

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 912 262 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:

08.01.2003 Patentblatt 2003/02

(51) Int Cl.7: **B08B 9/093**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/CH97/00152

(21) Anmeldenummer: **97916292.2**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 97/041976 (13.11.1997 Gazette 1997/49)

(22) Anmeldetag: **17.04.1997**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR VERFLÜSSIGUNG VON SEDIMENTEN AUS
VERDICKTEM ROHÖL**

METHOD AND DEVICE FOR LIQUEFYING THICKENED CRUDE OIL SEDIMENTS

PROCEDE ET DISPOSITIF DE LIQUEFACTION DE SEDIMENTS PROVENANT DE PETROLE
BRUT EPAISSI

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU NL
PT SE**

(30) Priorität: **03.05.1996 CH 112996**

11.07.1996 CH 175096

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

06.05.1999 Patentblatt 1999/18

(73) Patentinhaber: **Lindenport S.A.**

1239 Collex (CH)

(72) Erfinder:

• **STREICH, Bruno**

CH-8001 Zürich (CH)

• **FREI, Alexandra**

CH-8405 Winterthur (CH)

(74) Vertreter: **Frei, Alexandra Sarah**

Frei Patentanwaltsbüro

Postfach 768

8029 Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 160 805

DE-U- 8 700 079

US-A- 1 978 015

US-A- 2 574 958

EP 0 912 262 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäss dem Oberbegriff des ersten unabhängigen Verfahrensanspruchs sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Verfahren und Vorrichtung dienen dazu, um in verdicktem Rohöl bzw. aus dessen schlammigen bis kompakten Sedimenten in Behältern, in denen Rohöl gelagert und/oder transportiert werden, gebundenes Rohöl zurückzugewinnen.

[0002] Das in der Rohölgewinnung aus dem Boden geförderte Rohöl wird zunächst ohne irgendwelche weitere Behandlung in Vorratsbehältern, den Rohöltanks mit grossem Fassungsvermögen gelagert und zur Verteilung bereit gehalten. Die Standzeiten des Öls in derartigen Behältern sind meist lang genug, dass sich, insbesondere bei extremen klimatischen Bedingungen, beträchtliche Sedimentationen bilden können. Dabei können die Geschwindigkeit der Sedimentbildung und die Formation und Zusammensetzung der Sedimente je nach Provenienz des Öls sehr verschieden sein. Wenn derartige Behälter mehrere Male teilweise geleert und wieder aufgefüllt werden, ohne dass die Sedimente entfernt werden, kann sich eine Sedimentschicht mit einer Dicke bis 1,5m und mehr bilden. Die in einer derartigen Sedimentschicht enthaltenen Mengen von Rohöl sind beträchtlich, da sie weitgehend aus verdicktem Oel und darin enthaltenen höhermolekularen Substanzen wie bspw. Asphalt, Paraffinen oder Wachsen enthält. Die Sedimente können aber auch aus leichteren Rohölanteilen durch Eindickung unter dem Einfluss von Wärme entstehen. Die Sedimente haben oft eine gallertartige Konsistenz und stellen nichts anderes dar als eine schwere Rohölfraktion, deren Bestandteile grösstenteils mit Rohöl oder leichteren Rohölanteilen gut mischbar bzw. darin gut löslich sind. Daneben enthalten die Sedimente aber auch Fremdkörper in Form von beispielsweise Steinen oder Metallteilen, meist in Form von Rost.

[0003] Für lange Zeit bedeuteten die oben beschriebenen Sedimente in den Rohölbehältern ein unerwünschtes Material, das bei periodischen Reinigungen der Behälter heute noch mit entsprechenden Reinigungsmedien, meist mit wässrigen Lösungen von Detergentien, aus den Behältern entfernt und mehr oder weniger sinnvoll deponiert oder vernichtet wurde. Ein Beispiel zeigt das Dokument US-A-1,978,015 (Erdman) gemäss welchem eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Reinigung eines Tanks beschrieben ist. Die Vorrichtung ist eine festeingebaute Einrichtung, mit welcher nach Entleerung des Tanks eine Waschflüssigkeit oder Dampf zur Entfernung von auf dem Boden angesammelten Rückständen eingeleitet und nach Auflösung derselben durch Absaugen wieder entfernt wird. Zurück bleibt ein gereinigter Tankboden. Schräg angeordnete Austrittsstellen, derart geformt, dass sie die Flüssigkeit zurücksaugen können, vermögen die eingeleitete Flüssigkeit in eine wirbelartige Strömung bringen. Ein wei-

teres Beispiel für die Reinigung von Tanks zeigt das Dokument US-A-2,574,958 (Carr) gemäss welchem eine Art Floss auf dem Oel schwimmt, an dessen Unterseite ein Mischpropeller angebracht ist, mit welchem das Oel bewegt wird. Der Propeller wird von aussen am Tank über Druckleitungen hydraulisch angetrieben. Mit einem Kabel quer durch den Tank wird das Floss festgehalten, dass es nicht durch den wie eine Schiffsschraube wirkenden Propeller davonschwimmt mit der Tankwand kollidiert. Die Mischwirkung ist fragwürdig; später wurden im Abstand zueinander rund um den Tank Mischpropeller in die Tankwand eingebaut, dieses Verfahren wird für kleinere Tanks heute noch angewendet. An eine Wiedergewinnung des gebundenen Rohöls wurde bei allen diesen Massnahmen nicht gedacht.

[0004] In der Patendruckschrift EP-160805 ist noch später ein Verfahren beschrieben worden, mit dem derartige Sedimente in Rohöltanken oder ähnlichen Lager- oder Transportbehältern in eine wiederverwendbare Form gebracht werden. Zu diesem Zwecke wird gemäss dieser Druckschrift durch rotierende Düsenköpfe, die in das Sediment eingeführt werden, Rohöl in das Sediment gespritzt. Dadurch wird das Sediment über eine grosse Fläche mit der Flüssigkeit verwirbelt und zerteilt und in Bewegung gesetzt und mindestens teilweise aufgelöst. Es erweist sich dabei als vorteilhaft, die Aktivität der einzelnen Düsenköpfe derart aufeinander abzustimmen, dass die von je einem Düsenkopf erzeugten Wirbel durch gegenläufiges Drehen zur Bildung von Strömungen zusammenwirken.

[0005] Aus der genannten Druckschrift (EP-160805) erkennt man, dass das beschriebene Verfahren recht kompliziert ist. Der Grund dafür ist der zwingende Einsatz von Drehlanzen, mit denen eine möglichst grosse Umgebung mit eingedüstem Oel behandelt und eine Wirbelbildung erzielt werden soll. Bezüglich Energieverbrauch und insbesondere bezüglich Vorrichtung und Montageverfahren ist das relativ aufwendig. Man braucht Mittel, das heisst Antriebe zum Rotieren der Lanzen. Durch dieselben Lanzen muss auch das Verdünnungsmittel, das frische Rohöl, eingeführt werden. Man braucht für die gewünschte Wirbelbildung auch Steuermittel um die Drehrichtung der Lanzen zu kontrollieren. Ausserdem sind solche Rotationslanzen mechanisch kompliziert und dadurch eher störungsanfällig. Fällt die kombinierte Rotation aus, dann fällt auch die Strömungsbildung aus, was jedoch bei der flächigen Wirkung der rotierenden Düsen nicht so sehr ins Gewicht fällt. Doch die geforderte Dreifachfunktion: Rotieren mit bspw. pneumatischen Mitteln, Durchpumpen und Eindüsen von Rohöl, die Rotation der Düsenköpfe steuern, alles gleichzeitig, ist aufwendig und prozessmässig eher nachteilig. Der Bau von Rotationslanzen benötigt zudem eine relativ grosse Präzision, da Wälzlager und andere Elemente, die enge Fertigungstoleranzen für Passungen z.B. erfordern in der Vorrichtung eingebaut sind. Dies macht den Bau solcher Vorrichtungen verhältnismässig teuer.

[0006] Man kann zeigen, dass dieser relativ grosse Aufwand vermieden werden kann. Die Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, solche Nachteile zu beheben. Die Aufgabe wird gelöst durch das Verfahren, die Vorrichtung und die Anordnung wie sie in den Patentansprüchen definiert sind.

[0007] Das erfindungsgemässe Verfahren besteht im wesentlichen darin, im und unmittelbar über dem Sediment mit hydrodynamischer Energie eine Vielzahl von räumlich fix ausgerichteten Flüssigkeitsstrahlen derart einzubringen, dass die eingebrachte Flüssigkeit einen im wesentlichen horizontal verlaufenden Strom ausbildet. Ziel ist, im Ensemble der Flüssigkeitsstrahlen einen gezielten Strom bzw. gezielte Ströme auszubilden. Bspw ein in sich geschlossener Strom bzw. eine in sich geschlossene Strömung verhält sich in einem Behälter mit kreisförmigem Grundriss, als würde er bzw. sie durch ein gigantisches Rührwerk angetrieben, was durch die Vielzahl von speziell angeordneten und ausgerichteten Lanzen mit feststehender Düsenausrichtung bewirkt wird. Dabei soll die Grenze der strömenden Flüssigkeitsschicht gegen oben möglichst ungestört bleiben und ihre Grenze gegen unten, also die Grenze zwischen strömender Flüssigkeit und Sediment so ausgebildet sein, dass eine verstärkt erosive Wirkung der Strömung entsteht. Um die Prozessenergie möglichst klein zu halten, ist es auch das Ziel des Verfahrens, nur dort gerichtete Massenströme zu erzeugen wo sie für die Auflösung des Sediments notwendig sind. Es wird angestrebt im wesentlichen nur eine bestimmte Schicht, nämlich den Bereich über der Sedimentschicht in Strömung zu versetzen. Es ist nicht nötig, die über dieser strömenden Schicht liegende Fluidmasse auch noch in Bewegung zu versetzen. Wegen der inneren Reibung im Fluid wird dies allerdings nicht gänzlich vermieden werden können, aber dieser zusätzliche Energieeinsatz wird gering gehalten.

[0008] Dadurch verbraucht das erfindungsgemässe Verfahren weniger Verfahrens-Energie als das bekannte Verfahren und ist einfacher durchzuführen. Die zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens zu schaffende Vorrichtung ist viel einfacher und leichter zu betreiben als die entsprechende Vorrichtung für das bekannte Verfahren und insbesondere ist sie einfacher auf die zu behandelten Behälter anzupassen und zu montieren. Die Mittel dazu sind sehr vereinfachte, kostengünstig herzustellende, einfach montierbare, robuste, unanfällige und praktisch wartungsfreie Lanzen.

[0009] Die unmittelbar über dem Sediment liegende Flüssigkeit unterscheidet sich von dem über dem Sediment stehenden Rohöl mindestens darin, dass ihre Konzentration an Stoffen aus der Sedimentation kleiner ist. Es handelt sich also im Falle eines Rohölbehälters beispielsweise um Rohöl aus oberen Schichten des Behälters oder um einen weniger konzentrierten Anteil desselben Rohöls, das heisst um einen Rohölanteil, aus welchem die schweren Bestandteile abgetrennt sind. Auf jeden Fall sind die wesentlichen Bestandteile der

verwendeten Flüssigkeit dieselben wie die wesentlichen Bestandteile der im zu behandelnden Behälter gelagerten und/oder transportierten Flüssigkeit, derart, dass die Flüssigkeit nach Aufnahme der Sedimentstoffe bedenkenlos der gelagerten Flüssigkeit beigemischt und/oder derselben Weiterverarbeitung zugeführt werden kann.

[0010] Das erfindungsgemässe Verfahren macht sich den Befund zunutze, dass es durch entsprechende Zufuhr von Strömungsenergie (hydrodynamische Energie) möglich ist, in ruhenden Flüssigkeiten einen Bereich oder eine Schicht in Strömungs-Bewegung zu versetzen, wobei sich zwischen der strömenden Schicht und darüber bzw. darunter liegenden, stationären oder mit einer anderen Geschwindigkeit strömenden Schichten eine Art Scherflächen ausbilden. Zur Ausbildung einer solchen strömenden Schicht wird die einzubringende Flüssigkeit mit einer relativ zur Strömungsachse im wesentlichen in tangentialer Richtung und vorgegebener Geschwindigkeit in die stehende Flüssigkeit eingedüst, wozu entsprechend in eine feste Richtung ausgerichtete, stationäre Einspritzdüsen verwendet werden, durch die die Flüssigkeit unter Druck gepresst wird.

[0011] Dabei ist es von Vorteil, wenn mindestens im Bereiche der oberen Scherfläche eine Durchmischung möglichst verhindert wird; und zwar aus dem folgenden Grund: In Behältern, in denen Rohöl oder Flüssigkeiten ähnlichen Charakters unter gleichbleibendem Einfluss der Schwerkraft während einer genügend langen Zeit stationär gelagert werden, bilden sich nicht nur Sedimente sondern es bildet sich vermutlich auch ein Zusammensetzungsgradient über die Höhe der Flüssigkeitssäule, derart, dass die Konzentration der auch im Sediment aufkonzentrierten Stoffe von oben nach unten zunimmt. Die untersten Flüssigkeitsschichten enthalten also die auch im Sediment enthaltenen Stoffe bereits in hoher Konzentration und sind aus diesem Grunde für eine effiziente Wiederverflüssigung der beschriebenen Sedimente wenig geeignet. Mit dem erfindungsgemässen Verfahren gelingt es nun, über dem Sediment neue Flüssigkeit einzubringen und diese nur in einer geringen Masse mit den untersten Schichten des gelagerten Öls zu mischen, wodurch das erfindungsgemässe Verfahren gegenüber dem bekannten Verfahren an Effizienz gewinnt.

[0012] Wird die für die Verflüssigung besser geeignete Flüssigkeit aus der Schicht über der Kreisstromschicht in die Kreisstromschicht eingedüst, so entsteht an der Scherfläche ein gewisser Massenstrom von der Kreisstromschicht in den darüberliegenden durch die Scherfläche abgegrenzten Bereich oder aber es wird der Kreisstromschicht eine entsprechende Menge an Fluid, nämlich die Menge der eingedüsten Flüssigkeit kontinuierlich entnommen. So wird die Kontinuitätsbedingung für die Kreisstromschicht eingehalten.

[0013] Da die Sedimente in der Regel eine landschaftsartige, unebene Oberfläche besitzen, entsteht an der unteren Grenzfläche der strömenden Schicht

schon aus diesem Grunde ein vermehrter Auflösungseffekt. Zusätzlich können einige oder alle Einspritzdüsen in einem flachen Winkel nach unten zeigen, derart, dass die eingebrachte Flüssigkeit leicht gegen die Sedimentoberfläche, also nicht ganz horizontal eingespritzt wird, wodurch eine örtliche Strömungskomponente in vertikaler Richtung begünstigt wird.

[0014] Eine beispielhafte Ausführungsform einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens besteht im wesentlichen aus einer Mehrzahl von hohlen, das einzudüsende Rohöl führenden Lanzen, die in im wesentlichen vertikaler Richtung in den zu behandelnden Behälter einführbar sind, auch durch das Sediment hindurch, möglichst bis auf den Behälterboden. Dabei weist der gegen den Behälterboden gerichtete Endbereich jeder Lanze mindestens eine seitlich an der Lanze angeordnete Düse auf, vorzugsweise sind es aber mehrere im Abstand übereinander angeordnete Düsen, und ihr anderes, oben aus dem Behälter ragendes Ende ist mit einer Zuleitung verbindbar, durch welche Zuleitung unter Druck Flüssigkeit zuführbar ist. Die Düsen sind an den Lanzen derart angeordnet, dass sie im wesentlichen in eine gemeinsame Richtung zeigen. In einer weiteren Ausführungsform können zwei entlang der Rohrachse im radialen Winkel zueinander stehende Reihen von Düsen angeordnet werden. Die Lanzen werden derart positioniert, dass ein Teil der Düsen über der Sedimentoberfläche und ein Teil der Düsen im Sediment positioniert sind. Dies wird beispielsweise realisiert mit Lanzen, die Reihen von übereinanderliegenden Düsen aufweisen, wobei die Länge der Düsenreihen vorteilhafterweise so gross ist, dass sie auch mächtige Sedimentschichten überragen können.

[0015] Die Lanzen werden über die Grundfläche des Behälters verteilt im wesentlichen senkrecht im Behälter positioniert, derart, dass die mit den Düsen versehenen Endbereiche der Lanzen möglichst bis zum Behälterboden reichen, das heisst, auch in die Sedimentschicht eingeführt sind. Alle Lanzen werden derart ausgerichtet, dass die Spritzrichtungen aller Düsen bspw. eine relativ zu einer vorgegebenen Strömungszentrum (oder zu einem anderen zentralen Bereich) tangential, in derselben Strömungsrichtung ausgerichtete Komponente aufweisen. Das Strömungszentrum wird für zylindrische Behälter vorteilhafterweise auf die Behälterachse ausgerichtet.

[0016] Wenn die Lanzen positioniert, die Düsen entsprechend ausgerichtet und die Lanzen mit dem Zufuhrsystem verbunden sind, wird Flüssigkeit in die Lanzen gepresst und durch die Düsen in den Behälter eingedüst. Dabei wird in einer Anfangsphase die Flüssigkeit vor allem aus Düsen austreten, die über der Sedimentoberfläche in der überstehenden Flüssigkeit liegen, da das Sediment dem Austritt aus den anderen Düsen einen wesentlich höheren Widerstand entgegensetzt als die darüber stehende Flüssigkeit. Durch die oben beschriebene Ausrichtung der Düsen entsteht nach einiger Zeit über dem Sediment ein im wesentlichen hori-

zontal verlaufender Flüssigkeitsstrom beispielsweise in Form einer strömenden Flüssigkeitsschicht, die hauptsächlich aus neu zugerührter Flüssigkeit besteht. Dieser Flüssigkeitsstrom interagiert mit der Sedimentoberfläche und erodiert diese, wobei die Sedimentoberfläche sinkt und immer weitere, direkt an der Sedimentoberfläche liegende Düsen in den allgemeinen Flüssigkeitsstrom hineinkommen.

[0017] Durch den erzeugten Strom, der sich bspw. sukzessive zu einem Kreisstrom ausbildet, wird die neu zugeführte Flüssigkeit in den Bereich mehrerer in Strömungsrichtung (stromabwärts) angeordneter Düsen transportiert, wobei sie sich mit den zu verflüssigenden Sedimentstoffen anreichert, und dann wird sie von weiter zugeführter Flüssigkeit gegen oben verdrängt.

[0018] Das Sediment kann auf diese Weise bis auf den Behälterboden abgebaut werden. Schwere, unlösliche Sedimentbestandteile wie Steine, Metallteile, Rost oder ähnliches werden wegen der nur geringen, aber unvermeidlichen Verwirbelung den Bodenbereich kaum verlassen und können in einem separaten Arbeitsgang aus dem Behälter entfernt werden.

[0019] Lagertanks für Rohöl haben aus statischen Gründen meistens einen kreisrunden Grundriss, der sich auch für die Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens bestens eignet, da bei der Erzeugung einer strömenden Flüssigkeitsschicht sich keine "toten Winkel" bilden, in denen die Flüssigkeit nicht bewegt wird. Es ist aber trotzdem möglich, das erfindungsgemässe Verfahren auch in Behältern mit anderen Bodenformen bzw. Grundrissen anzuwenden, wobei der zu erzeugende, möglichst in sich geschlossene Strömung vorteilhafterweise im wesentlichen parallel zur Behälterwandung fliesst.

[0020] Das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Vorrichtung werden nun anhand der folgenden Figuren im Detail beschrieben. Dabei zeigen:

Figur 1 das Prinzip einer sich bewegenden Kreisstromschicht mit angrenzenden Scherflächen in einem zylindrischen Flüssigkeitsbehälter;

Figur 2 das Prinzip der Erzeugung einer Kreisstromschicht;

Figur 3 eine prinzipielle Darstellung der Erzeugung einer Kreisstromschicht im unteren Teil eines zylindrischen Tanks mit Hilfe der erfindungsgemässen Tauchlanzen;

Figur 4 das Ausrichtungsprinzip für die Düsen zur Erzeugung von Strömungen;

Figur 5, 7 und 8 drei beispielhafte Anordnungen von Lanzen in Behältern mit ver-

	schiedenen Grundrissen;		
Figur 6	das Prinzip der Uebernahme von Strömungen durch nacheinander geschaltete Düsenpaare.	5	
Figur 9	das Erzeugen eines Kreisstroms über einer Sedimentschicht;		
Figur 10	das Eindüsen von Flüssigkeit in die Sedimentschicht;	10	
Figur 11	eine bevorzugte Ausführungsform der Lanzen anhand eines Längsschnittes durch einen Rohöltank und durch ein Lanzensystem;	15	
Figur 12	eine Ausführungsform einer in zwei Achsen bewegbaren Düse;		
Figur 13	einen Schnitt durch eine Lanze mit zwei Düsenreihen, welche in verschiedene Richtungen wirken;	20	
Figur 14	eine Ausführungsform eines Düsensystems, welches um eine Achse drehbar ist;	25	
Figur 15	eine billige, robuste, einfache Ausführungsform einer Lanzenunterseite mit einer Düsenreihe, welche Düsen in einer Achse beweglich sind;	30	
Figur 16	eine Ausführungsform einer Lanze, die teilweise aus einem flexiblen Schlauch besteht;	35	
Figur 17	Ausführungsformen von Düsen, die wenn gewünscht, gesperrt bzw. verschlossen werden können;	40	
Figur 18	eine Ausführungsform von Lanzen mit einer primären und einer sekundären Düsenreihe, die es erlauben, ausgeprägtere Scherflächen zu erzeugen;	45	
Figur 19	schematisch ein mögliches, die gewünschte Strömungsform unterstützendes Prinzip mit Hilfe von Ansaugstellen;	50	
Figur 20	zeigt in einem dreidimensionalen Diagramm vereinfacht d.h. idealisiert, wie das erfindungsgemäße Verfahren abläuft.	55	

[0021] **Figur 1** zeigt in einer schematisierten Darstellung das idealisierte Prinzip einer sich kreisförmig angetriebenen Flüssigkeitsschicht anhand einer Zeichnung eines zylinderförmigen Gefäßes 1 mit einer Mittelachse 34 als Strömungszentrum, in welchem Gefäß 1 ein Fluid 2 enthalten ist. Das Fluid 2 ist hier in 3 Schichten aufgeteilt. Die Schichten 6.1 und 6.2 seien Schichten mit relativ zum Gefäß 1 ruhendem Fluid 2. Zwischen diesen zwei ruhenden Schichten befindet sich eine Schicht 5 in welcher das Fluid in Bewegung ist. Die Bewegungsrichtung der Schicht wird mit dem Pfeil 35 dargestellt. Die Schicht 5 bewegt sich im wesentlichen kreisförmig, d.h. es existiert in der Schicht 5 ein Kreisstrom um die Mittelachse 34 des Gefäßes 1 als Bewegungszentrum. Der Kreisstrom sei ein Strom ohne Verwirbelungen und Turbulenzen. Das Strömungsfeld innerhalb der Schicht sei homogen und bestehe ausschließlich aus horizontalen Bewegungskomponenten.

[0022] Da sich die Schicht 5 relativ zu den Schichten 6.1 und 6.2 bewegt, bilden sich zwischen den ruhenden Schichten 6 und der Kreisstromschicht 5 die Scherflächen 30.1 bzw. 30.2 aus. Die Figur 1 beschreibt, wie gesagt, ein idealisiertes System, bei welchem die Reibung an den Scherflächen vernachlässigt wurde. Die meist ausgeprägten Scherflächen zeichnen sich in Wirklichkeit dadurch aus, dass Schubspannungen wegen der horizontalen Relativbewegung der angrenzenden Fluidschichten zueinander und der Reibung innerhalb des Fluids in ihnen aufgebaut werden. Dies hat zur Folge, da die Reibungskräfte im Wesentlichen tangential zur Aussenwand des Gefäßes 1 verlaufen, dass sich die Schicht 6 mindestens aber der unterste, der Scherfläche benachbarte Teil welcher Schicht, die idealerweise relativ zum Gefäß 1 ruht, leicht bewegen kann. Zum besseren Verständnis werden diese sekundären Effekte im folgenden vernachlässigt.

[0023] In Figur 1 sind die Mittel, welche die erforderliche Energie in die zu bewegendende Schicht 5 einbringen nicht eingezeichnet. Doch geht es hier vorerst nicht um eine konkrete Ausführungsform, als vielmehr darum in anschaulicher Art das Prinzip der Kreisstromschicht darzulegen.

[0024] Da die Kreisstromschicht 5 wenig Verwirbelungen, d.h. im wesentlichen horizontale tangential zur Gefäßsaussenwand verlaufende Komponenten aufweist, ist der Energiebedarf für das Erzeugen und Aufrechterhalten einer solchen Strömung gering. Die Strömung hat einen kleinen inneren Energieverlust, weil sich die Fluidmasse in der Schicht 5 gleichförmig und ohne Wirbelbildung relativ zum Gefäß 1 bewegt. Es ist dem Anwender des Verfahrens sogar möglich die Dicke bzw. Höhe der Kreisstromschicht bzw. -säule unter Zuhilfenahme der erfindungsgemässen Vorrichtung selbst zu bestimmen und er hat somit die Möglichkeit ein nur so kleiner Teil der Fluidmasse in Bewegung zu bringen bzw. zu halten, wie für das Verfahren nötig ist. Dies bringt eine weitere signifikante Reduktion im Energieverbrauch

(bspw. Pumpenleistung) des Systems in der Anlage.

[0025] **Figur 2** zeigt schematisch das hier ebenfalls idealisierte Prinzip der Energiezufuhr in die Kreisstromschicht 5. Die Dicke der Kreisstromschicht 5 wird im wesentlichen bestimmt durch die Anordnung der Mittel, nachfolgend Bewegungsenergiequellen 7 genannt, die Bewegungsenergie in das Fluid einbringen. In der Figur sind diese Bewegungsenergiequellen 7 als Punkte dargestellt, von denen ein gerichteter Flüssigkeitsstrahl oder eine gerichtete Flüssigkeitsbeschleunigung ausgeht. Die Richtungspfeile 36 zeigen die Richtung an, in welche das Fluid von der Bewegungsenergiequellen 7 beschleunigt bzw. bewegt wird. Als Bewegungsenergiequellen 7 können verschiedene Mittel eingesetzt werden. Hier sind es Düsen, die Fluid einspritzen oder aber Elemente, die im Sinne der Figur 2 Bewegungsenergie in die Schicht 5 einbringen.

[0026] Die vorliegende Erfindung befasst sich mit der Energiezufuhr in die Flüssigkeit mittels Eindüsen von Flüssigkeit aus den ruhenden Schichten 6.1 bzw. 6.2 oder, bevorzugt, aus der Kreisstromschicht selber, welche mittels einer Pumpe durch die Düsen gepresst wird. Dieses Verfahren wird in der Figur 3 ausführlich beschrieben.

[0027] Die Ausrichtung der Kreisstromschicht 5 wird im wesentlichen beeinflusst durch die Ausrichtung der Bewegungsenergiequellen 7. Visualisiert wird diese Ausrichtung in der Figur durch die Richtungspfeile 36. In der Figur 2 sind diese Pfeile so gerichtet, dass, von oben auf das Gefäß gesehen, ein Kreisstrom im Gegenuhrzeigersinn entsteht. Die Richtungspfeile zeigen im wesentlichen in Strömungsrichtung, nämlich tangential zur Gefäßausenwand.

[0028] Die Ausdehnung der Kreisstromschicht 5 in Längsrichtung des Gefäßes 1 ist im wesentlichen von der Ausdehnung der Bewegungsenergiequellen 7 in Richtung der Gefäßlängsachse 34 abhängig, die gleichzeitig das Strömungszentrum des Kreisstroms 5 ist. Um eine ausgeprägte Kreisstromschicht 5 zu erzeugen, ist es von Vorteil, wenn die Bewegungsenergiequellen 7 so regelmässig wie möglich über die Höhe, über den Radius und über den Umfang der zu erzeugenden Kreisstromschicht 5 verteilt sind. In der Figur 2 sind die Bewegungsenergiequellen 7 in fünf Gruppen von übereinanderliegenden Reihen mit gleichem Abstand zueinander angeordnet. Die Anordnung in der Figur zeigt nur das Prinzip der Anordnung dieser Bewegungsenergiequellen 7. Optimalere Anordnungen werden in einigen den folgenden Figuren ausführlich diskutiert.

[0029] **Figur 3** zeigt in einer schematisierten Darstellung das erfindungsgemässe Prinzip des Eindüsen von Flüssigkeit in die zu bewegende Kreisstromschicht 5 eines zylinderförmigen Rohöltanks 1 mit einer Mittelachse 34 als Strömungszentrum um welches das Fluid, das sich in der bewegten Schicht 5 befindet kreisförmig dreht. Durch die freie Oberfläche der Flüssigkeit sind Lanzen 10 in den Tank 1 eingetaucht. Und zwar reichen

diese Lanzen bis in den Bereich des Bodens des Tanks 1. Die Lanzen 10 weisen Reihen von übereinander angeordneten Düsen 11 auf, welche Düsenreihen sich vom dem Tankboden zugewandten Ende der Lanzen 10 bis zur Scherfläche 30 erstrecken. Die Düsen übernehmen die Funktion der Bewegungsenergiequellen aus der Figur 2.

[0030] In der Figur 3 sind mehrere Lanzen 10 gleichmässig auf einem konzentrischen Kreis zur Tankmantelfläche angeordnet. Die Lanzen 10 sind derart ausgerichtet, dass die Achse der Düsen 11 im wesentlichen tangential zur Tankmantelfläche gerichtet sind. Die Öffnungen der Düsen 11 sind in die Bewegungsrichtung des Kreisstroms gerichtet.

[0031] Die aus dem Tank ragenden Enden der Lanzen sind mit einem Zufuhrsystem verbindbar, das in der Figur 3 schematisch durch Zuleitungen 20, einem Verteiler 29, einer Pumpe 26 und einer Ansaugstelle 21a im Bereich der bewegten Kreisstromschicht 5 dargestellt ist. Es ist somit möglich, Flüssigkeit aus der Kreisstromschicht abzusaugen und diese mit Hilfe der Pumpe 26 in die einzelnen Lanzen 10 zu Pumpen, wo sie durch die Düsen 11 wieder in die bewegte Schicht 5 eingedüst werden kann.

[0032] Das Fluid 2, das durch eine Düse gepumpt wird erzeugt einen Flüssigkeitsstrahl, der durch den Richtungspfeil 36 in der Zeichnung dargestellt ist. Sind die Lanzen 10 in Anordnung und Ausrichtung wie oben beschrieben in das Fluid 2 eingebracht, wird durch das Eindüsen der Flüssigkeit Bewegungsenergie derart in die Schicht 5 eingebracht, dass im wesentlichen ein in Figur 1 beschriebener, bei konstanter Pumpenleistung nach einiger Zeit stationärer Kreisstrom entsteht, mit dem Unterschied, dass die untere unbewegte Schicht 6.2 von Figur 1 durch das Anordnen der Lanzen gemäss Figur 3, sich nicht ausbilden kann. Es bildet sich mit der in Figur 3 beschriebenen Vorrichtung eine stationäre sich kreisförmig bewegende Schicht 5 aus, welche sich zuunterst im Tank befindet.

[0033] Die in Figur 3 gezeigte Anordnung und Anzahl der Lanzen 10 zeigt nur das Prinzip der erfindungsgemässen Vorrichtung zur Erzeugung einer Kreisstromschicht. Rohöltanks haben einen Durchmesser zwischen ca. 30 und 100m. Es versteht sich von selbst, dass bei solchen Dimensionen viel mehr Lanzen zur Erzeugung einer Kreisstromschicht eingesetzt werden müssen, aber auch, wie wesentlich ein energiesparendes Pumpen ist, sobald man solch enorme Mengen von Fluid zu bearbeiten hat.

[0034] **Figur 4** zeigt schematisch das Ausrichtungsprinzip für die Düsen. Die Figur zeigt eine Lanze 10 mit einer Düse 11, ein vorgegebenes Strömungszentrum 34 und einen horizontalen Kreis 32 um das Strömungszentrum, wobei die Düsenöffnung auf diesem Kreis liegt. Der Kreis 32 ist ein Beispiel für eine Strömungslinie eines horizontalen, in sich geschlossenen Stromes, nämlich eines Kreisstromes um das Strömungszentrum 34. Die hier etwas übertrieben geneigt gezeichnete Aus-

spritzrichtung durch die Düse, ist mit dem Vektor R bezeichnet, der im allgemeinen Fall in eine vertikale Komponente R_v , eine horizontale, tangentielle Komponente R_t (parallel zur Strömungslinie) und eine horizontale radiale Komponente R_r (senkrecht zur Strömungslinie) aufgeteilt werden kann.

[0035] Die Vorgaben für die Ausrichtung der Düse zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens sind nun die folgenden:

- Der Vektor R hat wahlweise eine vertikale Komponente R_v bzw. eine orthogonal nach unten gerichtete.
- Der Vektor R hat eine horizontale, tangentielle Komponente R_t wobei die Komponenten aller Düsen des Systems gegenüber der Strömungszentrum denselben Drehsinn haben.
- Der Vektor R kann eine horizontale, radiale Komponente R_r haben. Diese ist kürzer als die horizontale, tangentielle Komponente R_t , das heisst, der Winkel zwischen der Tangente an Kreis 32 und der horizontalen Projektion von R ist höchstens 45° .

[0036] Figur 5 zeigt als Draufsicht einen Behälter mit kreisförmigem Grundriss bzw. Boden und senkrecht durch dessen Mittelpunkt verlaufendes Strömungszentrum 34. Man muss sich hier allerdings vergegenwärtigen, dass bei Radien bis zu 50 m die gekrümmten Strömungslinien auf kleineren Abschnitten wie Geraden aussehen und dass bei dieser Darstellung eines Behälters mit einigen Zentimetern Radius die Richtungspfeile übertrieben gross aussehen. Allerdings entsprechen sie ungefähr dem doppelten der Spritzweite der Düsen, sodass man sich die sukzessive Strömungsbildung gut vorstellen kann.

[0037] Über den Grundriss des Behälters sind auf konzentrischen Kreisen in einem im wesentlichen regelmässigen Muster eine Vielzahl von senkrecht gestellten Lanzen 10 angeordnet. Dargestellt sind auch die Ausspritzrichtungen durch an diesen Lanzen angeordnete Düsen bzw. die horizontalen Komponenten R_h davon, die alle tangential und im Gegenuhrzeigersinn angeordnet sind (keine Komponente R_r). Die dargestellten Düsen können einzelne an jeder Lanze angebrachte Düsen sein, die dann vorteilhafterweise in verschiedenen Höhen angeordnet sind oder es kann sich um senkrechte Reihen von gleichgerichteten Düsen handeln, wie sie in der Figur 3 dargestellt sind. Die Düsen können nebst horizontaler (parallel zum Boden) auch mit gleichen oder in verschiedenem Winkel α gegen unten gerichtet sein. Es kann ausreichen, Düsen lediglich im äusseren Drittel des Radius anzuordnen, sodass sich eine geschlossene Strömung zuerst in Nähe der Behälterwand ausbildet, die sich sukzessive nach innen ausdehnt. Um den Innenbereich zu beeinflussen, können die Düsen statt tangential anschliessen radial ausge-

richtet werden, sodass die zwischen den Düsen sich ausbildende Strömungen radial im Zentrum aufeinandertreffen.

[0038] Figur 6 zeigt die Möglichkeit zum Erzeugen eines ausgeprägten Flüssigkeitsstroms mit Hilfe des erfindungsgemässen Verfahrens mit 'steady' Lanzen 10. Man muss sich vergegenwärtigen, dass bei den immensen Ausmassen von Rohöltanks die gekrümmten Strömungslinien wie Geraden aussehen, wenn man, wie gesagt, nur einen Ausschnitt von einigen Metern derselben Strömungslinien betrachtet. Aus diesem Grund ist die in Figur 6 gezeigte durch die entsprechende Anordnung der Lanzen erreichte Hauptströmungsrichtung ungekrümmt bzw. schwachgekrümmt dargestellt.

[0039] Der untere Teil mit der Düsenanordnung von vier Lanzen 10.1, 10.2, 10.3 und 10.4 ist schematisiert dargestellt. Die jeweils übereinander angeordneten Düsen 11, welche Düsenreihen sich vom dem Tankboden zugewandten Ende der Lanzen 10 befinden, sind in der Figur ringförmig schematisch dargestellt. Die aus den Düsen ausgepresste Flüssigkeit und deren Richtung des Flüssigkeitsstrahls sind durch die Richtungspfeile 36 dargestellt. Selbstverständlich bildet sich beim Ausdüsen ein der Düsenform entsprechend geformter spitzer Kegel 31 mit grösserem oder kleinerem Öffnungswinkel, wie dies in Figur 6 an einer der Düsen angedeutet ist. Die mit den Richtungspfeilen 36 angedeuteten Fluidstrahlen beziehen sich also auf die Kegelachsen mit einer tatsächlichen Ausstosswirkung in Form eines schlanken Trichters.

[0040] Die Richtungspfeile 36 zweier benachbarter Lanzen (10.1 und 10.2 bzw. 10.3 und 10.4) haben nicht nur eine Komponente in Richtung der Hauptströmung 37, sondern sie weisen auch eine zur Hauptströmungsrichtung hin zeigende Komponente auf. Die ausgedüste Flüssigkeit der Lanze 10.1 trifft demnach im Bereich der Hauptströmung auf die Flüssigkeitsstrahlen der Lanze 10.2 und beschleunigt das Fluid im Bereich der Hauptströmung. Diese Energiezufuhr klingt natürlich nach einer gewissen vom Fluid zurückgelegten Strecke ab. Bevor die auf die umgebende Flüssigkeit antreibende Wirkung der Lanzen 10.1 und 10.2 abgeklungen ist, ist ein weiteres Lanzenpaar 10.3 und 10.4 in gleicher Weise wie die Lanzen 10.1 und 10.2 ins Fluid gebracht, derart dass der gewünschte Hauptstrom 37 aufrecht erhalten oder je nach Abstand der Lanzenpaare zueinander sogar beschleunigt werden kann. Der Verlauf der Hauptströmung 37 wird dann durch die geometrische Anordnung der Lanzenpaare (10.1 und 10.2 bzw. 10.3 und 10.4) und durch den Druck der eingedüsten Flüssigkeit beeinflusst. So können in einem Tank mit kreisförmigem oder anders geformten Grundriss Strömungen erzeugt werden.

[0041] Bei Rohöltanks mit einem Durchmesser zwischen ca. 30 und 100m, zeigt es sich, dass mit einem Pressdruck von 5 bis 30 bar eine Strahl-Reichweite von über 5m erreichbar sind, wenn das Fluid Rohöl ist. Es ist also vorteilhaft, die Abstände der Lanzen insbeson-

dere die tangentialen Abstände der Lanzen in etwa in diesem Bereich zu halten.

[0042] **Figur 7** zeigt eine weitere Draufsicht auf den Grundriss eines Behälters, in dem im wesentlichen auf vier Strömungslinien (strichpunktierter dargestellte Strömungslinien) des zu erzeugenden Stromes Lanzen 10 mit Düsen angeordnet sind. Die Düsen der Lanzen von je zwei benachbarten Strömungslinien sind leicht gegeneinander ausgerichtet (mit entgegengesetzter, radialer Komponente wie in Figur 4), sodass sich zwischen den Strömungslinien eines Lanzenpaares eine Hauptströmung entwickeln kann.

[0043] **Figur 8** zeigt in der Draufsicht einen Behälter, der keinen kreisrunden sondern einen ovalen Grundriss hat, in welchem senkrecht stehende Lanzen 10 mit Düsen angeordnet sind. Damit der durch Einspritzen von Flüssigkeit durch die an den Lanzen angeordneten Düsen zu erzeugende, in sich geschlossene Flüssigkeitsstrom möglichst den ganzen Grundriss überfließt, ist er nicht um eine Strömungszentrum sondern rund um eine "Rotationsfläche" 34 angeordnet. Die Lanzen sind im wesentlichen auf inneren Strömungslinien S_i und auf äusseren Strömungslinien S_a dieses Flüssigkeitsstromes angeordnet, und die Düsen sind derart orientiert, dass die entsprechenden Ausspritzrichtungen eine horizontale, tangentiale Komponente R_t und eine horizontale, radiale Komponente R_r haben, wobei die radiale Komponente R_r der Düsen auf der inneren Strömungslinie S_i gegen aussen, die radialen Komponenten R_r der Lanzen auf den äusseren Strömungslinien S_a gegen innen gerichtet sind.

[0044] Mit der in der Figur 8 dargestellten Anordnung wird ein Hauptstrom zwischen den inneren und den äusseren Strömungslinien erzeugt, wodurch unerwünschte Verwirbelung im Bereiche der Strömungsfläche A und entlang der Behälterwand vermindert wird, was eine Energieeinsparung für die Pumpen bedeutet.

[0045] **Figur 9** zeigt eine schematische Darstellung eines Rohöltanks 1 mit einer Sedimentschicht 3 auf dem Grund des Tanks 1. Die Figur zeigt eine Variante des erfindungsgemässen Verfahrens und der erfindungsgemässen Vorrichtung für das Verflüssigen von Rohölsedimenten.

[0046] Die Lanzen 10 (in der Figur 9 ist beispielhaft nur eine Lanze eingezeichnet) besitzen nur eine oder eine kleine Zahl von Düsen 11 oder eine kurze dichte Düsenreihe an ihrem einen Ende sie und werden nicht in die Sedimentschicht eingeführt, sondern reichen nur bis unmittelbar über deren Oberfläche. Die Kreisstromschicht 5 streicht somit über die Sedimentoberfläche und erodiert diese und löst sie sukzessive auf. Während dem Abbau der Sedimentschicht 3 werden die Lanzen 10 schrittweise abgesenkt, bis sie den Boden erreichen, was beispielsweise bei einem Rohöltank mit schwimmendem Dach durch entsprechendes Absenken des Flüssigkeitsspiegels (Auspumpen von Rohöl) realisiert werden kann. Das eingedüste Fluid kann Rohöl aus dem oberen Teil der Kreisstromschicht 5, Frischflüssig-

keit oder Rohöl aus der oberen ruhenden Schicht 6 sein.

[0047] Wird Frischflüssigkeit oder Rohöl aus der Schicht 6 eingedüst ohne dass man der Kreisstromschicht 5 Fluid entnimmt, wird es im Bereich der Scherfläche zu einem Massenübergang kommen, da sonst die Kontinuitätsgleichung für die Schicht 5 nicht erfüllt wäre. Die ausgeprägte Scherfläche 30 könnte dann einen mehr oder weniger diffusen weniger ausgeprägten Übergangsbereich ausbilden.

[0048] **Figur 10** zeigt anhand eines schematischen Schnittes durch einen Teil eines Rohöltanks 1 eine weitere Variante des erfindungsgemässen Verfahrens und der erfindungsgemässen Vorrichtung für das Verflüssigen von Rohölsedimenten. Gezeichnet sind zwei Lanzen 10 mit einer Düsenreihe bestehend aus mindestens einer Düse 11, welche sich an dem dem Boden des Rohöltanks 1 zugewandten untersten Ende der Lanzen 10 befindet. Schematisch sind auch die Lanzenzuleitungen 20, die Pumpe 26 und die Ansaugstelle 21a dargestellt. Die Lanzen 10 stecken z.B. in den am schwimmenden Dach 4 vorhandenen Stelzenöffnungen und werden durch die Sedimentschicht 3 bis zum Boden des Tanks 1 hinuntergelassen und in dieser Position fixiert. Es braucht hier nicht speziell erwähnt werden, dass bei den realen immens grossen Rohöltanks eine grosse Menge solcher Lanzen zum Einsatz kommen.

[0049] Die eingedüste Flüssigkeit (hier Rohöl aus den oberen Schichten des Tanks 1) wird durch die Düsen 11 in die verdickte Rohölschicht gepresst, welche sich beim Kontakt mit Rohöl aus dem oberen Bereich des Tanks 1 sukzessive auflöst. Während dem sukzessiven Verflüssigen der Sedimentschicht 3 ragen einzelne Düsen 11 und mit der Zeit immer mehr Teile der Düsenreihen über die verbliebene Sedimentschicht 3 heraus und erzeugen unmittelbar über der Sedimentschicht eine Kreisstromschicht, welche den Abbau der Sedimente 3 noch zusätzlich beschleunigt. Ist die ganze Sedimentschicht 3 abgebaut, so bleiben am Boden nur die Fremdkörper in Form von beispielsweise Steinen oder Metallteilen, meist in Form von Rost, welche in einem separaten Arbeitsgang aus dem Tank entfernt werden müssen. Die Kreisstromschicht, die sich nun ungestört bilden kann, verhindert ein nochmaliges Bilden einer Sedimentschicht.

[0050] **Figur 11** zeigt schematisch eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens anhand einer Schnittzeichnung durch einen Rohöltank 1 mit einem hier stilisiert gezeichneten schwimmenden Dach 4, in welchem Tank 1 Rohöl 2 über einer Sedimentschicht 3 gelagert ist. Der Tank 1 sei mit einer Anzahl und Anordnung von Lanzen 10 bestückt, wie sie das erfindungsgemässe Verfahren zum Erzeugen einer Kreisstromschicht über der Sedimentschicht 3 verlangt. Als Beispiel ist in der Figur 11 nur eine Lanze 10 schematisch gezeichnet. Diese Lanzen reichen durch die Flüssigkeitsschicht 2 und die Sedimentschicht 3 bis in den Bereich des Tankbodens. Die Lanzen 10 weisen

Reihen von übereinander angeordneten Düsen 11 auf, welche Düsenreihen sich vom Tankboden zugewandten Ende der Lanzen 10 bis über die Sedimentschicht in die Flüssigkeitsschicht erstrecken. Die Lanzen sind derart ausgerichtet, dass sie über der Sedimentschicht 3 eine in der Figur 3 beschriebene Kreisstromschicht 5 erzeugen.

[0051] Die aus dem Behälter ragenden anderen Enden der Lanzen 10 sind mit einem Zufuhrsystem verbunden, das in der Figur schematisch durch eine Zuleitung 20, einen Verteiler 29, einer Pumpe 26 und einer Ansaugstelle 21a dargestellt ist. Zwischen der Ansaugstelle 21a und der Pumpe 26 kann ein Dreiweghahn 27 vorgesehen werden, der in eine Stellung gebracht werden kann, über die durch eine Frischflüssigkeitszuführung 38 Frischöl durch die Lanzen eingeführt werden kann. Natürlich haben Tanks dieser Art keine Ansaugstelle an der Behälterwand, diese wäre also beispielsweise durch ein Tauchrohr 21b zu realisieren. Die gezeichnete Ansaugstelle 21a soll nur illustrieren, wie, zur Erhaltung des Massengleichgewichtes, Rohöl aus der angetriebenen Schicht (die Kreisstromschicht) rückgedüst wird.

[0052] Vielfach haben Rohöltanks schwimmende Dächer, die auf der Flüssigkeitsoberfläche schwimmen und deren Abstand vom Tankboden mit dem Flüssigkeitsspiegel variiert. Damit ein derartiges schwimmendes Dach 4 sich nicht völlig auf den Tankboden absenken kann, ist es mit Stelzen versehen, auf welche sich das Dach abstützt, wenn das Flüssigkeitsniveau unter ein Minimum sinkt, das der Stelzenhöhe im wesentlichen entspricht. Es ist vorteilhaft diese Lanzen 10 durch die Öffnungen für diese Stelzen einzuführen und zu positionieren. Ein grosser Vorteil der erfindungsgemässen Vorrichtung ist es, dass sie sich einfach an die in den verschiedenen Ländern ungleichgrossen Öffnungen für diese Stelzen mit Hilfe eines der jeweiligen Norm angepassten Rohradapter 22 anpassen kann. Das Verwenden eines solchen sehr einfachen und billigen wartungsfreien Rohradapters erlaubt es unter Zuhilfenahme eines Lanzenadapters 23 für verschiedene Länder die gleichen Lanzen zu verwenden, was eine Anpassungsarbeit auf ein Minimum beschränkt. Einige dieser geschlitzten Adapterrohre 22 können dermassen verstärkt werden, dass sie die herausgenommenen Stelzen ersetzen können.

[0053] Die verfahrensgemässe Ausrichtung der Düsenrichtung bzw. Austrittsrichtung der Flüssigkeitsstrahlen der Lanzen kann auf verschiedenste Weise erfolgen. Hier wird diese Ausrichtung beispielsweise durch das Ausrichten einer festen Marke M am Rohradapter 22 an einer zum Schwimmdach invarianten Winkelskala 25 vorgenommen. Die Ausrichtung für das ganze Ensemble der Lanzen kann in einer Computersimulation optimiert werden. Gemäss dem errechneten Plan werden dann die Lanzen einzeln ausgerichtet und fixiert. Man kann dann auch mehrstufige Operationen vorsehen, bei welchen nach einer gewissen Zeit der

Einwirkung ein Teil oder alle Lanzen in eine andere Position zueinander gebracht werden, um Strömungen mit anderem Strömungscharakter zu erzielen. Dies beispielsweise bei komplizierteren Grundrissen.

[0054] Das Adapterrohr weist einen im wesentlichen der Länge der Düsenreihe angepassten Schlitz S auf, damit das Fluid beim Überlappen der Düsenreihe mit dem Adapterrohr dennoch ungehindert aus den Düsen austreten kann. Eine mögliche Führung zwischen dem Adapterrohr 22 und der Lanze 10 ist in der Figur 11 durch das Führungselement 13 eingezeichnet. Der Lanzenadapter 23 bildet das Übergangsglied zwischen den, je nach der geltenden Normierung, verschieden grossen Rohradaptern 22 und der Lanze 10, die man im wesentlichen unabhängig von der jeweiligen Normierung für die Stelzenöffnungen immer gleich gross im Durchmesser gestalten kann. Dies ist ein weiterer Punkt, warum diese Vorrichtung vergleichsweise sehr billig herstellbar ist.

[0055] Die Lanze kann sich, wenn dies erwünscht ist, relativ zum Adapterrohr 22 entlang ihrer Längsrichtung bewegen. So führen Schwankungen im Flüssigkeitspiegel des Tanks 1 nicht zu einem Verschieben der Lanzen 10 bzw. den an diesen Lanzen 10 angebrachten Düsenreihen relativ zum Tank 1 und der auf dem Tankboden liegenden Sedimentschicht 3. Das Lanzensystem passt sich auf diese einfachste Weise Flüssigkeitsniveauschwankungen im Tank 1 an. Es müssen keine aufwendigen Nachstellarbeiten vorgenommen werden, was dieses Verfahren auf einfachste Weise wiederum sehr wartungsfreundlich macht.

[0056] Die Lanzen 10 werden axial durch die Elemente 23 geführt und die im unteren Bereich der Lanzen 10 angebrachten Düsen 11 können mit Hilfe von hier im oberen Bereich der Lanze angebrachten Gewichtselemente 12 immer im Bereich des Tankbodens gehalten werden. Die Masse der Gewichtselemente 12 wird an die Masse der Lanze 10 angepasst und so gewählt, dass die Lanze 10 ohne weiteres Dazutun die Sedimentschicht 3 durchstossen kann bzw. dass die unteren Enden der Lanzen 10 auch dem Absenken oder Erhöhen des Flüssigkeitsniveau im Tank 1 im Bereich des Tankbodens verbleiben.

[0057] Figur 12 zeigt einen Schnitt durch eine mögliche Ausführungsform einer Lanze 10, der an ihr angebrachten Düse 11 und durch den Rohradapter 22. Die Ausführungsform der Düse 11 lässt ein Justieren der Düse mittels eines Kugelgelenks zu. Es ist hier möglich die Richtung des Flüssigkeitsstrahls 36 in einem bestimmten Ausmass zu beeinflussen. Am Lanzenrohr 10 ist ein Rohr mit Aussengewinde und einer Kugelpfanne 25 befestigt. Die eigentliche Kugeldüse 50 sitzt in der besagten Kugelpfanne und wird mittels der Überwurfmutter 51 in Position gehalten. Es ist von Vorteil, wenn die Ausmasse des Lanzen- Düsen- Systems die Innenausmasse des Rohradapters nicht übersteigen. So ist es jederzeit möglich die Lanzen aus dem Rohradapter herauszuziehen.

[0058] Es ist wichtig, dass sich die Position der Düse z.B. unter Einfluss von Vibrationen nicht verändert. Hierfür kann eine einfache Muttersicherung oder andere Mittel zur Verhinderung des Lösens der Ueberwurfmutter zum Einsatz kommen. Es kann von Vorteil sein, wenn die Oberfläche der Kugel und die der Gegenstücke an der Mutter 51 und am Bauteil 52 eine raue oder gar eine spezielle Oberfläche, bspw. mit Zähnen, aufweist, damit sich die Reibung zwischen der Kugeldüse 50 und den Gegenstücken an den Elementen 51 und 52 erhöht. Es kann sogar von Vorteil sein, wenn diese Elemente eine Oberfläche aufweisen, wie sie bei unbehandelten Stahlgusswerkstücken auftritt, aufweisen.

[0059] Es ist möglich die in Figur 12 abgebildeten Elemente mit einem Minimum an Genauigkeit zu fertigen. Die gezeichnete Ausführungsform verlangt, ausser beim Gewinde keinerlei speziell enge Toleranzen. Es ist also möglich eine sehr kostengünstige Fertigungsweise mit billigem Material (z.B. St-37, GGT) anzuwenden. Es versteht sich von selbst, dass der Querschnitt der Lanzen nicht unbedingt kreisröhrförmig sein muss. Es ist durchaus vorstellbar, dass der Querschnitt der Lanze 10, wie in Figur 15 beschrieben, viereckig sein kann oder sonst eine beliebige Rohrform haben kann, was weiter unten noch gezeigt wird.

[0060] **Figur 13** zeigt eine weitere Ausführungsform eines Lanzen- Düsen- Systems. Es handelt sich hier um eine Lanze 10 mit zwei in verschiedene Richtungen zeigende Düsenreihen 11.1 und 11.2. Die einzelnen Düsen oder mindestens eine von beiden in jeder Reihe, können natürlich wie z.B. in Figur 12 gezeigt verstellbar, oder aber wie hier gezeichnet starr ausgeführt werden. Die hier gezeigte Konstruktionsweise kann billigst mit Toleranzen im mm-Bereich mit Hilfe von Normprofilen einfach zusammengestellt werden.

[0061] **Figur 14** zeigt eine Ausführungsform eines weiteren Lanzen- Düsen- Systems, welches ein Einstellen der Düsen 11 um eine Einstellachse 63 erlaubt. Der Körper, der die eigentliche Düse 11 beinhaltet ist ein Wellenstück mit entsprechender Bohrung für die Düse 11 und zwei seitlich liegende Bohrungen mit Innengewinde, welche mit den entsprechenden Bohrungen am Rechteckrohrstück 61, welches an der Lanze befestigt ist, die Einstellachse 63 definieren. Auch hier ist es möglich ausschliesslich billige Normteile und Normprofile zu verwenden und mit Fertigungstoleranzen zu arbeiten, die weit weniger eng sind als im allgemeinen Maschinenbau üblich. Bei dieser Ausführungsform lässt sich um die Längsachse der Lanze über die Marke M auf der Skala 25 die Richtung der Düsen horizontal und um die Einstellachse 63 die Richtung der Düsen vertikal einstellen.

[0062] **Figuren 15 A,B,C** zeigen in Teilen A und montiert B eine weitere Ausführungsform eines Lanzen- Düsen- Systems nach dem gleichen Prinzip wie es in Figur 14 beschrieben ist. Diese Ausführungsform ist dahingehend vereinfacht worden, dass der Bearbeitungsaufwand bei der Fertigung der Lanzen so gering wie nur

möglich ausfällt. Alle verwendeten Elemente 60=Stangenmaterial, 61 = Hohlträger, 62=Schrauben 70=Platten und 71=U-Profil sind Normelemente oder lassen sich ganz einfach aus Normprofilen (z.B. Profile aus schweiszbarem Stahl, wie St-37) herstellen. Auf das U-Profil werden die Platten 71 und die Abschnitte 61 des Hohlträgers mit Schweisspunkten 72 befestigt, die gebohrten Düsen 60 eingeschraubt. Das Fussstück der Lanze wird mit einer Platte 71 abgeschlossen, obere Lanzenteil wird mit einer entsprechend langen Platte 71 als Seitenwand geschlossen und die Ansatz Elemente für die Flüssigkeit montiert und fertig ist die Lanze. Auch hier ist es möglich mit sehr weiten Fertigungstoleranzen zu arbeiten (Fig. 15C). Z.B. ist ein Spalt 73 von einigen mm zwischen der Scheibendüse 60 und dem Rechteckrohrstück 61 durchaus zulässig, weil dadurch das generelle Funktionieren der Lanze nicht wesentlich beeinflusst wird. Beim Zusammenschweissen der Einzelteile ist es genügend die einzelnen Elemente mit relativ kurzen Schweissstellen 72 und nicht mit aufwendigen geschlossenen Schweissnähten im Bereich der Düsenreihen zusammenzufügen.

[0063] **Figur 16** zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Lanze 10, welche aus einer die Düsen 11 enthaltenden relativ steifen Konstruktion und aus einem relativ flexiblen Schlauch 81, der via einer Schlauchkupplung 80 mit dem festen Lanzenteil 10 verbunden ist, Der feste Teil mit den Düsenreihen ist im Rohradapter 22 mit Hilfe der Lanzenadapter 23 und dem Führungselement 13 geführt. Das Adapterrohr 22, welches an die Normöffnungen des jeweiligen Landes angepasst ist, ist über die ganze Länge geschlitzt, um ein Einfahren oder Ausfahren der Lanze 10 von oben jederzeit zu ermöglichen. Der Vorteil einer solchen oder einer ähnlichen Bauweise liegt im Einsparen von Gewicht und darin, dass der steife Teil der Lanze wesentlich kürzer ausfallen kann als wenn die ganze Lanzenkonstruktion aus steifem Material besteht und somit wesentlich einfacher zu handhaben ist (Transport, Lagerung, Montage). Auch hier können Normteile für den steifen Lanzenteil mit der mindestens einen Düsenreihe und Normschläuche 81 mit, auf dem Markt schon erhältlichen Normkupplungen 80 verwendet werden.

[0064] Es muss darauf geachtet werden, dass die Länge L des steifen Lanzenteils grösser ist als die Differenz zwischen dem Maximalflüssigkeitsniveau H1 und dem Minimalflüssigkeitsniveau H0, um sicher zu sein, dass die Lanze 10 bei jedem Flüssigkeitsniveau durch das Adapterrohr 22 geführt wird.

[0065] **Figur 17A und B** zeigen zwei Ausführungsformen von Düsen welche geschlossen bzw. gesperrt werden können, damit kein ausgeprägter Fluidstrahl mehr aus der Düse 11 austreten kann. In Figur 17A ist eine Ausführungsform mit dem Prinzip gezeigt, wie es zu den Figuren 14 und 15 beschrieben ist gezeichnet. Die Scheibendüse 60 ist in einer Position fixiert, in der sich kein ausgeprägter Flüssigkeitsstrahl mehr ausbilden kann. Die Scheibendüse 60 in der eingezeichneten Po-

sition kann die Düse aber nicht vollständig dicht absperren. Es kann eine gewisse Quantität an Fluid trotzdem entweichen. Da das erfindungsgemässe Verfahren unfällig auf solche kleinen Störungen ist, kann ein solches unvollständiges Absperren einer Düse durchaus toleriert werden. Es ist natürlich klar, dass Düsen auch mit anderen einfachen Mitteln geschlossen werden können. Es können z.B. Deckel an den Düsenöffnungen angebracht werden oder eine Rohrdüse 55 kann, wie in Figur 17B dargestellt, z.B. mit Hilfe eines Deckels in Form eines Überwurfmutterdeckels 56 abgedichtet werden.

[0066] Figur 18 zeigt schematisch eine Ausführungsform von Lanzen 10 mit zwei Düsenreihen, welche Düsen 11.1 bzw 11.2 im wesentlichen in entgegengesetzte Richtungen zeigen. Die primäre Düsenreihen der einzelnen Lanzen 10 mit den Düsen 11.1 sind so angeordnet, dass sie ein Kreisstrom um die Behälterhauptachse 34 in der unteren Schicht 5 ausbilden. Die sekundäre Düsenreihen der Lanzen 10 mit den Düsen 11.2, welche sich unmittelbar über der Scherfläche 5 befinden und mindestens eine Düse 11.2 enthalten, zeigt im wesentlichen in die Gegenrichtung der primären Düsenreihen, d.h. das durch diese Düsen 11.2 ausgedüste Fluid wird die Flüssigkeitsmasse direkt über der Scherfläche 30 und zur Unterstützung dieser in die der Kreisstromschicht 5 entgegengesetzte Richtung bewegen. Diese sekundären Düsenreihen sind meist wesentlich kleiner, d.h. enthalten weniger Düsen als die primären Düsenreihen.

[0067] Wie schon gesagt wird es in der Praxis schwierig sein, wegen der inneren Reibung im Fluid, eine ideale Scherfläche zu erzeugen. Die in Figur 18 gezeigte Ausrichtung der sekundären Düsen 11.2 aber können die Ausbildung einer solchen ausgeprägten Scherfläche deutlich erleichtern. Ist eine sehr dicke Schicht 6 über der Kreisstromschicht 5, so kann es, energetisch betrachtet, von Vorteil sein, dass eine Bewegung der Schicht 6 durch das oben beschriebene Ausbilden einer ausgeprägten Scherfläche verhindert wird.

[0068] Figur 19 zeigt schematisch das Prinzip einer Ausführungsform von Lanzen mit Ansaugstellen 21a. Es ist von Vorteil, wenn Ansaugstellen für das beschriebene System als, durch das Dach des Tanks eingesteckte Tauchrohre 21b, ausgeführt werden. Es kann von Vorteil sein, um den Kreisstrom nicht zu stören, mehrere Ansaugstellen 21a derart zu gestalten, dass sie sogar einen gewissen Beitrag zur Ausbildung und Aufrechterhaltung der Strömung liefern. Die Ansaugrohre 21b können z.B. wie in der Figur gezeichnet, ähnlich wie die Lanzen übereinander angeordnete Ansaugöffnungen 21a aufweisen, die dergestalt in die Kreisstromschicht eingeführt werden, dass solche Reihen der Ansaugöffnungen 21a im wesentlichen stromabwärts gerichtet sind. Durch das Ansaugen der Flüssigkeit wird diese beschleunigt bzw. bewegt. Durch den Einsatz solcher Tauchrohre 21b kann also, ähnlich wie mit den Lanzen, gerichtete Bewegungsenergie in das

Fluid eingebracht werden und somit der Wirkungsgrad des gesamten Systems erhöht werden.

[0069] Figur 20 zeigt in Diagrammform qualitativ das erfindungsgemässe Verfahren zum Abbau einer Sedimentschicht in einem Rohöltank. Die Abbildung dient zum besseren Verständnis des Verfahrens und ist rein qualitativ. Es werden folgende vereirachende Annahmen getroffen:

- 5 - Es wird während dem ganzen Verfahren kein Frischfluid zugeführt.
- Die Kreisstromschicht sei eine ideale reibungsfreie Strömung, welche eine ideale Scherfläche zur Folge hat.
- 15 - Die Umwälzung der Flüssigkeit geschieht nur in der Kreisstromschicht, d.h. Das Fluid, das in die Sedimentschicht und in die Kreisstromschicht eingedüst wird, stammt aus dem oberen Bereich der Kreisstromschicht.
- 20 - Dem Diagramm liegt die Ausführungsvariante und die Ausführungsart des Verfahrens gemäss Figur 11 zugrunde.

[0070] Die Achsen des Diagramms sind wie folgt beschrieben: t bezeichnet die Zeitachse, h beschreibt die Höhe über dem Tankboden und k steht für die Sedimentkonzentration. Das Diagramm beinhaltet drei wichtige Bereiche. Erstens den Bereich 98, welcher die eigentliche Sedimentschicht beschreibt, zweitens den Bereich 97, welcher die Verhältnisse in der idealen Kreisstromschicht wiedergibt und drittens den Bereich 96, welcher die ruhende Schicht über der Kreisstromschicht beschreibt.

[0071] Da diese ruhende Schicht durch die ideale Scherfläche von der Kreisstromschicht abgeschirmt ist, d.h. im wesentlichen keine Massenströme diese Schicht verlassen oder in diese eintreten, wird sich auch mit der Zeit nichts am Sedimentkonzentrationsverlauf ändern. Die Flächen 90, welche eine Horizontalfäche ist und die Sedimentkonzentration k an der Fluidoberfläche repräsentiert und die Fläche 91, welche die Sedimentkonzentration k über der Höhe der ruhenden Schicht bis hin zur Scherfläche beschreibt, bleiben konstant, d.h. die Verläufe ändern mit der Zeit t nicht.

[0072] Die horizontale Fläche 92 repräsentiert die Sedimentkonzentration in der Scherfläche. Die dazugehörige Höhe h ist gleich der Höhe der Scherfläche über dem Tankboden. Es ist ersichtlich, dass sich die Sedimentkonzentration k mit der Zeit in dieser Schicht ändert. Dies kommt davon, weil sich die Konzentration k in der Kreisstromschicht mit der Zeit durch das Auflösen der Sedimentschicht stetig erhöht, was auch durch die Fläche 93 beschrieben wird, die die Konzentration k in der Kreisstromschicht über der Höhe derselben visualisiert.

[0073] Die horizontale Fläche 94 repräsentiert die

Konzentration k in der Sedimentschicht. Die dazugehörige Höhe h nimmt mit der Zeit ab und ist gleich der mittleren Höhe der Sedimentschicht zum jeweiligen Zeitpunkt t . Das Ziel des Verfahrens ist, die verdickte Sedimentschicht aufzulösen. Dies wird nach einer gewissen Zeit t_3 erreicht und die Flächen 94 und 95 verschwinden zu diesem Zeitpunkt.

[0074] Stammt das eingedüste Fluid, wie in Figur 20 beschrieben, aus der Kreisstromschicht selber, so entsteht ein Massengleichgewicht in dieser sich bewegenden Schicht, d.h. man kann von einem Umwälzvorgang sprechen. Wird Flüssigkeit von der über der Kreisstromschicht liegenden ruhenden Schicht durch die Lanzen und die darauf angebrachten Düsenreihen eingedüst, so muss, wird der Kreisstromschicht nicht wieder eine entsprechende Menge an Fluid kontinuierlich entnommen, ein Massenfluss in den Bereich über der Kreisstromschicht entstehen, welcher Massenfluss die Bildung einer ausgeprägten Scherfläche am oberen Rand der Kreisstromschicht erschweren kann.

[0075] Energetisch wird es von Vorteil sein, wenn die eingedüste Fluidmasse aus der Kreisstromschicht entnommen wird, da so die Kontinuitätsgleichung in der Kreisstromschicht erfüllt ist. Je dünner die zu erzeugende Kreisstromschicht ist, desto weniger Masse muss in Bewegung gebracht werden und desto weniger Energie wird dafür benötigt. Es ist also von Vorteil, die Kreisstromschicht, bspw. durch Heben und Senken des Tauchrohres zur Entnahme von einzudüsendem Fluid so dünn als möglich auszubilden.

[0076] Bei einer bevorzugten Variante des Verfahrens wird nur so viel Masse wie nötig als Kreisstromschicht 5 in Bewegung gesetzt, nämlich soviel Rohölvolumen, wie benötigt wird, um die vorhandene Sedimentmasse 3 darin auflösen zu können. Ein solches Minimalvolumen wird bestimmt vom maximalen Aufnahmevermögen der eingedüsten Flüssigkeit an Sedimentmaterial. Mit Hilfe dieses Sättigungswertes kann das minimale Kreisstromschichtvolumen und damit, bei bekannter Grundfläche des Rohöltanks die Dicke welcher Schicht im Falle der besagten Kreisstromschichtumwälzung bestimmt werden. Da bei dieser Umwälzung Fluid z.B. aus dem oberen Bereich 6 der Kreisstromschicht 5 durch die Düsen 11 über, und/oder in die Sedimentschicht 3 eingedüst wird, verbleibt das aus der Sedimentschicht herausgelöste Material im wesentlichen in der Kreisstromschicht 5. Die Sedimentschicht 3 wird allmählich aufgelöst und die Konzentration des im Rohöl gelösten Sedimentmaterials steigt bis zum vollständigen Verschwinden der Sedimentschicht 3. Ist der Sättigungswert des Rohöls vorher erreicht, so wird sich die verbleibende Sedimentschicht 3 nicht mehr weiter auflösen.

[0077] Die Länge der Düsenreihen der Lanzen 10 entspricht im wesentlichen der Dicke der Kreisstromschicht 5, und kann dieser minimalen berechneten Dicke angepasst werden, indem Lanzen 10 mit entsprechend langen Düsenreihen eingesetzt werden. Um Spezialanfertigungen solcher Lanzen 10 zu umgehen, können die

einzelnen Düsen 11 verschliessbar gestaltet werden, d. h. es werden die oben beschriebenen Mittel vorgesehen, die das Ausströmen von Flüssigkeit durch gezielt ausgewählte Düsen 11 verhindern. Es ist somit möglich, dass nur ein unterer, an die gewünschte Dicke der zu erzeugenden Kreisstromschicht angepasster Teil der Düsen 11 einer Düsenreihe aktiv ist, und der entsprechende obere Teil geschlossene oder gesperrte Düsen 11 aufweist. Die Lage der Ansaugstelle 21, kann mit Hilfe eines in der Höhe verstellbaren Tauchrohrs im Dach 4 des Tanks 1 ausgeführt und an die jeweilige Dicke der Kreisstromschicht 5 angepasst werden.

[0078] Mögliche weitere Varianten der beschriebenen Varianten des erfindungsgemässen Verfahrens und der erfindungsgemässen Vorrichtung sind beispielsweise die folgenden:

Die Lanzen besitzen Düsen verschiedener radialer Ausrichtung, wobei die Ausrichtung jeder Düse die gegebenen Bedingungen zur Strömungsbildung erfüllt.

Die Lanzen können mit Verzweigungen gebaut werden.

- Die Düsen sind an Druckschläuchen angeordnet und die Schläuche zur Halterung in Führungsrohren mit geschlitzten Austrittsfenstern für die Düsen eingeführt. Dies ermöglicht leichte Durchmesseranpassungen an die vorhandenen Stelzenöffnungen, während der die Düsen tragende Teil in Normgrösse gehalten werden kann. Dies verbilligt die Herstellung der Lanzen zusätzlich.

- Das Verfahren wird nicht zur Entfernung des Sedimentes sondern zur Verhinderung einer Sedimentation eingesetzt, dadurch, dass die Lanzen in vorhandene Stelzen montiert bleiben und periodisch Flüssigkeit daraus ausgestossen und die Strömung temporär aufgebaut wird.

[0079] Das Diagramm in Figur 20 beschreibt ein System mit idealer Kreisstromschicht, d.h. mit einer ausgeprägt ausgebildeten Scherfläche. Es ist natürlich klar, dass in Wirklichkeit Schubspannungen in der Scherfläche aufgebaut werden und diese durch die innere Reibung im Fluid bis in die "ruhenden Schichten 6" weitergeleitet werden. In Wirklichkeit wird sich auch in den Schichten 6 ein Geschwindigkeitsprofil einstellen, d.h. die als ruhende Schichten 6 bezeichneten Fluidmassen werden sich auch leicht bewegen. Das Modell der idealen Kreisstromschicht wird jedoch in der Diskussion dieser Erfindung zum besseren Verständnis und zur Vereinfachung als Grundlage genommen.

[0080] Die hauptsächlichen Vorteile des erfindungsgemässen Verfahrens gegenüber dem Stande der Technik bestehen darin, dass die zu seiner Durchführung notwendige Vorrichtung ohne im Betrieb bewegte

Teile unter der Flüssigkeitsoberfläche auskommt. Im wesentlichen beinhaltet nur die Pumpe im Betrieb bewegte Teile. Es sind auch keine Vorkehrungen zur Rotation der Lanzen während des Verfahrens nötig. Die Lanzen sind sehr einfach in der Bauweise und dadurch kostengünstig und ohne grosse Präzision herstellbar (Toleranzen im mm-Bereich). Die Anlage kann aus billigem Material, z.B. Stahl-37 bestehen. Wegen der Einfachheit der Bauweise sind die erfindungsgemässen Lanzen vom Gewicht her viel leichter als Drehlanzen und dadurch einfacher in der Handhabung weniger anfällig auf mechanische Beschädigung z.B. bei der Montage, dem Transport oder der Lagerung. Die erfindungsgemässen Lanzen sind sehr einfach montierbar, sehr einfach im Betrieb und sie brauchen keine besondere Pflege.

[0081] Durch die weitgehende Vermeidung unnötiger Verwirbelung, was man bei Drehlanzen allerdings bis heute als vorteilhaft erachtet, kann erheblich Pump-Energie gespart werden, was sich in leichteren mobilen und billigeren Einheiten von Pumpen, Motoren und sonstigen Equipments zeigt; dazu kommen noch die weniger gewichtigen Lanzen, was die Mobilität unterstützt. Ferner ist es klar, dass bei diesen Anordnungen, sei es die Vorrichtung (Lanze), sei es das Verfahren (Düsenausrichtung), keine Präzision erforderlich ist. Die ganze Technik ist eine rundum robuste und umfasst, wie schon gesagt, kostengünstige Lanzen und eine sehr einfache Arbeitsweise des Verfahrens zur Erzielung des gewünschten Effektes.

[0082] Vorteilhaft ist auch, dass man den Tank nicht entleeren muss. Sobald eine grössere Sedimentschicht festgestellt wird, kann man die Lanzen bei gegebenem Flüssigkeitspegel installieren und die Strömung generieren. Währenddessen bleibt der Tank voll operativ, man kann weiter Rohöl zu- oder abführen. Durch das relativ leichtgewichtige Equipment und die Möglichkeit des Einsatzes von genormten, d.h. von vielen identischen Lanzen für verschiedene Anlagen, ist das System sehr anpassungsfähig, was sich z.B. darin äussert, dass Lanzen von verschiedenen Anlagen miteinander kombiniert oder ausgetauscht werden können. Sehr vorteilhaft ist auch die Tatsache, dass das Verfahren auch ohne eine komplizierte und teure Steuerung oder Regelung bestens funktionieren kann.

[0083] Das erfindungsgemässe Verfahren, um in verdicktem Rohöl bzw. aus dessen schlammigen bis kompakten Sedimenten in Behältern, in denen Rohöl gelagert und/oder transportiert werden, gebundenes Rohöl zurückzugewinnen, indem das Sediment mit Rohöl oder Raffinerieprodukten als Lösungsmittel behandelt und mindestens teilweise verflüssigt und zurückgelöst wird, wobei das Lösungsmittel aus Düsen ausgepresst wird, um eine Strömung auszubilden, welche das Sediment erodiert und soweit auflöst, als es auflösbar ist, zeichnet sich im wesentlichen dadurch aus, dass eine Vielzahl zielgerichtete aus Lösungsmittel bestehende Flüssigkeitsstrahlen aus feststehenden und entsprechend fix

ausgerichteten Düsen erzeugt werden, welche Düsen so ausgerichtet sind, dass die Flüssigkeitsstrahlen das umliegende Medium abschnittsweise in eine gemeinsame Richtung antreiben und in Bewegung setzen und sich mit diesem zu einer gemeinsamen Strömung vereinigen.

[0084] Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens besteht im wesentlichen aus einem Hohlkörper, einem Anschluss zur Einführung einer Flüssigkeit und weist für den Austritt dieser Flüssigkeit Düsen auf, durch die die Flüssigkeit unter Druck ausstossbar ist, wobei über einen Teil ihrer Länge eine Mehrzahl von im Abstand radial fest angeordneten Düsen vorgesehen sind und dass diese Düsen derart ausrichtbar oder ausgerichtet sind, dass sich damit, mindestens ein Teil davon gemeinsam, im wesentlichen parallel zueinandergeordnete Flüssigkeitsstrahlen erzeugen lassen.

[0085] Eine Anordnung von Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens in einem Behälter ist erfindungsgemäss derart, dass je eine Mehrzahl von Düsen auf je einer Strömungslinie eines Strömungslinienpaares (S_i/S_a) des zu erzeugenden oder erzeugten Flüssigkeitsstromes in Paaren positioniert ist und dass sie derart ausgerichtet sind, dass die horizontale, radiale Komponente (R_r) der Einspritzrichtung der Düsen auf jeder der beiden Strömungslinien in spitzem Winkel gegeneinander und zwischen ein stromabwärts folgendes Düsenpaar gerichtet sind, wobei die Flüssigkeitsstrahlen das umliegende Medium in eine gemeinsame Richtung antreiben und sich mit diesem zu einer gemeinsamen Strömung vereinigen können und dass eine oder mehrere Pumpen an die Lanzen angeschlossen sind und diese mit Flüssigkeit versorgen, und dass ein oder mehrere Tauchrohre zur Versorgung der Pumpe/n mit Flüssigkeit so angeordnet sind, dass sie mit der Ansaugseite in die zur Strömung vorgesehene Schicht ragen oder dass Anschlüsse zum Ansaugen von Flüssigkeit ausserhalb der genannten Schicht vorgesehen sind.

Patentansprüche

1. Verfahren, um in verdicktem Rohöl bzw. aus dessen schlammigen bis kompakten Sedimenten in Behältern, in denen Rohöl gelagert und/oder transportiert wird, gebundenes Rohöl zurückzugewinnen, indem das Sediment mit Rohöl oder Raffinerieprodukten als Lösungsmittel behandelt und mindestens teilweise verflüssigt und zurückgelöst wird, wobei das Lösungsmittel aus Düsen (11) ausgepresst wird, um eine Strömung (37) auszubilden, welche das Sediment (3) erodiert und soweit suspendiert bzw. auflöst, als es suspendierbar bzw. auflösbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vielzahl zielgerichteter, aus Rohöl oder dessen Derivaten bestehender Flüssigkeitsstrahlen aus in den Tank (1) mit Rohöl eingetauchten Lanzen in der Form von Hohlkörpern (10) mit übereinander angeordneten Düsen

- (11) erzeugt werden, wobei die Düsen (11) wahlweise zueinander so angeordnet und ausgerichtet sind, dass in den übereinander angeordneten, den Düsen zuzuordnenden Schichten (5) die Flüssigkeitsstrahlen derart ausgestossen werden, so dass das umliegende Medium zu einer gemeinsamen Strömung (37) angetrieben wird, wodurch der Flüssigkeitsinhalt des Behälters in eine gleichsinnig strömende Bewegung versetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Flüssigkeit über dem Sediment (3) ein im wesentlichen horizontal strömender Flüssigkeitsstrom erzeugt wird, indem die einzuspritzende Flüssigkeit aus einer Mehrzahl von Düsen (11), die strömungsmässig gleichsinnig angeordnet sind, in das über dem Sediment (3) stehende Rohöl (2) eingedüst wird, wobei die Einspritzrichtung (R) aller Düsen in gleichsinniger Strömungsrichtung im wesentlichen horizontal oder leicht gegen den Behälterboden gerichtet ist und eine horizontale, zum Behälterradius tangentielle Komponente (R_t) aufweist, die tangential zu einer Strömungslinie des Flüssigkeitsstromes und in Strömungsrichtung ausgerichtet ist.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** über dem Sediment (3) ein im wesentlichen horizontaler, mehr oder weniger in sich geschlossener Flüssigkeitsstrom erzeugt wird, dadurch dass die Flüssigkeit aus einer Mehrzahl von Düsen (11), die über der Sedimentoberfläche angeordnet sind, in das über dem Sediment (3) stehende Rohöl (2) eingespritzt wird, wobei die Einspritzrichtung (R) aller Düsen in einem Winkel von 0 bis 10 Grad gegen die Senkrechte nach unten gerichtet ist und eine horizontale, tangentielle Komponente (R_t) aufweist, die tangential zu einer Strömungslinie des Flüssigkeitsstromes und in Strömungsrichtung ausgerichtet ist.
 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einspritzrichtung (R) mindestens eines Teils der Düsen (11) auch eine horizontale, radiale Komponente (R_r) hat, die kleiner ist als die horizontale tangentielle Komponente (R_t).
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch eine Mehrzahl entsprechend positionierter Ausflussstellen eine in sich geschlossene, im wesentlichen horizontale Flüssigkeitsströmung in Form eines Kreisstroms um eine Strömungszentrum (34) erzeugt wird.
 6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine vorbestimmte Schicht (5) in der Flüssigkeitssäule des Behälters zu einem Kreisstrom angeregt wird, der zu anderen Abschnitten bzw. Schichten (6, 6.1, 6.2) eine Scherfläche (30, 30.1, 30.2) ausbildet derart, dass diese anderen Abschnitte (6, 6.1, 6.2) keinen wesentlichen Strömungseinfluss erfahren und ihrerseits zu strömen beginnen.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Strömung antreibende Flüssigkeit aus der Schicht mit dem Kreisstrom entnommen wird.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flüssigkeit Rohöl oder ein Raffinerieprodukt ist und eine gleiche oder kleinere Konzentration an höhermolekularen Bestandteilen aufweist als das über dem Sediment (3) stehende Rohöl (2).
 9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, welche Vorrichtung im wesentlichen mindestens eine Lanze in der Form eines Hohlkörpers (10) ist, einen Anschluss zur Einführung einer Flüssigkeit und für den Austritt dieser Flüssigkeit Düsen (11) aufweist, durch die die Flüssigkeit unter Druck ausstossbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** über einen Teil der Länge des Hohlkörpers (10) eine Mehrzahl von im vertikalen Abstand im wesentlichen in die gleiche Richtung weisende Düsen (11) vorgesehen sind, durch die sich im wesentlichen parallele Flüssigkeitsstrahlen erzeugen lassen und dass die Vorrichtung Mittel (25) zur Schwenkung des Hohlkörpers (10) um seine Längsachse aufweist.
 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düsen (11) eine Vorrichtung zum Verändern der Ausstossrichtung aufweisen und an im wesentlichen senkrecht in den Behälter einführbaren, hohlen, die Flüssigkeit führenden Lanzen (10) angeordnet sind.
 11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die senkrecht stehende, auf dem Behälterboden zugeordneten Teil ruhende Vorrichtung eine Einspritzrichtung (R) jeder Düse (11) aufweist, die horizontal oder im Winkel nach unten ausrichtbar ist und senkrecht zu einer Flüssigkeitsoberfläche in dieser eine horizontale, tangentielle Komponente (R_t) bewirkt, die tangential zu einer Strömungslinie des anzutreibenden Flüssigkeitsstromes und in Strömungsrichtung ausgerichtet ist und grösser ist als eine horizontale, radiale Komponente (R_r).
 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lanzen in der Form eines Hohlkörpers (10) an ihrem dem Behälterboden zugeordneten Ende der Länge nach ver-

teilt, mindestens eine Reihe von im Abstand zueinander angeordneten Düsen (11) aufweisen, welche Anordnung von Düsen sich über eine Länge 2 und 5 Metern erstreckt, sodass ein Teil der Düsen (11) bei auf dem Behälterboden aufgesetzten Lanze (11) oberhalb der Sedimentoberfläche positionierbar ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Lanzen in der Form eines Hohlkörpers (10) eine Führung (22) zugeordnet ist, die mindestens im Austrittsbereich der Düsen geschlitzt ist, in welche Führung die Lanzen (10) angeordnet sind und über diese Führung (22) um ihre Längsachse zur Ausrichtung der Düsen (11) im Behälter dreh- und einstellbar sind.
14. Anordnung von Vorrichtungen gemäß den Ansprüchen 9 bis 13 in einem Behälter zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 derart, dass je eine Mehrzahl von Düsen (11) auf je einer Strömungslinie eines Strömungslinienpaares (S_i/S_a) des zu erzeugenden oder erzeugten Flüssigkeitsstromes in Paaren positioniert ist und dass sie derart ausgerichtet sind, dass die Düsen (11) auf jeder der beiden Strömungslinien in spitzem Winkel gegeneinander und gegenüber einem stromabwärts folgenden Düsenpaar ausgerichtet sind, wodurch das umliegende Medium in eine gemeinsame Richtung antreibbar ist.
15. Anordnung von Vorrichtungen gemäß Anspruch 14 derart, dass je eine Mehrzahl von Düsen (11) auf je einer Strömungslinie eines Strömungslinienpaares (S_i/S_a) des zu erzeugenden oder erzeugten Flüssigkeitsstromes in Paaren positioniert ist und sich mit diesem zu einer gemeinsamen Strömung vereinigen können und dass eine oder mehrere Pumpen (26) an die Lanzen in der Form eines Hohlkörpers (10) angeschlossen sind und diese mit Flüssigkeit versorgen, und dass ein oder mehrere Tauchrohre (21b) zur Versorgung der Pumpe/n (26) mit Flüssigkeit so angeordnet sind, dass sie mit der Ansaugseite (21a) in die zur Strömung vorgesehene Schicht (5) ragen oder dass Anschlüsse zum Ansaugen von Flüssigkeit ausserhalb der genannten Schicht (5) vorgesehen sind.

Claims

1. Method for recovering crude oil from thickened crude oil or from sludgy to compact sediments of crude oil in vessels in which crude oil is stored and/or transported, by treating the sediment with crude oil or refinery products as solvent and at least partly liquefying and dissolving it, wherein the solvent is pressed out of nozzles (11) in order to form a current

(37) which erodes the sediment (3) and dissolves or suspends it as far as it can be dissolved or suspended, **characterized in that** a plurality of directed liquid jets of crude oil or of derivatives thereof is created, the jets being ejected from nozzles (11) on lances (10) in the form of hollow bodies (10) with superposed nozzles (11), which lances (10) are immersed in the tank (1) of crude oil, which nozzles (11) are at choice orientated such that in similar and superimposed zones the liquid jets (R) are ejected such that between them the surrounding medium gradually unites to form a joint current (37), as a result of which the content of liquid in the vessel is brought into a flowing movement in a same direction.

2. Method according to claim 1, **characterized in that** a liquid current flowing substantially horizontally is created in the liquid above the sediment layer (3) by injecting the liquid to be injected into the crude oil (2) resting above the sediment (3) from a plurality of nozzles (11) directed in the same sense, wherein the injection direction (R) of all nozzles is substantially horizontal or slightly inclined towards the floor of the vessel and comprises a horizontal component (R_t) tangential to the radius of the vessel which component is tangential to a current line of the liquid current and pointing in the current sense.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** above the sediment layer (3) a substantially horizontal liquid current more or less closed in itself is created by injecting the liquid from a plurality of nozzles (11) arranged above the surface of the sediment into the liquid resting above the sediment (3), wherein the injection direction (R) of all the nozzles is directed downward at an angle of 0 to 10 degrees in relation to the vertical and comprises a horizontal, tangential component (R_t) which is orientated tangentially to a current line of the liquid current and in the current sense.
4. Method according to claim 2 or 3, **characterized in that** the direction of injection of at least part of the nozzles also has a horizontal, radial component (R_r) which is smaller than the horizontal, tangential component (R_t).
5. Method according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** a substantially horizontal liquid current in form of a circular current around a current center (34) is created by a plurality of correspondingly positioned ejection points.
6. Method according to claim 5, **characterized in that** a predetermined layer (5) in the liquid column of the vessel is stimulated to a circular current which forms a shear plane (30, 30.1, 30.2) to other sections or

layers (6, 6.1, 6.2) such that these other sections (6, 6.1, 6.2) are substantially undisturbed by the current and start flowing themselves.

7. Method according to one of claims 1 to 6, **characterized in that** the liquid driving the current is taken from the layer with the circular current. 5
8. Method according to one of claims 1 to 6, **characterized in that** the liquid is crude oil or a refinery product and has a same or a smaller concentration of components of higher molecular weight than the crude oil (2) positioned above the sediment (3). 10
9. Device for carrying out the method according to one of claims 1 to 8, which device is substantially at least one lance in form of a hollow body (10), comprises a connection for supplying it with a liquid and nozzles for ejecting the liquid under pressure, **characterized in that** via a part of the length of the hollow body (10) a plurality of vertically distanced nozzles (11) are provided, being directed in the same sense, through which substantially parallel liquid jets can be created and that the device further comprises means (25) for rotating the hollow body (10) on its longitudinal axis. 15 20 25
10. Device according to claim 9, **characterized in that** the nozzles (11) comprise means for changing the direction of ejection and are arranged on substantially vertical, hollow, pipe shaped lances (10) to be introduced into the vessel. 30
11. Device according to claim 9 or 10, **characterized in that** the vertically arranged device resting on the part facing the floor of the vessel has an ejection direction (R) of each nozzle (11) orientatable horizontally or downward at an angle and effects a horizontal, tangential component (R_t), which is orientated tangentially to a current line of the liquid current to be driven and is larger than a horizontal, radial component (R_r). 35 40
12. Device according to one of claims 9 to 11, **characterized in that** the lances (10) in form of hollow bodies comprise on their ends facing the floor of the vessel at least one row of nozzles (11) extending over the lance length, the nozzles being arranged at a distance from each other, which nozzle row has a length of between 2 and 5 meters, such that part of the nozzles (11) are positioned above the sediment surface when the lance rests on the floor of the vessel. 45 50
13. Device according to one of claims 9 to 12, **characterized in that** a guide (22) is allocated to each of the lances in form of hollow bodies (10), the guide being slotted at least in the outlet region of the noz-

zles and the lances (10) being arranged in the guide (22) and being adjustable for nozzle orientation with the guide by being pivotable around their longitudinal axis.

14. Arrangement of devices according to claims 9 to 13 in a vessel for carrying out the method according to claim 1, wherein a plurality of nozzles (11) is positioned in pairs on each current line of a pair of current lines (S_i/S_a) of a created liquid current or of a current to be created and wherein the nozzles are orientated such that the nozzles (11) are orientated on each of the two current lines in an acute angle to each other and in relation to a pair of nozzles following downstream, which makes the surrounding medium drivable in a common direction.
15. Arrangement of devices according to claim 14 such that a plurality of nozzles (11) is positioned in pairs on each current line of a pair of current lines (S_i/S_a) of a created liquid current or of a current to be created and can unite with it to form a joint current and that one or several pumps (26) are connected to the lances in form of hollow bodies (10) and supply these with liquid and that for supplying the pump/s (26) with liquid, one or several immersion pipes (21) are arranged with their suction side (21a) immersed in the layer (5) to be made to flow or connections for sucking liquid from outside of said layer are provided.

Revendications

1. Procédé de récupération de pétrole brut lié, dans du pétrole brut épaissi ou dans des sédiments boueux ou compacts de pétrole brut, dans des conteneurs dans lesquels du pétrole brut est stocké et/ou transporté, et ce, en traitant et au moins en liquéfiant partiellement et en rediluant le sédiment avec du pétrole brut ou des produits de raffinage utilisés en tant que solvant, le solvant étant éjecté hors de buses (11) pour former un écoulement (37), lequel érode le sédiment (3) et le met en suspension ou le dissout autant qu'il peut être mis en suspension ou dissout, **caractérisé en ce qu'**une pluralité de jets de liquide ayant un but bien précis et constitués de pétrole brut ou de dérivés de ce dernier sont produits par des lances ayant la forme de corps creux (10) et comportant des buses disposées les unes au-dessus des autres (11) plongées dans le réservoir (1) de pétrole brut, les buses (11) étant facultativement disposées et orientées les unes par rapport aux autres de telle manière que, dans les couches (5) disposées les unes au-dessus des autres et associées aux buses, les jets de liquide soient émis de telle sorte que le fluide environnant est entraîné dans un écoulement commun (37), ce

qui a pour effet de mettre en mouvement dans un même sens le contenu liquide du conteneur.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** courant de liquide s'écoulant sensiblement horizontalement est produit dans le liquide au-dessus du sédiment (3), et ce, en injectant, dans le pétrole brut (2) se trouvant au-dessus du sédiment (3), le liquide à injecter hors d'une pluralité des buses (11) qui sont disposées dans le même sens en ce qui concerne l'écoulement, la direction d'injection (R) de toutes les buses étant dirigée dans un même sens d'écoulement sensiblement horizontal ou légèrement vers le fond du conteneur et comportant une composante horizontale (R_h) tangentielle au rayon du conteneur, qui est orientée tangentiellement à une ligne d'écoulement du courant de liquide et dans le sens d'écoulement. 5
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'il** est produit, au-dessus du sédiment (3), un courant de liquide plus ou moins fermé sur lui-même et sensiblement horizontal du fait que le liquide est injecté hors d'une pluralité des buses (11) qui sont disposées au-dessus de la surface du sédiment, dans le pétrole brut (2) se trouvant au-dessus du sédiment (3), la direction d'injection (R) de toutes les buses étant dirigée vers le bas en faisant un angle de 0 à 10 degrés par rapport à la verticale et comportant une composante tangentielle horizontale (R_h) qui est orientée tangentiellement à une ligne d'écoulement du courant de liquide et dans le sens d'écoulement. 10 20 25 30
4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la direction d'injection (R) d'au moins une partie des buses (11) possède également une composante radiale horizontale (R_r) qui est plus petite que la composante tangentielle horizontale (R_h). 35 40
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que**, grâce à une pluralité de points d'effluence placés de manière appropriée, un écoulement de liquide fermé sur lui-même et sensiblement horizontal ayant la forme d'un courant circulaire autour d'un centre d'écoulement (34) est produit. 45
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'une** couche prédéfinie (5) de la colonne de liquide du conteneur est stimulée de manière à être animée d'un courant circulaire qui, par rapport à d'autres sections ou couches (6, 6.1, 6.2), forme une surface de cisaillement (30, 30.1, 30.2) de telle sorte que ces autres sections (6, 6.1, 6.2) ne subissent aucune influence sensible d'écoulement et commencent pour leur part à s'écouler. 50 55

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le liquide entraînant l'écoulement est prélevé de la couche animée du courant circulaire.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le liquide est du pétrole brut ou un produit de raffinage et présente une concentration en éléments de masse moléculaire très élevée identique ou inférieure au pétrole brut (2) se trouvant au-dessus du sédiment (3).
9. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 8, lequel dispositif est sensiblement constitué d'au moins une lance en forme de corps creux (10) et comporte un raccord servant à introduire un liquide ainsi que des buses (11) de sortie de ce liquide par lesquelles le liquide peut être expulsé sous pression, **caractérisé en ce qu'il** est prévu, sur une partie de la longueur du corps creux (10), une pluralité de buses (11) écartées verticalement et tournées sensiblement dans la même direction par lesquelles des jets de liquide parallèles peuvent être produits et **en ce que** le dispositif comporte des moyens (25) de pivotement du corps creux (10) autour de son axe longitudinal.
10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les buses (11) comportent un dispositif servant à modifier la direction d'expulsion et sont disposées sur des lances (10) creuses entraînant le liquide et pouvant être introduites sensiblement verticalement dans le conteneur.
11. Dispositif selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** le dispositif vertical reposant sur la partie associée au fond du conteneur présente une direction d'injection (R) de chaque buse (11) qui peut être orientée horizontalement ou en faisant un angle vers le bas, et produit perpendiculairement à une surface de liquide, dans ce dernier, une composante tangentielle horizontale (R_h) qui est orientée tangentiellement à une ligne d'écoulement du courant de liquide à entraîner et dans le sens d'écoulement, et qui est plus grande qu'une composante radiale horizontale (R_r).
12. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** les lances en forme de corps creux (10) comportent, à leur extrémité associée au fond du conteneur, réparties sur la longueur, au moins une rangée de buses (11) disposées à distance les unes des autres, lequel arrangement de buses s'étend sur une longueur comprise entre 2 et 5 mètres de sorte qu'une partie des buses (11) puissent être placées au-dessus de la surface du sédiment lorsque la lance (11) est mise sur le fond du conteneur.

13. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce qu'**aux lances en forme de corps creux (10) est associé un guide (22) qui est fendu au moins dans la zone de sortie des buses, guide dans lequel les lances (10) sont disposées et peuvent être réglées et tournées autour de leur axe longitudinal par l'intermédiaire de ce guide (22) afin d'orienter les buses (11) dans le conteneur. 5
14. Arrangement de dispositifs selon les revendications 9 à 13 dans un conteneur de mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, et ce, de telle sorte que, chaque fois, une pluralité de buses (11) sont placées par paires, chacune sur une ligne d'écoulement d'une paire de lignes d'écoulement (S_1/S_a) du courant de liquide à produire ou produit, et qu'elles sont orientées de sorte que les buses (11) soient orientées sur chacune des deux lignes d'écoulement de manière à faire un angle aigu l'une par rapport à l'autre et par rapport à une paire de buses qui suit en aval, ce qui permet d'entraîner le fluide environnant dans un sens commun. 10 15 20
15. Arrangement de dispositifs selon la revendication 14 de telle sorte que, chaque fois, une pluralité de buses (11) sont placées par paires, chacune sur une ligne d'écoulement d'une paire de lignes d'écoulement (S_1/S_a) du courant de liquide à produire ou produit, et peuvent se réunir à celui-ci en un écoulement commun et qu'une ou plusieurs pompes (26) sont raccordées aux lances en forme de corps creux (10) et approvisionnent celles-ci en liquide, et qu'un ou plusieurs tubes plongeurs (21b) servant à approvisionner la ou les pompes (26) en liquide sont disposés de sorte que leur côté aspiration (21a) pénètre dans la couche (5) prévue pour l'écoulement ou que des raccords servant à aspirer du liquide hors de la couche mentionnée (5) soient prévus. 25 30 35 40

45

50

55

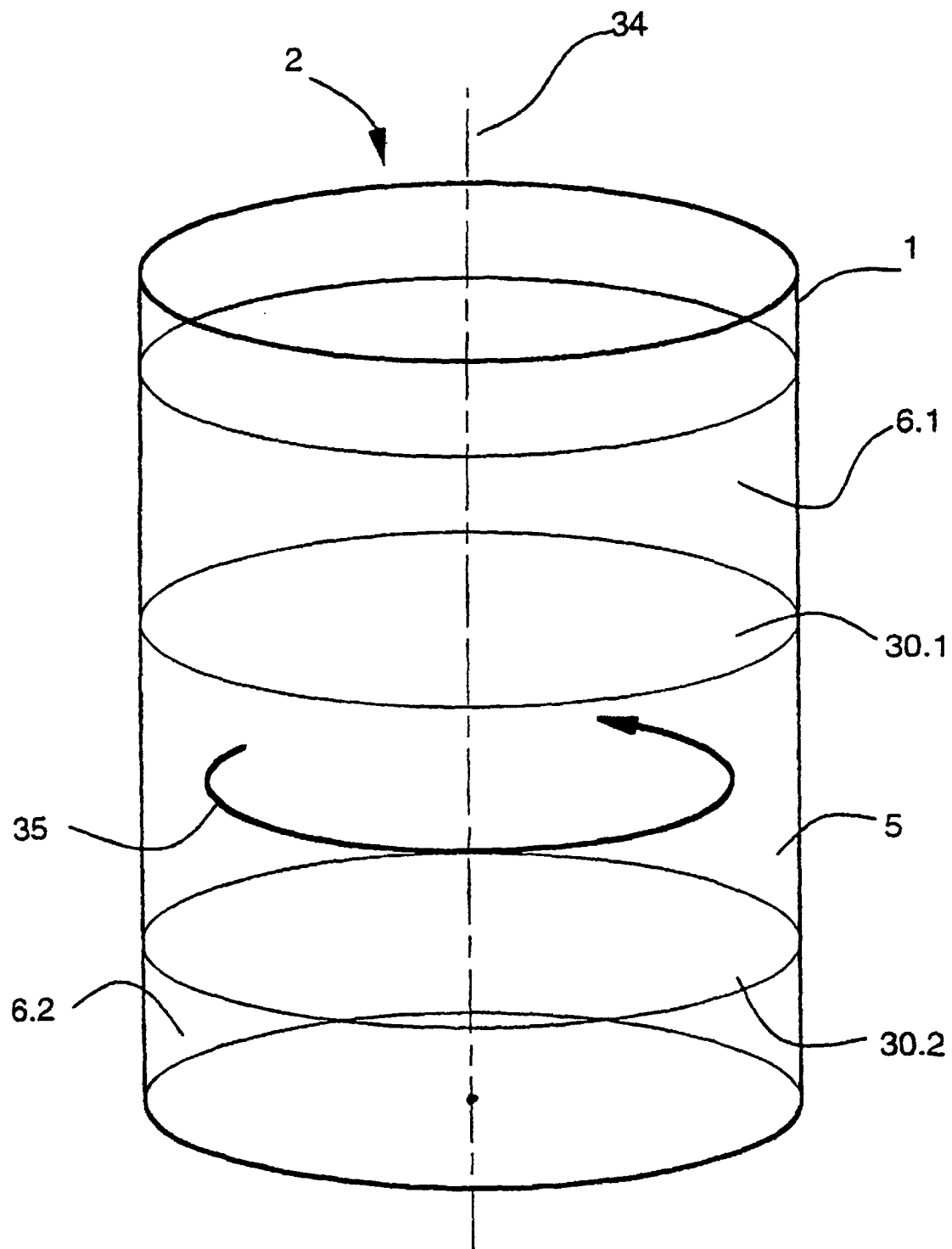


Fig.1

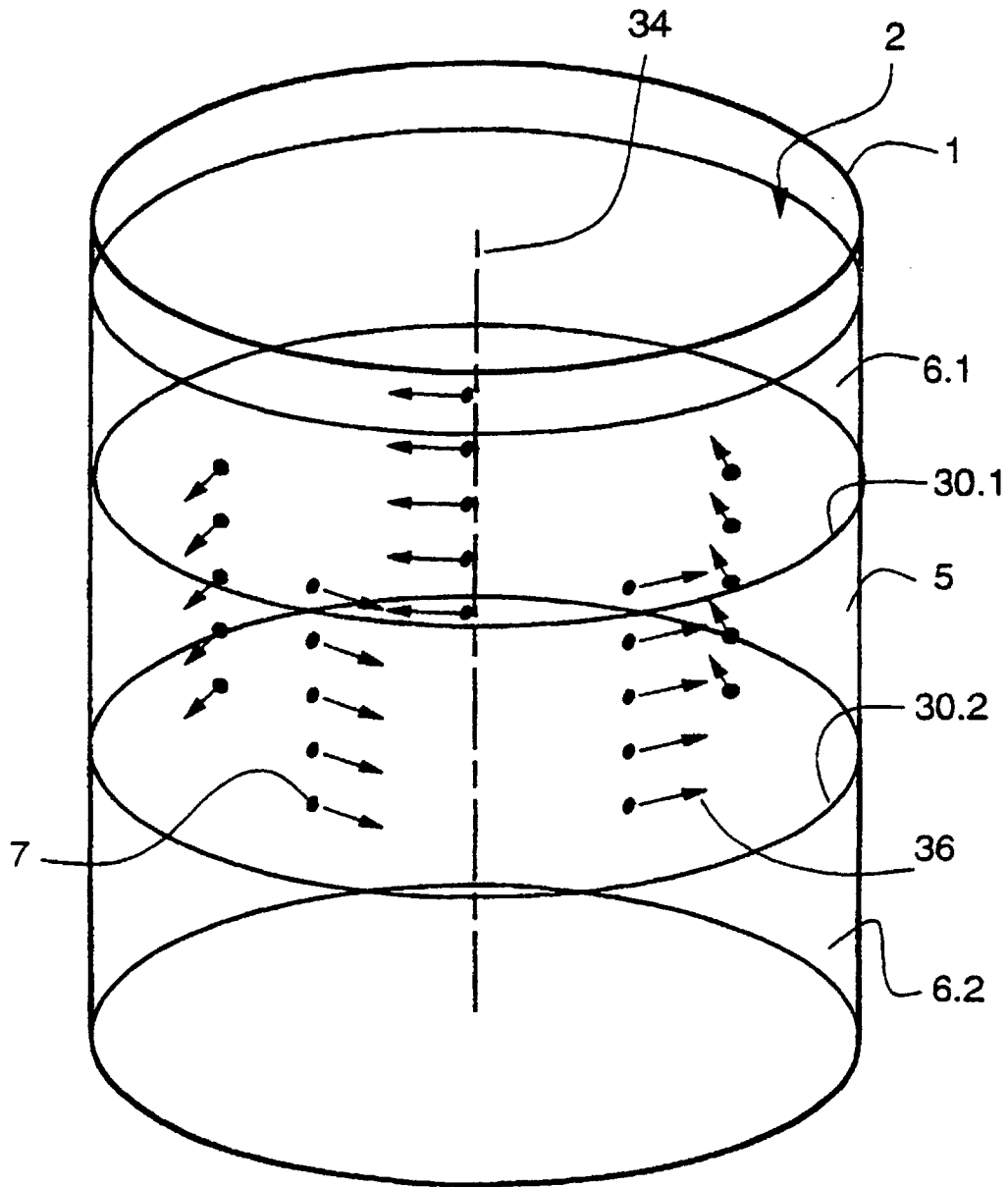


Fig. 2

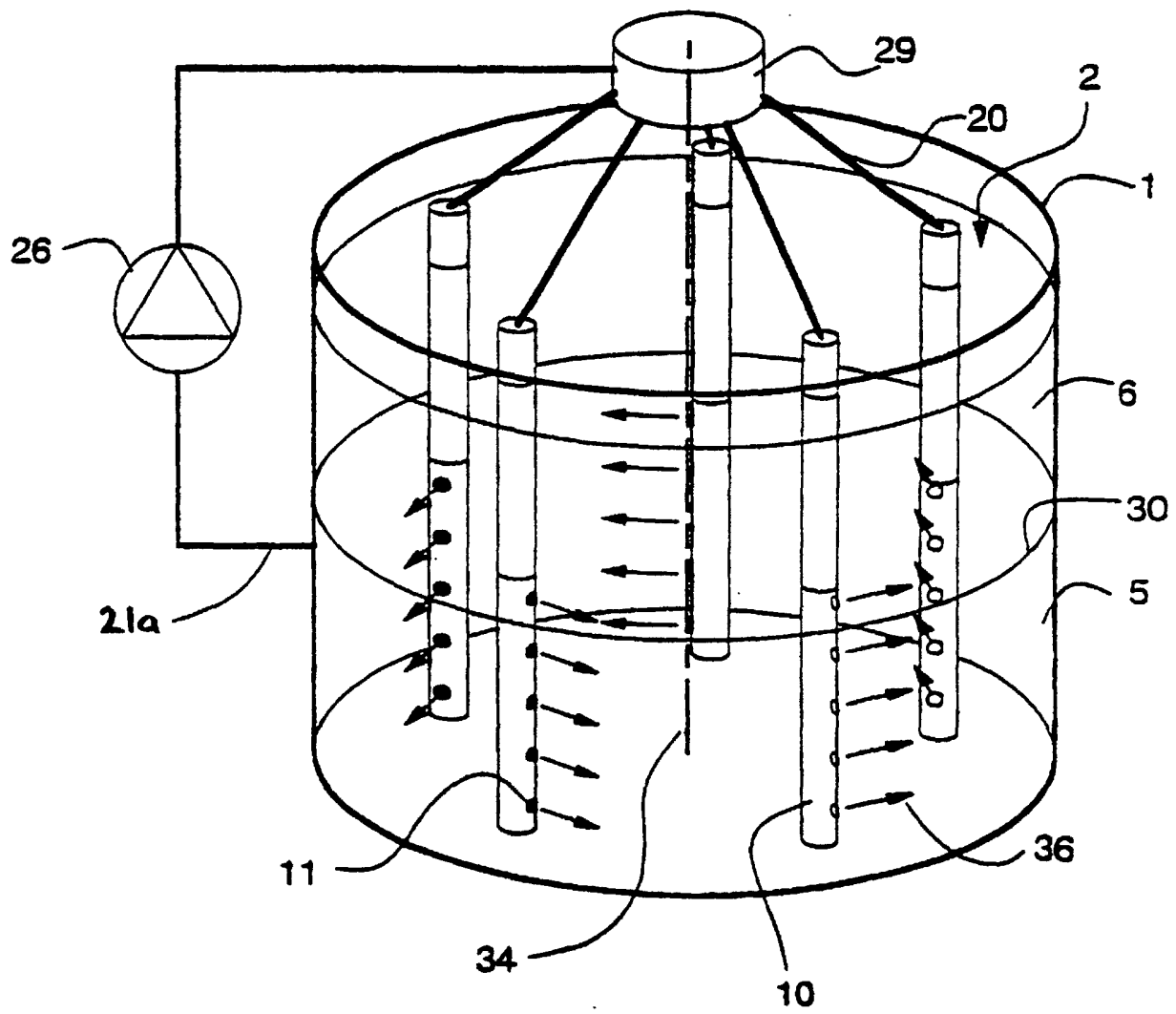


Fig. 3

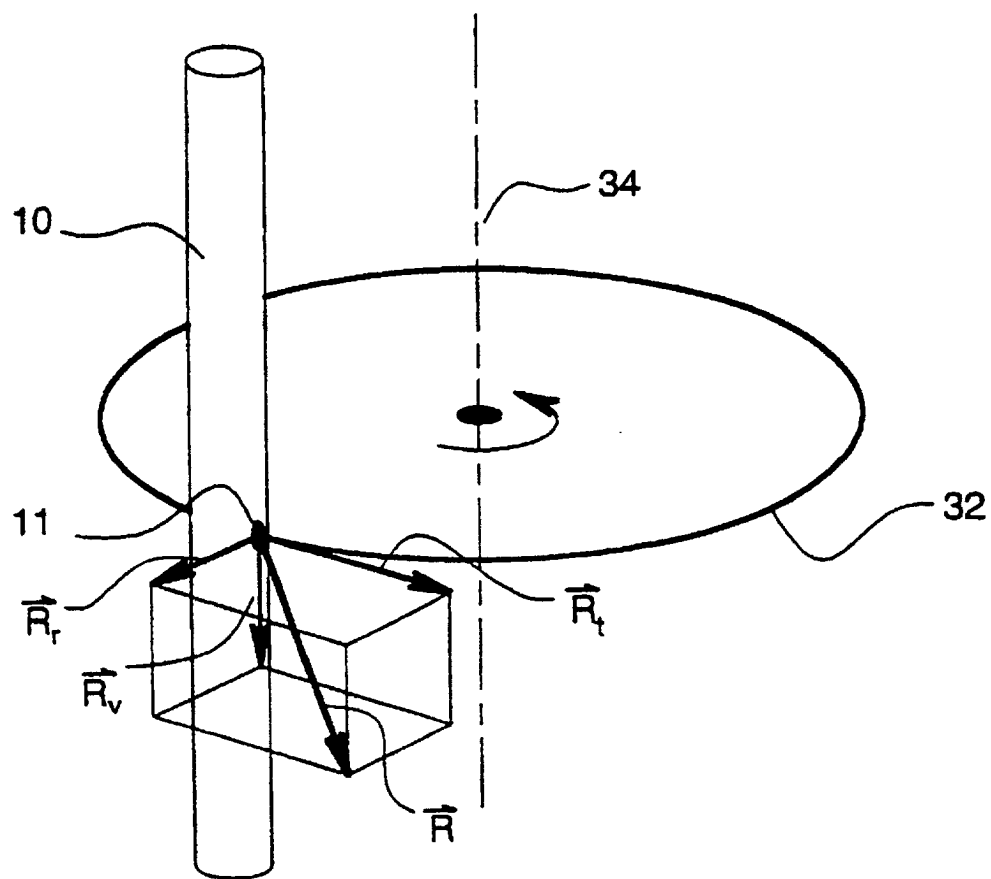


Fig. 4

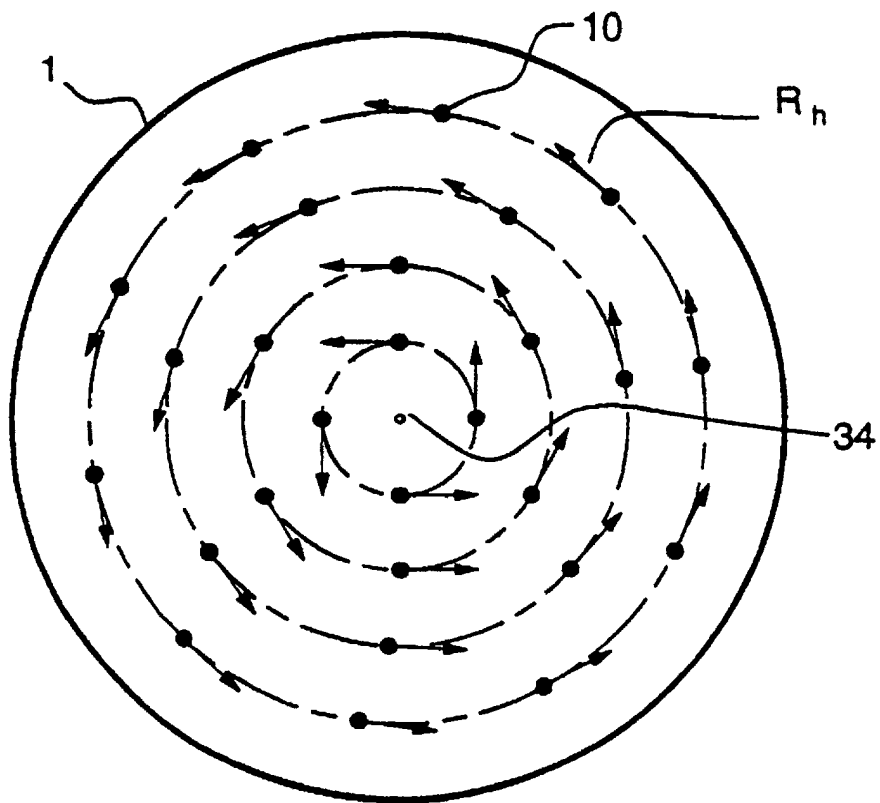


Fig.5

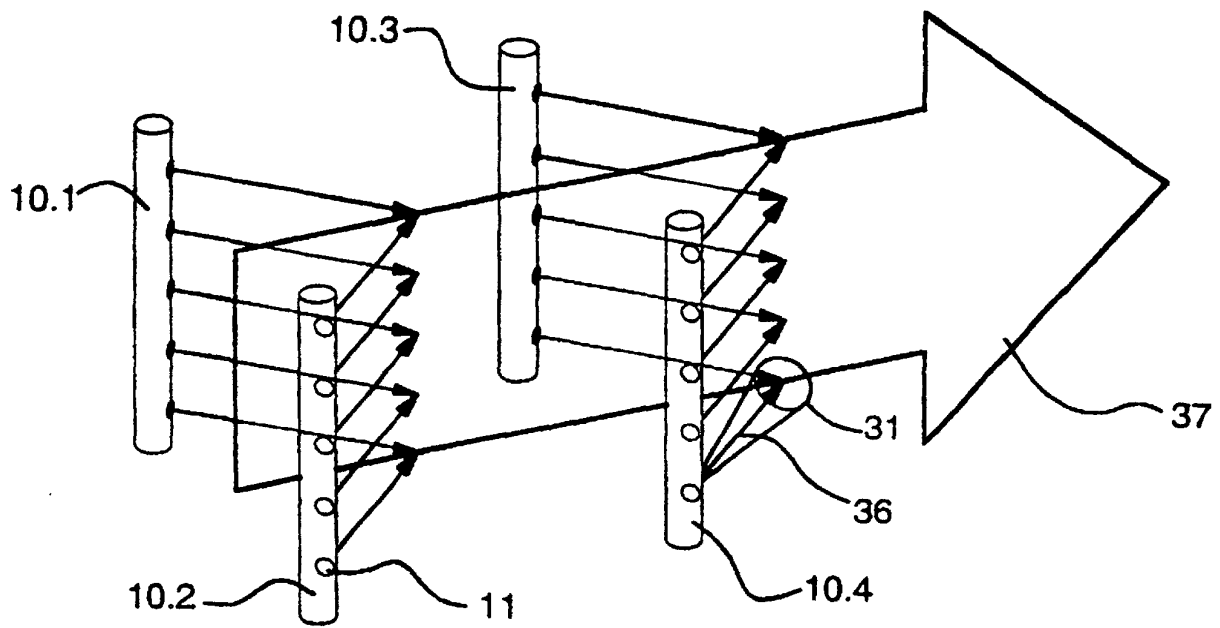


Fig. 6

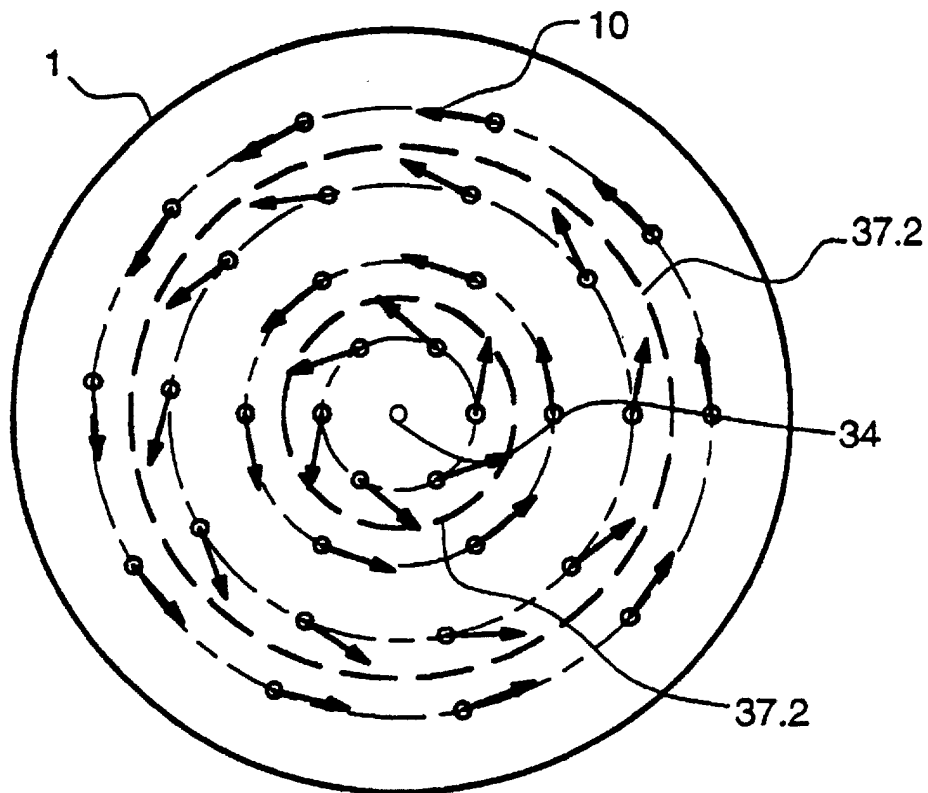


Fig.7

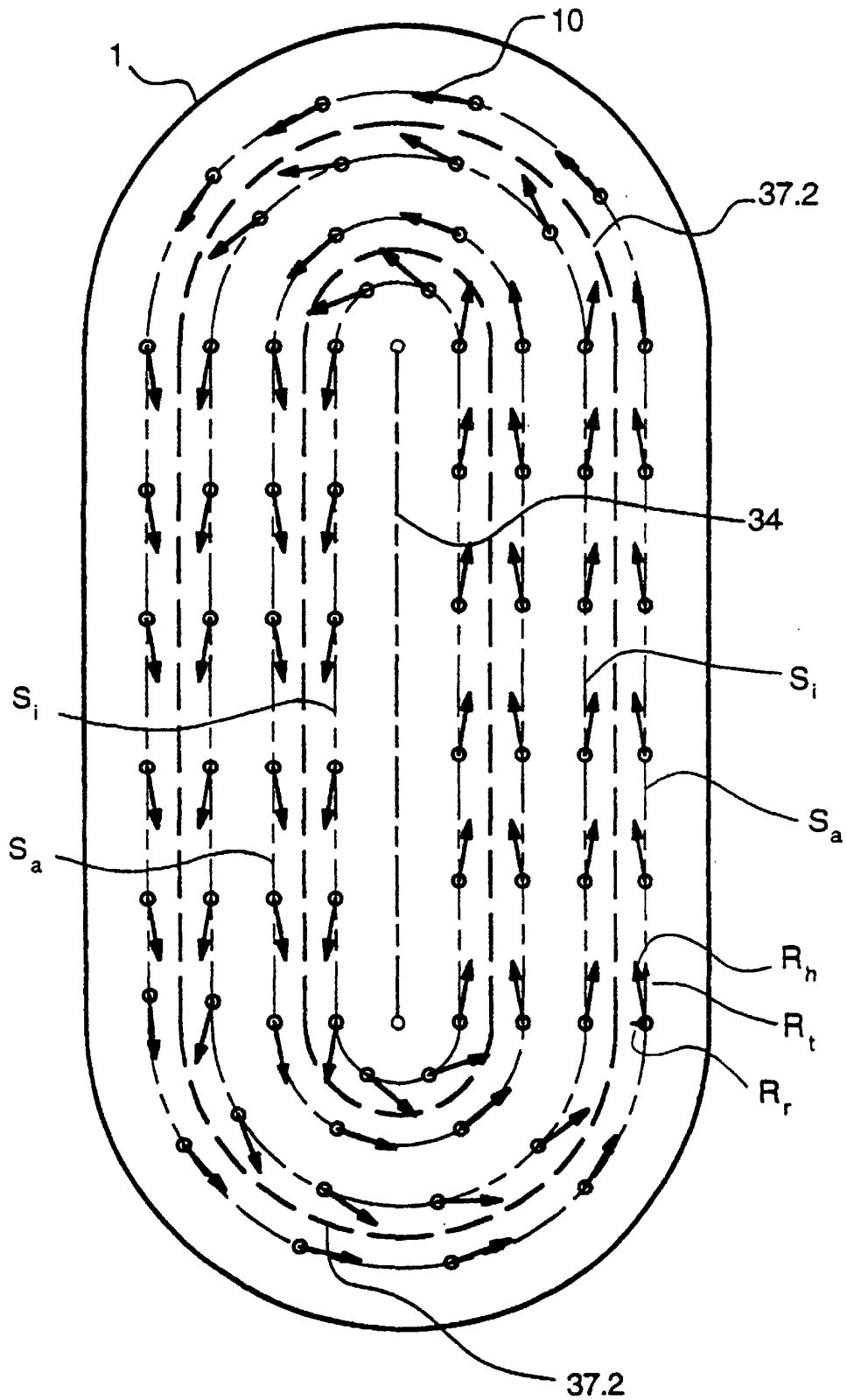


Fig.8

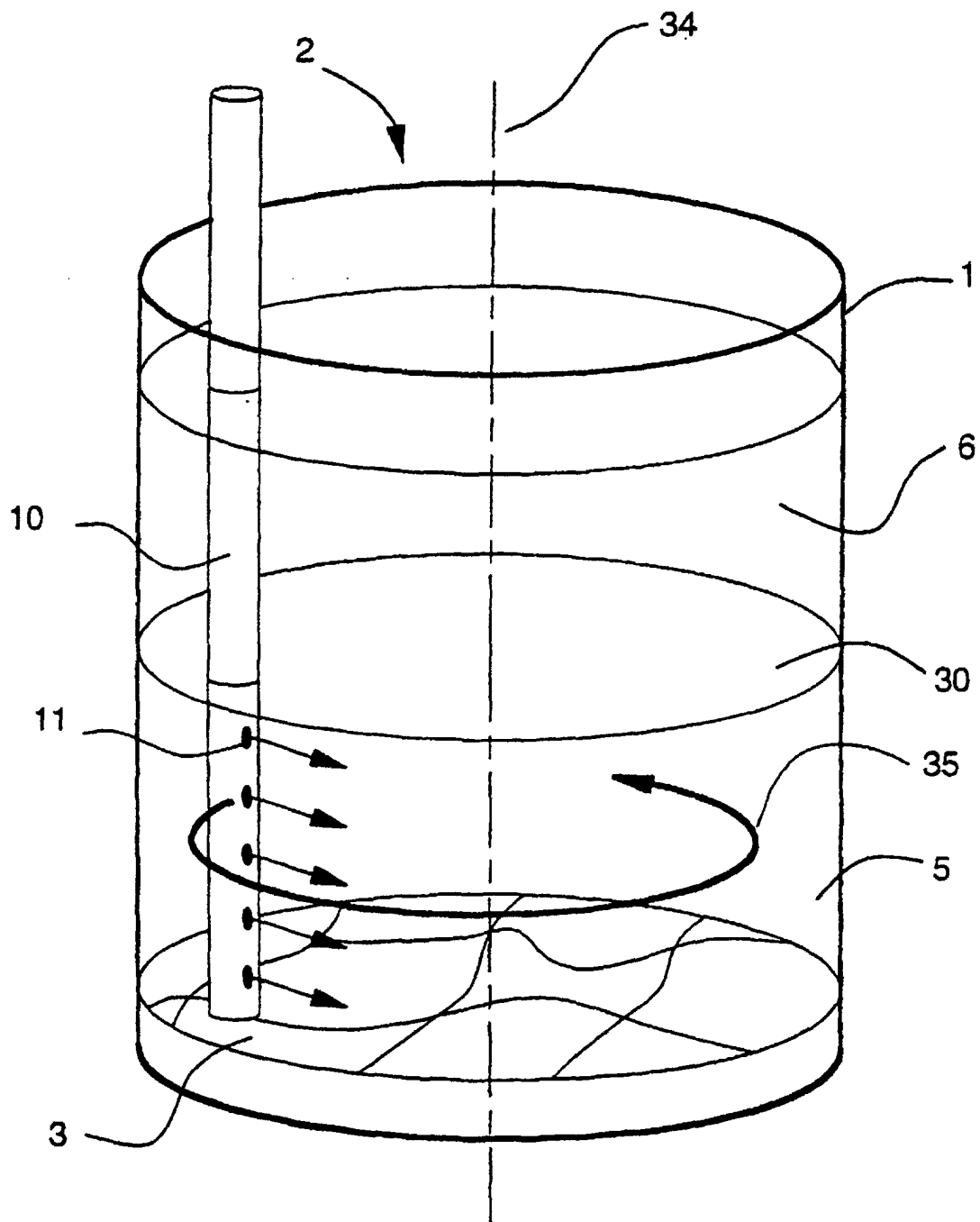


Fig.9

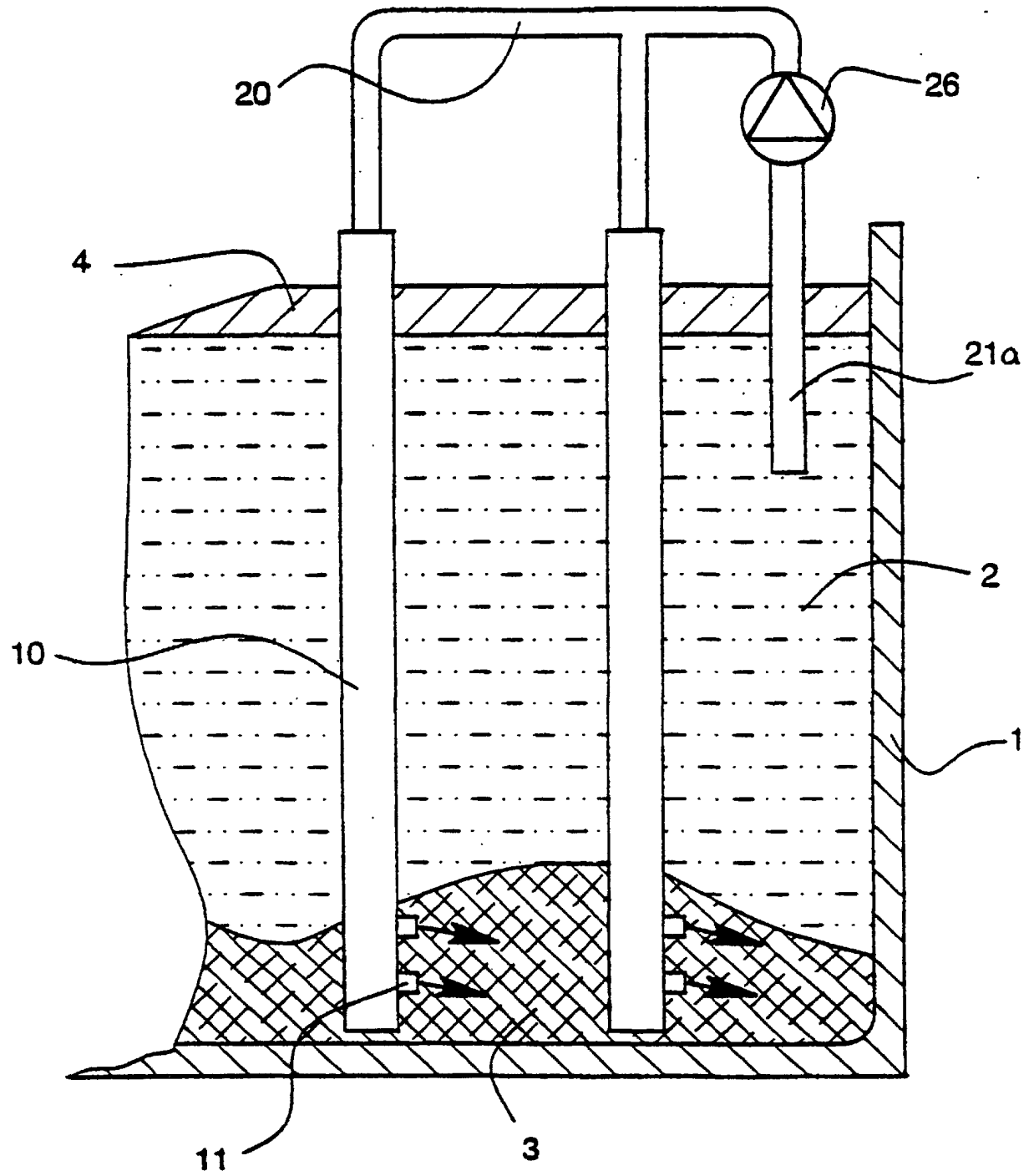


Fig.10

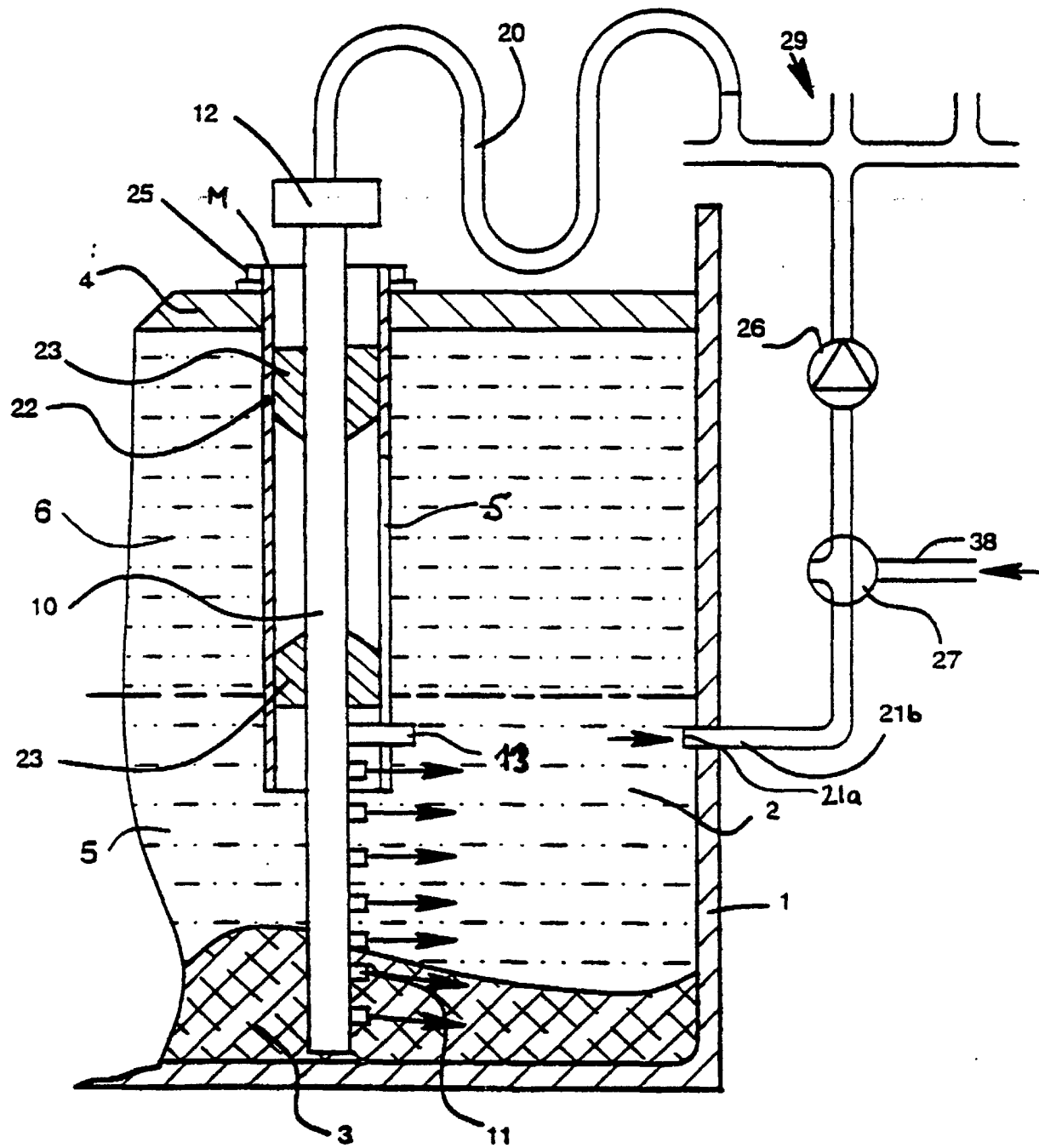


Fig.11

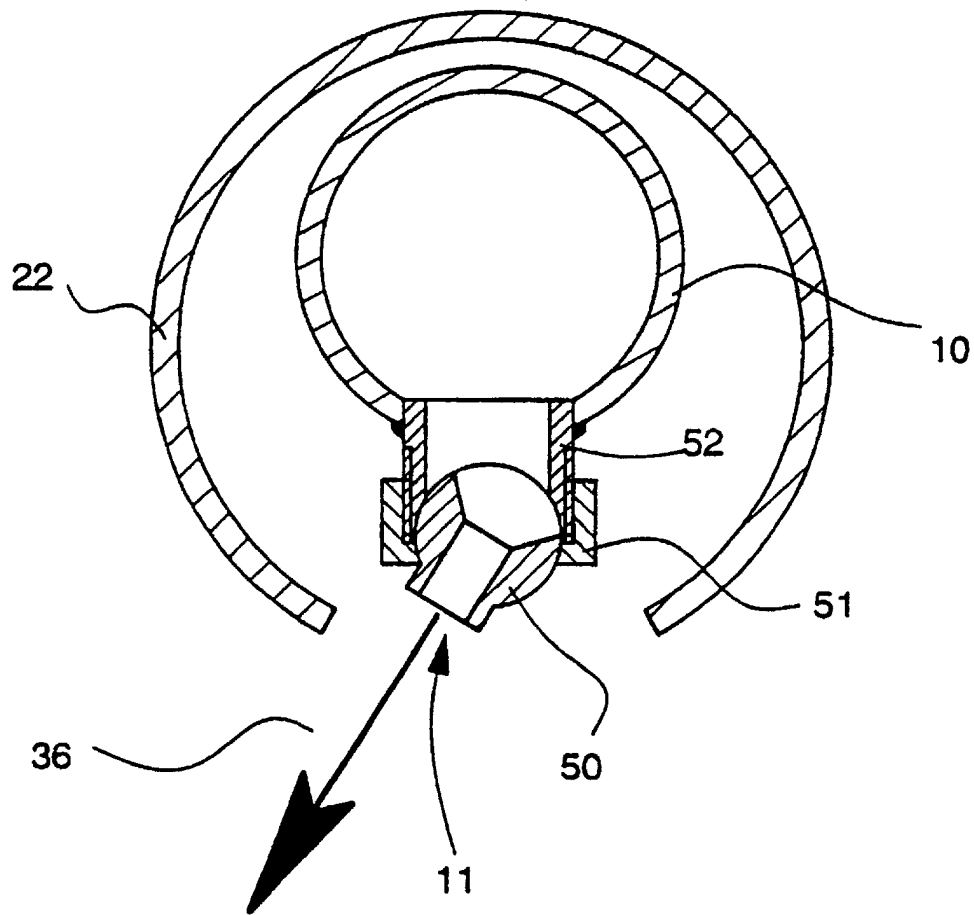


Fig. 12

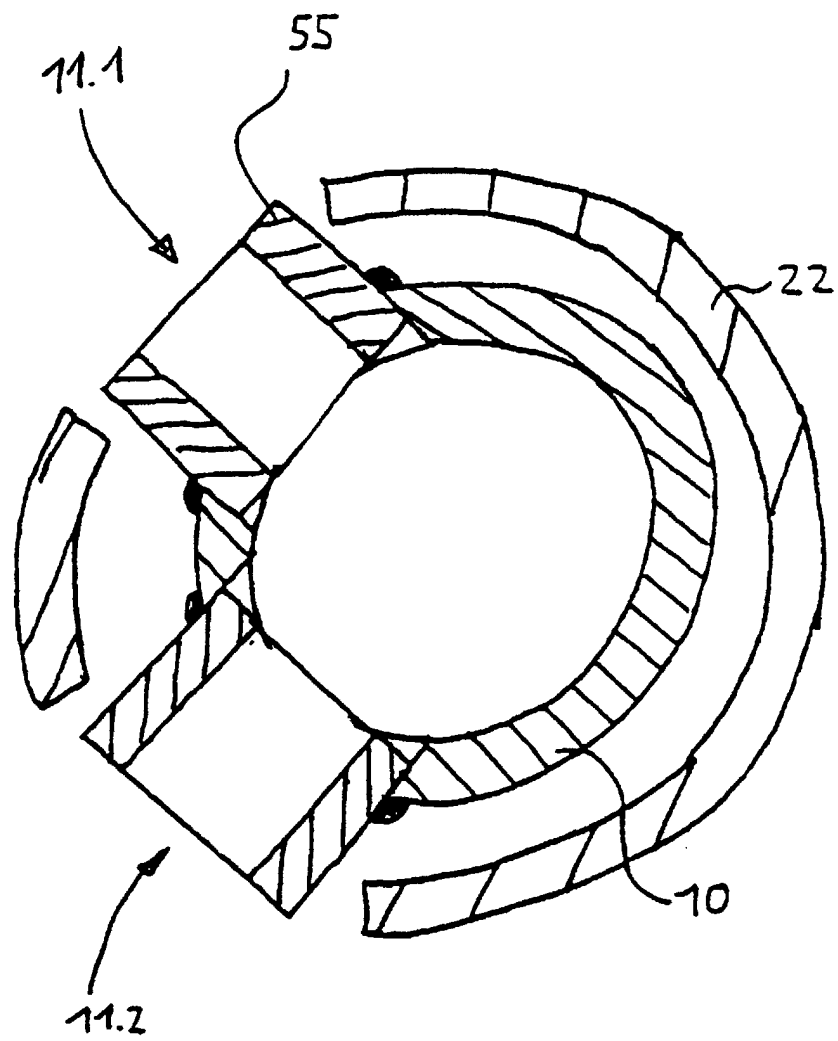


Fig. 13

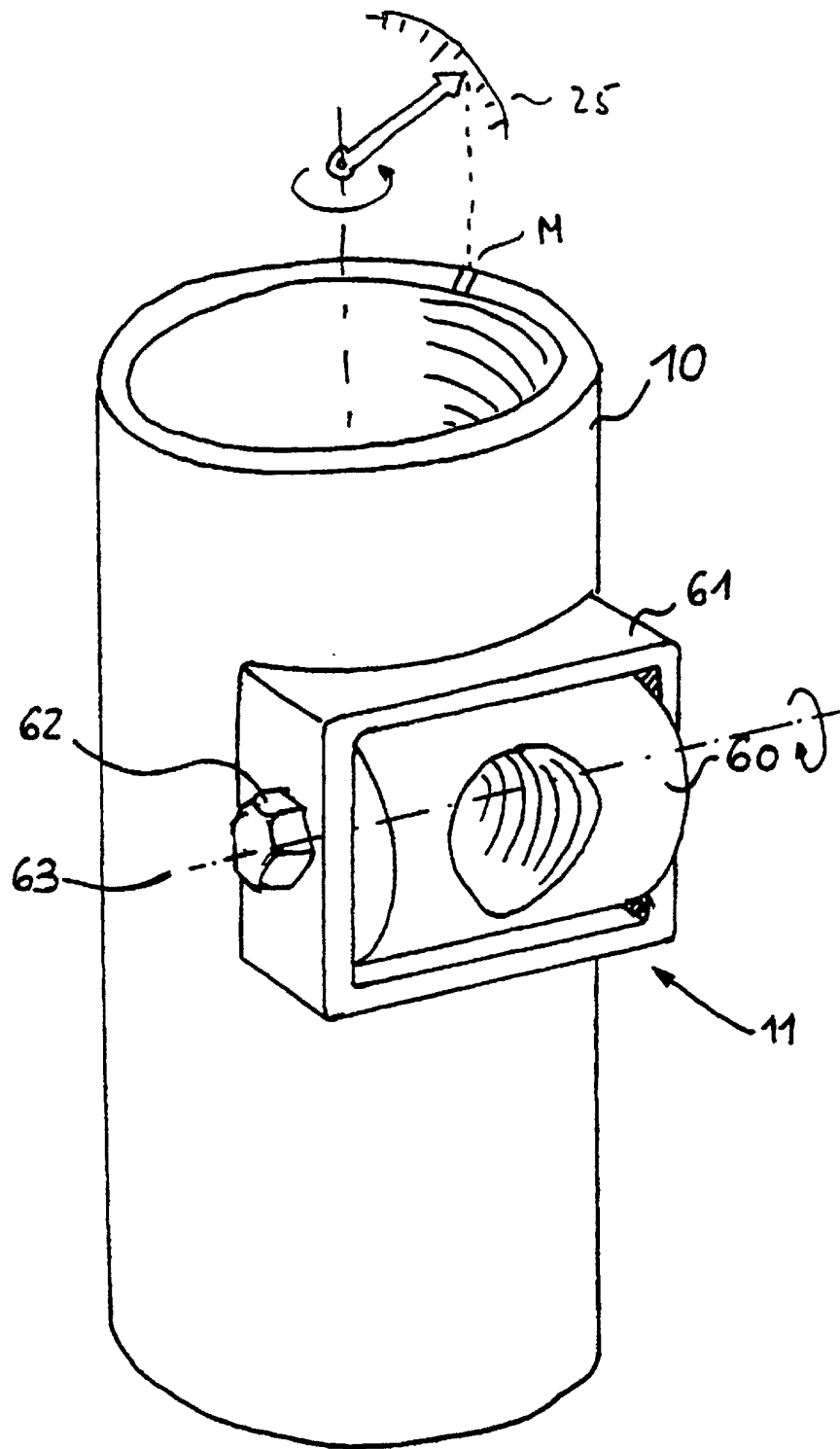


Fig. 14

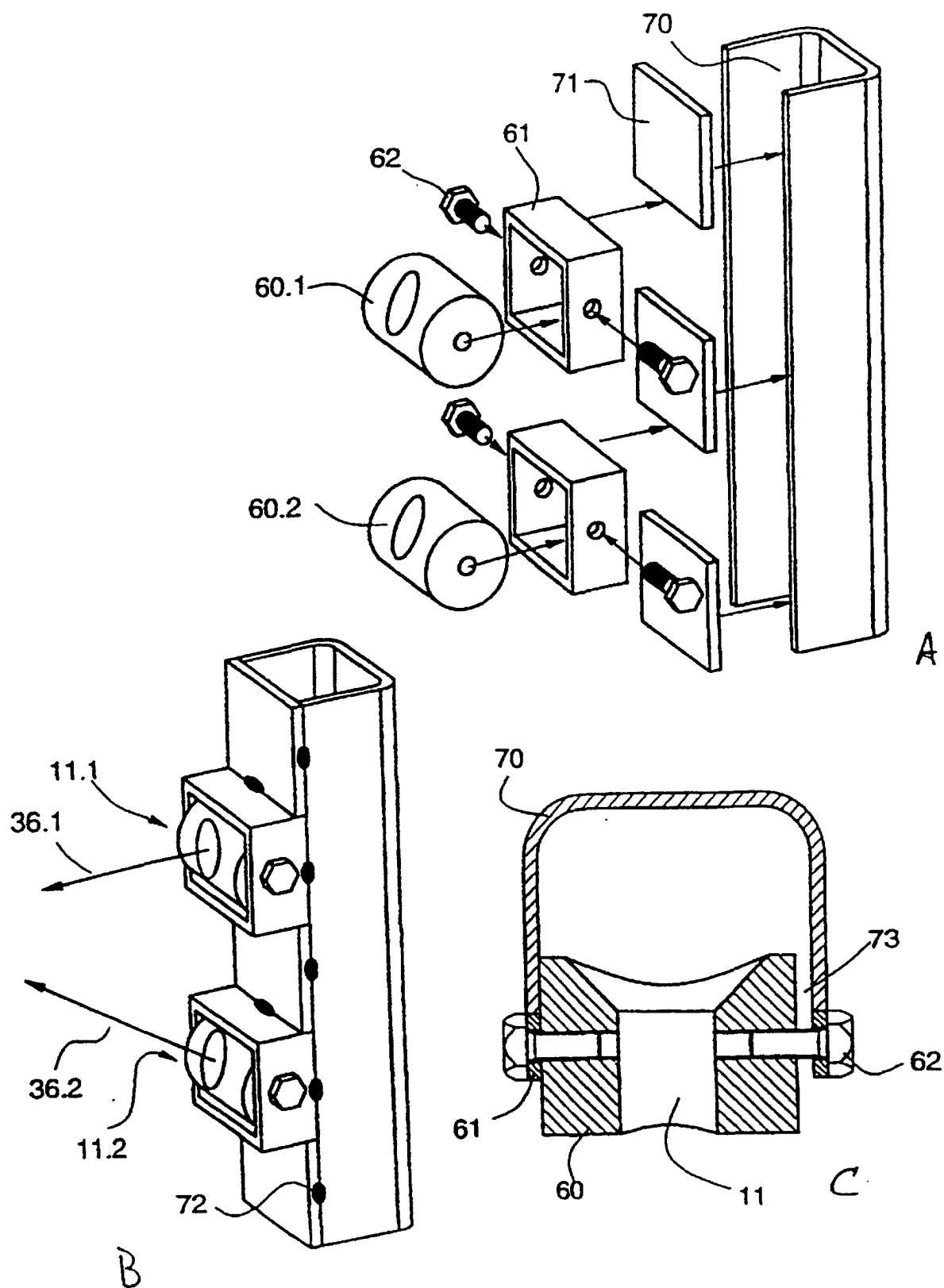


Fig. 15

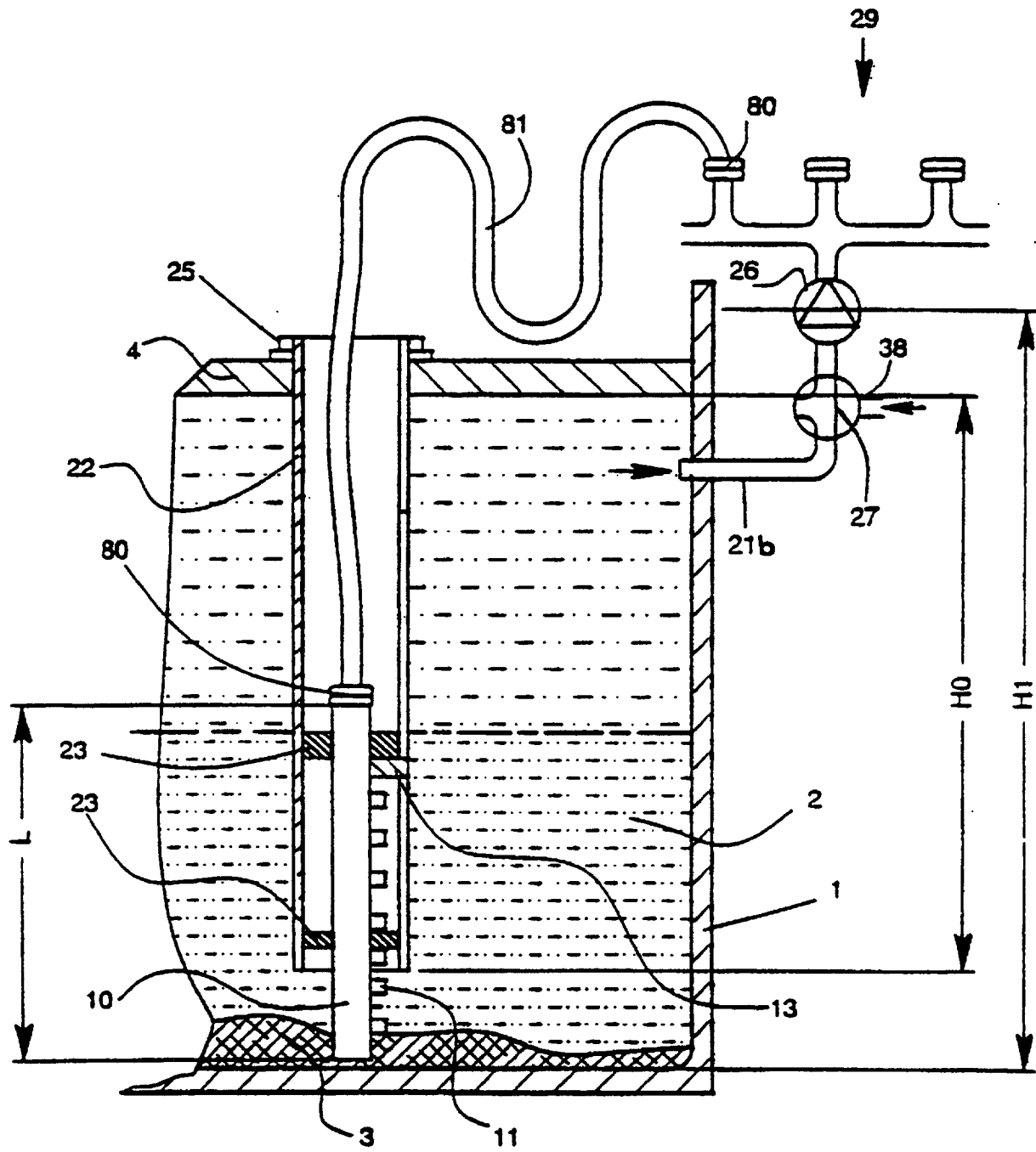


Fig.16

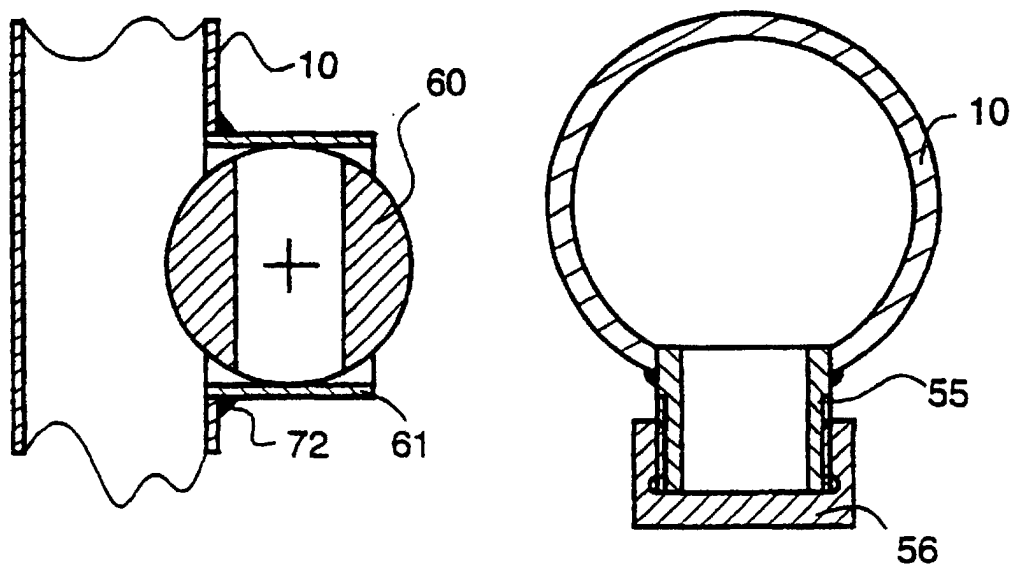


Fig. 17

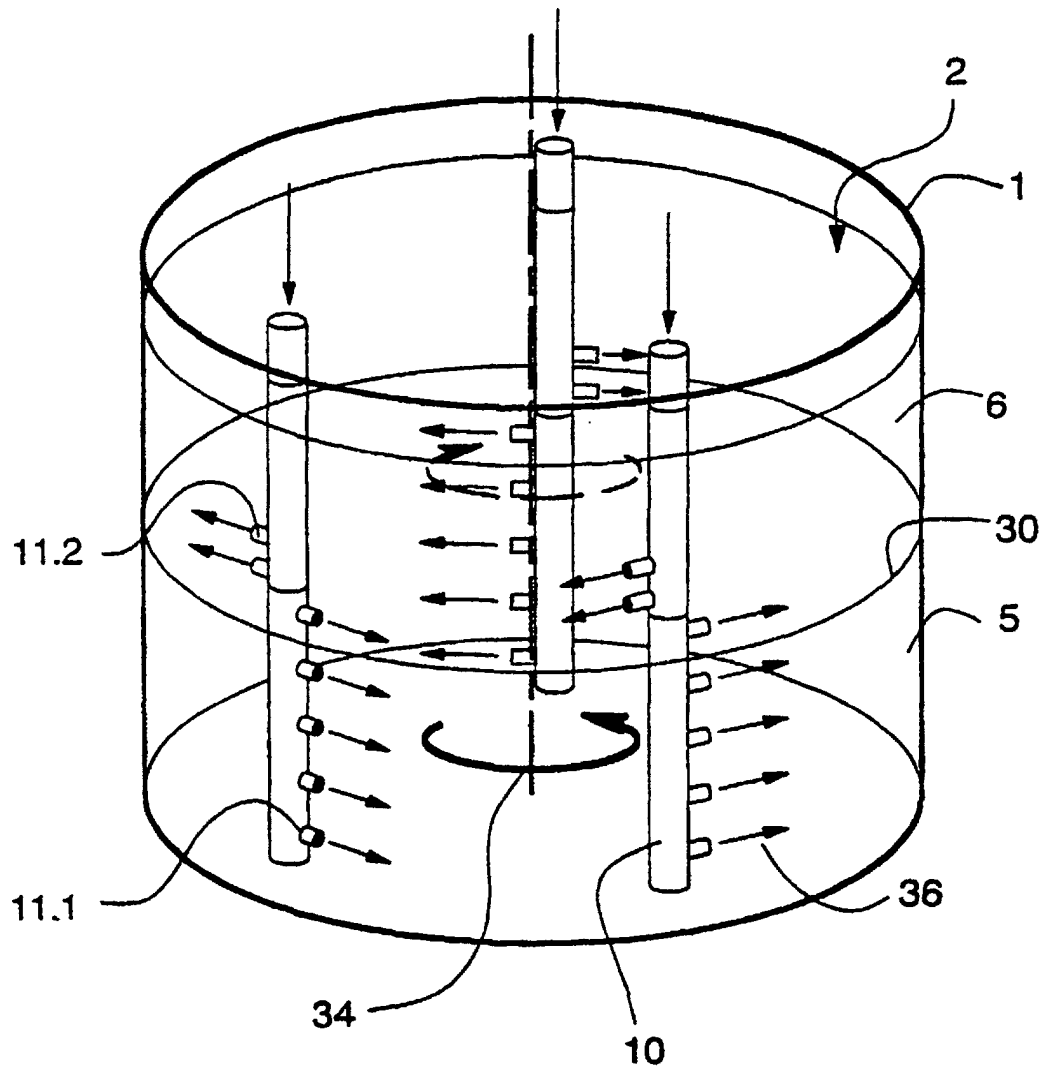


Fig. 18

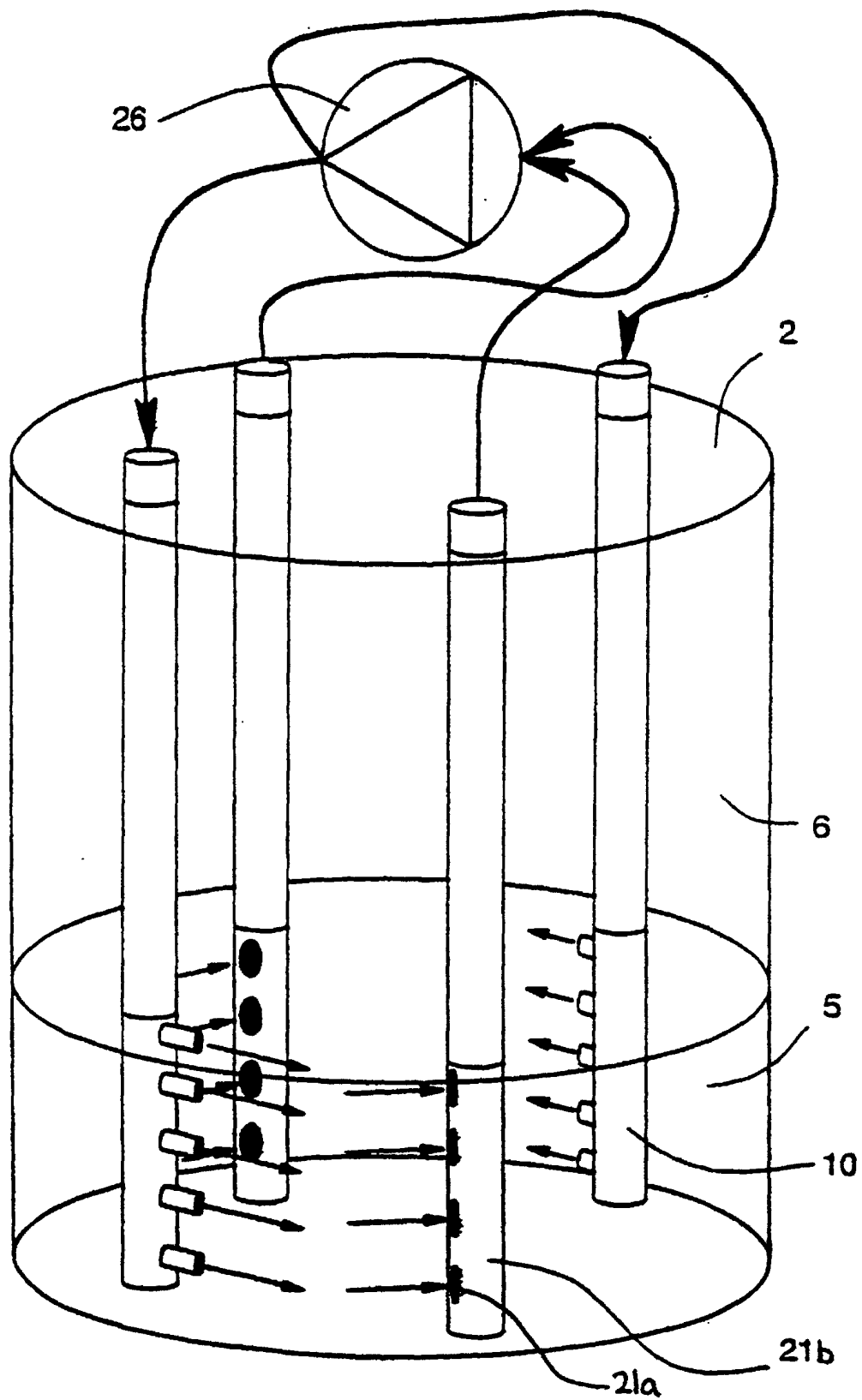


Fig. 19

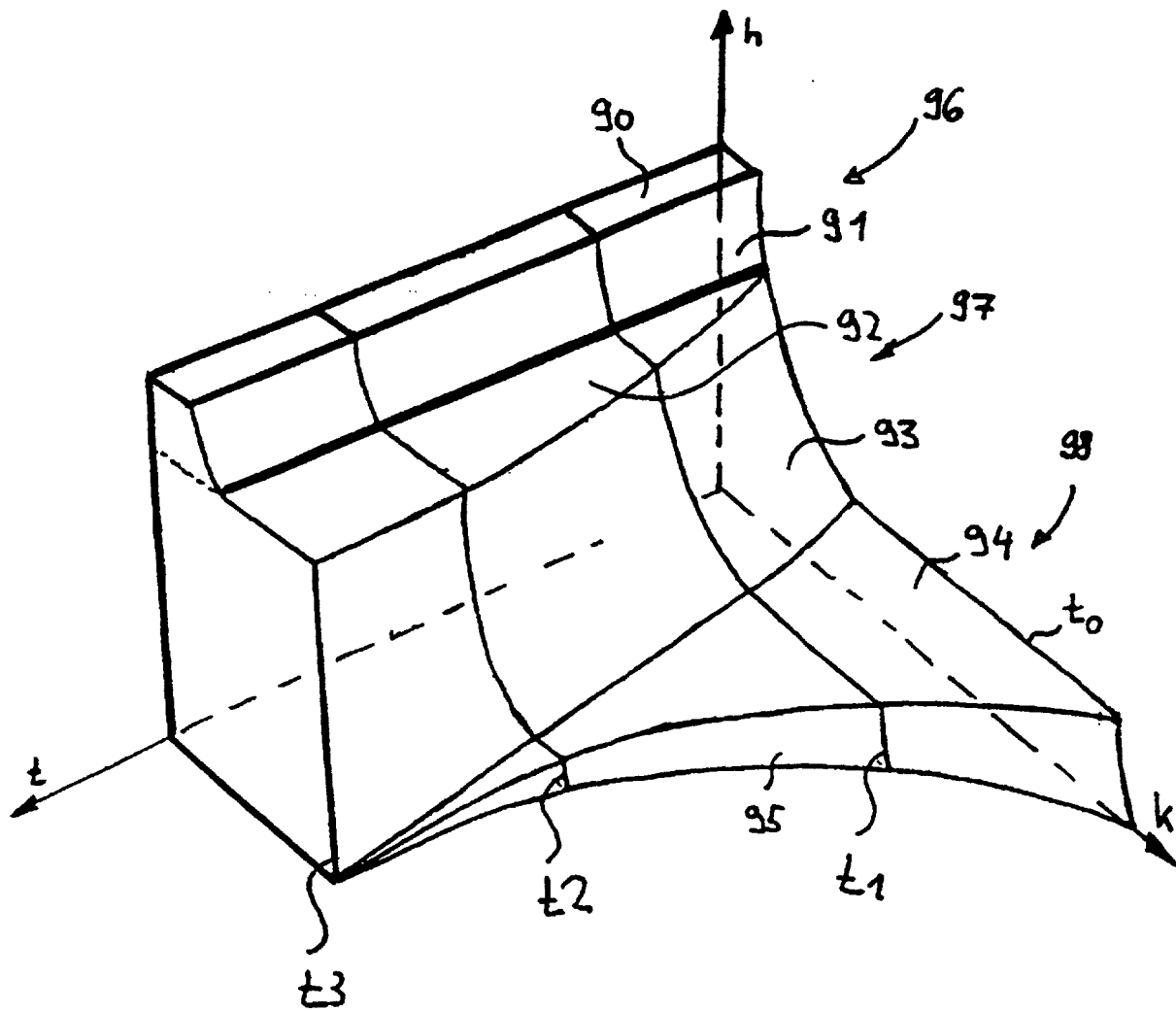


Fig. 20