

EP 0 277 581 B1



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 277 581 B1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

⑯ Veröffentlichungstag der Patentschrift: **22.01.92** ⑯ Int. Cl.⁵: **B03C 1/00**

㉑ Anmeldenummer: **88101070.6**

㉒ Anmeldetag: **26.01.88**

⑤4 Vorrichtung zur Trennung geladener Partikel von einem Strömungsmittel.

⑩ Priorität: **05.02.87 DE 3703444**

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.08.88 Patentblatt 88/32

⑯ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
22.01.92 Patentblatt 92/04

⑯ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

⑯ Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 125 379
DE-U- 8 701 718
US-A- 4 552 664

SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED, Woche
C41, 19. November 1980, Nr. 73104C/41, Der-
went Publications Ltd, London, GB; & SU-
A-718 127 (A.P. MAKAROV) 28-02-1980

SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED, Woche
K39, 9. November 1983, Nr. 83-775633/39, Der-
went Publications Ltd, London, GB; & SU-
A-977 037 (NON-ORE CONS MAT INST)
30-11-1982

⑦3 Patentinhaber: **Metzka, Hans-Joachim**
Julius-Leber-Strasse 83
W-8500 Nürnberg(DE)

Patentinhaber: **Schreiter, Sonja**
Vossheide 5
W-3173 Müden/Aller(DE)

⑦2 Erfinder: **Nolte, Karlheinz**
Vossheide 5
W-3173 Müden/Aller(DE)

⑦4 Vertreter: **LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ & SE-**
GETH
Kesslerplatz 1 Postfach 3055
W-8500 Nürnberg-1(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 eingeleitet, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Trennung der in einem Strömungsmittel vorhandenen elektrisch geladenen Partikel vom Strömungsmittel und zur Abscheidung der Partikel mittels eines elektrischen und mittels eines magnetischen Feldes, durch welches das Strömungsmittel mit den elektrischen geladenen Partikeln hindurchbewegt wird. Zur Reinigung von Abwässern, zur Rückgewinnung von Metallen aus flüssigen oder gasförmigen Strömungsmitteln o.dgl. werden beispielsweise Vorrichtungen angewandt, bei welchen die im Strömungsmittel vorhandenen Partikel dadurch elektrisch aufgeladen werden, dass sie während der Bewegung im Strömungsmittel aneinander und an den Strömungsmittelpartikeln reiben. Selbstverständlich können die Partikel auch durch andere physikalische Einflüsse elektrisch geladen werden. Die Trennung der im Strömungsmittel vorhandenen elektrisch geladenen Partikel vom Strömungsmittel kann unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes erfolgen, durch welches das Strömungsmittel hindurchgeleitet wird. Dabei werden die elektrisch geladenen Partikel je nach ihrer Polarität entweder an die positiv oder an die negativ geladene Elektrode angezogen. Die Anziehung der elektrisch geladenen Partikel ist dabei nicht nur von der Feldstärke des elektrischen Feldes abhängig, sondern auch von der Strömungsgeschwindigkeit des Strömungsmittels und damit der mit dem Strömungsmittel transportierten elektrisch geladenen Partikel. Eine Trennung der negativ geladenen Partikel untereinander bzw. eine Trennung der positiv geladenen Partikel untereinander erfolgt nicht, so dass eine getrennte Rückgewinnung der einzelnen Elemente der elektrisch geladenen Partikel kaum möglich ist.

Aus der Druckschrift der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute, Clausthal-Zellerfeld, Internationaler Kongress für Erzaufbereitung, 8.-11.5.5, Dr.A.Stieler: "Aus der Praxis der elektrostatischen Aufbereitung", Seiten 1-9, ist auf Seite 7 beispielsweise die Aufspaltung von Zinn-Wolfram-Mischkonzentraten beschrieben. Bei dieser Aufspaltung kommt sowohl ein elektrostatisches Feld als auch ein Magnetfeld zur Anwendung, um auf anderem Wege nicht oder nur unwirtschaftlich aufbereitbare Produkte aufzuspalten.

Die GB-A-13 49 995 beschreibt eine Partikel-trennvorrichtung, bei der ebenfalls ein elektrisches Feld und ein Magnetfeld kombiniert sind. Bei dieser Vorrichtung sind die Elektroden zur Erzeugung des elektrostatischen Feldes als konzentrische Ringe ausgebildet, die am Boden eines Gehäuses zu einer Einlassöffnung der Vorrichtung konzentrisch vorgesehen sind. Die Magneteinrichtung zur Erzeugung des Magnetfeldes weist bei dieser bekannten

Vorrichtung zwei Kerne auf, die von einer Erreger-spule umgeben sind. Die Kerne mit den Erreger-spulen sind ausserhalb des Gehäuses dieser Vorrichtung vorgesehen. Diese Vorrichtung ist nicht dazu bestimmt, mit einem Strömungsmittel beför-derte Partikel vom Strömungsmittel zu trennen und in der Vorrichtung abzuscheiden, sondern dazu, in die Vorrichtung einen Partikelstrom einzuladen und in der Vorrichtung die unterschiedlichen Partikel voneinander zu trennen. Das in die Vorrichtung eintretende Partikelgemisch bildet dort ein elek-trisch leitendes Gas, wie auf Seite 2, Zeilen 114 und 116 der GB-PS 13 49 995 beschrieben ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, mit der eine selektive Trennung der in einem Strömungsmittel vorhandenen geladenen Partikel möglich ist, wobei die ver-schiedenen Partikel in der Vorrichtung an voneinan-der getrennten Stellen aus dem Strömungsmittel ausgeschieden werden und rückgewinnbar sind. Diese Aufgabe ist schon in US-A-4 552 664 und SU-A-718 127 gelöst.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teiles des Anspruches 1 gelöst. Die Elektroden können ausserhalb der Durchströmeinrichtung angeordnet sein, damit sie vom Strömungsmittel nicht ange-griffen werden. In diesem Fall ist die Durchström-einrichtung aus einem Material, durch welches das elektrische Feld nicht abgeschirmt wird. Wenn das gasförmige oder vorzugsweise flüssige Strömungs-mittel keine aggressiven Bestandteile aufweist, ist es möglich, die Elektroden im Inneren der Durchströmeinrichtung anzuordnen. Die Durchströmein-richtung kann rohrförmig, zylinderförmig, prisma-tisch oder beliebig anders ausgebildet sein.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass die Magneteinrichtung als Spule ausgebildet ist, die zur Durchströmeinrichtung koaxial angeordnet ist. Eine derartige Spule ist auf der Durchströmeinrich-tung einfach und platzsparend anordnbar.

Bei der erfindungsgemässen Vorrichtung weist die Magneteinrichtung zwei Spulen auf, die ineinan-der angeordnet sind. Dabei ist die äussere Spule vorzugsweise an einem Aussenrohr angeordnet, das in seiner Mantelfläche Ausnehmungen auf-weist, ist die innere Spule vorzugsweise an einem Innenrohr angeordnet, das zum Aussenrohr kon-zentrisch angeordnet ist, und sind das Aussenrohr und das Innenrohr vorzugsweise in einem Gehäuse stehend angeordnet, wobei das einen Überlauf bil-dende Innenrohr mit einer Abflussleitung und das Aussenrohr mit einer Zuflussleitung verbunden ist. Eine solche Vorrichtung kann zum selektiven Trennen unterschiedlicher in einem vorzugsweise flüssi-gen Strömungsmittel vorhandener elektrisch geladener Partikel verwendet werden, wobei der Platz-bedarf für die Vorrichtung relativ gering ist.

Die Ausnehmungen im Aussenrohr einer Vorrichtung der erfindungsgemässen Art können mit einem Filterelement bedeckt sein. Bei diesem Filterelement kann es sich beispielsweise um ein Filtertuch handeln.

Die Elektroden zur Erzeugung eines elektrischen Feldes sind vorzugsweise radial ausserhalb des Aussenrohres angeordnet. Auf diese Weise beeinträchtigen die einzelnen Windungen der Spule, die vorzugsweise voneinander einen bestimmten Abstand aufweisen, das zwischen den Elektroden vorhandene elektrische Feld nur geringfügig.

Bei der erfindungsgemässen Vorrichtung können mehrere Durchströmeinrichtungen stehend nebeneinander angeordnet sein, wobei die Abflussleitung eines Innenrohres mit der Zuflussleitung der benachbarten Durchströmeinrichtung verbunden ist. Auf diese Weise ergibt sich eine mehrstufige Kaskade, mit welcher es möglich ist, eine Vielzahl unterschiedlicher chemischer Elemente aus dem die Vorrichtung durchströmenden flüssigen Strömungsmittel zu entfernen und die unterschiedlichen chemischen Elemente in den verschiedenen Durchströmeinrichtungen auszuscheiden. Damit ist es möglich, verschiedene chemische Elemente in chemisch reiner Form zurückzugewinnen. Erfindungsgemäss ist es nicht nur möglich, die chemischen Elemente zurückzugewinnen, sondern durch geeignete Wahl der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Feldstärke auch Verbindungen von Elementen in chemisch reiner Form zu gewinnen. So ist es beispielsweise möglich, Aluminiumoxid oder Berylliumoxid in chemisch reiner Form zu gewinnen, wobei diese Oxide in Form eines feinen Pulvers ausfallen.

Zwischen benachbarten Durchströmeinrichtungen kann eine Diaphragma-Wand vorgesehen sein. Bei einer solchen Ausbildung der Vorrichtung ist es möglich, dass bestimmte chemische Elemente unter Umgehung des normalen Strömungspfades, d.h. unter Umgehung der Zufluss- und Abflussleitung benachbarter Durchströmeinrichtungen unmittelbar durch die Diaphragma-Wand hindurchtransportiert werden.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass die äussere Spule einen Materialquerschnitt aufweist, der vom Materialquerschnitt für die innere Spule verschieden ist. Auf diese Weise ist es möglich, die magnetische Feldstärke in Abhängigkeit vom Drahtquerschnitt der Spulen wunschgemäß einzustellen, wodurch die Wanderung der elektrisch geladenen Partikel entweder wunschgemäß beschleunigt oder abgebremst wird. Auch dadurch ist eine weitere Verbesserung der Selektionen der verschiedenen elektrisch geladenen chemischen Elemente möglich.

Erfindungsgemäss ergibt sich somit der Vorteil, dass die durch das elektrische Feld bedingte Wan-

dergeschwindigkeit der elektrisch geladenen Partikel durch das zusätzlich zum elektrischen Feld wirksam werdende Magnetfeld vergrössert oder wahlweise verkleinert werden kann, so dass die einzelnen Partikel aus unterschiedlichen chemischen Elementen bzw. Zusammensetzungen wunschgemäß durch das Strömungsmittel hindurchgelenkt und an einem gewünschten Ort vom Strömungsmittel getrennt werden können.

Es wurde festgestellt, dass eine Anzahl chemischer Elemente paramagnetische Eigenschaften besitzen, und dass andere chemische Elemente diamagnetische Eigenschaften aufweisen. In Versuchen hat sich ergeben, dass z.B. Al, Fe, Ni, Pd oder Pt paramagnetisch und dass z.B. Ag, Au, Cu, Cd, Pb und Zn diamagnetisch ist. Infolge dieser magnetischen Eigenschaften der elektrisch geladenen Partikel ist es möglich, die Kraftwirkung des elektrischen Feldes wahlweise zu verstärken, zu schwächen, oder zu eliminieren, so dass elektrisch geladene Partikel gleicher Polarität, die sonst mit der gleichen elektromagnetischen Kraft an eine der Elektroden angezogen würden, infolge ihrer unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften voneinander räumlich getrennt und somit an verschiedenen Stellen aus dem Strömungsmittel ausgeschieden werden. Damit ergibt sich eine selektive Trennung der einzelnen elektrisch geladenen Partikel des Strömungsmittels, wobei die einzelnen chemischen Elemente an verschiedenen Stellen abgeschieden und rückgewonnen werden. Bei dem Strömungsmittel handelt es sich insbesondere um eine Flüssigkeit, beispielsweise um ein mit auszuscheidenden Partikeln befrachtetes Abwasser.

Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Vorrichtung ist in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Es zeigt:

Figur 1 einen Querschnitt durch eine zwei Durchströmeinrichtungen aufweisende Vorrichtung entlang der Schnittlinie I-I aus Figur 2, und
Figur 2 einen Längsschnitt durch die Vorrichtung gemäss Figur 1 entlang der Schnittlinie II-II.

Die Figuren 1 und 2 zeigen ein Gehäuse 10, durch das zwei Durchströmeinrichtungen 12 und 14 bestimmt sind. Zwischen den beiden Durchströmeinrichtungen 12 und 14 ist eine Wand 16 mit einem Diaphragma 18 angeordnet. Die Durchströmeinrichtung 12 weist ein Innenrohr 20 und ein dass Innenrohr 20 koaxial umgebendes Aussenrohr 22 auf. Das Aussenrohr 22 ist dicht zwischen dem Boden 24 und dem Deckel 26 der Durchströmeinrichtung 12 angeordnet. Das Aussenrohr 22 weist in seinem mittleren Bereich Ausnehmungen 28 auf, durch welche der Innenraum 30 zwischen dem Innenrohr 20 und dem Aussenrohr 22 mit einem

das Aussenrohr 22 umgebenden Sammelraum 32 fluidisch verbunden ist. An der Innenwand des Aussenrohres 22 liegt ein Korb 34 aus einem Streckmetall an, dessen Korbgrund mit der Bezugsziffer 36 bezeichnet ist. Auf der Aussenseite des Aussenrohres 22 ist ein Filterelement 38 angeordnet, das die Ausnehmungen 28 des Aussenrohres 22 bedeckt. Dieses Filterelement 38 ist als Filtertuch ausgebildet. Mit der Bezugsziffer 40 ist eine äussere Spule bezeichnet, welche die Filtereinrichtung und damit das Aussenrohr 22 umgibt. Die einzelnen Windungen der äusseren Spule 40 weisen voneinander einen bestimmten Abstand auf, so dass das zwischen den Elektroden 42 und 44 der Durchströmeinrichtung 12 vorhandene elektrische Feld durch die äussere Spule 40 kaum beeinträchtigt wird. Die Elektroden 42 und 44 sind im das Aussenrohr 22 umgebenden Sammelraum 32 angeordnet und mit (nicht dargestellten) Anschlüssen elektrisch leitend verbunden.

Eine innere Spule 46 umgibt das Innenrohr 20. Das Innen- und das Aussenrohr 20 und 22 bestehen vorzugsweise aus einem Kunststoffmaterial. Das Innenrohr 20 ist als stehender Überlauf ausgebildet. Es wird vom Aussenrohr 22 mittels eines Abstandhalters 48 auf Abstand gehalten, der beispielsweise als Lochplatte aus einem Kunststoffmaterial ausgebildet ist. Mit der Bezugsziffer 50 ist ein Deckelflansch bezeichnet, der mit einem Entgasungsventil 52 ausgebildet ist. Ein weiteres Entgasungsventil 52 ist im Deckel 26 der Durchströmeinrichtung 12 angeordnet.

Mit der Bezugsziffer 54 ist eine Zufuhrleitung für das Strömungsmittel bezeichnet, die durch den Boden 24 in den Innenraum 30 der Durchströmeinrichtung 12 einmündet. Das Innenrohr 20 ist mit einer Abflussleitung 56 verbunden, welche für die benachbarte Durchströmeinrichtung 14 die Zufuhrleitung bildet. Die Durchströmeinrichtung 14 ist genau gleich aufgebaut wie die Durchströmeinrichtung 12, so dass es sich erübrigert, auf die Einzelteile dieser Durchströmeinrichtung 14 noch einmal detailliert einzugehen.

Bei geeigneter Spannung an den Elektroden 42 und 44 und bei passender Wahl des die äussere Spule 40 und die innere Spule 46 durchfliessenden elektrischen Stromes und bei geeigneter Strömungsgeschwindigkeit des durch die Zufuhrleitung 54 in die Vorrichtung eingeleiteten Strömungsmittels wird im Sammelraum 32 der Durchströmeinrichtung 12 oben ein Anionenkonzentrat und unten ein Kationenkonzentrat abgeschieden, während im Aussenraum 32 der Durchströmeinrichtung 14 unten ein Anionenkonzentrat und oben ein Kationenkonzentrat abgeschieden wird.

In Figur 1 sind zylindrische Spulen dargestellt, die zur Durchströmeinrichtung koaxial ausgerichtet sind. Es ist jedoch auch möglich, die Spulen quer

zur Durchströmrichtung anzuordnen.

Patentansprüche

- 5 1. Vorrichtung zur Trennung der in einem Strömungsmittel vorhandenen elektrisch geladenen Partikel vom Strömungsmittel und zur Abscheidung der Partikel mittels eines elektrischen und mittels eines magnetischen Feldes, durch welches das Strömungsmittel mit den elektrisch geladenen Partikeln hindurchbewegt wird, mit einer Durchströmeinrichtung (12, 14) zum Durchleiten des Strömungsmittels, deren Längsachse mit der Strömungsrichtung des Strömungsmittels fluchtet, mit Elektroden (42, 44), die zur Erzeugung eines elektrischen Feldes im Inneren der Durchströmeinrichtung (12, 14) dienen und die zur Strömungsrichtung des Strömungsmittels mindestens annähernd parallel ausgerichtet sind, und mit einer Magneteinrichtung (40, 46) zur Erzeugung eines Magnetfeldes im Inneren der Durchströmeinrichtung (12, 14),
dadurch gekennzeichnet,
dass die Magneteinrichtung zwei Spulen (40, 46) aufweist, die koaxial ineinander angeordnet sind, wobei die äussere Spule (40) an einem Aussenrohr (22) angeordnet ist, das in seiner Mantelfläche Ausnehmungen (28) aufweist, die innere Spule (46) an einem Innenrohr (20) angeordnet ist, und das Aussenrohr (22) und das Innenrohr (20) in einem Gehäuse (10) stehend angeordnet sind, wobei das einen Überlauf bildende Innenrohr (20) mit einer Abflussleitung (56) und das Aussenrohr (22) mit einer Zuflussleitung (54) versehen ist.
- 10 2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ausnehmungen (28) im Aussenrohr (22) mit einem Filterelement (38) bedeckt sind.
- 15 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Elektroden (42, 44) radial ausserhalb des Aussenrohres (22) angeordnet sind.
- 20 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere Durchströmeinrichtungen (12, 14) stehend nebeneinander angeordnet sind, wobei die Abflussleitung (56) eines Innenrohres (20) einer Durchströmeinrichtung (12) mit der Zuflussleitung der benachbarten Durchströmeinrichtung (14) verbunden ist.
- 25 5. Vorrichtung nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,
das zwischen benachbarten Durchströmeinrichtungen (12, 14) eine Wand (16) mit einem Diaphragma (18) vorgesehen ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,
dass die äussere Spule (40) einen Materialquerschnitt aufweist, der vom Materialquerschnitt für die innere Spule (46) verschieden ist.

Claims

1. Apparatus for separating the electrically loaded particles present in a flow medium from the flow medium and for extracting the particles by means of an electric field and by means of a magnetic field through which the flow medium with the electrically loaded particles is passed, with a throughflow appliance (12, 14) for the passing of the flow medium, the longitudinal axis whereof is aligned with the direction of flow of the flow medium, with electrodes (42, 44) serving to generate an electric field inside the throughflow appliance (12, 14) and which are orientated at least approximately parallel to the direction of flow of the flow medium and with a magnet assembly (40, 46) for generating a magnetic field inside the throughflow appliance (12, 14),

characterized in that

the magnet assembly has two coils (40, 46) arranged coaxially one in the other, wherein the outer coil (40) is arranged on an outer tube (22) having on its peripheral surface cutouts (28), the inner coil (46) is arranged on an inner tube (20), and the outer tube (22) and the inner tube (20) are arranged vertically in a casing (10), the inner tube (20) forming an overflow being connected to a discharge line (56) and the outer tube (22) being provided with a feeder line (54).

2. Apparatus according to claim 1,

characterized in that

the cutouts (28) in the outer tube (22) are covered with a filter element (38).

3. Apparatus according to claim 1 or 2,

characterized in that

the electrodes (42, 44) are arranged radially outside the outer tube (22).

4. Apparatus according to one of claims 1 to 3,

characterized in that

several throughflow appliances (12, 14) are ar-

5 ranged vertically side by side, the discharge line (56) of an inner tube (20) of one throughflow appliance (12) being connected to the feeder line of the adjoining throughflow appliance (14).

5. Apparatus according to claim 4,
characterized in that

between adjoining throughflow appliances (12, 14) provision is made for a wall (16) with a diaphragm (18).

6. Apparatus according to one of the preceding claims,

characterized in that

the outer coil (40) has a material cross section different from the material cross section for the inner coil (46).

Revendications

1. Dispositif pour la séparation de particules chargées électriquement d'un flux de fluide, au moyen d'un champ électrique et d'un champ magnétique, au travers desquels ledit flux de fluide passe avec ses particules chargées électriquement, comprenant une installation de circulation (12, 14) dirigeant le flux de fluide et dont l'axe longitudinal est coaxial de la direction prise par ce flux, des électrodes (42, 44) pour la production du champ électrique à l'intérieur de l'installation de circulation (12, 14), orientées sensiblement parallèlement pour diriger le flux de fluide, et comportant un dispositif magnétique (40, 46) pour la production d'un champ magnétique dans l'installation de circulation (12, 14), caractérisé en ce que ledit système magnétique comprend deux bobinages (40, 46) ,agencés coaxialement l'un dans l'autre, le bobinage extérieur (40) étant placé sur une tubulure externe dont la surface de l'enveloppe comporte des orifices (28) et le bobinage intérieur (46) sur une tubulure interne (20), ces deux tubulures étant en outre installées dans un carter (10), la tubulure interne (20) formant trop-plein étant pourvue d'un conduit d'écoulement (56) alors que la tubulure externe (22) est dotée d'un conduit d'aménée (54).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les orifices (28) dans la tubulure externe (22) sont revêtus d'un élément filtrant (38).

3. Dispositif selon revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les électrodes (42, 44) sont agencées radialement à l'extérieur de la tubulure

externe (22).

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que plusieurs installations de circulation (12, 14) peuvent être placées l'une à côté de l'autre, de sorte que le conduit d'écoulement (56) d'une tubulure interne (20) d'une installation de circulation (12) est relié au conduit d'amenée de l'installation (14) voisine.

5

10

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'on prévoit une paroi (16) avec un diaphragme (18) entre les installations de circulation voisines (12,14).

15

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le bobinage externe (40) est matériellement différent du bobinage interne (42), en coupe transversale.

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 2

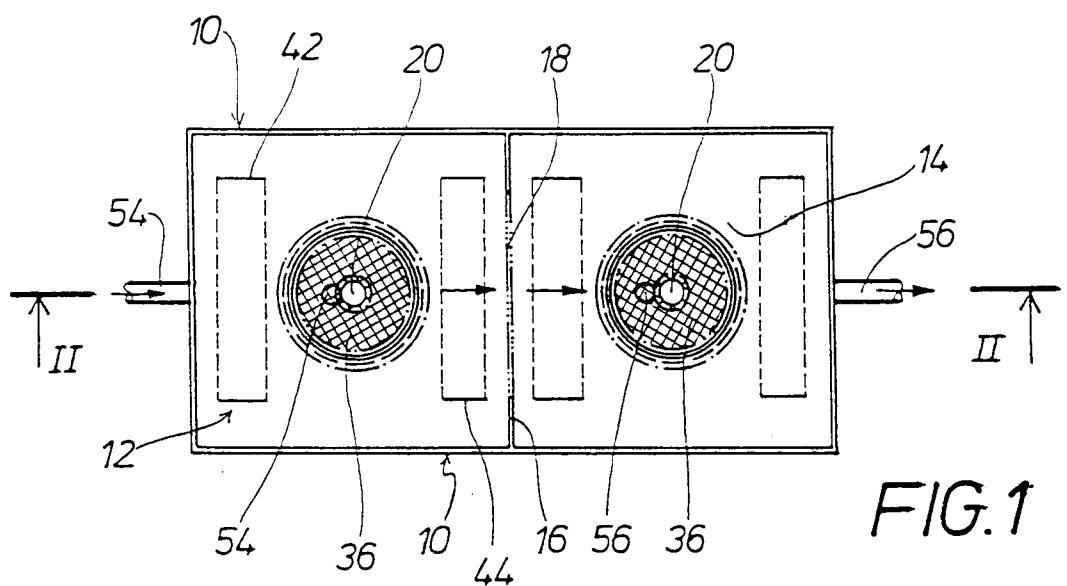
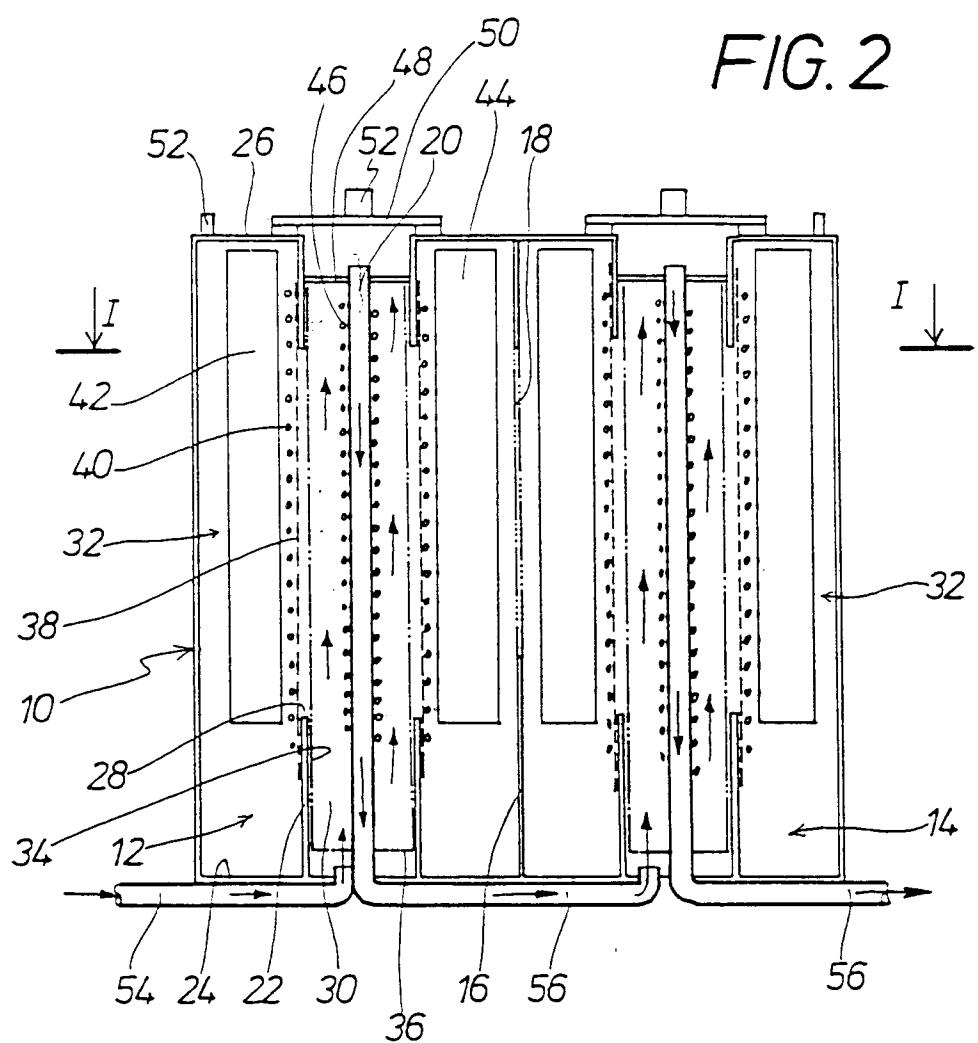


FIG. 1