



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2004 010 656 B4 2007.12.06**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 010 656.8**

(22) Anmeldetag: **01.03.2004**

(43) Offenlegungstag: **22.09.2005**

(45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **06.12.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C02F 1/48 (2006.01)**

**C02F 1/74 (2006.01)**

**C02F 1/78 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Luwatec GmbH Luft- und Wassertechnik, 06217  
 Merseburg, DE**

(74) Vertreter:

**Wablat, W., Dipl.-Chem. Dr.-Ing. Dr.jur., Pat.-Anw.,  
 14129 Berlin**

(72) Erfinder:

**Fischer, Friedrich, 06217 Merseburg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

**DE 199 31 662 A1**

**DE 100 14 833 A1**

**DE 43 40 788 A1**

**DE 696 25 872 T2**

**Dr. F. Sodec et al.: "Oxidative Wasserentkeimung  
 in RLT-Anlagen mit ionisierter Luft", TAB Technik  
 am Bau, S. 46-49, veröffentlicht im Februar 2004  
 mit dem dazu gehörenden Sonderdruck 1/2004;**

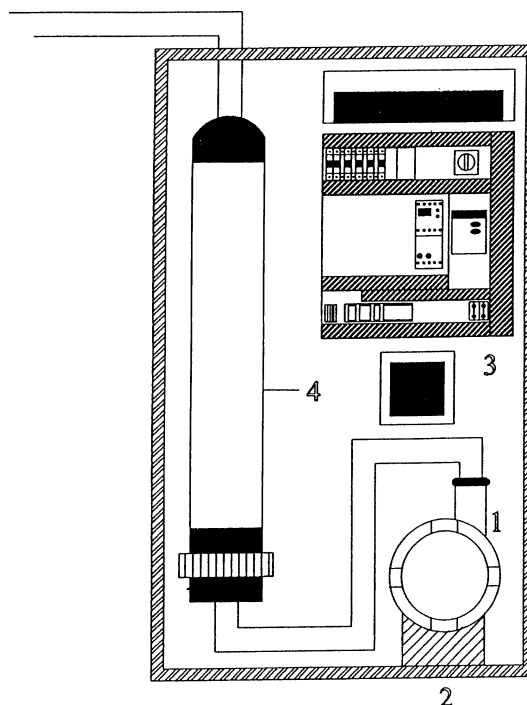
(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Aufbereitung von organisch und/oder biologisch verunreinigtem Wasser**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Aufbereitung von organisch und/oder biologisch verunreinigtem Wasser mit positiven und negativen Sauerstoffionen als Oxidationsmittel, die einen rohrförmigen, an eine gepulste Hochspannung angeschlossene Elektroden (12, 13) einschließenden Ionenerzeuger (4) mit diesem vorgeschaltetem Filter (2) und steuerbarem Gebläse (1), ein dem Ionenerzeuger (4) zugeordnetes Regelsystem (3) sowie ein austrittsseitig an den Ionenerzeuger (4) angeschlossenes Ausströmsystem mit breitflächig angeordneten Ausströmöffnungen (5) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass

– der Ionenerzeuger (4) eine äußere Glasröhre (10) und eine innere Glasröhre (11), an deren Außenseite ein erstes Elektrodengeflecht (12) und an deren Innenseite ein zweites Elektrodengeflecht (13) aus Edelstahl angeordnet sind, umfasst, und

– das Regelsystem (3) einen Ionenmessfühler zur von dessen Messergebnis abhängigen Steuerung der Spannung zwischen 2300 und 6400 V und der Pulsfrequenz zwischen 4000 und 16000 Hz einschließt, und

– das Ausströmsystem durch einen zwischen einer geschlossenen Unterplatte und einer die Ausströmöffnungen (5) aufweisenden Abdeckplatte spiralförmig verlaufenden, an den...



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Aufbereitung von organisch und/oder biologisch verunreinigtem Wasser gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

**[0002]** Gegenwärtig werden eine Vielzahl an Wasseraufbereitungsmethoden in der Praxis angewandt. Diese basieren auf sehr unterschiedlichen Methoden, wie beispielsweise auf Strahlungsenergie, insbesondere im UV- und Gamma-Bereich, Zugabe von Chlor oder Chlorgas, Wasserstoffperoxid sowie Natriumchlorid zur Elektrolyse und verschiedenster anderer chemischer Hilfsstoffverfahren.

**[0003]** Alle bisherigen Anwendungen haben jedoch eines gemeinsam, die Zugabe von chemischen Substanzen oder beachtlicher Mengen an elektrischer oder Strahlungsenergie. Wissenschaft und Technik sind sich darüber einig, dass jede Zugabe von aggressiven Chemikalien (besonders zu nennen sind hier Chlor, Chloroxid, Ozon, Wasserstoffperoxid, Silber, Kupfer u.ä.) auch Risiken, sowie nachteilige Wirkungen einschließt.

**[0004]** Ein Verfahren zur oxidativen Wasserentkeimung mit ionisierter Luft wird von F. Sodec u. a. in „Oxidative Wasserentkeimung in RLT-Anlagen mit ionisierter Luft“, TAB Technik am Bau, Sonderdruck aus 1/2004 beschrieben. Zur Erzeugung der Ionen wird ein von einem Verdichter erzeugter Luftstrom durch einen röhrenförmigen, getrennte Anoden und Kathoden umfassenden Ionisator geführt, wobei die Höhe der elektrischen Spannung und der Feldstärke sowie die Ausbildung der Elektrode und die Verweilzeit des Luftstroms in dem Ionisationsmodul die Konzentration der Ionen bestimmen. Der ionisierte Luftstrom wird feinverteilt in das zu behandelnde Wasser geleitet.

**[0005]** Bei einem aus der DE 100 14 833 A1 bekannten Verfahren zur Aufbereitung von Wasser mit ionisierter Luft erfolgt die Ionisation in einem Ionisator sowie einem Ionisationselement mit nachgeschaltetem Differenziator mit großflächigen durch eine Glasplatte getrennten Anoden- und Kathodengeflechten bei einer Gleichspannung von 3 bis 6 kV, wobei mit einem Stufenschalter eine bestimmte Impulsdauer eingestellt werden kann.

**[0006]** Gemäß einem in der DE 696 25 872 T2 beschriebenen Verfahren zum Verhindern des Ausbreitens von Mikroben mit ionisierter Luft kann die Konzentration der Ionen durch Regelung der Frequenz einer für die Entladung verwendeten gepulsten Gleichspannung eingestellt werden.

**[0007]** Aus der DE 43 40 788 A1 ist ein weiteres Verfahren zum Verhindern der Ausbreitung von Mikro-

ben mit einem ionischen Gas bekannt, bei dem das in diesem enthaltene Ozon durch Zersetzen in einer Kammer entfernt wird, wobei die an die zur Ionisierung an die Elektroden angelegte Spannung 3,5 kV betragen soll. Die entsprechende Vorrichtung umfasst eine Ionisationskammer zur Ionisierung der Luft und eine dieser nachgeschaltete Kammer zum Zersetzen des in der ionisierten Luft enthaltenen Ozons.

**[0008]** Gemäß einer in der DE 199 31 662 A1 beschriebenen Vorrichtung zur Erzeugung ionisierter Gase mittels Corona-Entladung sind den Elektroden beidseitig plattenförmige Isolatoren zugeordnet und in dem Hohlraum zwischen zwei gegenüberliegenden Elektroden befindet sich ein Durchströmkörper.

**[0009]** Die Erfindung stellt eine Weiterentwicklung des Verfahrens und der Vorrichtung gemäß DE 100 14833 A1 dar. Das betrifft insbesondere die Zufuhr der zu ionisierenden Luft, die Verfahrensbedingungen, die Steuerung und den Aufbau des Ionenerzeugers und das Ausströmsystem.

**[0010]** Die Aufgabe der Erfindung bestand darin, eine Wasseraufbereitungsanlage zu entwickeln, mit der die natürliche Oxidation mit ionisierter Luft optimal zur Aufbereitung von organisch und/oder biologisch verunreinigtem Wasser genutzt wird.

**[0011]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einer gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 ausgebildeten Vorrichtung gelöst. Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ergibt sich aus Anspruch 2.

**[0012]** Zur Ionisierung wird die Luft mittels Gebläse/Kompressor über einen Filter angesaugt und in einem rohrförmig konstruierten Ionenerzeuger verwirbelt. Die Sauerstoffmoleküle werden mit einer Spannung von 2.300 V bis 6.400 V und Frequenzen von 25 Hz bis 580 Hz bei einer Pulsfrequenz von 4.000 bis 16.000 Hz ionisiert und die Luft wird mit den elektrostatisch aufgeladenen Teilchen über ein Ausströmsystem breitflächig in das aufzubereitende Medium eingeführt und dabei verteilt, wobei der optimale Arbeitsbereich durch Messung der Ionenintensität über einen Ionenmessfühler und ein daran angepasstes Regelsystem gesteuert wird.

**[0013]** Die Pulsfrequenz oder auch Umpolfrequenz der Elektroden wird unabhängig von der Frequenz des verwendeten Wechselstroms eingestellt durch Impulsgeber. Dadurch soll die Anzahl der positiven und negativen Sauerstoffionen gelenkt werden. Zweckmäßig wird die Luft mit einem Druck von 0,2 bis 0,6 bar in den Ionenerzeuger eingeleitet. Vorzugsweise sollte die Spannung am Ionenerzeuger 200V bis 250V und die Frequenz 50 Hz bis 150 Hz (z.B. Netzspannung) betragen bei einer Pulsfrequenz von 4.000 bis 6.000 Hz.

**[0014]** Im Ionenerzeuger werden durch elektrostatische Aufladung aus den inaktiven Sauerstoffmolekülen Sauerstoffionen  $O_2^+$  und  $O_2^-$  gebildet. Die geladenen Sauerstoffionen werden mit der Luft zum Ausströmssystem geleitet. Der Arbeitsbereich ist auf einen relativ kleinen chemischen Reaktionsenergie-Bereich beschränkt. Kernpunkt der Entwicklung war, diesen kleinen Bereich zwischen inaktivem Sauerstoff und Ozon auf Grund des höheren Oxidationspotentials von aktiven Sauerstoffionen für die natürliche Oxidation zu nutzen. Der Übergang von aktiven Sauerstoffionen zu Ozon allein erfolgt bei Einfluss von hohen Energiemengen in der Praxis sehr schnell. Da die Abbaueffekte durch Ozon wesentlich geringer sind als durch Ionisation, wurde bei der Entwicklung des Verfahrens auf die ausschließliche Erzeugung von Sauerstoffionen gezielt, um die vermehrte Bildung und Überreaktionen in Richtung Ozon auszuschließen. Jede auch noch so geringe Menge an erzeugtem Ozon bedeutet in der Praxis Verlust an aktiv erzeugten Sauerstoffionen. Der primär zur Verfügung stehende Sauerstoffanteil in der Umgebungsluft muss, um ein optimales Oxidationsverhalten zu erreichen, bestmöglich für die Erzeugung von Sauerstoffionen genutzt werden. Dieses wurde durch verschiedene technische Parameter wie Spannungsart und Spannungshöhe erzielt.

**[0015]** Kohlenwasserstoffe und deren chemisch analoge Verbindungen werden damit schnell und wirkungsvoll oxidiert. Durch das hohe Oxidationspotential der geladenen Sauerstoffionen werden Bakterienhüllen gespalten und somit nachhaltig vernichtet. In Wasser gelöste Huminstoffe gehören zu den schwer abbaubaren Substanzen in der Trinkwasseraufbereitung. Auch hier werden gute Ergebnisse erzielt. Ein gezielter Einsatz positiver oder negativer Sauerstoffionen kann den Abbau chemisch schwer zu oxidierender Stoffe quantitativ beeinflussen.

**[0016]** Im Gegensatz zur Ozonerzeugung werden zur Sauerstoffionen-Erzeugung wesentlich geringere Energiemengen benötigt. Der Gesamtenergiebedarf liegt bei ca. 0,8 Watt pro Liter mittelschwer belastetem Rohwasser.

**[0017]** Es kommt darauf an, dass die ionisierte Luft möglichst großflächig in das verunreinigte Wasser geleitet wird.

**[0018]** Ein Ionenmessfühler im austretenden Luftkanal überwacht den Arbeitsbereich des Ionenerzeugers und steuert die Spannung und Frequenz im Ionenerzeuger, je nach Verschmutzungsgrad.

**[0019]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. Anlage besteht aus

- einem Seitenkanalgebläse/Kompressor (1) mit vorgeschalteten F7-Filter (2) zur Ansaugung/Kompression von Luft,

- einem Ionenerzeuger in Form zweier ineinander gesteckter Glasröhren (10, 11) mit einem (durch eine der Glasröhren (11)) getrennten ersten und zweiten Elektrodengeflecht (12, 13) (Kathoden- und Anodengeflecht) aus Edelstahl,
- einem breitflächig angeordneten und zu Verwirbelungen der ionisierten Luft im aufzubereitenden Medium führenden Ausströmssystem und
- einem Regelsystem (3), das durch einen Ionenmessfühler gesteuert wird.

**[0020]** Unter einem sog. F7-Filter wird ein Feinfilter < 50  $\mu\text{m}$  für die Filtrierung der anzusaugenden Außenluft verstanden.

**[0021]** Besonders günstig ist es, wenn alle Bestandteile der Vorrichtung mit Ausnahme des Ausströmsystems kompakt in einer geschlossenen und transportablen Anlage angeordnet sind (Fig. 1).

**[0022]** Der Ionenerzeuger in Form eines Zylinders (Fig. 2) besteht aus einer mit zwei Endkappen (9) versehenen Glasröhre (10), in der eine zweite Glasröhre (11) oben und unten in den Endkappen (9) eingebettet ist. Die zweite Glasröhre (11) dient als Isolator zwischen erstem (12) und zweitem (13) Elektrodengeflecht. Die Luft wird an einem Enddeckel (9) eingeblasen.

**[0023]** Bei dieser Durchströmung kommt es an den Elektrodengeflechten (12 und 13) zu Verwirbelungen und gleichzeitig zur elektrostatischen Aufladung der in der Luft befindlichen Sauerstoffmoleküle. Die nun aktivierten positiven und negativen Sauerstoffionen werden über die andere Endkappe (9) zum Ausströmssystem geleitet.

**[0024]** Um eine optimale Verwirbelung zu erreichen, wird die Luft mit einem Druck von 0,2 bis 0,6 bar in den Ionenerzeuger eingeleitet. Das erste Elektrodengeflecht (12) besteht aus Edelstahl mit einer Maschenweite vorzugsweise von 0,6 mm bis 1,5 mm und einer Materialstärke vorzugsweise von 0,2 mm bis 0,5 mm. Das zweite Elektrodengeflecht (13) besteht ebenfalls aus Edelstahl, jedoch mit einer Maschenweite vorzugsweise von 1,4 mm bis 2,6 mm und einer Materialstärke von vorzugsweise 0,5 mm bis 1,2 mm.

**[0025]** Der Arbeitsbereich liegt bei einer Spannung von 2.300 V bis 6.400 V und einer Frequenz von 25 Hz bis 580 Hz. Zweckmäßig wird Wechselstrom von 200 V bis 250 V (Netzspannung) und eine Frequenz von 50 Hz und über 50 Hz verwendet.

**[0026]** Das erfindungsgemäße Ausströmssystem ist breitflächig gestaltet, und zwar als Ausströmplatte mit einer Luftverteilungsspirale (Fig. 3).

**[0027]** Bei der Aufbereitung von Trink-, Prozess-

und Abwasser erfolgt die Verteilung durch die Ausströmplatte. Diese Platte besteht aus einer geschlossenen Unterplatte, einer darauf befestigten Luftverteilungsspirale (17) mit einer Höhe von 8 mm bis 14 mm und einer Abdeckplatte mit Bohrungen (5) von 0,6 mm bis 1,3 mm, durch die die ionisierte Luft mit einer Luftbläschengröße von 0,6 mm bis 1,3 mm in das Wasser entweichen und es durchströmen kann.

[0028] Die erfindungsgemäße Vorrichtung mit ihren Varianten wird beispielhaft schematisch durch die Figuren

[0029] [Fig. 1](#) Kompaktanlage (ohne Ausströmssystem)

[0030] [Fig. 2](#) Ionenerzeuger und

[0031] [Fig. 3](#) Ausströmssystem für Wasser dargestellt.

#### Bezugszeichenliste

1	Gebläse/Kompressor
2	F7-Filter
3	Regelsystem
4	Ionenerzeuger
5	Ausströmöffnungen
9	Endkappen des Ionenerzeugers
10	äußere Glasröhre des Ionenerzeugers
11	innere Glasröhre des Ionenerzeugers
12	erstes Elektrodengeflecht des Ionenerzeugers
13	zweites Elektrodengeflecht des Ionenerzeugers
17	Luftverteilungsspirale

[0032] Der Ionenmessfühler wird in den Kanal eingebaut, um die Ionenintensität zu messen. Über ein Regelsystem werden insbesondere die Spannung und die Pulsfrequenz im Ionenerzeuger geregelt. Auch die Zulaufmenge des unbehandelten Wassers könnte gesteuert werden.

[0033] Der Energieverbrauch des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt mit 0,1 bis 1,5 Watt/Liter Wasser niedriger als bei bisher bekannten Verfahren, im Durchschnitt bei 0,8 Watt/Liter.

[0034] Mit der neu entwickelten Ionisationsvorrichtung ist eine extrem höhere Oxidationsintensität erreicht worden. Bisher wurde Ozon als bestmöglicher Oxidator angesehen. Somit ist die Wirksamkeit entschieden höher als bei der herkömmlichen Ozonbehandlung, die derzeit in allen Bereichen praktiziert wird.

[0035] In Folge des Oxidationsprozesses werden auch auftretende Geruchsbelästigungen neutralisiert.

[0036] Als Beispiele für die Aufbereitung von organisch und/oder biologisch verunreinigtem Wasser seien folgende Einsatzgebiete genannt:

- Entkeimung von Salzlaken, Entkeimung von Brauchwasser und Entkeimung von Bearbeitungsräumen bei der Fleischverarbeitung,
- Entkeimung von Wasser zur Flaschenspülung in der Getränkeindustrie,
- Entkeimung von Wasser in Fischzuchtbecken,
- Entkeimung von Prozesswasser zur Rückführung in Produktionsprozesse oder zur Rückführung in öffentliche Gewässer.

[0037] Ein aktuelles Thema der Trinkwasseraufbereitung sind Pestizidrückstände (aus der Landwirtschaft), zumal in den nächsten Jahren der Anteil von Herbiziden und anderer Pestizide im Rohwasser steigen wird. Pflanzenschutzmittel und Insektizide sind seit 1970 in weitem Umfang eingesetzt worden. Da die Natur diese Stoffe meist nur sehr schwer oder gar nicht abzubauen vermag, sind diese durch das Erdreich bis in wasserführende Schichten gelangt. Als einer der Hauptvertreter der Herbizide ist das Atrazin genannt. Dabei handelt es sich um den prominentesten Vertreter der Triazin-Herbizide. Das Abbauvermögen in der Natur beträgt faktisch null. Demgegenüber bestätigen die erfindungsgemäßen Ergebnisse die hohe Oxidationsaktivität der Sauerstoffionen.

[0038] Um die Effektivität der Keimabtötung zu überprüfen, wurde die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Aufbereitung von Wasser eingesetzt, das mit einer definierten Menge des Bakteriums *Legionella pneumophila* beimpft wurde. Dazu wurde eine Ausgangskonzentration gewählt, die einer massiven (in Ausnahmefällen vorkommenden) Belastung in wasserführenden Systemen entspricht.

[0039] Nachdem eine erste Beprobung zur Bestimmung der vorhandenen Bakterienkonzentration erfolgte (Nullwert), wurde die Vorrichtung in Betrieb genommen und in vorher festgelegten zeitlichen Intervallen wurden Wasserproben entnommen und mikrobiologisch untersucht.

[0040] Die erste Probenahme zeigte eine Ausgangskonzentration von 140.000 KBE/ml an Legionellen (Nullwert). Nach erfolgter Probenahme wurde die Vorrichtung zugeschaltet. Bereits nach einer Stunde Laufzeit zeigte sich eine Reduktion des eingesetzten Bakterienstammes *Legionella pneumophila* von 140.000 KBE/ml auf eine nicht mehr nachweisbare Konzentration (KBE = Koloniebildende Einheit).

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Aufbereitung von organisch und/oder biologisch verunreinigtem Wasser mit positiven und negativen Sauerstoffionen als Oxidations-

mittel, die einen rohrförmigen, an eine gepulste Hochspannung angeschlossene Elektroden (12, 13) einschließenden Ionenerzeuger (4) mit diesem vorgeschaltetem Filter (2) und steuerbarem Gebläse (1), ein dem Ionenerzeuger (4) zugeordnetes Regelsystem (3) sowie ein austrittsseitig an den Ionenerzeuger (4) angeschlossenes Ausströmsystem mit breitflächig angeordneten Ausströmöffnungen (5) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- der Ionenerzeuger (4) eine äußere Glasröhre (10) und eine innere Glasröhre (11), an deren Außenseite ein erstes Elektrodengeflecht (12) und an deren Innenseite ein zweites Elektrodengeflecht (13) aus Edelstahl angeordnet sind, umfasst, und
- das Regelsystem (3) einen Ionenmessfühler zur von dessen Messergebnis abhängigen Steuerung der Spannung zwischen 2300 und 6400 V und der Pulsfrequenz zwischen 4000 und 16000 Hz einschließt, und
- das Ausströmsystem durch einen zwischen einer geschlossenen Unterplatte und einer die Ausströmöffnungen (5) aufweisenden Abdeckplatte spiralförmig verlaufenden, an den Ionenerzeuger (4) angeschlossenen Luftverteilungskanal (17) gebildet ist, wobei der Luftverteilungskanal (17) eine Höhe von 8 bis 14 mm hat und der Durchmesser der Ausströmöffnungen (5) 0,6 bis 1,3 mm beträgt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- das erste Elektrodengeflecht (12) eine Maschenweite von 0,6 bis 1,5 mm und eine Materialstärke von 0,2 bis 0,8 mm aufweist und
- das zweite Elektrodengeflecht (13) eine Maschenweite von 1,4 bis 2,6 mm und eine Materialstärke von 0,5 bis 1,2 mm aufweist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

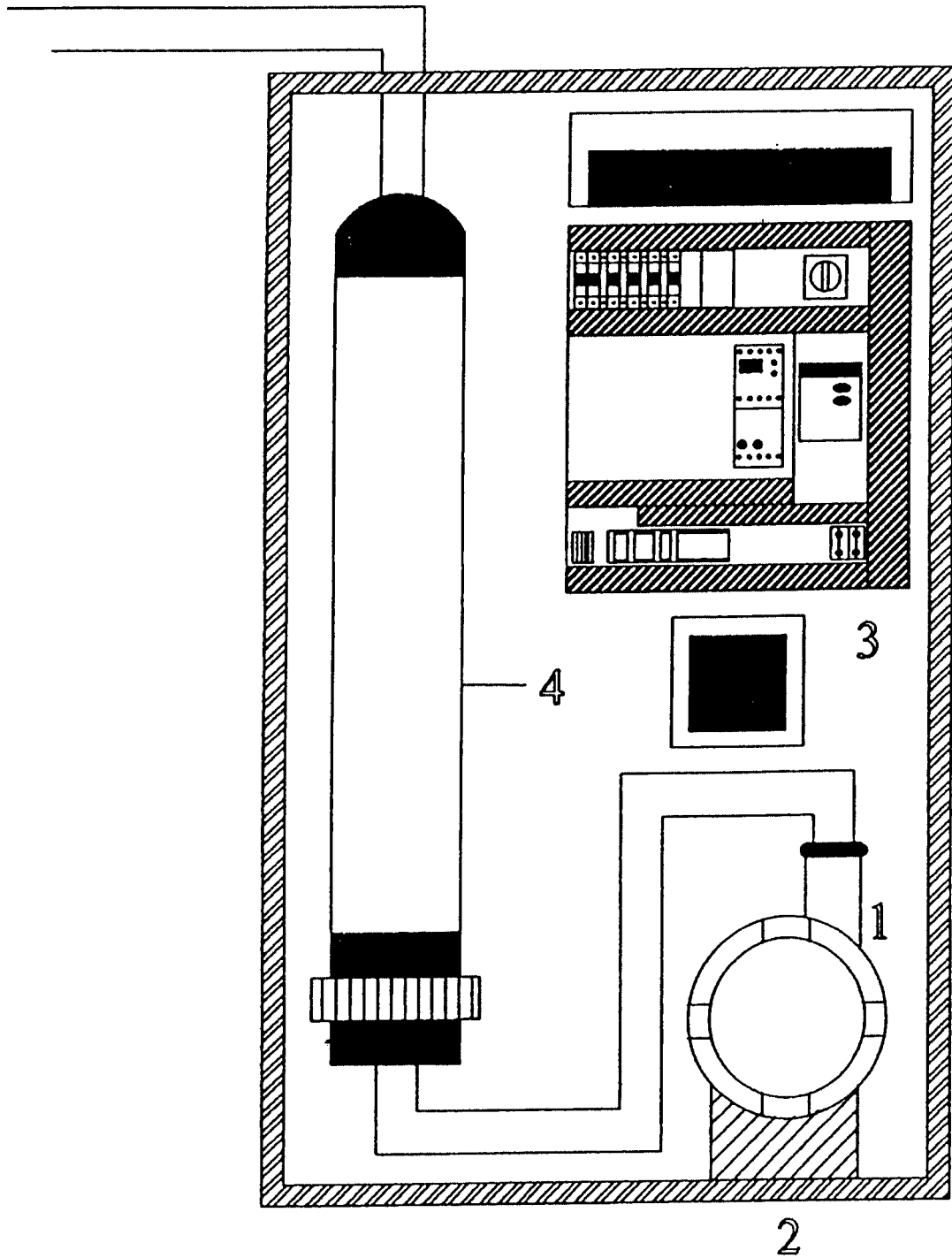


Fig. 1

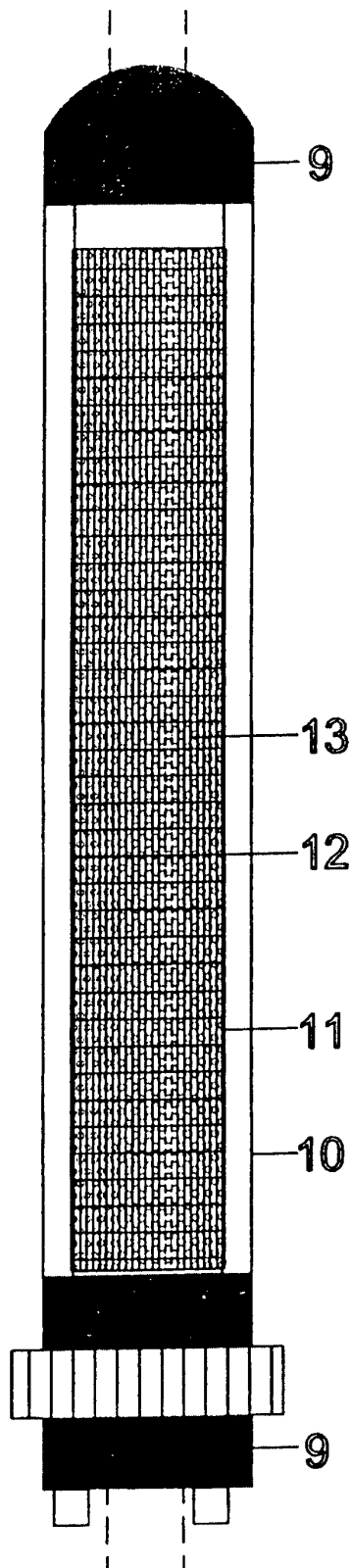
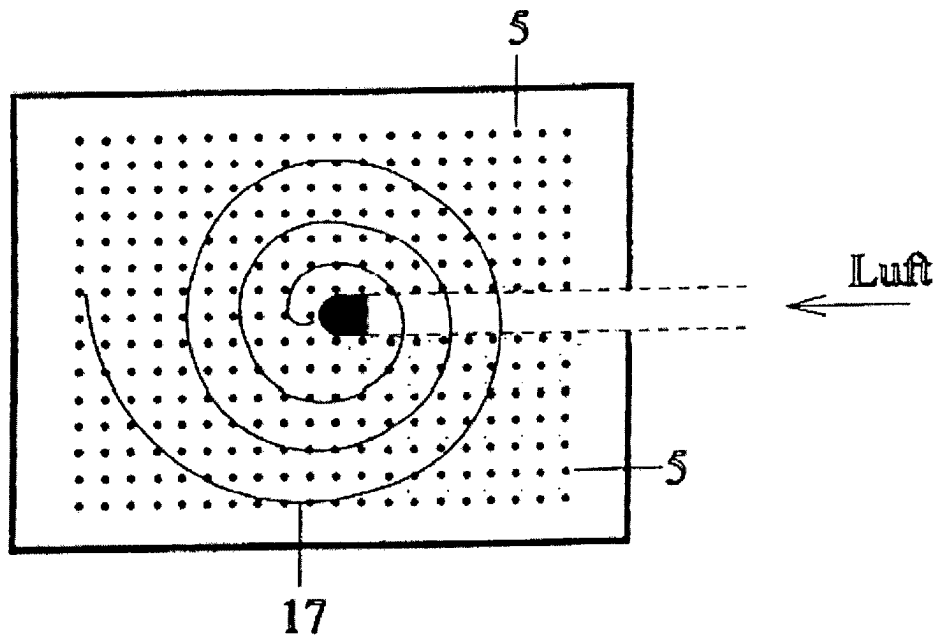


Fig. 2



**Fig. 3**