selon les revendications 2, 3 et 4, caractérisé par le fait que l'étanchéité du conteneur de stockage est contrôlée par une surveillance de la présence du gaz protecteur dans l'air de refroidissement.

6. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, comportant un conteneur de transport (17) et un conteneur de stockage (7) des matières radio-actives, qui peut être enfermé dans

ledit conteneur de transport et peut être obturé hermétiquement, dispositif caractérisé par le fait qu'il comprend un puits en béton (18) pour recevoir le conteneur de transport (17) lors du déchargement du conteneur de stockage (7), un conteneur de protection (20) pour recevoir et transférer le conteneur de stockage (7) du puits en béton (18) à la zone de stockage (41), ainsi qu'un certain nombre de silos en béton (12) pour recevoir les conteneurs de stockage (7) en vue du stockage.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait que le conteneur de transport (17) consistant en un cylindre massif en acier (31) et forgé d'un seul tenant est doté latéralement d'aillettes de refroidissement (34) et présente à ses deux extrémités des amortisseurs de chocs (16) amovibles.

8. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait que le conteneur de stockage (7) présentant une enveloppe (36) en acier inoxydable est obturé hermétiquement par un couvercle (1); par le fait qu'une lèvre périphérique (3) est respectivement placée sur le couvercle (1) et sur le rebord (38) de l'enveloppe; et par le fait que ces lèvres (3) sont solidarisées par soudage.

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé par le fait que le conteneur de stockage est doté de nervures (4 et 5) à ses deux extrémités ainsi que sur son périmètre.

10. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé par le fait que des caissons (11) en acier au bore sont disposés dans l'espace interne du conteneur de

stockage en vue de recevoir les matières radioactives.

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé par le fait que l'espace entre les caissons (11) en acier au bore est comblé par des corps (10) en fonte de métal léger.

12. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé par le fait que le couvercle (1) est en outre solidarisé par vissage avec l'enveloppe d'acier (36); et par le fait que le conteneur de stockage (7) est rempli d'un gaz protecteur soumis à une surpression.

13. Dispositif selon les revendications 6 et 9, caractérisé par le fait que le silo en béton (12) est muni de nervures internes (25) qui s'engagent entre les nervures (4) du conteneur de stockage (7).

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé par le fait que le conteneur de stockage (7) est refroidi dans le silo en béton (12) par de l'air de refroidissement.

15. Dispositif selon les revendications 6 et 14, caractérisé par le fait qu'un réseau (26) de tubes entrelacés est placé au-dessus du silo en béton (12) pour guider l'air de refroidissement; par le fait que le réseau de tubes est en communication avec un détecteur (40) de gaz protecteurs; et par le fait que, au moyen d'un appareil (43) de contrôle par détection et par l'intermédiaire de valves (44) pouvant être actionnées par ce dernier, l'air de refroidissement de n'importe lequel des silos en béton (12) peut être sélectivement distribué au détecteur (40) de gaz protecteurs.

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

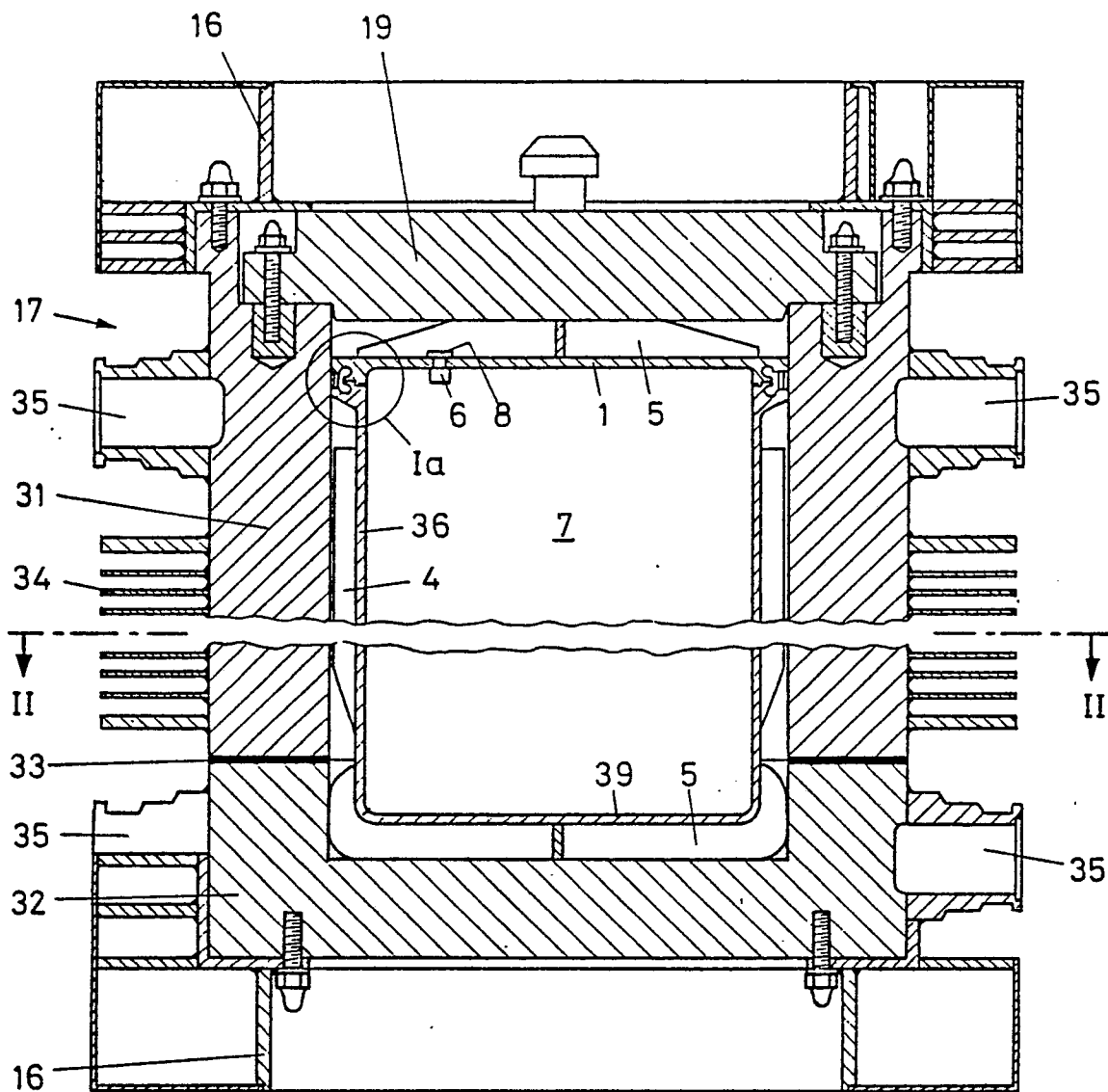


Fig. 1a

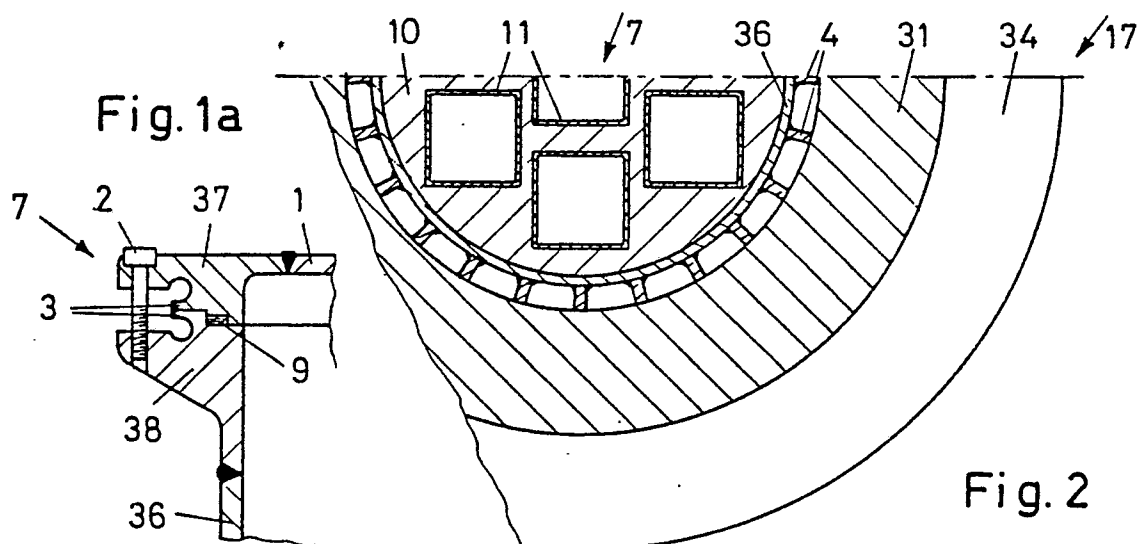


Fig. 4

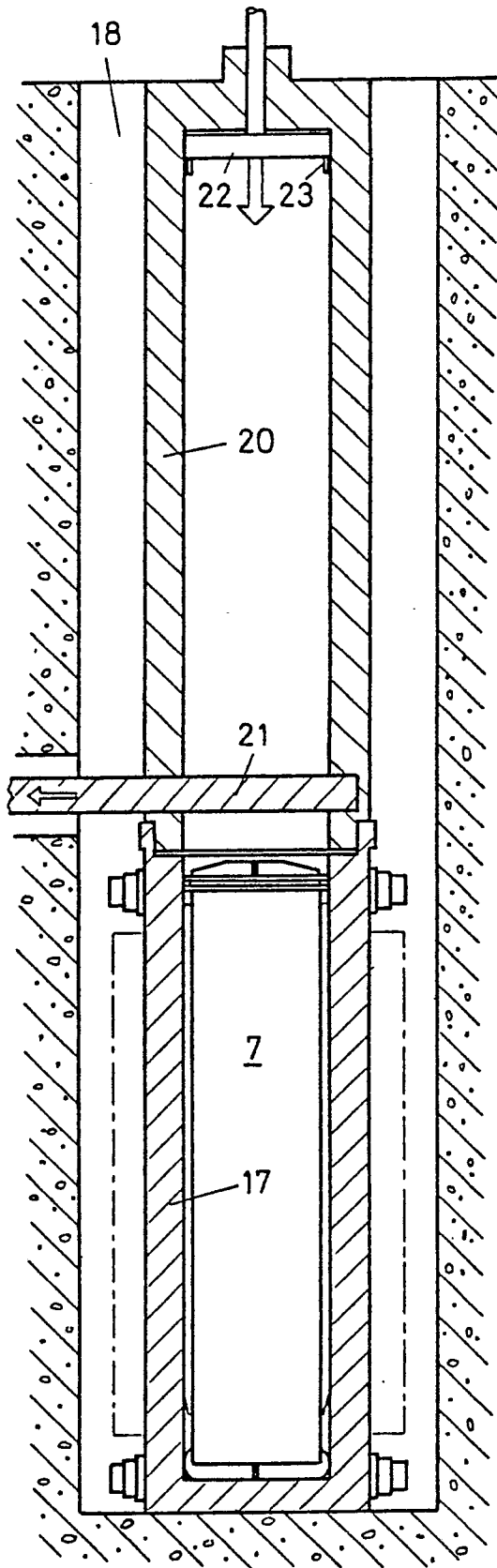


Fig. 5

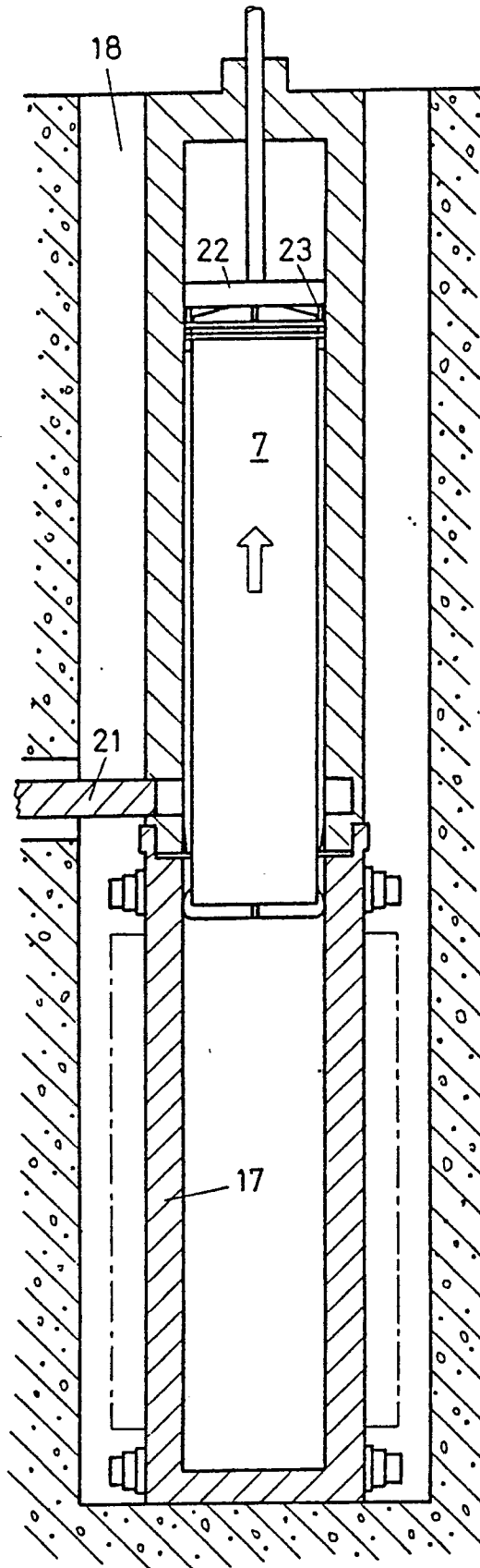


Fig. 3

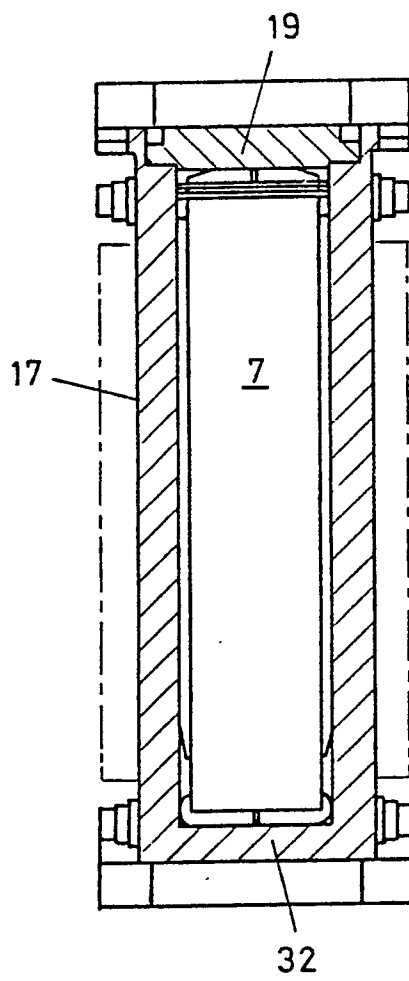


Fig. 8

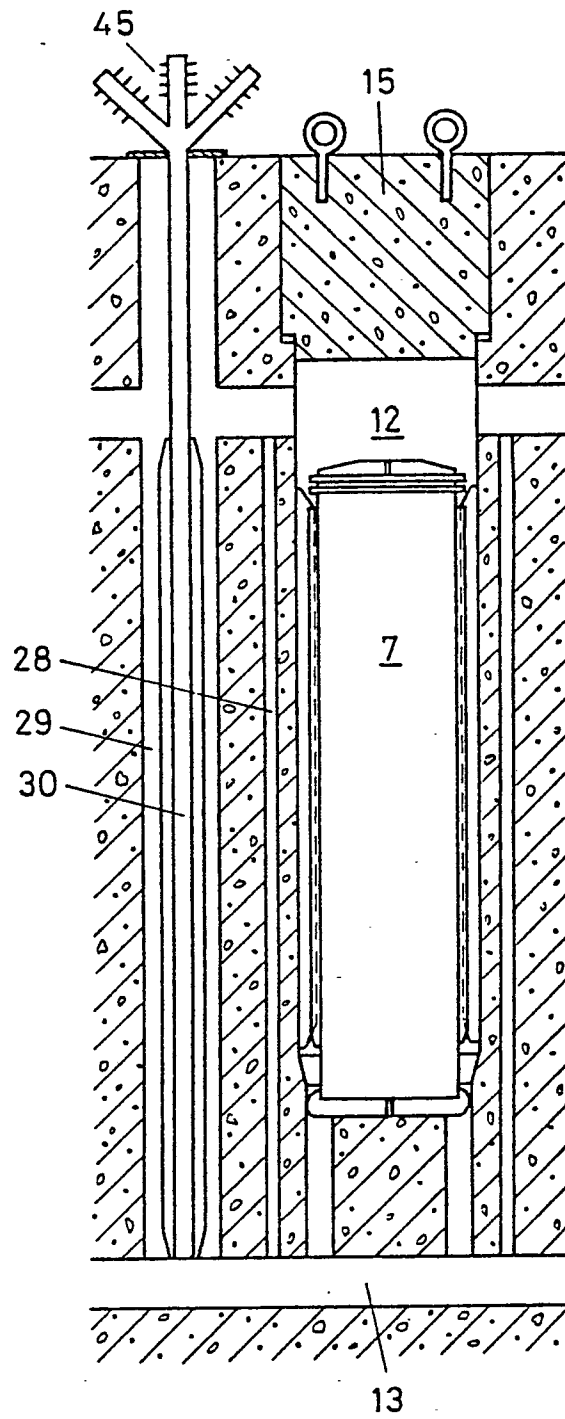


Fig. 6

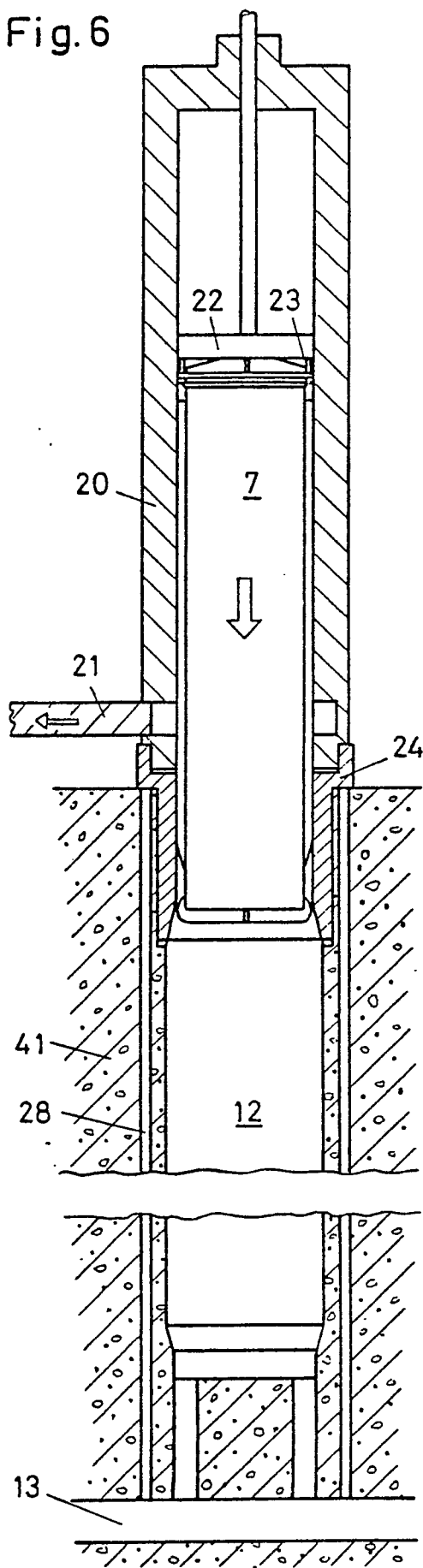


Fig. 7

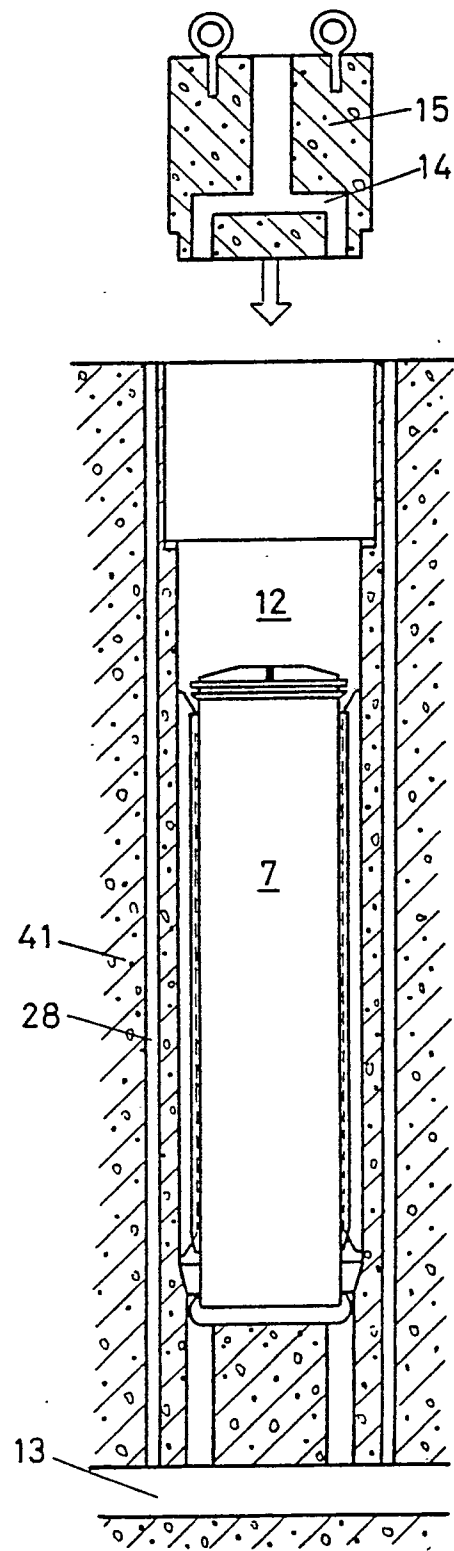


Fig. 9

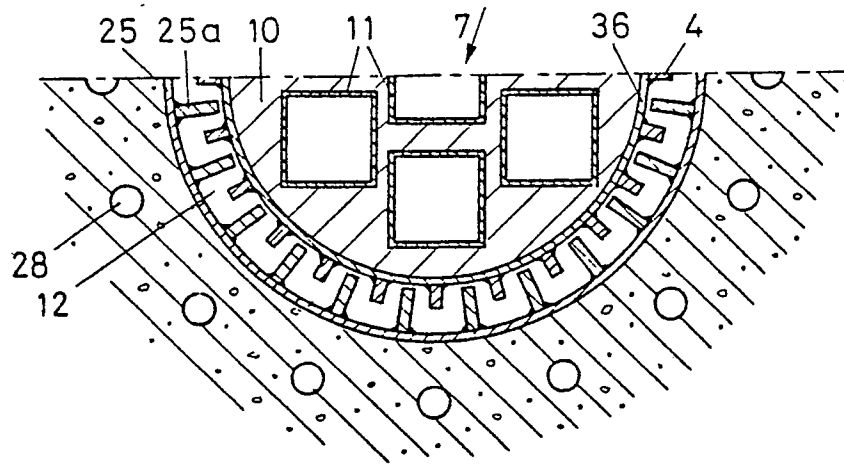


Fig. 10

