



(11) **EP 1 377 381 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.06.2007 Patentblatt 2007/24

(51) Int Cl.:
B03C 1/033 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **02727286.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2002/001225

(22) Anmeldetag: **04.04.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/081092 (17.10.2002 Gazette 2002/42)

(54) **HOCHGRADIENTEN-MAGNETFILTER UND VERFAHREN ZUM ABTRENNEN VON SCHWACH MAGNETISIERBAREN PARTIKELN AUS FLÜSSIGEN MEDIEN**

HIGH-GRADIENT MAGNETIC FILTER AND METHOD FOR THE SEPARATION OF WEAKLY MAGNETISABLE PARTICLES FROM FLUID MEDIA

FILTRE MAGNETIQUE A GRADIENT ELEVE ET PROCEDE DE SEPARATION DE PARTICULES FAIBLEMENT MAGNETISABLES PRESENTES DANS DES MILIEUX LIQUIDES

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

• **WARLITZ, Götz**
50189 Elsdorf (DE)

(30) Priorität: **09.04.2001 DE 10117659**

(74) Vertreter: **Kassner, Klaus**
Wickramstrasse 5 d
14089 Berlin (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.01.2004 Patentblatt 2004/02

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 434 556 DE-B- 1 177 091
DE-C- 904 041 GB-A- 796 336

(73) Patentinhaber:
• **Steinert Elektromagnetbau GmbH**
50933 Köln (DE)
• **Forschungszentrum Karlsruhe GmbH**
76021 Karlsruhe (DE)

• **WATSON J H P ET AL: "MAGNETIC SEPARATION USING A SWITCHABLE SYSTEM OF PERMANENT MAGNETS (ABSTRACT)" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, NEW YORK, US, Bd. 81, Nr. 8, PART 2A, 15. April 1997 (1997-04-15), Seite 4259 XP000702761 ISSN: 0021-8979**

(72) Erfinder:
• **FRANZREB, Matthias**
76185 Karlsruhe (DE)
• **LEINEN, Harald**
50259 Pulheim (DE)

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 1 377 381 B1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hochgradienten-Magnetfilter zum Abtrennen von schwach magnetisierbaren Partikeln aus flüssigen Medien, dessen Funktionsweise aus dem physikalischen Prinzip der Generierung von Feldstärkengradienten durch das Einbringen einer ferromagnetischen Struktur in ein Magnetfeld abgeleitet ist. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben des Hochgradienten-Magnetfilters.

[0002] Es hat sich bei derartigen Filtern durchgesetzt, das erforderliche Magnetfeld durch Permanentmagnete zu erzeugen, um die Baueinheiten raumsparender und kostengünstiger herstellen sowie energiesparender gegenüber den Filtern mit Elektromagneten betreiben zu können.

Stand der Technik

[0003] Eine derartige Einrichtung ist schon in der DE 33 12 207 A1 beschrieben. Diese enthält feststehende Kammern, die mit einer magnetisierbaren ferromagnetischen Füllmasse gefüllt sind. Für die Zu- und Ableitung eines flüssigen Mediums sind Stutzen vorgesehen. Jedes Paar der Kammern weist eine gemeinsame Magnetisierungsanordnung auf, deren Magnetleiter aus zwei einander gegenüberliegenden Teilen besteht, die auf verschiedenen Seiten von einer durch die Mitten dieser Kammern durchgehenden Linie angeordnet sind. Jeder derartige Teil schließt einen Magneten mit Polschuhen ein, die an den Kammern diametral zueinander in Richtung quer zu der durch die Mitten der Kammern gehenden Linie angeordnet sind, wodurch diese zwei Teile samt den ferromagnetischen Filterfüllmassen einen geschlossenen magnetischen Kreis bilden.

[0004] Nachteilig sind hierbei der noch erhebliche Bauraum der Einrichtung und der komplizierte Ablauf zur Aussonderung der ferromagnetischen Werkstoffe aus den flüssigen Medien.

[0005] Weiterhin ist gemäß der DE 196 26 999 ein Hochgradienten-Magnetabscheider mit einer magnetischen Einheit aus zwei Polen offenbart, die miteinander einen Zwischenraum bilden, in dem sich ein homogenes Magnetfeld erzeugen läßt, mit einem Matrixrahmen, der sich um eine Achse in eine Drehung versetzen läßt und zumindest teilweise einen ringförmigen, durch Trennwände in Segmente abgeteilten Innenraum umschließt, sowie mindestens jeweils einer Zufluß- und einer Abflußleitung. Aufgabe dieser Erfindung ist es, den Weg des Fluids innerhalb des Magnetfeldes zu vergrößern. Dies wird dadurch gelöst, daß die Breite der magnetischen Einheit entlang dem Innenraum mindestens der Breite von zwei Segmenten entspricht und im Bereich des Zwischenraums jedes Segment des ringförmigen Innenraums mit seinen benachbarten Segmenten über jeweils eine Öffnung verbunden ist, wobei die Öffnungen

alternierend an einer ersten und einer zweiten, der ersten nicht gegenüberliegenden Stelle angebracht sind.

[0006] Das Magnetfeld wird dabei auch von Permanentmagneten aufgebaut, die es schon gestatten, den Separator kleiner und kostengünstiger herzustellen und die Betriebskosten zu senken.

[0007] Diese Einrichtung hat den Nachteil, daß sich die Permanentmagnete für den erforderlichen Rückspülvorgang nicht ausschalten lassen. Die in einem Karussell angeordneten Filterkammern werden deswegen nach dem Filtervorgang im Magnetfeld zyklisch aus dem Magnetfeldbereich gedreht und in der feldfreien Zone gespült. Anschließend werden die Filterkammern wieder ins Magnetfeld gedreht und erneut mit der zu reinigenden Flüssigkeit beaufschlagt, bis das Filter zugesetzt ist und ein weiterer Rückspülvorgang außerhalb des Magnetfeldes erfolgen muß.

[0008] Ein solcher Karussellseparator erfordert einen konstruktiven Aufbau, der viele bewegte Teile und vor allem zahlreiche Dichtungen vorsehen muß. Dies führt zu Verschleiß und Undichtigkeiten und damit zu einem erheblichen Wartungs- und Reparaturaufwand, was z.B. in einer kommunalen Abwasseranlage unverträglich ist.

[0009] Bei einem weiteren Hochgradienten-Magnetseparator entsprechend dem DE-GM 297 23 852.3 ist zumindest das Dichtungsproblem behoben. Dabei werden nicht die einzelnen Filterkammern in das Magnetfeld hinein- und wieder herausbewegt. Das Filtersystem steht fest, und ein Magnet wird mechanisch hin- und herbewegt, um den Filtervorgang bzw. das Rückspülen einzuleiten. Jedoch sind auch hier viele bewegte Teile erforderlich.

[0010] Schließlich bleibt ein neu entwickelter Hochgradienten-Magnetabscheider, wie er in der WO 01/07167 A1 offenbart ist, für das zu lösende Problem außer Betracht, weil er für die Separierung ein verändertes konstruktives und Trennprinzip verfolgt.

[0011] Neben dieser als Hochgradienten-Magnetabscheider zu definierenden, relativ neuartigen Gattung sind so genannte ältere Starkfeldscheider bekannt. Ein derartiger Starkfeldscheider ist beispielsweise der DE 1 177 091 B zu entnehmen. Dieser besteht aus einem Sieb/Rost aus magnetisch weichem Eisen und an den gegenüberliegenden Seiten angeschlossenen mindestens zwei Magnetsystemen mit je ungleichnamigen Polen. Im Unterschied zu den derzeit einzuschlagenden Entwicklungsrichtungen entsprechend den zuvor analysierten Hochgradienten-Magnetabscheidern ist letzterer wie folgt zu charakterisieren:

- Die Sieb-/Rostfläche weist quer zu den Magnetsystemen und/oder von einem Magnetsystem zum anderen sich erstreckende Drähte oder Stäbe auf und
- der Eisenquerschnitt ist übersättigt, wobei
- eine gleichmäßige Verteilung der Feldstärke an der Oberfläche des Siebes/Rostes für eine gleichmäßige Abscheidung sorgen soll.

[0012] Allein schon diese Bauart und Charakterisierung lässt eine Verwendung als Hochgradienten-Magnetabscheider nicht zu, weil

- eine hohe Feldkonzentration nicht realisierbar ist,
- die Gefahr einer bleibenden Magnetisierung besteht,
- die zwei Magnetrotoren an den Seiten eine kompakte Bauweise verhindern,
- die Reinigung bestenfalls durch zusätzliche und aufwändige z. B. Brauseeinrichtungen erfolgen soll und
- ein im eigentlichen Sinne ein konstruktiv und technologisch zu integrierendes Spülsystem noch gar nicht angesprochen ist.

[0013] Daraus ergibt sich für den Fachmann hinsichtlich der einzuschlagenden Entwicklungsrichtung, daß die aus diesem Stand der Technik sich ergebenden Nachteile, wie

- eine Übersättigung des Eisenquerschnitts ,
- der geschlossene Magnetkreis,
- die unvorteilhafte Verteilung des magnetischen Feldes

ein effizientes Abtrennen der Teilchen, so auch das Abtrennen von schwach magnetisierbaren Partikeln aus dem Medium, nicht erreichbar macht.

Darstellung der Erfindung

[0014] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hochgradienten-Magnetfilter zum Abtrennen von schwach magnetisierbaren Partikeln aus flüssigen Medien zu schaffen, der - unter Verwendung eines Permanentmagneten zur Erzeugung des Magnetfeldes - eine kompakte, wartungs- sowie reparaturarme Baueinheit darstellt, den Ablauf der Abtrennung der Partikel einfach gestaltet und den Permanentmagneten für den erforderlichen Rückspülvorgang unwirksam macht. Dabei sollen die Teilevielfalt bzw. -anzahl weiter reduziert und das Dichtungsproblem beseitigt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben des Hochgradienten-Magnetfilters soll eine effiziente Anwendung desselben sichern.

[0015] Nach dem Anspruch 1 wird dies dadurch gelöst, daß der Hochgradienten-Magnetfilter entsprechend der Aufgabe umfaßt

- ein den Hochgradienten-Magnetfilter aufnehmendes Gehäuse mit Mitteln zur Führung des flüssigen Mediums in einem Rohrsystem mit Vorlauf und Rücklauf,
- einen den eigentlichen Hochgradienten-Magnetfilter bildenden Eisenkreis, in dem sich in einer, zwischen Polschuhen des Eisenkreises ausgebildeten Filterkammer ein Filter befindet, das von dem zu reinigen-

den Medium durchströmt wird,

- mindestens einen in dem Eisenkreis angeordneten Permanentmagneten zur Erzeugung des Magnetfeldes zwischen den Polschuhen, wobei dieser Teil des Eisenkreises zu dem flüssigen Medium getrennt und somit abgedichtet ist, und
- das Magnetfeld zwischen den Polschuhen, welches mittels des Permanentmagneten abschaltbar und wieder einschaltbar ist,

wobei erfindungsgemäß ein Rohrsystem zum umgekehrt gerichteten Spülen des Filters (8) bei abgeschaltetem Magnetfeld vorgesehen ist.

[0016] Mit den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 5 ist das erfindungsgemäße Konzept weiter ausgestaltet.

[0017] Die Erfindung kann gemäß den Ansprüchen 6 bis 8 oder 9 funktionell in zwei Varianten realisiert werden.

[0018] Die eine Variante sieht vor, den Permanentmagneten als Rotor auszubilden und in dem entsprechend ausgeformten Teil des Eisenkreises drehbar anzuordnen. Dabei ist der Drehwinkel des Rotors so einstellbar, daß die Feldstärke zwischen den Polschuhen von einem minimalen bis zu einem maximalen Feldstärkewert gewählt werden kann, um die Feldstärke den unterschiedlichen Materialien der abzutrennenden Partikel anpassen zu können. Es ist auch möglich, die Winkelstellung des Rotors z.B. 90°-weise oder in anderen Winkelschritten zu arretieren.

[0019] Die andere Variante der Erfindung besteht darin, den Permanentmagneten als linear verschiebbares Stück in dem entsprechend ausgeformten Teil des Eisenkreises auszubilden.

[0020] Für diese Varianten der Erfindung sind die zweckmäßigen Ausführungen den Merkmalen der Ansprüche 10 bis 20 zu entnehmen.

[0021] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben des Hochgradienten-Magnetfilters entsprechend den Schritten der Ansprüche 21 oder 22 erfolgt so, daß das Abtrennen der schwach magnetisierbaren Partikel aus dem flüssigen Medium wechselseitig im Rohrsystem aufgabengemäß nach den Schritten

a) Beaufschlagung des Filters mit dem zu separierenden Medium über das Rohrsystem mit Vorlauf und Rücklauf bei eingeschaltetem Magnetfeld im Eisenkreis zwischen den Polschuhen und Durchsetzung des Magnetfeldes in der vom Medium durchspülten Filterkammer am Filter, wobei sich infolge der hohen Feldgradienten am Filter die magnetisierbaren Partikel anlagern und dabei die Feldstärke entsprechend der Winkelstellung des Permanentmagneten unterschiedlich stark einstellbar ist, danach

b) Abschalten des Magnetfeldes des Permanentma-

gneten
realisiert wird, wonach erfindungsgemäß

c) die Entfernung der angelagerten und separierten Partikel vom Filter in einem Spülvorgang als Gegenstromverfahren oder auch als Gleichstromverfahren erfolgt und

d) eine Wiederholung der Schrittfolge a), b) und c) bis zur Beendigung der Abtrennung der Partikel aus dem flüssigen Medium abläuft.

[0022] Das Verfahren ist entsprechend den Merkmalen der Ansprüche 23 oder 24 hinsichtlich des Mediums bzw. der Medien unterschiedlich ausgestaltungsfähig.

[0023] Weiterhin kann das Verfahren nach Anspruch 25 durch die Verwendung eines Programms zur Steuerung der Takte des vor- und rücklaufenden Mediums bzw. Spülmediums in Wirkverbindung mit dem ein- und auszuschaltenden Magnetfeld und der einzustellenden Magnetfeldstärke effizient betrieben werden, wobei das Programm auch die Funktionen gemäß den Merkmalen der Ansprüche 26 bis 28 umfaßt.

[0024] Die Erfindung wird an Ausführungsbeispielen erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0025] In den Zeichnungen zeigen

- Fig. 1 den erfindungsgemäßen Hochgradienten-Magnetfilter in vereinfachter Darstellung im durch den Rotor 10 eingeschalteten Zustand,
- Fig. 2 den Hochgradienten-Magnetfilter nach Fig. 1 im ausgeschalteten Zustand,
- Fig. 3 die Erfindungsvariante mit schematischer Darstellung des Permanentmagneten 9 als linear verschiebbares Stück 11,
- Fig. 4 die schematische Darstellung des Rotors 10 mit dem Permanentmagneten 9 aus Einzelpermanentmagneten 12,
- Fig. 5 die schematische Darstellung des Rotors 10 mit Antrieb 13,
- Fig. 6 das Prinzip der Lagerung des Rotors 10 und
- Fig. 7 das Prinzip einer erfindungsgemäßen Doppelausführung mit zwei Filtern 8 und einem Rotor 10.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

[0026] Entsprechend den Fig. 1 und 2 besteht der erfindungsgemäße Hochgradienten-Magnetfilter in sei-

nem wesentlichen Aufbau aus einem Gehäuse 1, in dem ein Rohrsystem zur Führung eines flüssigen Mediums 2 (Pfeile), aus dem schwach magnetisierbare Partikel abzutrennen sind, mit einem Vorlauf 3 und einem Rücklauf 4 vorgesehen ist. Dazu werden nicht dargestellte Mittel verwendet, wie z.B. zum allgemeinen Stand der Technik gehörende Ventilsteuerblöcke, die den jeweiligen Vorlauf 3 und Rücklauf 4 des Mediums 2 in einem wechselseitigen Umlauf steuern.

[0027] Innerhalb des Gehäuses 1 befindet sich ein Eisenkreis 5, in dem sich in einer zwischen Polschuhen 6 des Eisenkreises 5 ausgebildeten Filterkammer 7 ein Filter 8 befindet, das von dem Medium 2 durchströmt wird. In dem Eisenkreis ist ein Permanentmagnet 9 angeordnet, der im gemäß Fig. 1 eingeschalteten Zustand ein Magnetfeld zwischen den Polschuhen 6 erzeugt und damit das Filter 8 durchsetzt.

[0028] Der gesamte Teil des Eisenkreises 5 ist zu dem flüssigen Medium 2 stets abgetrennt und somit abgedichtet, wobei das Rohrsystem mit dem Vorlauf 3 und Rücklauf 4 raumsparend durch den Eisenkreis 5 umschlossen wird.

[0029] In den Fig. 1 und 2 ist die Erfindungsvariante mit einem als Rotor 10 ausgebildeten Permanentmagneten 9 dargestellt. Der Rotor 10 ist mit Einzelpermanentmagneten 12 gemäß Fig. 4 bestückt. Fig. 5 zeigt die schematische Darstellung eines Antriebs 13 für den Rotor 10, mit dem dieser das Magnetfeld abschaltet (Fig. 2) und einschaltet (Fig. 1). Zweckmäßigerweise ist der Rotor 10 mit einer Achse 14 versehen, die in Lagern 15 gleitend und drehbar aufgenommen ist (Fig. 6).

[0030] Die Erfindungsvariante mit dem Permanentmagneten 9 als linear verschiebbares Stück 11, welches z. B. gleitend gelagert und über einen nicht dargestellten Antrieb das Magnetfeld ein- und wieder abschaltet, ist in Fig. 3 schematisch dargestellt, wobei die Gestaltung dieses Hochgradienten-Magnetfilters sich in Analogie zu den Fig. 1 und 2 ergeben kann.

[0031] Nach diesem konstruktiven Grundaufbau, in welchem das erfindungsgemäße Rohrsystem zum umgekehrt gerichteten Spülen des Filters (8) bei abgeschaltetem Magnetfeld vorgesehen ist, sind vorteilhafte Ausführungen möglich, die je nach Verwendungszweck und Wirkungsgrad realisiert und sich wie folgt darstellen können:

[0032] Je nach der Beschaffenheit der abzutrennenden, schwachmagnetisierbaren Partikel aus den flüssigen Medien 2, kann der Drehwinkel des Rotors 10 so eingestellt werden, daß die wirkende Feldstärke zwischen den Polschuhen 6 von einem minimalen bis zu einem maximalen Feldstärkewert wählbar ist. Damit ist eine weitgehende Anpassung der auf die unterschiedlichen Materialien der Partikel einwirkenden Feldstärke möglich, und der Trenneffekt ist beeinflussbar. Wenn es zweckmäßig ist, kann der Rotor 10 auch 90°-weise oder in anderen Winkelschritten gedreht und arretiert werden.

[0033] Um den Durchsatz und Wirkungsgrad erfindungsgemäßer Hochgradienten-Magnetfilter zu erhö-

hen sowie den spezifischen Bauaufwand zu senken, wird die Ausbildung gemäß der Fig. 7 vorgeschlagen, bei der der Eisenkreis 5 so gestaltet ist, daß zwei Filter 8 vorgesehen sind, die von einem Permanentmagneten 9 gleichzeitig mit je einem Magnetfeld im eingeschalteten Zustand beaufschlagt oder ausgeschaltet sind. Fig. 7 zeigt dabei den Permanentmagneten 9 als Rotor 10, wobei Durchsatz und Wirkungsgrad auch durch das linear verschiebbare Stück 11 als Permanentmagnet 9 erhöhbar sind, wenn dieses in einem entsprechend gestalteten bzw. angeordneten Eisenkreis 5 korrespondiert und mindestens zwei Filter 8 mit je einem Magnetfeld versorgt.

[0034] Das erfindungsgemäße Verfahrensprinzip zum Betreiben aller denkbaren, in den Ansprüchen 1 bis 20 erfaßten erfindungsgemäßen Konstruktionsvarianten sieht vor, daß das Abtrennen der schwach magnetisierbaren Partikel aus dem flüssigen Medium 2 wechselseitig im Rohrsystem nach folgenden Schritten entsprechend den Ansprüchen 21 bis 24 abläuft:

1. In der ersten Schrittfolge wird mindestens ein Filter 8 mit dem zu separierenden flüssigen Medium 2 über das Rohrsystem beaufschlagt. Das Rohrsystem ist in einem Vorlauf 3 und einem Rücklauf 4 wechselseitig anwendbar, wobei in dieser ersten Schrittfolge bei eingeschaltetem Magnetfeld im Eisenkreis 5 zwischen den Polschuhen 6 z. B. gemäß Fig. 1 der Vorlauf 3 und der Rücklauf 4 des flüssigen und zu reinigenden Mediums 2 dargestellt sind. Dabei durchsetzt das Magnetfeld den vom Medium 2 mittels des Rohrsystems durchspülten Filter 8, welches z.B. aus einem magnetisierbaren Drahtgewebe besteht. Infolge der hohen Feldgradienten am Filter 8 lagern sich die magnetisierbaren Partikel im Drahtgewebe an. Die Feldstärke kann entsprechend der Drehung (Rotor 10) oder Verschiebung (linear verschiebbares Stück 11) des Permanentmagneten 9 unterschiedlich stark eingestellt werden.

2. Danach wird in der weiteren Schrittfolge das Magnetfeld des Permanentmagneten 9 (Rotor 10 / linear verschiebbares Stück 11) abgeschaltet. Das oder ein Medium 2 mit einem nun umgekehrt gerichteten Vorlauf 3 und Rücklauf 4 (z.B. entsprechend der Fig. 2) entfernt die am Drahtgewebe des Filters 8 angelagerten und separierten Partikel in einem Spülvorgang. Diese Spülung ist in mehreren Variationen durchführbar, indem z.B.

- ein zu reinigendes und von den Partikeln zu befreiendes Medium 2 als Spülmedium oder
- ein separates Medium 2 als Spülmedium

durch entsprechende Führung im Rohrsystem mittels Ventilsteuerung im Vorlauf 3 und Rücklauf 4 verwendet werden.

3. Wiederholung dieser vorbeschriebenen Schrittfolge

gen im ständigen wechselseitigen Umlauf, wobei das Filter 8 je nach Zustand oder Verbrauch aus der Filterkammer 7 herausnehmbar oder austauschbar ist, um es z. B. zu ersetzen.

[0035] Beide Variationen sind im Gegenstrom- (Anspruch 21 b)) oder im Gleichstromverfahren (Anspruch 22) baulich ausführbar.

[0036] Mit einem Programm nach Anspruch 25 können die Takte des vor- und rücklaufenden Mediums 2 bzw. Spülmediums in dem wechselseitigen Umlauf in Wirkverbindung mit dem ein- und abzuschaltenden Magnetfeld und der einzustellenden Magnetfeldstärke für sämtliche Konstruktions- und Verfahrensvarianten gesteuert werden.

[0037] Das Verfahren ist mit den in den Ansprüchen 26 bis 28 beschriebenen Merkmalen sowohl komplex als auch variabel für die unterschiedlichen Anwendungszwecke abstimmbar.

Gewerbliche Anwendbarkeit

[0038] Das erfindungsgemäße Konstruktions- und Verfahrensprinzip zeichnet sich in seiner gewerblichen Anwendung dadurch aus, daß

- einerseits eine kompakte, wartungs- sowie reparaturarme Baueinheit mit für die Wartung vorteilhaft austauschbaren Baugruppen geschaffen wird und
- andererseits der Ablauf und der Betrieb der Abtrennung der Partikel aus flüssigen Medien einfach sowie kostengünstig durchgeführt werden können, wobei
- schließlich die beschriebenen Nachteile des Standes der Technik beseitigt sind und eine vielfältige Anwendung in verschiedenen einschlägigen Industrien möglich wird.

Bezugszeichenliste

[0039]

- | | |
|------|-----------------------------|
| 1 = | Gehäuse |
| 2 = | Flüssiges Medium |
| 3 = | Vorlauf |
| 4 = | Rücklauf |
| 5 = | Eisenkreis |
| 6 = | Polschuh |
| 7 = | Filterkammer |
| 8 = | Filter |
| 9 = | Permanentmagnet |
| 10 = | Rotor |
| 11 = | linear verschiebbares Stück |
| 12 = | Einzelpermanentmagnet |
| 13 = | Antrieb |
| 14 = | Achse |
| 15 = | Lager |
| N = | Nordpol |

S = Südpol

Patentansprüche

1. Hochgradienten-Magnetfilter zum Abtrennen von schwach magnetisierbaren Partikeln aus flüssigen Medien (2) in einem Umlauf, umfassend

- ein Gehäuse (1) mit Mitteln zur Führung des flüssigen Mediums (2) in einem Rohrsystem mit Vorlauf (3) und Rücklauf (4),
- einen im Gehäuse (1) aufgenommenen Eisenkreis (5), in dem sich in einer, zwischen Polschuhen (6) des Eisenkreises (5) ausgebildeten Filterkammer (7) mindestens ein Filter (8) befindet, das von dem zu reinigendem Medium (2) durchströmt wird, und
- mindestens einen in dem Eisenkreis (5) angeordneten Permanentmagneten (9) zur Erzeugung eines Magnetfeldes zwischen den Polschuhen (6), wobei der Eisenkreis (5) zu dem flüssigen Medium (2) getrennt und somit abgedichtet ist,

wobei das Magnetfeld zwischen den Polschuhen (6) mittels des Permanentmagneten (9) im Wechsel abschaltbar und wieder einschaltbar ist,

gekennzeichnet durch ein Rohrsystem zum umgekehrt gerichteten Spülen des Filters (8)- bei abgeschaltetem Magnetfeld.

2. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**

- a) eine über die gesamte Länge des Filters (8) beaufschlagte, beidseitige Zuführung des Mediums (2) und
- b) ein geschlossenes Rohrsystem (3, 4), welches von dem Eisenkreis (5) umschlossen ist.

3. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Länge des Filters (8) $\leq$ der Länge der Polschuhe (6) entspricht.

4. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Querschnitte der Anschlüsse des Filters (8) für das Medium (2) so gestaltet sind, daß das Filter einer gleichmäßigen Durchströmung des Mediums (2) unterliegt und dafür die Filterkammer (7) entsprechend ausgebildet ist.

5. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gehäuse (1) als Rahmen zur Aufnahme einer Baugruppe für das Polsystem (5, 6) und zur Aufnahme einer Baugruppe für das Rohrsystem (3, 4) ausge-

bildet ist.

6. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Permanentmagnet (9) als Rotor (10) ausgebildet und in dem entsprechend ausgeformten Teil des Eisenkreises (5) drehbar angeordnet ist.

7. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Drehwinkel des Rotors (10) von einem minimalen bis zu einem maximalen Feldstärkewert einstellbar ist.

8. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Drehwinkel des Rotors (10) 90°-weise einstellbar ist.

9. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Permanentmagnet (9) als linear verschiebbares Stück (11) in dem entsprechend ausgeformten Teil des Eisenkreises (5) ausgebildet ist.

10. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **gekennzeichnet durch** eine derartige Gestaltung des Eisenkreises (5), daß mindestens zwei Filter (8) vorgesehen sind, die von einem Permanentmagneten (9) gleichzeitig oder auch im Wechsel hinsichtlich je eines beaufschlagbaren Magnetfeldes eingeschaltet oder ausgeschaltet sind.

11. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Permanentmagnet (9) aus mehreren Einzelpermanentmagneten (12) besteht.

12. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Permanentmagnet (9) mit einem Antrieb (13) verbunden ist.

13. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Rotor (10) mit seiner Achse (14) in Lagern (15) gelagert ist.

14. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** das linear verschiebbare Stück (11) gelagert ist.

15. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Filter (8) aus magnetisierbarem Drahtgewebe oder magnetisierbarer Stahlwolle besteht.

16. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Filter (8) einen Käfig mit darin eingeschlossenem, magnetisierbarem Material, wie Drahtgewebe,

Stahlwolle oder Späne darstellt.

17. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Filter (8) aus der Filterkammer (7) herausnehmbar oder austauschbar ist.

18. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwecks Optimierung der Abscheidung die innere Anordnung des Filters (8) so gestaltet ist, daß das durchströmende Medium (2) mit wechselnder Strömungsrichtung das Filter (8) passiert.

19. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß**

a) Mittel im Filter (8) vorgesehen sind, die den Durchfluß des Mediums (2) senkrecht oder quer zur Gesamt-Fläche des magnetisierbaren Drahtgewebes, der magnetisierbaren Stahlwolle oder Späne sichern und

b) die Längsachsen der einzelnen Bestandteile wie Drähte des Drahtgewebes oder der Stahlwolle sowie der Späne nicht in Richtung des Magnetfeldes verlaufen.

20. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Filter (8) aus mehreren, einzelnen Filtern (8) besteht.

21. Verfahren zum Betreiben eines Hochgradienten-Magnetfilters nach Anspruch 1, wobei das Abtrennen der schwach magnetisierbaren Partikel aus dem flüssigen Medium wechselseitig im Rohrsystem nach folgenden Schritten abläuft:

a) Beaufschlagung mindestens eines Filters (8) mit dem zu separierenden flüssigen Medium (2) über das Rohrsystem in einem Vorlauf (3) und einem Rücklauf (4) bei eingeschaltetem Magnetfeld im Eisenkreis (5) zwischen den Polschuhen (6) und Durchsetzung des Magnetfeldes in der vom Medium (2) durchspülten Filterkammer (7) des Filters (8), wobei sich infolge der hohen Feldgradienten am Filter (8) die magnetisierbaren Partikel anlagern und dabei die Feldstärke entsprechend der Drehung oder Verschiebung des Permanentmagneten (9) unterschiedlich stark einstellbar ist, danach

b) Abschalten des Magnetfeldes des Permanentmagneten (9)

gekennzeichnet durch

c) Entfernung der angelagerten und separierten Partikel vom Filter (8) in einem Spülvorgang als Gegenstrom mit umgekehrt gerichtetem Vorlauf (3) und Rücklauf (4) und

d) Wiederholung der Schrittfolge a), b) und c) bis zur Beendigung der Abtrennung der Partikel aus dem flüssigen Medium (2).

22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Spülvorgang im Gleichstrom erfolgt, wobei die Schrittfolge durch

- Vorlauf Spülmedium (2)

- Rücklauf verunreinigtes Spülmedium (2)

bestimmt ist.

23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, **gekennzeichnet durch** die Verwendung des zu reinigenden und von den Partikeln zu befreienden Mediums (2) als Spülmedium.

24. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, **gekennzeichnet durch** die Verwendung eines separaten Mediums (2) als Spülmedium.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **gekennzeichnet durch** die Verwendung eines Programmes zur Steuerung der Takte des vor- und rücklaufenden Mediums (2) bzw. Spülmediums in Wirkverbindung mit dem ein- und abzuschaltenden Magnetfeld und der einzustellenden Magnetfeldstärke.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, daß** vor Erreichen der Aufnahmekapazität des Filters (8) dieser abgeschaltet wird.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei Verwendung mehrerer Filter (8) mindestens einer für eine Anlagerung der Partikel und mindestens ein anderer für den Spülvorgang geschaltet wird.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuerung der Takte von einer Zeit abhängig und/oder von einem Differenzdruck abhängig geschaltet wird.

Claims

1. A high-gradient magnetic filter for separating weakly magnetisable particles of liquid media (2) in a circulation, comprising

- a housing (1) with means for guiding the liquid medium (2) in a pipe system with feed (3) and return (4),

- an iron circuit (5), accommodated in the housing (1), in which circuit is located at least one (filter) in a filter chamber (7) formed between

pole shoes (6) of the iron circuit (5), through which filter flows the medium (2) to be cleaned, and

- at least one permanent magnet (9) arranged in the iron circuit (5) for generating a magnetic field between the pole shoes (6), wherein the iron circuit (5) is separate and therefore sealed from the liquid medium (2),

wherein the magnetic field between the pole shoes (6) can be switched off and on again alternately by means of the permanent magnet (9),

characterised by a pipe system for washing the filter (8) in the opposite direction when the magnetic field is switched off.

2. The high-gradient magnetic filter according to Claim 1, **characterised by**

a) device for feeding the medium (2) acted upon on both sides throughout the length of the filter (8), and

b) a closed pipe system (3, 4) which is enclosed by the iron circuit (5).

3. The high-gradient magnetic filter 1 or 2, **characterised in that** the length of the filter (8) is $\leq$ the length of the pole shoe (6).

4. The high-gradient magnetic filter according to one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the cross-sections of the connections of the filters (8) for the medium (2) are designed so that the filter is subjected to uniform flow of the medium (2) and the filter chamber (7) is suitably designed for this.

5. The high-gradient magnetic filter according to one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the housing (1) is designed as a frame for receiving a component for the pole system (5, 6) and for receiving a component for the pipe system (3, 4).

6. The high-gradient magnetic filter according to one of Claims 1 to 5, **characterised in that** the permanent magnet (9) is designed as a rotor (10) and is rotatably arranged in the suitably designed part of the iron circuit (5).

7. The high-gradient magnetic filter according to Claim 6, **characterised in that** the angle of rotation of the rotor (10) can be set from a minimum to a maximum field strength value.

8. The high-gradient magnetic filter according to Claim 6 or 7, **characterised in that** the angle of rotation of the rotor (10) can be set to 90°.

9. The high-gradient magnetic filter according to Claim

1 to 5, **characterised in that** the permanent magnet (9) is designed as a linearly displaceable piece (11) in the suitably designed part of the iron circuit (5).

10. The high-gradient magnetic filter according to one of Claims 1 to 9, **characterised by** such a design of the iron circuit (5) that at least two filters (8) are provided which are switched on or off by a permanent magnet (9) simultaneously or alternately in respect of each magnetic field that can be acted upon.

11. The high-gradient magnetic filter according to one of Claims 1 to 10, **characterised in that** the permanent magnet (9) consists of a plurality of individual permanent magnets (12).

12. The high-gradient magnetic filter according to one of Claims 1 to 11, **characterised in that** the permanent magnet (9) is connected to a drive (13).

13. The high-gradient magnetic filter according to Claim 6, **characterised in that** the rotor (10) is mounted with its shaft (14) in bearings (15).

14. The high-gradient magnetic filter according to Claim 9, **characterised in that** the linearly displaceable piece (11) is mounted in bearings.

15. The high-gradient magnetic filter according to one of Claims 1 to 14, **characterised in that** the filter (8) consists of magnetisable wire fabric or magnetisable steel wool.

16. The high-gradient magnetic filter according to one of Claims 1 to 14, **characterised in that** the filter (8) represents a cage with magnetisable material, such as wire fabric, steel wool or chips, enclosed therein.

17. The high-gradient magnetic filter according to Claim 15, **characterised in that** the filter (8) can be removed from the filter chamber (7) or replaced.

18. The high-gradient magnetic filter according to one of Claims 15 to 17, **characterised in that** the internal arrangement of the filter (8) is designed in such a manner, for optimising the separation, that the medium (2) flowing through it passes through the filter (8) in an alternating direction of flow.

19. The high-gradient magnetic filter according to one of Claims 15 to 18, **characterised in that**

a) means are provided in the filter (8) which guarantee the flow of the medium (2) at right angles or transversely to the entire surface of the magnetisable wire fabric, the magnetisable steel wool or chips, and

b) the longitudinal axes of the individual compo-

nents, such as wires of the wire fabric or steel wool, and of the chips, do not run in the direction of the magnetic field.

20. The high-gradient magnetic filter according to one of Claims 15 to 19, **characterised in that** the filter (8) consists of a plurality of individual filters (8). 5
21. A method for operating a high-gradient magnetic filter according to Claim 1, wherein the separation of the weakly magnetisable particles from the liquid medium takes place alternately in the pipe system according to the following steps: 10
- a) loading of at least one filter (8) with the liquid medium (2) to be separated via the pipe system in a feed (3) and a return (4) when the magnetic field is switched on in the iron circuit (5) between the pole shoes (6) and dispersion of the magnetic field in the filter chamber (7) of the filter (8) through which the medium (2) flushes, wherein the magnetisable particles are taken up due to the high field gradient on the filter (8), and wherein the field strength can be set to different values according to the rotation or displacement of the permanent magnet (9), then 15
 - b) switching off of the magnetic field of the permanent magnet (9) 20
- characterised by**
- c) removal of the particles taken up and separated from the filter (8) in a flushing process as a counterflow with feed (3) and return (4) in the opposite direction, and 25
 - d) repetition of step sequence a), b) and c) until the end of separation of the particles from the liquid medium (2). 30
22. The method according to Claim 21, **characterised in that** the flushing process takes place in the direct current, wherein the step sequence is determined by 35
- the flushing medium (2) feed
 - the contaminated flushing medium (2) return. 40
23. The method according to Claim 21 or 22, **characterised by** the use of the medium (2) to be cleaned and to be released from the particles as flushing medium. 45
24. The method according to Claim 21 or 22, **characterised by** the use of a separate medium (2) as flushing medium. 50
25. The method according to Claims 13 to 15, **characterised by** the use of a programme for controlling the cycle of the feeding and returning medium (2) or flushing medium in actuating connection with the magnetic field to be switched on and off and the mag- 55

netic field strength to be set.

26. The method according to one of Claims 21 to 25, **characterised in that** before the absorption capacity of the filter (8) is reached it is switched off.
27. The method according to one of Claims 21 to 26, **characterised in that** if a plurality of filters (8) is used, at least one is switched for accumulation of the particles and at least another is switched for the flushing process.
28. The method according to one of Claims 21 to 27, **characterised in that** the control of the cycles is switched as a function of a time and/or a differential pressure.

Revendications

1. Filtre magnétique à haut gradient pour la séparation de particules faiblement magnétisables de substances liquides (2) dans un circuit, comprenant :
 - un boîtier (1) équipé de moyens de guidage de la substance liquide (2) dans un système de tuyaux à flux (3) et à reflux (4),
 - un cadre métallique (5) placé dans le boîtier (1) et dans lequel se trouve, entre une chambre à filtre (7) constituée entre des masses polaires (6) du cadre métallique (5), au moins un filtre dans lequel passe la substance à purifier (2) et
 - au moins un aimant permanent (9) disposé dans le cadre métallique (5) pour générer un champ magnétique entre les masses polaires (6), le cadre métallique (5) étant séparé de la substance liquide (2) et donc étanchéifié,

le champ magnétique entre les masses polaires (6) pouvant être alternativement désactivé et réactivé au moyen de l'aimant permanent (9), **caractérisé par** un système de tuyaux pour le rinçage dirigé en sens inverse du filtre (8) lorsque le champ magnétique est désactivé.
2. Filtre magnétique à haut gradient selon la revendication 1, **caractérisé par**
 - a) un acheminement bilatéral de la substance (2), dirigé sur toute la longueur du filtre (8), et
 - b) un système de tuyaux fermé (3, 4) qui est entouré par le cadre métallique (5).
3. Filtre magnétique à haut gradient selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la longueur du filtre (8) est inférieure ou égale à la longueur des masses polaires (6).

4. Filtre magnétique à haut gradient selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les sections transversales des raccordements du filtre (8) pour la substance (2) sont conçues de manière à ce que le filtre subisse un passage régulier de substance (2) et que la chambre à filtre (7) est conçue en conséquence.
5. Filtre magnétique à haut gradient selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le boîtier (1) est réalisé sous forme d'un châssis destiné à recevoir un agrégat pour le système polaire (5, 6) et à recevoir un agrégat pour le système de tuyaux (3, 4).
6. Filtre magnétique à haut gradient selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'aimant permanent (9) est réalisé sous forme d'un rotor (10) et est disposé de manière à pouvoir tourner dans la partie évidée en conséquence du cadre métallique (5).
7. Filtre magnétique à haut gradient selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'angle de rotation du rotor (10) est réglable d'une valeur d'intensité de champ minimale à une valeur d'intensité de champ maximale.
8. Filtre magnétique à haut gradient selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** l'angle de rotation du rotor (10) est réglable par tranches de 90°.
9. Filtre magnétique à haut gradient selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'aimant permanent (9) est réalisé sous forme d'une pièce déplaçable linéairement (11) dans la partie évidée du cadre métallique (5).
10. Filtre magnétique à haut gradient selon une des revendications 1 à 9, **caractérisé par** une conformation du cadre métallique (5) telle qu'il est prévu au moins deux filtres (8) qui sont activés ou désactivés en même temps ou même alternativement par un aimant permanent (9) au niveau d'un champ magnétique pouvant être sollicité.
11. Filtre magnétique à haut gradient selon une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** l'aimant permanent (9) consiste en plusieurs aimants permanents distincts (12).
12. Filtre magnétique à haut gradient selon une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'aimant permanent (9) est relié à une propulsion (13).
13. Filtre magnétique à haut gradient selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le rotor (10) s'appuie par son axe (14) dans des paliers (15).
14. Filtre magnétique à haut gradient selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la pièce déplaçable linéairement (11) a un palier.
15. Filtre magnétique à haut gradient selon une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** le filtre (8) est composé de toile métallique magnétisable ou de laine d'acier magnétisable.
16. Filtre magnétique à haut gradient selon une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** le filtre (8) constitue une cage où est intégrée de la matière magnétisable comme de la toile métallique, de la laine d'acier ou des copeaux.
17. Filtre magnétique à haut gradient selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** le filtre (8) peut être sorti de la chambre à filtre (7) ou est échangeable.
18. Filtre magnétique à haut gradient selon une des revendications 15 à 17, **caractérisé en ce que**, pour optimiser le dépôt, la disposition intérieure du filtre (8) est conçue de manière à ce que la substance passant dedans (2) traverse le filtre (8) avec un sens d'écoulement variable.
19. Filtre magnétique à haut gradient selon une des revendications 15 à 18, **caractérisé en ce que**
 - a) il est prévu dans le filtre (8) des moyens qui assurent le passage de la substance (2) perpendiculairement ou transversalement par rapport à la surface globale de la toile métallique magnétisable, de la laine d'acier magnétisable ou des copeaux et
 - b) les axes longitudinaux des composantes distinctes comme les fils de la toile métallique ou de la laine d'acier ainsi que des copeaux ne sont pas orientés en direction du champ magnétique.
20. Filtre magnétique à haut gradient selon une des revendications 15 à 19, **caractérisé en ce que** le filtre (8) est composé de plusieurs filtres distincts (8).
21. Procédé d'utilisation d'un filtre magnétique à haut gradient selon la revendication 1, dans lequel la séparation des particules faiblement magnétisables de la substance liquide se déroule alternativement dans le système de tuyaux suivant les étapes suivantes :
 - a) envoi sur au moins un filtre (8) de la substance liquide à séparer (2) par le système de tuyaux dans un flux (3) et un reflux (4) lorsque le champ magnétique est activé dans le cadre métallique (5) entre les masses polaires (6) et passage du champ magnétique dans la chambre à filtre (7) arrosée par la substance (2) du filtre (8), les par-

- ticules magnétisables se déposant suite au haut gradient de champ sur le filtre (8) et l'intensité de champ étant réglable à un niveau plus ou moins fort en fonction de la rotation ou du décalage de l'aimant permanent (9), puis 5
- b) désactivation du champ magnétique de l'aimant permanent (9),
- caractérisé par**
- c) l'éloignement des particules déposées et séparées du filtre (8) au cours d'un processus de rinçage sous forme de contre-courant avec un flux (3) et un reflux (4) orientés en sens inverse et 10
- d) répétition des étapes opératoires a), b) et c) jusqu'à la fin de la séparation des particules de la substance liquide (2). 15
22. Procédé selon la revendication 21, **caractérisé en ce que** le processus de rinçage se fait en courant continu, la succession d'étapes étant définie par 20
- le flux de la substance de rinçage (2),
 - le reflux de la substance de rinçage souillée (2).
23. Procédé selon la revendication 21 ou 22, **caractérisé par** l'utilisation de la substance (2) à purifier et à débarrasser des particules comme substance de rinçage. 25
24. Procédé selon la revendication 21 ou 22, **caractérisé par** l'utilisation d'une substance séparée (2) 30 comme substance de rinçage.
25. Procédé selon une des revendications 13 à 15, **caractérisé par** l'utilisation d'un programme pour contrôler les impulsions de la substance affluant et refluant (2) ou de la substance de rinçage en interaction avec le champ magnétique à activer et à désactiver et l'intensité de champ magnétique à régler. 35
26. Procédé selon une des revendications 21 à 25, **caractérisé en ce qu'**avant d'atteindre la capacité d'absorption du filtre (8), celui-ci est désactivé. 40
27. Procédé selon une des revendications 21 à 26, **caractérisé en ce qu'**en cas d'utilisation de plusieurs filtres (8), au moins un est monté pour le dépôt des particules et au moins un autre est monté pour le processus de rinçage. 45
28. Procédé selon une des revendications 21 à 27, **caractérisé en ce que** le contrôle des impulsions est activé en fonction d'un temps et/ou d'une différence de pression. 50

55

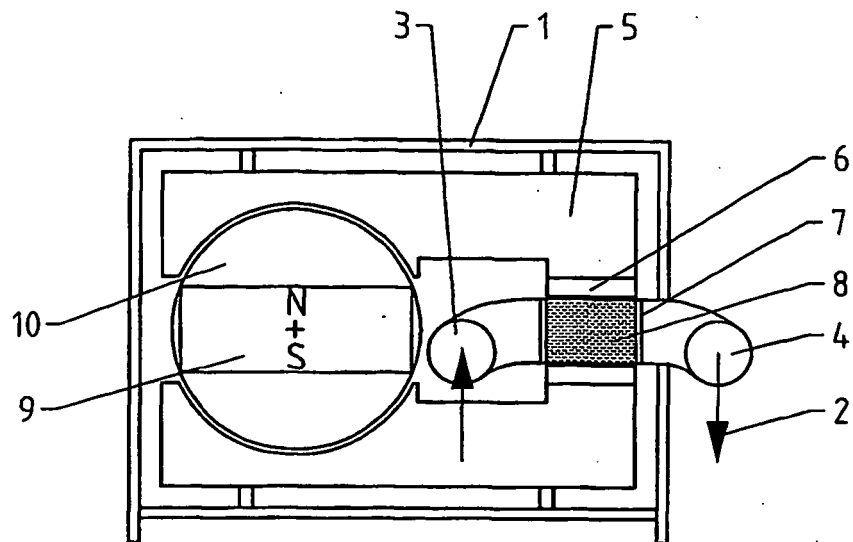


Fig. 1

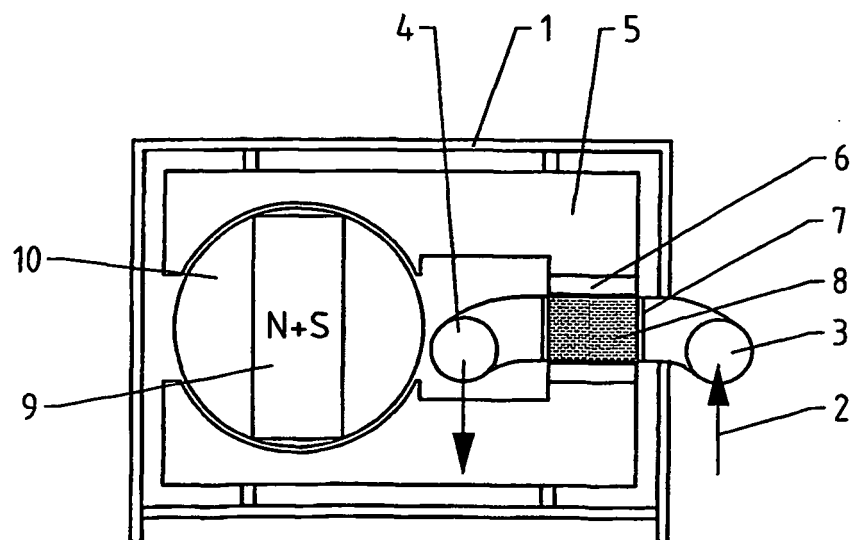


Fig. 2

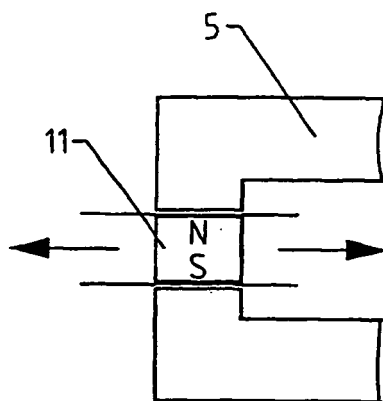


Fig. 3

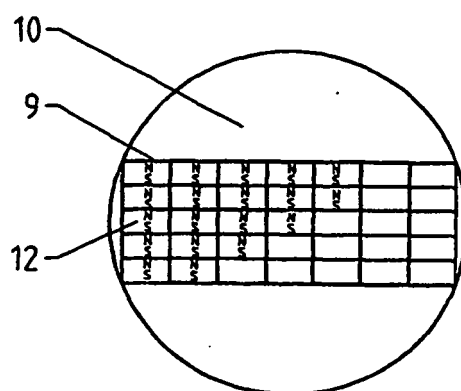


Fig. 4

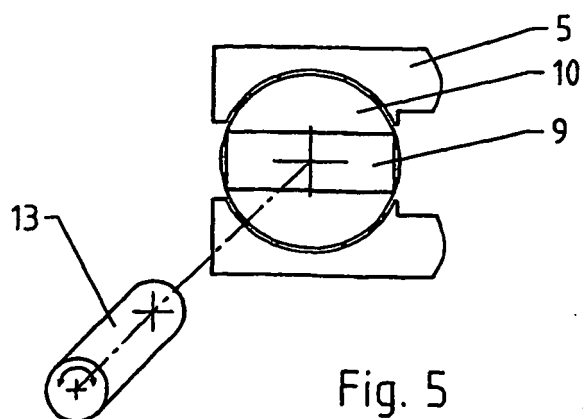


Fig. 5

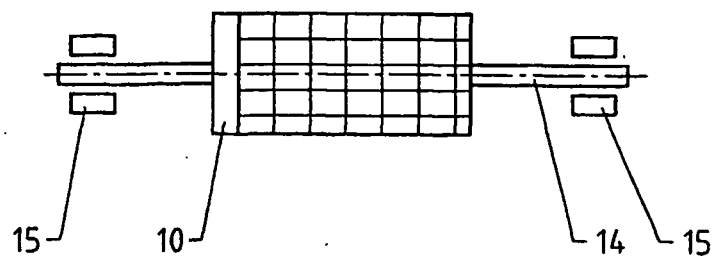


Fig. 6

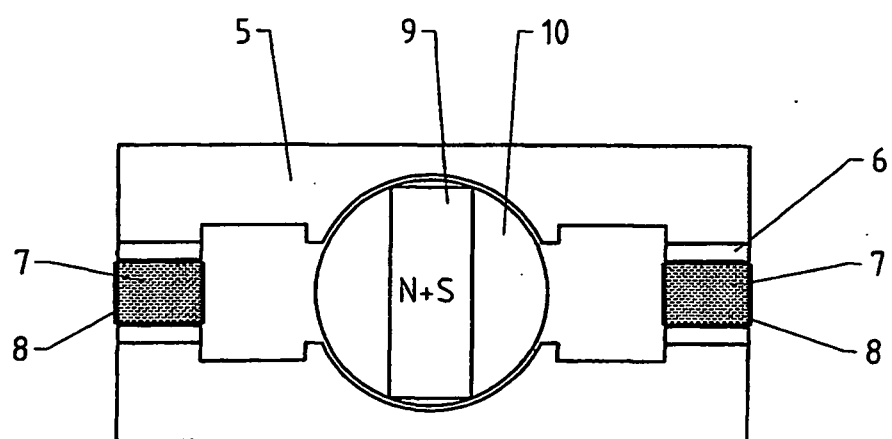


Fig. 7

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3312207 A1 [0003]
- DE 19626999 [0005]
- WO 0107167 A1 [0010]
- DE 1177091 B [0011]