(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 406 734 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.12.2005 Patentblatt 2005/51

(21) Anmeldenummer: **02742624.6**

(22) Anmeldetag: **10.07.2002**

(51) Int Cl.[7]: **B08B 9/093**, B01F 5/02

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH2002/000376

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/008118 (30.01.2003 Gazette 2003/05)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERZEUGUNG VON TURBULENZEN UND DEREN VERTEILUNG**

METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING TURBULENCES AND THE DISTRIBUTION THEREOF

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR PRODUIRE DES TURBULENCES ET REPARTIR CES DERNIERES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

(30) Priorität: **19.07.2001 CH 134001**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.04.2004 Patentblatt 2004/16

(73) Patentinhaber: **Lindenport S.A.**
1239 Collex (CH)

(72) Erfinder: **FREI, Alexandra, Sarah**
CH-8405 Winterthur (CH)

(74) Vertreter: **Frei, Alexandra Sarah**
Frei Patentanwaltsbüro
Postfach 1771
8032 Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-97/41976
FR-A- 2 766 469
FR-A- 2 771 654
US-A- 1 978 015
US-A- 2 574 958
US-A- 3 586 294

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).

EP 1 406 734 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Reinigung von Rohöltanks und befasst sich mit einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Rückgewinnung von verdicktem, sedimentiertem Rohöl durch Verflüssigung des Sediments mit nichtsedimentiertem Rohöl. Das Verfahren eignet sich ausserdem für Mischprozesse in Fluiden bspw. in grösseren bis grossen chemischen Reaktoren.

[0002] Auf dem Gebiet der Reinigung von Rohöltanks sind diverse Verfahren bekannt, mit welchen durch Einbringen von über dem Sediment stehenden und/oder frisch zugeführtem Rohöl das Sediment sukzessive suspendiert und teilweise im Rohöl gelöst wird. Zwei Gruppen von Verfahren stehen im Vordergrund: 1. Verfahren, die mit rotierenden Düsen das Sediment aufwirbeln und suspendieren bspw. EP-0'160'805 und 2. Verfahren, die mit stillstehenden, im Ensemble zusammenwirkenden Düsen das Sediment erodieren, aufwirbeln und suspendieren bspw. EP-0'912'262.

[0003] Auch das im US Patents Nr. 3,586,294 beschriebene Verfahren fällt in diese 2. Gruppe. In diesem Verfahren sind Düsen in einer Kreuzanordnung über dem Sediment eines runden Tanks angeordnet. Mit Hilfe der Düsen wird auf einem äusseren Kreis des Tanks das Medium in eine Richtung zum Strömen gebracht, während auf einem inneren Kreis des Medium in Gegenrichtung zum Strömen gebracht wird. Zwischen den zwei Wirbeln entsteht eine Scherfläche mit im wesentlichen stationären Turbulenzen.

[0004] Die Erfindung bezieht sich auf das unter der Gruppe 2. genannte Verfahren EP-0'912'262. In diesem Verfahren wird mittels einer Vielzahl von Düsen eine Hauptströmungsrichtung erzwungen, welche den Zweck hat, das Sediment erodierend zu lösen und suspendieren. Nebengeordnete, nicht in die Hauptströmungsrichtung orientierte Düsen bewirken zusätzliche Scherflächen, durch welche die Turbulenz noch vermehrt wird. Die Erfindung bezieht sich auch auf die Anwendung des Verfahrens in chemischen Reaktoren, in grossen Mischtanks und überall, wo grosse Voluminas innig durchmischt werden müssen.

[0005] Jeder untergetauchte Strahl bewirkt durch den Widerstand im Medium, in welches er eingetaucht ist, Turbulenzen und Ende seiner Reichweite ist die ganze eingebrachte Energie in Bewegung und in turbulente Strömungen zerteilt. Diese turbulenten Strömungen sind aus der Sicht grosser Voluminas betrachtet lokal, also kleinräumig. Es sind aber diese kleinräumigen Turbulenzen, welche eine starke erodierende Wirkung aufweisen und das Ziel der Erfindung ist es, eine möglichst hohe Anzahl kleinräumiger Turbulenzen zu erzeugen und diese über ein grosses Volumen zu verteilen. Mit grossen Volumen sind bspw. 8000 m3 auf einer Fläche von 2000 m2 und einer Höhe von 4 m gemeint, wie das bspw. bei einem Lagertank von 50 m Durchmesser und einer Flüssigkeitssäule von 3-4 m der Fall ist. Solche Volumen können auch über Scherflächen in Volumenteile schwach ‚entkoppelt' werden. Das Problem besteht also in der optimalen Verteilung der eingebrachten Energie über ein gewünschtes Volumen.

[0006] Die hydrokinetisch aufzuwendente Energie für solch grosse Voluminas liegt in der Grössenordnung von mehreren Tausend PS. Ungefähr 30% werden von den Pumpen bis zu den Düsen, also innerhalb der Vorrichtung verbraucht, der Rest, bspw. 2000 PS wird über die Düsen in das Medium eingebracht. Im Beispiel, das noch diskutiert wird, werden über 300 Düsen so zueinander ausgerichtet, dass ein Maximum an lokalen Turbulenzen entsteht, die Hauptströmung fungiert als Transportmechanismus für die lokalen Turbulenzen, die so über das gewünschte Volumen verteilt werden. Der Effekt ist ein strömendes Wirbelbett von hoher Turbulenz, also ein gezielt ausgerichtetes Chaos.

[0007] Die nachfolgend aufgeführten Figuren unterstützen die Diskussion eines Ausführungsbeispieles des Verfahrens in zwei Varianten. Gezeigt werden zudem einige Ausführungsbeispiele der für das Verfahren verwendeten Vorrichtung.

- Figur 1 zeigt schematisch ein erste Anordnung zur Erzielung eines strömenden Turbulenzfelds
- Figur 2 zeigt schematisch eine zweite Anordnung zur Erzielung eines strömenden Turbulenzfelds
- Figur 3 zeigt ebenso schematisch ein gemäss der Anordnung nach den Figuren 1 und 2 erzeugtes strömendes Turbulenzfeld von der Seite betrachtet, sowie eine Anordnung zur Rezirkulation des Mediums für die Erhaltung der Masse im Volumen, in das die Energie eingebracht wird.
- Figur 4 zeigt das Kernstück der Vorrichtung, eine hier schematisch dargestellte Lanze mit Düsen für die Bildung der Hauptströmung und für die Bildung von lokalen Turbulenzen zusammen mit den andern gleich gestalteten Lanzen im Ensemble zur Durchführung des Verfahrens zur Verteilung der Turbulenzen.
- Figur 5 zeigt schematisch in Form von Pictogrammen einige mögliche Anordnungen der Düsen an den Lanzen zur Erzeugung eines strömenden Turbulenzfeldes

[0008] Wie schon oben erwähnt geht es primär um die Erzeugung von einer Vielzahl von lokalen Turbulenzen und um die Verteilung dieser über ein gewünschtes Volumen. Ein untergetauchter Strahl ist abhängig vom Druck und von der Durchflussmenge. So bildet sich in Wasser beispielsweise bei einem Druck hinter den Düsen von ca. 2 bar und einem Düsenquerschnitt von ca.

200 mm2 ein Strahl zwischen 5-7 m aus. Desgleichen bei einer Düse von 110 mm2. Ordnet man die Düsen mit der grösseren Durchflussmenge in einer ersten Ebene in eine zu erzielende Hauptströmungsrichtung, bspw. 90 Düsen und eine weitere Anzahl Düsen mit einer kleineren Durchflussmenge in einer zweiten Ebene, bspw. 180 Düsen zusätzlich in einem bspw. 120 grad Winkel entgegen der Hauptströmungsrichtung, wie das Figur 1 zeigt und richtet man weitere 90 Düsen mit einer beliebigen Durchflussmenge in einer dritten Ebene quer zur Hauptströmungsrichtung nach unten, so bilden sich zuerst lokal im Einflussbereich der Düsen Turbulenzen aus, die dann in Hauptströmungsrichtung wegtransportiert werden.

[0009] **Figur 1** zeigt von oben auf einen Behälter geschaut ein Beispiel eines Ensemble von einer Vielzahl im Behälter 10 ringförmig angeordneten Lanzen 5 von welchen jede 4 Düsen aufweist, nämlich: 1 Düse für den Strahl 1 mit 200 mm2 in Hauptströmungsrichtung, deren Strahl 1 mit einem fetten Strich eingezeichnet ist; 2 Düsen für den Strahl 2 mit 110 mm2 im 120 grad Winkel in einer eigenen Ebene schräg nach hinten, deren Strahlen 2 mit einem dünnen Strich eingezeichnet sind; 1 Düse für den Strahl 3 senkrecht zur Papierebene, die im Medium in z-Richtung, hier nach unten zeigt, ist nicht sichtbar. Die über den Gefässrand 10 hinausgezeichneten Strahlen prallen im Betrieb natürlich gegen die Gefässwand und werden turbulent reflektiert. In der Figur sind im wesentlichen die ungefähre Länge der Strahlen gezeichnet, sie können in der Praxis 5-7 Meter lang sein. Neben dem Gefäss der Figur ist eine vereinzelte Lanze 5 mit den drei Strahlen 1 Hauptstrahl, 2 Nebenstrahlen zur besseren Übersicht aus dem Verbund heraus gezeichnet. Wie sie physisch aufgebaut ist, wird in einer späteren Figur diskutiert.

[0010] Um eine Hauptströmungsrichtung zu erzielen, werden bspw. wie hier gezeigt, die Lanzen so ausgerichtet, dass die Düse mit der grösseren Durchflussmenge auf die nächste Lanze zeigt, jedoch alle in die gleiche Orientierung. Lediglich die Lanzen im innersten Kreis sind, um eine stille Zone im Strömungsauge zu vermeiden, sich gegenüber gerichtet. Da die Radien der Kreise von Kreis zu Kreis kleiner werden, ändert sich von aussen nach innen die Richtung (nicht aber die Orientierung). Die Figur zeigt nun ein gut abgedecktes Feld von untergetauchten Strahlen, wobei der Hauptrichtungsstrahl in etwa bis zur nächsten Lanze stromabwärts reicht. Nun zeigt die Figur aber auch drei schraffierte Flächen, die stellvertretend für alle Zwischenräume zwischen den Strahlen stehen. Diese Flächen stellen eine Art ‚Hinterwasser' , also eher ruhige Zonen dar, die ungefähr 9-15 m2 messen. Über die ganze Fläche bzw. über das ganze Volumen sind das etwa 80-90% Voluminas die nicht direkt der Turbulenz ausgesetzt sind. Bei einem System, bei dem die Turbulenzen nicht verteilt werden, würde sich ein Gleichgewicht, also ein Muster von turbulenten und nicht turbulenten Zonen einstellen, man spricht dann von einem statischen Chaos. Der durch das erfinderische Verfahren anlaufende Strom verhindert solche Muster, er trägt die Turbulenzen in die besagten Räume bzw. Zonen und darüber hinweg über die nächsten Turbulenzquellen hinaus in die nächsten Räume stromabwärts, bis an diesen enormen Volumen gemessen, nach sehr kurzer Zeit kein turbulenzfreier Raum mehr besteht. Der gezielte Transport der Turbulenzen ist also ein wesentlicher Vorgang, um das Verfahren in den gegebenen mächtigen Voluminas in kommerziell interessanten Prozesszeiten ablaufen zu lassen.

[0011] Das Verfahren zeigt eine ausserordentliche Rasanz. Es gelingt in kurzer Zeit eine grosse Energiemenge in das Fluidvolumen einzubringen. Beispielsweise in lässt sich in Rezirkulation innerhalb von 24-30 Stunden die Energiemenge von 2000 PSh (1472 kWh) in 7-10'000. Tonnen Flüssigkeit einbringen, wobei sie sich der nach 20-30 Stunden erwärmte. Solche Vorgänge von inniger Durchmischung sind auch in der chemischen Prozesstechnik erwünscht, wobei man unerwünschte Wärme durch Kühlung wegführen kann. Grössere chemische Reaktoren können mit Hilfe dieses Verfahrens mit einem sehr hohen Durchmischungseffekt betrieben werden, wobei die Vorrichtung, die weiter unten noch diskutiert wird, sehr leicht zu reinigen ist und auch in der Handhabung bestens in das Milieu der chemischen Prozesstechnik passt.

[0012] **Figur 2** zeigt das gleiche Ensemble wie Figur 1 jedoch in einer anderen Form der Orientierung. Bei dieser Orientierung werden die Düsen zur Erzielung der Hauptströmungsrichtung jeder der Lanzen nicht auf die nächste sondern übernächste stromabwärts gelegene Lanze ausgerichtet. Verglichen mit der Anordnung in Figur 1 findet eine stärkere ‚Strahlkreuzung' statt, ohne dass deswegen die die Energie verteilende übergeordnete Strömung entfällt. Die stillen, mittels Schraffur eingezeichneten Zonen bleiben im wesentlichen gleich gross; es ist somit klar, dass durch die ledigliche Ausrichtung der Lanzen diese hinterwasserartigen Bereiche nicht intensiv bearbeitet werden können. Es braucht also einen gezielten Transport der erzeugten Turbulenzen über den ganzen zu bearbeitenden Raum verteilen.

[0013] **Figur 3** zeigt die Wirkung der untergetauchten Strahlen im senkrechten Schnitt zu den beiden oben diskutierten Figuren 1 und 2, also von der Seite betrachtet. Die intensivste lokale Turbulenzbildung geschieht an den Scherflächen der entgegengesetzten Strahlrichtung, hier als gedachte Scherfläche 20 eingezeichnet. Obschon der untergetauchte Strahl an sich bzw. dessen Energie durch den Widerstand des umliegenden Mediums sich schliesslich auch in Turbulenzen auflöst, ist die Turbulenzbildung an den makroskopischen Scherflächen wesentlich stärker. Diesen Vorgang versucht Figur 3 im Bild zu zeigen. Die dick gezeichneten Pfeile 1 repräsentieren Strahlen von höherem Durchfluss, also von grösserer Massenbewegung, die dünner gezeichneten Pfeile 2 repräsentieren Strahlen von geringerer Massenbewegung, bspw. nur die Hälfte der die überge-

ordnete Strömung antreibenden Strahlen. Mit den Enveloppen 1*, 2* und 3* als auseinanderlaufende Linien an jedem Pfeil dargestellt soll schematisch dargestellt die Einflussnahme des untergetauchten Strahls auf seine Umgebung illustriert werden. An der Scherfläche, gezeichnet mit einer unterbrochenen Linie 20, bilden sich die meisten lokalen Turbulenzen 21, sie sind hier, um das zu illustrieren, dichter bzw. näher beieinander gezeichnet. Die resultierende übergelagerte Strömung ist durch Strompfeile 24 und durch kleine Pfeile an den die Turbulenzen 21 darstellenden Strudeln dargestellt und die Verdichtung, also die Pfeile enger beieinander, mit der Klammer 25 zusammengefasst. Die Figur zeigt weiter die am unteren Lanzenschaft austretende axial gerichtete Strömung mit Pfeil 3, deren Enveloppen 3* am Gefässboden reflektieren und so zur Wirbelbildung auch noch beitragen. Ein einziger Strahl, ohne durch das Ensemble sozusagen verstärkt zu werden, würde sich auf diese Weise im umgebenden Medium lediglich verlieren, wodurch seine Energie stetig verdünnt wird, ohne als Turbulenzgenerator wirksam zu werden zu können. Dies würde den erfinderischen Zweck nicht erfüllen. Das gezielte Miteinander erbringt erst die gewünschte Wirkung.

[0014] Nun ist gezeigt, dass die Einflussnahme des Strahls mit der grösseren Massenbewegung und die Einflussnahme des im entgegengesetzten Strahls mit der geringeren Massenbewegung, bspw. nur die Hälfte, in einem begrenzten Raum eine starke Scherung erzeugt, aufgrund welcher starke lokale Turbulenzen entstehen, sozusagen sich lokal Gebiete bilden, die man als Turbulenzgeneratoren bezeichnen kann, welche Turbulenzen mit der Strömung, welche durch die Strahlen mit der grösseren Massenbewegung bewirkt wird, fortgetragen und über Gebiete verteilt werden, in denen keine starken Turbulenzen entstehen. Anstelle einer Düse mit grösserem Querschnitt und mehr Massenbewegungsfähigkeit, können auch zwei oder drei Düsen mit dem gleichen Querschnitt wie die Gegenbewegung bewirkenden Düsen angewendet werden, bspw. 3x100 mm2 in Hauptströmungsrichtung und 2x100 mm2 in Gegenströmungsrichtung. Wesentlich ist, dass ein Transport und damit eine Verteilung der lokal erzeugten Turbulenzen bewirkt wird.

[0015] Während in der Figur hauptsächlich die Turbulenzbildung diskutiert wurde, zeigt **Figur 3**, in ebenso schematischer Darstellung die Rezirkulation des zu durchmischenden Gutes. In einer Schicht 30 oberhalb der Zone in welcher die Turbulenzbildung und -Verteilung stattfindet, wird aus dem überstehenden Medium mittels einer Pumpe 31 über einen Saugstutzen 32 soviel abgezogen, wie über die Zuleitungen 33 bzw. 33' und 33" in das Mikrowirbelbett eingespiesen wird, wodurch die geforderte Kontinuität oder Erhaltung der Massen erfüllt ist. Die Strömungsverhältnisse im überstehenden Medium sind viel weniger intensiv, sie bewirken sogar je nach Anordnung der Saugstellen in Bezug zur strömenden turbulenten Schicht eine gewisse Abschirmung der Hauptströmung nach oben. Mit ändern Worten, die durch die Flüssigkeitsreibung nach oben propagierte Wirkung, nämlich sich der Strömungsrichtung anzuschliessen, wird gestört bzw. gedämpft. Die vertikalen Auswirkungen werden jedoch noch unterstützt durch die Aufwärmung des Mediums durch innere Reibung, wodurch eine Konvektion nach oben entsteht. Im grossen und ganzen tragen alle diese Phänomene zur Durchmischung bei, aber keine derart intensiv wie die Bildung von Turbulenzgeneratoren und die Verschleppung der lokalen Turbulenzen über das gewünschte Volumen, das von der Höhe und der Anordnung der Düsen im Medium bestimmt wird.

[0016] Wenn es nur um die reine Durchmischung eines Fluids geht, kann die Ansaugung für die Rezirkulation auch an Stellen nahe oder im Turbulenzen- oder Mikrowirbelbett erfolgen. Es ist aber darauf zu achten, dass das angesaugte turbulente Medium auf dem Weg bis zur Pumpe sich etwas beruhigt hat.

[0017] Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens besteht aus einem Ensemble einer Vielzahl von zusammenwirkenden Lanzen, also aus einer ein Strömungssystem bewirkenden Anordnung, wie ein Beispiel einer solchen in **Figur 4** gezeigt ist, mit Düsen verschiedener Durchflussmengen oder aber gleicher Durchflussmengen mit entsprechend mehr Düsen, die gemäss Verfahren zueinander orientiert sind. Auch können die Düsen Orientierungen aufweisen, die nur eine Komponente entgegen oder in der Hauptrichtung bewirken. Man erkennt den Lanzenschaft der Lanze 5 mit einer Düse für den die Hauptströmung generierenden Strahl 1 und die eine strömungsmässige Gegenkomponente bildenden Düsen für die Strahlen 2. Am unteren Ende der Lanze in der Figur 5 ist die Düse für den vierten Strahl 3 angeordnet. Am oberen Ende ist ein Diffusor 9 angeordnet, hier schematisch als Krümmer gezeichnet, daran über ein Flansch 8 als Schlauchverbindung ein Zuführschlauch 6 für das Fluid angebracht ist. Die Lanze wird durch einen im Schnitt dargestellten Köcher 15 im Deckel 11 des Behälters 10 eingeführt und zu der Vielzahl der anderen Lanzen, die im selben Deckel angeordnet sind, orientiert und festgemacht.

[0018] Solche Lanzen sind sehr effizient in Herstellung, Montage und im Betrieb. Es sind vorzugsweise Hohlkörper ohne während des Betriebs bewegliche Teile, einfach Röhren mit Düsen, bei denen auf der einen Seite das Medium eingespiesen wird und durch die Düsen auf der anderen Seite wieder entweicht. Eine bevorzugte Ausführungsform einer Lanze weist eine in ihrer Achse angeordnete ‚neutrale' Düse auf, eine quer zur Längsachse der Lanze angeordnete Düse für die Hauptströmungsrichtung, also eine Düse mit grossem Querschnitt, im Abstand gegen die Seite der Einspeisung zu zwei weitere Düsen quer zur Längsachse der Lanze im 120 grad Winkel, wie Figur 5 zeigt, zur Düse für die Hauptströmungsrichtung, wobei der Wirkungsquerschnitt beider Düsen zusammen mindestens ein Drittel kleiner ist, als der Querschnitt der Düse für die

Hauptströmungsrichtung. Die Hauptströmung kann auch mit mehreren Düsen bewerkstelligt werden; es kommt lediglich darauf an, dass der Gesamtquerschnitt in Hauptrichtung grösser ist als in Gegenrichtung, was auch eine allfällige Richtungskomponente betrifft.

[0019] **Figur 5** zeigt schematisch in Form von 6 Pictogrammen A, B, C, D, E, F einige Anordnungen von Düsen an einer Lanze, wobei die Düsen, obschon nebeneinander gezeichnet, in verschiedenen Ebenen bzw. längs des Lanzenschafts angeordnet sind. Die Düsen für die Hauptströmungsrichtung bzw. deren Wirkungsquerschnitt sind im Bild nach oben gezeichnet und mit H bezeichnet, die Düsen für die Gegenrichtungsströmung bzw. deren Wirkungsquerschnitt ist mit G bezeichnet. Jede dieser Ebenen (siehe auch Figur 5) kann eine oder mehrere Düsen aufweisen. Gezeigt wird hier lediglich das Prinzip.

[0020] Pictogramm A zeigt bspw. 3 Düsen mit je 100 mm2 Querschnitt und eine Düse in Gegenrichtung mit 100 mm2 bspw. in der Ebene der obersten Hauptströmungsrichtungs-Düse angeordnet. Pictogramm B zeigt, ähnlich Figur 5, einen Gesamtquerschnitt in Hauptströmungsrichtung und 2/3 Gesamtquerschnitt in je 120 grad Winkel, was in der Gegenrichtung eine Komponente gleich wie die bei Pictogramm A erzeugt, wobei eine andere lokale Turbulenzbildung entsteht. Pictogramm C zeigt ein Verhältnis von 3:2, also in Gegenrichtung 2/3 der Wirkung. Pictogramm D zeigt eine Variante in der rein rechnerisch keine wesentlich grössere Strömung in Hauptrichtungsströmung entstehen sollte, aber es bildet sich trotzdem eine leicht Strömung entgegen der Gegenströmung aus. Dasselbe zeigt Pictogramm E, wobei klar ist, dass diese beiden Varianten nicht sehr pozessintensiv sind. Pictogramm F zeigt der Vollständigkeit halber und wie oben eingehend diskutiert, dass anstelle von 2 oder 3 Düsen mit je einem Querschnitt von bspw. 100 mm2 in Hauptströmungsrichtung eine Düse mit 200 mm2 oder sogar 300 mm2 verwendet werden kann. Dies ist insofern wichtig, weil grössere Massenströme in der Regel eine grössere Wirkung zeigen. Somit muss man jeweils abwägen, ob mehr einzelne Strahlen mit kleineren Massenströmen, also kleinerem Querschnitt, oder weniger einzelne Strahlen mit grösserem Massenquerschnitt eingesetzt werden sollen.

[0021] Nun lässt sich dieses Verfahren und die Vorrichtung dazu für Prozesse verwenden, welche eine innige Durchmischung von grossen Volumen erfordern. Dies können, wie eingangs ausgeführt, Rohöltanks beliebiger Grösse, also bis 100 m Durchmesser und mehr oder chemische Reaktoren von einigen Metern Durchmesser oder grosse Mischtanks und dergleichen sein. Bei Reaktoren würde der Deckel eine entsprechende Menge gemäss Erfindung zueinander orientierte und dimensionierte Injektoren aufweisen, die leicht auswechselbar sein sollen und sich gut reinigen lassen. Da es sich im wesentlichen um Rohre handelt und der Querschnitt der Düsen eher gross ist, sollte die Reinigung der Injektoren kein Problem sein. Bei einer Anwendung, wo die Kontaminität eine Rolle spielt, kann ein solcher Injektor derart ausgestaltet sein, dass er möglichst keine Hinterschneidungen aufweist, in welchen sich Substanzen ablagern können. Der Waschvorgang soll ermöglichen, dass durch die Durchströmung im Injektor und die intensive Vermischung ausserhalb die Substanzen der vorangegangenen Aufbereitung vollständig ausgeschwemmt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verteilung von hydrokinetischer Energie in grossen Volumina von Fluiden, indem im Fluid eine Vielzahl von lokalen Turbulenzen (21) erzeugt wird
   derart dass eine Vielzahl von gleichgerichteten untergetauchten Strahlen (1) in der Umgebung mindestens einer ersten Ebene und eine Vielzahl von gleichgerichteten untergetauchten Strahlen (2) in einer darüber- und/oder darunterliegenden Umgebung mindestens einer zweiten bzw. dritten Ebene einander entgegengerichtet werden
   und die Ebenen so beabstandet werden,
   dass zwischen entgegengerichteten Strahlen (1,2) eine turbulenzbildende Scherfläche (20) entsteht und
   dass die so gebildeten Turbulenzen (21) in eine gemeinsame Richtung gefördert werden,
   indem die untergetauchten Strahlen (1) in der Umgebung einer der Ebenen einen grösseren Durchfluss zur Erzielung einer übergeordneten Strömung aufweisen als jene der anderen Umgebungen der mindestens einen oder beiden Ebene/n, derart, dass die gebildeten Turbulenzen (21) durch die übergeordnete Strömung in eine gemeinsame Richtung transportiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mehrzahl von Umgebungen von Ebenen mit untergetauchten Strahlen (1,2) und zwischen den Ebenen gebildeten turbulenzbildenden Scherflächen (20) erzeugt wird, wobei mindestens eine Umgebung einer Ebene mit untergetauchten Strahlen (1), wobei einen derart grösseren Durchfluss zur Erzielung einer übergeordneten Strömung aufweist als Ebenen mit den Strahlen (2) aller anderen beteiligten Umgebungen zusammen, um die gebildeten Turbulenzen (21) durch die übergeordnete Strömung in eine gemeinsame Richtung zu transportieren.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet dass** eine Vielzahl von Umgebungen von Ebenen mit untergetauchten Strahlen (1,2) und zwischen den Ebenen gebildeten turbulenzbildenden Scherflächen (20) erzeugt werden, wobei die Strahlen (1) der Umgebung der

mindestens einen ersten oder der mindestens einen Ebene in die entgegengesetzte Richtung gerichtet sind, als Komponenten der Strahlen (2) der Umgebungen der oder aller anderen Ebenen, und wobei die Strahlen (1) der Umgebung der mindestens einen ersten oder der mindestens einen Ebene einen grösseren Durchfluss aufweisen als die Komponenten der entgegengesetzten Strahlen (2), um die gebildeten Turbulenzen (21) in eine gemeinsame Richtung zu transportieren.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vielzahl von Umgebungen von Ebenen mit untergetauchten Strahlen (1,2) und zwischen den Ebenen gebildeten turbulenzbildenden Scherflächen (20) erzeugt werden, wobei Strahlen eines Teils der Vielzahl von Umgebungen von Ebenen in die eine Richtung und Strahlen, eines anderen Teils der Vielzahl von Umgebungen von Ebenen in die entgegengesetzte Richtung orientiert sind, und die Strahlen (1) einer der beiden Teile zur Erzielung einer übergeordneten Strömung eine grössere Durchflussmenge erzeugen als die Strahlen (2) des anderen Teils.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fluid zur Erzielung der untergetauchten Strahlen (1,2,3) verschiedener Durchflussmengen demselben Medium entnommen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fluid zur Erzielung der untergetauchten Strahlen (1,2,3) verschiedener Durchflussmengen demselben Medium aber ausserhalb oder oberhalb des strömenden Turbulenzbettes entnommen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fluid zur Erzielung der untergetauchten Strahlen (1,2,3) verschiedener Durchflussmengen demselben Medium aber innerhalb des strömenden Turbulenzbettes entnommen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die übergeordnete Strömung eine in sich geschlossene Strömung ist.

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach eine der Ansprüche 1-8 bestehend aus einer Vielzahl von rohrförmigen Körpern (5) mit einem Fluideinlass auf der einen Seite und mit einer Anordnung von Düsen (G,H) für den Fluidauslass auf der anderen Seite **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Düse (H) an jedem Körper (5) einen grösselen Querschnitt aufweist als andere, in eine andere Richtung weisende Düsen (G) deren zusammengezählte Querschnitte kleiner sind als die Düse (H) mit dem grosseren Querschnitt, wobei die Körper (5) to angeordnet sind, dass die Düsen (H) mit dem grösseren Querschnitt die gleiche Orientierung aufweisen.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1- 8 bestehend aus einer Vielzahl von rohrförmigen Körpern (5) mit einem Fluideinlass auf der einen Seite und mit einer Anordnung von Düsen (G,H) für den Fluidauslass auf der anderen Seite derart, dass mindestens soviele Düsen (H) zür gemeinsamen Orientierung an jedem Körper (5) angeordnet sind, dass ihre zusammengezählten Querschnitte grösser sind als andere, in eine andere Richtung weisende Düsen (G), deren zusammengezählte Querschnitte kleiner sind, und dass die für die gemeinsame Orientierung bestimmten Düsen (H) in eine gemeinsame Orientierung gebracht sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wirkungsquerschnitt der Düsen (H) zur Bildung einer Strömung, welche in eine gemeinsame Orientierung zu bringen sind grösser ist als der Wirkungsquerschnitt der Düsen (G), die in eine andere Richtung angeordnet sind.

12. Rohrförmiger Körper (5) zur Verwendung in der Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** er Düsen (G,H) mit unterschiedlichen Querschnitten aufweist, die so angeordnet sind, dass die Düse (H) mit dem grössten Querschnitt in eine Richtung weist und die anderen Düsen (G) in eine andere Richtung weisen und deren zusammengezählte Querschnitte oder Wirkungsquerschnitte kleiner sind als die Düse (H) mit dem grössten Querschnitt.

13. Rohrförmiger Körper (5) zur Verwendung in der Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** er Düsen (G,H) mit gleichen Querschnitten aufweist, die so angeordnet sind, dass mindestens zwei Düsen (H) mit einem gemeinsamen Querschnitt in eine Richtung weisen und der Wirkungsquerschnitt der Düsen (G), die in eine andere Richtung weisen kleiner ist als die mindestens zwei Düsen (H) mit dem grösseren gemeinsamen Querschnitt.

14. Rohrförmiger Körper (5) zur Verwendung in der Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** er Düsen (G,H) mit gleichen oder unterschiedlichen Querschnitten aufweist, die so angeordnet sind, dass mindestens eine Richtung mit Düsen einen grösseren Wirkungsquerschnitt (H) aufweist als der Wirkungsquerschnitt aller anderen Düsen, (G) die nicht in die gleiche Richtung weisen.

15. Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 - 8 zur Durchmischung und/oder Reinigung von Lagertanks.

16. Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 - 8 zur Verflüssigung von Sedimenten in Rohöltanks.

17. Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 - 8 zum intensiven Vermischen von Fluid-Komponenten in Mischbehältern.

18. Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 - 8 zur intensiv mischenden Behandlung eines Fluidgutes in chemischen Reaktoren.

Claims

1. Method for distributing hydrokinetic energy in large volumes of fluids, in which a multitude of local turbulences (21) are produced in the fluid
in a manner such that a multitude of equally directed immersed jets (1) in the environment of at least one first plane and a multitude of equally directed immersed jets (2) in an environment of at least one second or third plane lying above or below the first plane, are directed counter to one another
and the planes are distanced
such that between counter directed jets (1, 2) there arises a turbulence-forming shear surface (20) and that the thus formed turbulences (21) are conveyed in a common direction,
in that the immersed jets (1) in the environment of one of the planes have a larger through-flow for achieving an overriding flow than those of the other environments of the at least one or two plane(s) in a manner such that the formed turbulences (21) are transported in a common direction by the overriding flow.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** a plurality of environments of planes with immersed jets (1, 2) and turbulence-forming shear surfaces (20) formed between the planes is produced, wherein at least one environment of a plane with immersed jets (1) has a greater through-flow for achieving an overriding flow than planes with the jets of all other participating environments together, in order to transport the formed turbulences (21) by the overriding flow in a common direction.

3. A method according to one of the claims 1 or 2, **characterised in that** a multitude of environments of planes with immersed jets (1, 2) and turbulence-forming shear surfaces (20) formed between the planes is produced, wherein the jets (1) of the environment of the at least one first or of the at least one plane are directed in the counter direction to components of the jets (2) of the environments of the or all other planes, and wherein the jets (1) of the environment of the at least one first or of the at least one plane have a larger through-flow than the components of the opposing jets (2), in order to transport the formed turbulences (21) in a common direction.

4. Method according to one of the claims 1 or 2, **characterised in that** a multitude of environments of planes with immersed jets (1, 2) and turbulence-producing shear surfaces (20) formed between the planes is produced, wherein jets of a portion of the plurality of environments of planes are orientated in the one direction and jets of another portion of the multitude of environments of planes are orientated in the opposing direction, and the jets (1) of one of the two shares for achieving an overriding flow produce a larger through-flow quantity than the jets (2) of the other share.

5. Method according to one of the claims 1 - 4, **characterised in that** the fluid for achieving the immersed jets (1, 2, 3) of various through-flow quantities is taken from the same medium.

6. Method according to claim 5, **characterised in that** the fluid for achieving the immersed jets (1, 2, 3) of various through-flow quantities is taken from the same medium but outside or above the flowing turbulence bed.

7. Method according to claim 6, **characterised in that** the fluid for achieving the immersed jets (1, 2, 3) of various through-flow quantities is taken from the same medium but within the flowing turbulence bed.

8. Method according to one of the claims 1 - 6, **characterised in that** the overriding flow is a closed flow.

9. Device for carrying out the method according to one of the claims 1 - 8 consisting of a multitude of tubular bodies (5) with a fluid inlet on the one side and with an arrangement of nozzles (G, H) for the fluid outlet on the other side, in a manner such that at least one nozzle (H) on each body (5) has a larger cross section than other nozzles (G) pointing in another direction, whose summed cross sections are smaller that that of the nozzle (H) with the larger cross section, wherein the bodies are arranged such that the nozzles with the larger cross section have the same orientation.

10. Device for carrying out the method according to one of the claims 1-8 consisting of a multitude of tubular bodies (5) with a fluid inlet on the one side and with an arrangement of nozzles (G, H) for the fluid outlet

on the other side, in a manner such that there are arranged at least so many nozzles (H) for the common orientation on each body (5) that their summed cross sections are larger than those of other nozzles (G) pointing in another direction, whose summed cross sections are smaller, and that the nozzles (H) envisaged for the common orientation are brought into a common orientation.

11. Device according to one of the claims 9 or 10, **characterised in that** the effective cross section of the nozzles (H) for forming a flow, which are to be brought into a common orientation is larger than the effective cross section of the nozzles (G) which are arranged in another direction.

12. Tubular body (5) for use in the device according to claim 9, **characterised in that** it comprises nozzles (G, H) with different cross sections, which are arranged such that the nozzle (H) with the largest cross section points in one direction, and the other nozzles (G) point in another direction and their summed cross sections or effective cross sections are smaller than the cross section of the nozzle (H) with the largest cross section.

13. Tubular body (5) for use in the device according to claim 10, **characterised in that** it comprises nozzles (G, H) with the same cross sections which are arranged such that at least two nozzles (H) with a common cross section point in one direction and the effective cross section of the nozzles (G) which point in another direction is smaller than that cross section of the at least two nozzles (H) with the larger common cross section.

14. Tubular body (5) for use in the device according to claim 9, **characterised in that** it comprises nozzles (G, H) with the same or different cross sections which are arranged such that in at least one direction the nozzles (H) have a larger effective cross section than the effective cross section of all other nozzles (G) which do not point in the same direction.

15. Use of the method according to claim 1 - 8 for the thorough mixing and/or cleaning of storage tanks.

16. Use of the method according to claim 1 - 8 for liquefying sediments in crude oil tanks.

17. Use of the method according to claim 1 - 8 for the intensive mixing of fluid components in mixing containers.

18. Use of the method according to claim 1 - 8 for the intensive mixing processing of a fluid material in chemical reactors.

Revendications

1. Procédé pour la distribution d'énergie hydrocinétique dans de grands volumes de fluides, en produisant dans le fluide une pluralité de turbulences locales (21), de telle manière qu'une pluralité de jets submergés (1) de même orientation dans l'environnement d'au moins un premier plan et une pluralité de jets submergés (2) de même orientation dans un environnement d'au moins un second ou un troisième plan situé au-dessus et/ou en dessous soient dirigés les uns vers les autres, les plans étant écartés de telle manière qu'il se crée entre les jets (1, 2) de direction opposée une surface de cisaillement (20) créant des turbulences, et que les turbulences (21) ainsi formées soient déplacées dans une même direction par le fait que les jets submergés (1) dans l'environnement de l'un des plans, pour obtenir un courant supérieur, ont un plus fort débit que ceux des environnements des autres plans au nombre d'un au moins ou deux, de telle sorte que les turbulences (21) formées soient déplacées par le courant supérieur dans une même direction.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**il se crée une pluralité d'environnements de plans avec des jets submergés (1, 2) et des surfaces de cisaillement (20) créant des turbulences formées entre les plans, un environnement au moins d'un plan avec des jets submergés (1) possédant, pour produire un courant supérieur, un débit plus important que les plans contenant les jets (2) de tous les autres environnements impliqués en tout, afin de déplacer les turbulences formées (21) dans une même direction sous l'action du courant supérieur.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**il se crée une pluralité d'environnements de plans avec des jets submergés (1, 2) et des surfaces de cisaillement (20) créant des turbulences formées entre les plans, les jets (1) dans l'environnement du premier ou du second plan au nombre d'un au moins étant orientés dans le sens opposé aux composants des jets (2) des environnements du plan ou de tous les autres plans, et les jets (1) de l'environnement du premier ou du second plan au nombre d'un au moins ayant un plus fort débit que les composants des jets opposés (2) afin de déplacer les turbulences (21) formées dans une même direction.

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**il se crée une pluralité d'environnements de plans avec des jets submergés (1, 2) et des surfaces de cisaillement (20) créant des turbulences formées entre les plans, les jets d'une partie de la pluralité d'environnements des plans étant orientés

dans une direction et les jets d'une autre partie de la pluralité d'environnements des plans dans la direction opposée, et les jets (1) de l'une des deux parties produisant, pour obtenir un courant supérieur, un plus fort débit que les jets (2) de l'autre partie.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le fluide destiné à produire les jets submergés (1, 2, 3) ayant des débits différents est prélevé dans le même fluide.

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le fluide destiné à produire les jets submergés (1, 2, 3) ayant des débits différents est prélevé dans le même fluide, sauf à l'extérieur et au-dessus du lit de turbulences circulant.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le fluide destiné à produire les jets submergés (1, 2, 3) ayant des débits différents est prélevé dans le même fluide, mais à l'intérieur du lit de turbulences circulant.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le courant supérieur est un courant fermé sur lui-même.

9. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, composé d'une pluralité d'éléments tubulaires (5) avec une entrée de fluide d'un côté et un arrangement de buses (G, H) pour la sortie du fluide de l'autre côté, **caractérisé en ce qu'**au moins une buse (H) de chaque élément (5) a une plus grande section que les autres buses (G) orientées dans une autre direction, dont les sections additionnées sont plus petites que la buse (H) de plus grande section, les éléments (5) étant disposés de telle manière que les buses (H) ayant la plus grande section soient orientées de la même manière.

10. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, composé d'une pluralité d'éléments tubulaires (5) avec une entrée de fluide d'un côté et un arrangement de buses (G, H) pour la sortie du fluide de l'autre côté, de telle manière qu'il y ait au moins assez de buses (H) orientées de la même manière sur chaque élément (5) pour que leurs sections additionnées soient plus grandes que les autres buses (G) orientées dans une autre direction, dont les sections additionnées sont plus petites, et en ce que les buses (H) destinées à avoir la même orientation sont amenées dans une même orientation.

11. Dispositif selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** la section active des buses (H) servant à former un courant et devant être amenées dans une même orientation est plus grande que la section active des buses (G) disposées selon une autre orientation.

12. Élément tubulaire (5) destiné à être utilisé dans le dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'**il possède des buses (G, H) de section différente, **en ce que** la buse (H) ayant la plus grande section est orientée dans une direction et les autres buses (G) sont orientées dans une autre direction et leurs sections ou sections actives additionnées sont plus petites que la buse (H) ayant la plus grande section.

13. Élément tubulaire (5) destiné à être utilisé dans le dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'**il possède des buses (G, H) de même section, disposées de telle sorte qu'au moins deux buses (H) ayant la même section soient orientées dans une direction et la section active des buses (G) orientées dans une autre direction soit plus petite que les deux buses au moins (H) ayant la plus grande section commune.

14. Élément tubulaire (5) destiné à être utilisé dans le dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'**il possède des buses (G, H) de section égale ou différente, disposées de telle sorte qu'au moins une orientation des buses a une plus grande section active (H) que la section active de toutes les autres buses (G) qui ne sont pas orientées dans la même direction.

15. Mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 à 8 pour mélanger et/ou nettoyer des réservoirs de stockage.

16. Mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 à 8 pour la fluidification de sédiments dans les réservoirs de pétrole brut.

17. Mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 à 8 pour le brassage intensif de composants fluides dans des cuves de mélange.

18. Mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 à 8 pour le traitement par brassage intensif d'une matière fluide dans des réacteurs chimiques.

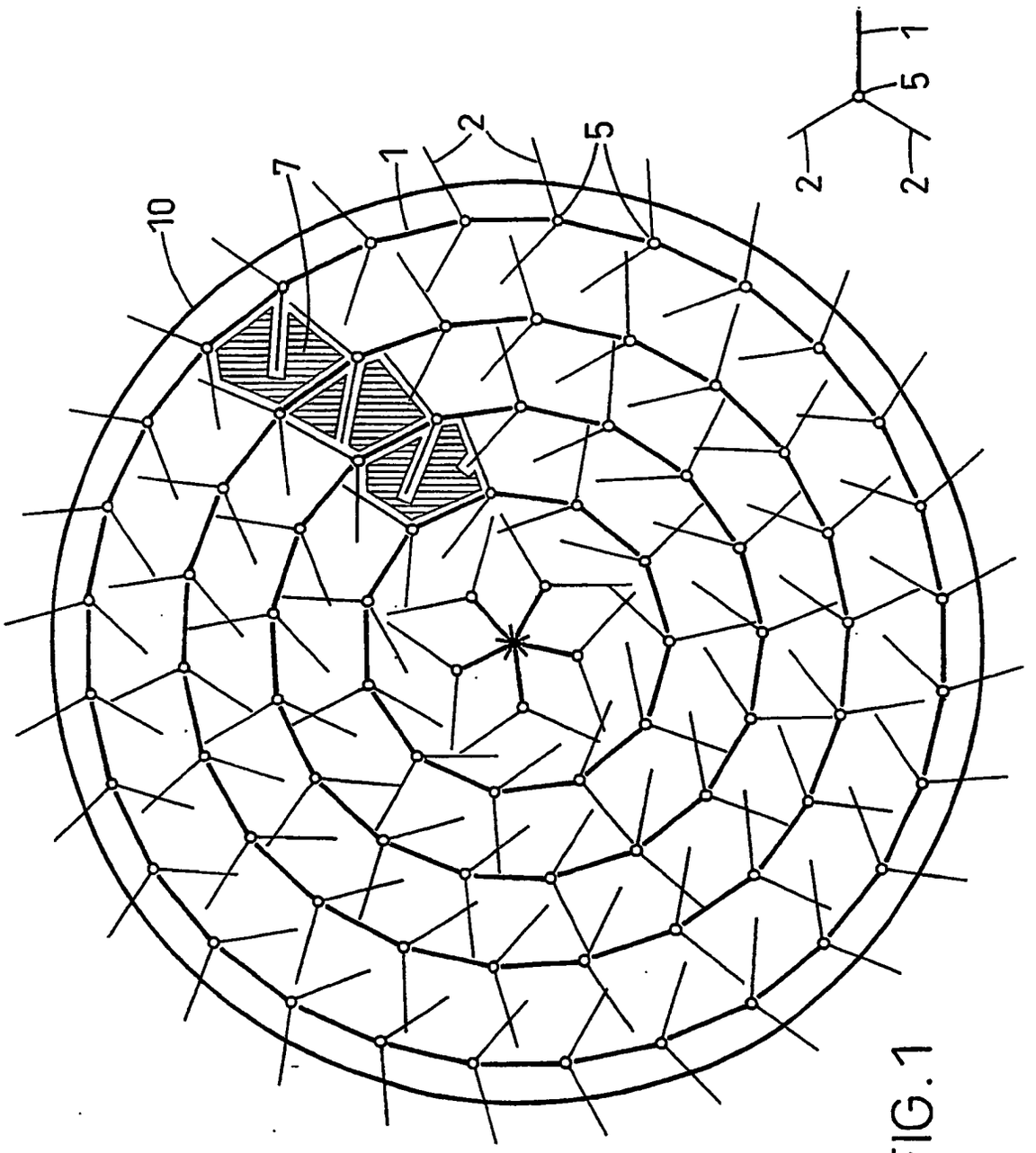


FIG. 1

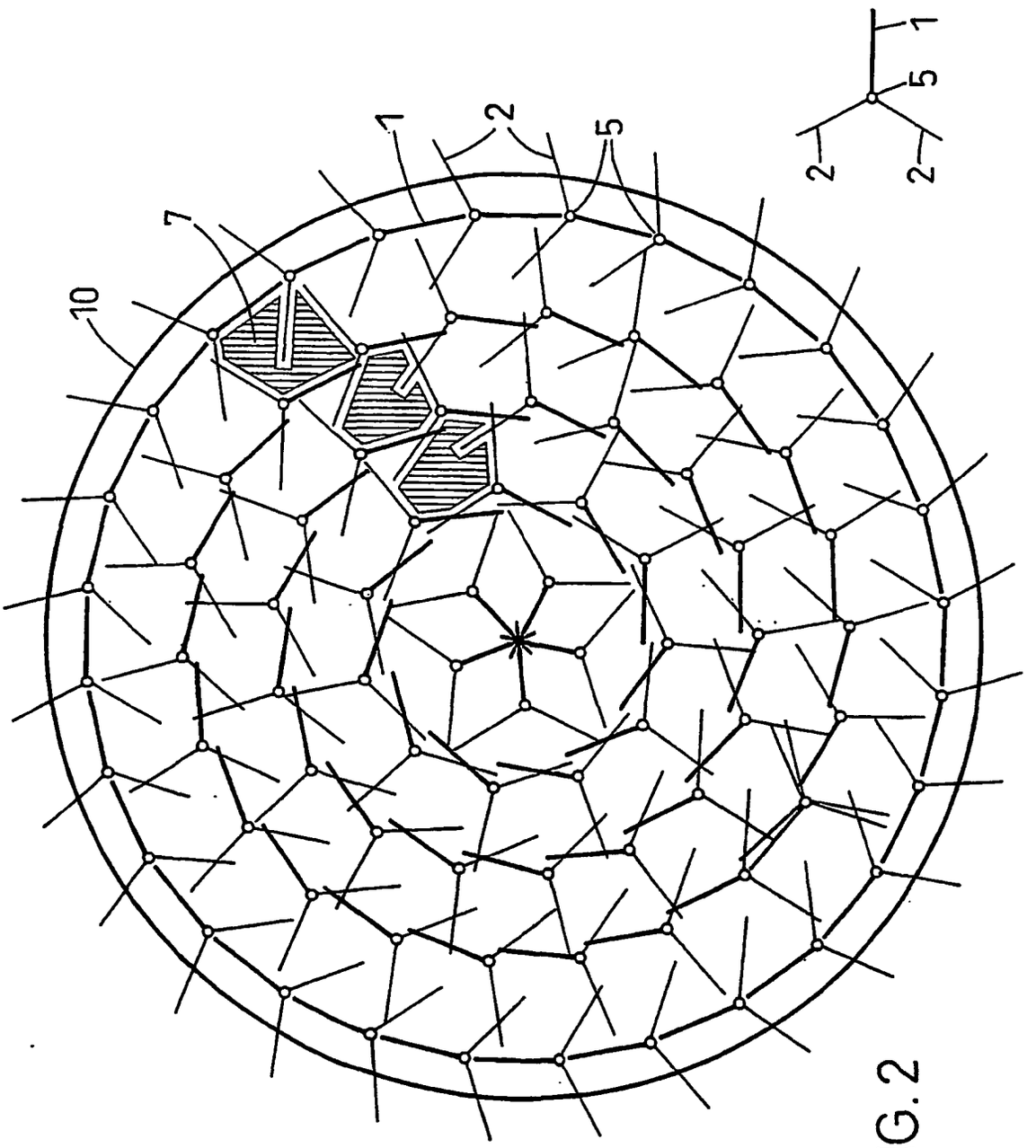


FIG. 2

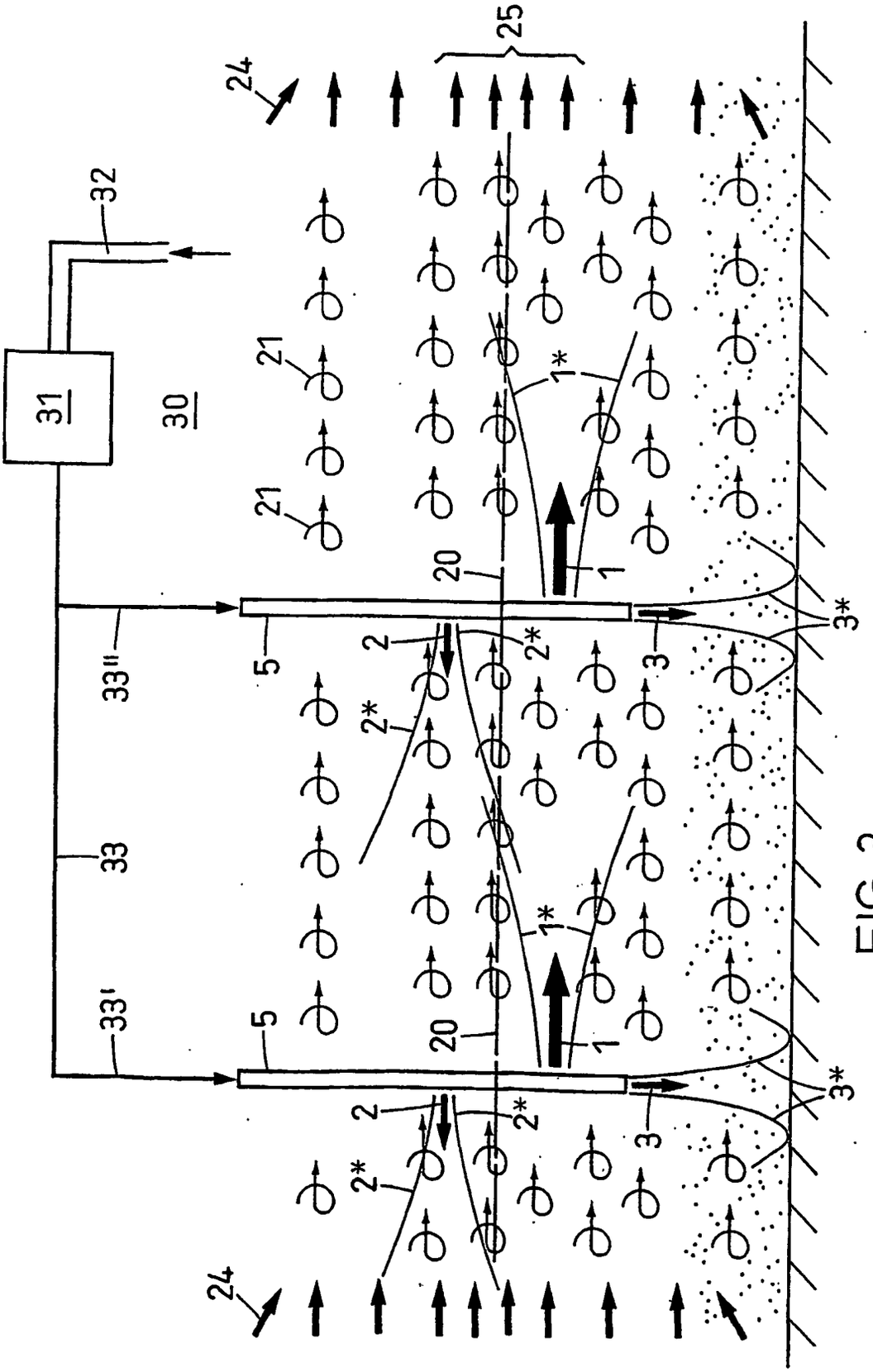


FIG. 3

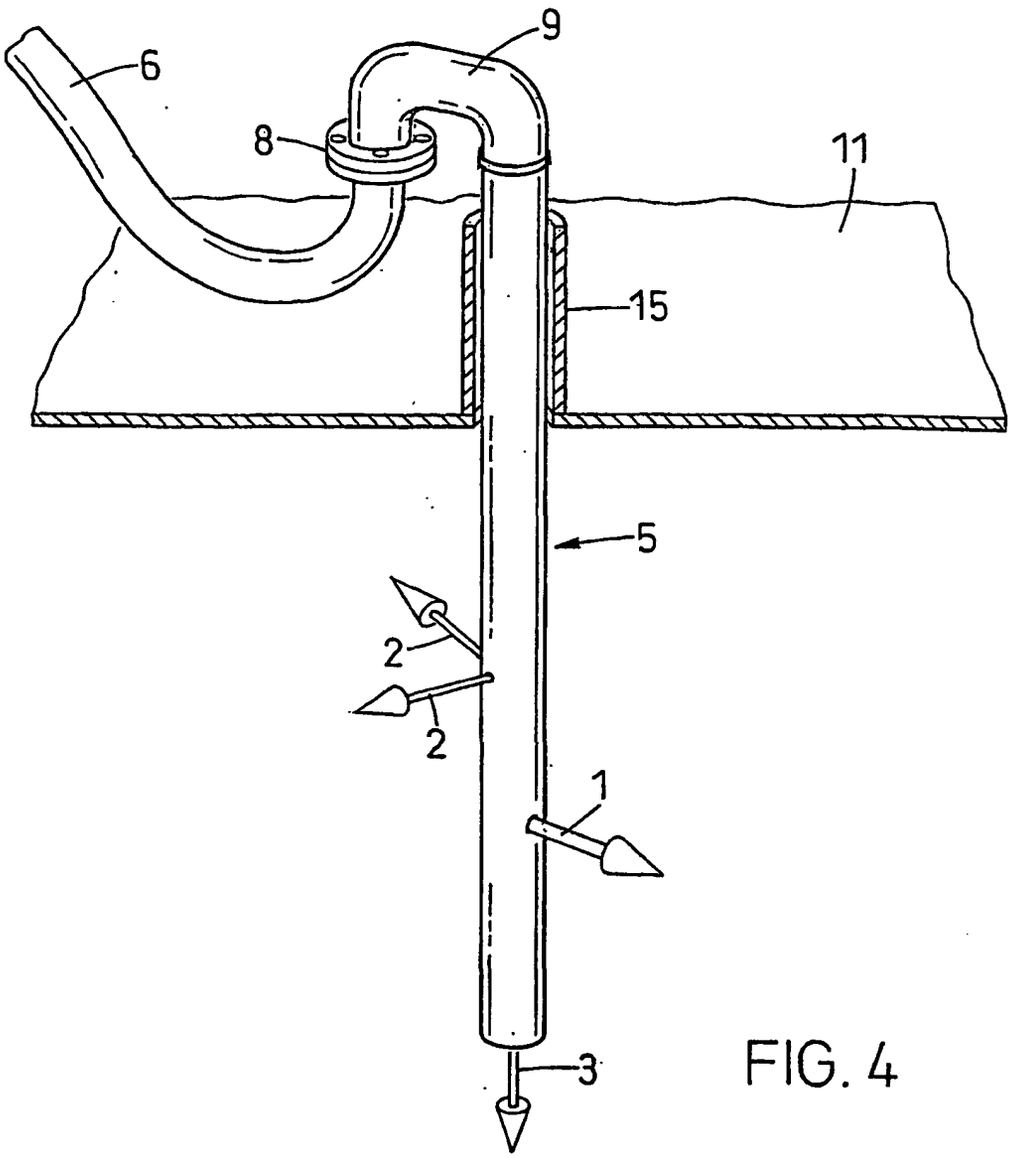


FIG. 4

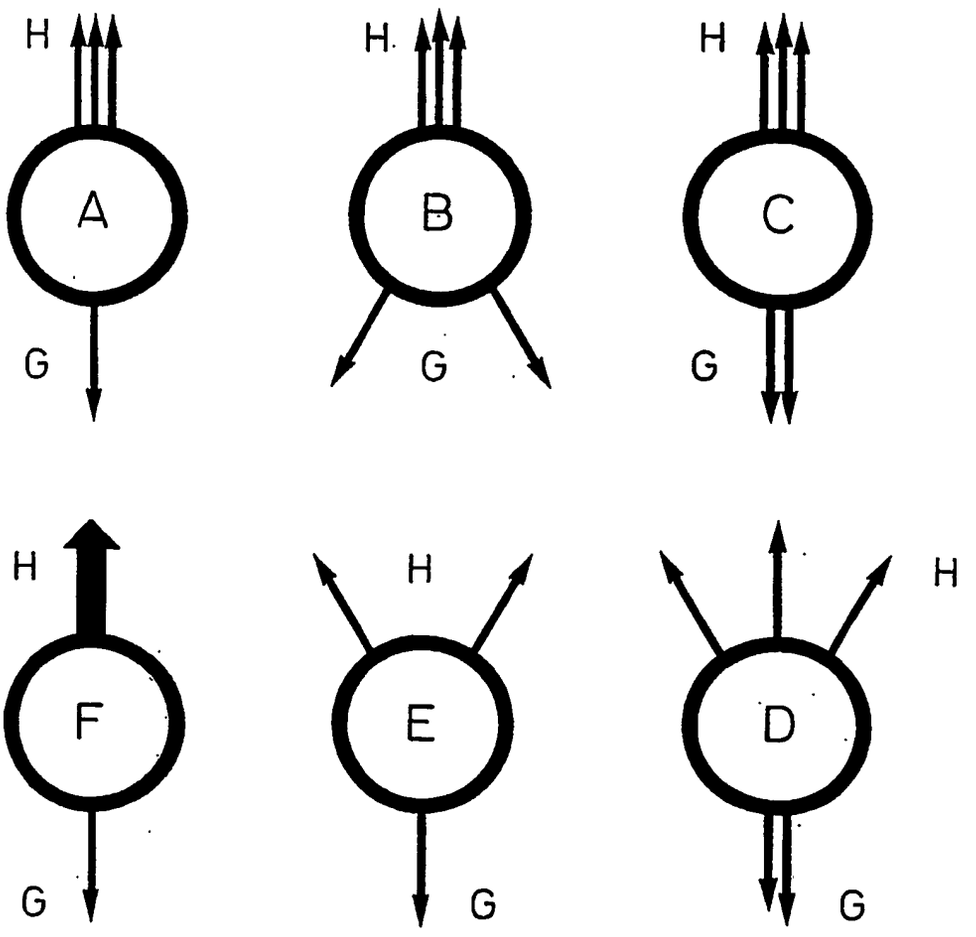


FIG.5