



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 545 785 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**26.07.2006 Patentblatt 2006/30**

(51) Int Cl.:  
**B03C 3/36<sup>(2006.01)</sup> B03C 3/40<sup>(2006.01)</sup>**  
**B03C 3/74<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **03750661.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2003/010830**

(22) Anmeldetag: **30.09.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2004/030825 (15.04.2004 Gazette 2004/16)**

(54) **ELEKTROSTATISCH ARBEITENDER FILTER UND VERFAHREN ZUM ABSCHIEDEN VON PARTIKELN AUS EINEM GAS**

ELECTROSTATICALLY OPERATING FILTER AND METHOD FOR SEPARATING PARTICLES FROM A GAS

FILTRE ELECTROSTATIQUE ET PROCEDE PERMETTANT DE SEPARER LES PARTICULES D'UN GAZ

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

• **SCHMOCH, Manfred, W.**  
**57258 Freudenberg (DE)**

(30) Priorität: **30.09.2002 DE 10245902**

(74) Vertreter: **Grosse, Wolf-Dietrich Rüdiger**  
**Patentanwälte**  
**Hemmerich & Kollegen**  
**Hammerstrasse 2**  
**57072 Siegen (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**29.06.2005 Patentblatt 2005/26**

(73) Patentinhaber: **FISIA Babcock Environment GmbH**  
**51643 Gummersbach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 2 802 965 FR-A- 963 621**  
**US-A1- 2002 132 362**

(72) Erfinder:  
• **LAGEMAN, Hubert, R.**  
**22335 Hamburg (DE)**

**EP 1 545 785 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen elektrostatisch arbeitenden Filter für das Abscheiden von Partikeln aus einem Gas, der mindestens eine an eine Hochspannungsquelle angeschlossene Elektrode und mindestens eine geerdete oder gegensätzlich gepolte Elektrode aufweist, zwischen denen das mit den Partikeln beladene Gas hindurchführbar ist. Dokument DE 28 02 965 A offenbart einen solchen elektrostatischen Filter.

**[0002]** Des weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Abscheiden von Partikeln aus einem Gas mittels eines elektrostatisch arbeitenden Filters.

**[0003]** Elektrostatisch arbeitende Filter der gattungsgemäßen Art sind beispielsweise aus der EP 0 847 806 B1 bekannt. Sie werden zur elektrostatischen Abscheidung beliebiger Partikel und Tröpfchen aus unterschiedlichen Gasen in vielen verfahrenstechnischen Prozessen eingesetzt, insbesondere zur Gasentstaubung. Dabei durchströmt das zu reinigende Gas ein gassenförmig angeordnetes Register von Niederschlagselektroden, von denen jede wesentlich als Platte ausgeformt ist. Mittig in jeder durch die Niederschlagselektroden gebildeten Gasse sind Sprühelektroden angeordnet. Zwischen den Sprühelektroden und den Niederschlagselektroden wird eine hohe Gleichspannung angelegt, die oberhalb der Corona-Einsatzspannung liegt. Dadurch wird erreicht, dass die Sprühelektroden Elektronen emittieren, die in unmittelbarer Umgebung der hochgespannten Sprühelektroden aufgrund der dort herrschenden hohen elektrischen Feldstärke so stark beschleunigt werden, dass ihre kinetische Energie ausreicht, weitere Elektronen aus neutralen Gasatomen und/oder -molekülen herauszuschlagen und auf diese Weise eine Elektronenwolke zu erzeugen. Auf dem Weg zur (geerdeten) Niederschlagselektrode nimmt die elektrische Feldstärke schnell ab, so dass die kinetische Energie der Elektronen jenen Grenzwert unterschreitet, bei dem die Elektronen durch neutrale Gasmoleküle bzw. -atome unter Bildung von negativen Gasionen wieder gebunden werden.

**[0004]** Diese negativen Gasionen lagern sich im weiteren Verlauf des Abscheidemechanismus bevorzugt an die Staubartikel an und teilen diesen damit eine elektrische Ladung mit, wodurch die so geladenen Staubartikel im elektrischen Feld eine beschleunigende Kraftwirkung in Richtung Niederschlagselektrode erfahren. Dort werden sie in einer Staubschicht, durch die die Ladungsträger zur geerdeten Niederschlagselektrode abfließen, gesammelt, agglomeriert und vorzugsweise durch Vibrationen der Elektroden, beispielsweise hervorgerufen durch Klopfschläge, abgereinigt und durch die Schwerkraft der Staubsammel- und Staubaustragsvorrichtung zugeführt.

**[0005]** Eine besondere Bauart eines elektrostatisch arbeitenden Filters wird in DE 3 723 544 A1 beschrieben. Hier wird eine "strukturierte Abscheideelektrode" als Niederschlagselektrode gezeigt, die der Sprühelektrode gegenübersteht. Die Strukturierung kann auf verschiedene

Art und Weise ausgeprägt sein. Stets dient sie der mechanischen Bindung und Speicherung der elektrostatisch abgeschiedenen Staubpartikel.

**[0006]** Ein Abzug des Staubes während des Filterbetriebes aus dem System ist bei dieser Bauart nicht vorgesehen. Die Entsorgung des Staubes erfolgt durch Verbrennung im Filter oder durch Austausch oder Reinigung der Filter außerhalb des Filterbetriebes.

**[0007]** Sind die strukturbildenden Elemente der Abscheideelektrode einer geschlossenen Metallplatte vorgelegt, dann entsteht innerhalb der Abscheideelektrode ein feldfreier Raum, der in seinen Dimensionen jedoch nicht beschrieben ist, da er für die Funktion der Abscheideelektrode ohne Belang ist: Es entsteht konstruktionsbedingt zufällig ein Faradayischer Käfig. Entscheidend für die Funktion dieses Filtertyps sind jedoch die porösen strukturbildenden Elemente, die eine Bindung und Speicherung des abgeschiedenen Staubes sicherstellen sollen.

**[0008]** Mit dem genannten Prinzip lassen sich in vielen Anwendungen unterschiedlich geartete Staubpartikel und Tröpfchen aus verschiedensten Gasströmen abscheiden. Dabei wird die Abscheideeffizienz durch die Partikel, aber auch durch die Gaseigenschaften stark beeinflusst. Die Gaszusammensetzung bestimmt entscheidend die Ionisierbarkeit der Gase und damit die Anzahl der Gasionen, die zur Chargierung, d. h. zur elektrischen Beladung der Staubpartikel zur Verfügung steht. Bei den Staubpartikeln ist vor allem der spezifische elektrische Staubwiderstand als wesentliche Staubeigenschaft bekannt, da über diese Größe die Menge der zur Niederschlagselektrode abfließenden Ladungsträger limitiert wird.

**[0009]** Unabhängig von den Randbedingungen, die durch die Gas- und Staubeigenschaften gegeben sind, wird durch eine geeignete Regelung der Spannungsquelle (HS-Aggregat) stets versucht, die für eine bestimmte Konstellation mögliche und sinnvolle maximale Ladungsträgermenge (Strom) bereitzustellen. Dabei wird akzeptiert, dass der maximale Stromfluss auch eine in der Regel abscheidungshemmende Turbulenz, einen sog. elektrischen Wind, im Gas erzeugt.

**[0010]** Zur Vermeidung des elektrischen Windes schlägt die EP 0 847 806 B1 ein Verfahren vor, bei dem die Chargierung der Staubpartikel und deren Abscheidung verfahrenstechnisch in entkoppelten Teilschritten erfolgt. In einer ersten Chargierungszone werden die Staubpartikel bei möglichst hohem Ladungsträgerangebot - auch unter Inkaufnahme einer hohen Gasturbulenz - elektrisch beladen. In einer sich anschließenden zweiten Zone, der Abscheidezone, werden die elektrisch geladenen Staubpartikel in einem elektrischen Feld abgeschieden, dessen Spannung unterhalb der Corona-Einsatzspannung liegt. Hierdurch wird die Anregung des elektrischen Windes vermieden.

**[0011]** Bei vorbekannten elektrostatisch arbeitenden Filtern, die auch als Elektrofilter bezeichnet werden, ist für eine effiziente Abscheidung der Partikel bzw. Tröpf-

chen aus dem Gas ein relativ hoher Energieaufwand erforderlich. Desweiteren stellt sich im Allgemeinen das genannte Problem, dass der erzeugte elektrische Wind abscheidungshemmende Turbulenzen erzeugt. Bei hohem spezifischen elektrischen Widerstand des Staubes wirkt die Staubschicht an den Niederschlagselektroden zunehmend als limitierend für den Strom und die Abscheideeffizienz.

**[0012]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die vorgenannten Nachteile zu beseitigen und ein Elektrofilter und ein Verfahren zu seinem Betrieb vorzuschlagen, die sich durch eine hohe Abscheideeffizienz bei geringem Energieaufwand auszeichnen. Weiterhin soll die Entstehung von elektrischem Wind minimiert und die begrenzende Wirkung des spezifischen elektrischen Staubwiderstandes aufgehoben werden.

**[0013]** Diese Aufgabe wird durch einen elektrostatischen Filter gemäß Anspruchs 1 oder den Verfahren zum Abscheiden von Partikeln gemäß Anspruch 14 gelöst.

**[0014]** Schließlich soll im Gegensatz zu DE 3 723 544 A1 die Konstruktion so ausgeführt sein, dass ein kontinuierlicher oder quasi kontinuierlicher Abzug der abgeschiedenen Partikeln während des laufenden Filterbetriebs gewährleistet ist.

**[0015]** Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Elektrofilter keine Sprühelektrode enthält und die Elektroden (4,5) mit einem gitterartig umbauten, quasi feldfreien, in seiner Längserstreckung zumindest an einem Ende offenen Raum (9) ausgebildet sind, in den die Partikel über Gitteröffnungen eintreten und an dem offenen Ende austreten können.

**[0016]** Dabei wird auf den Einsatz einer Sprühelektrode verzichtet, also einer Elektrode, an der durch kleine Radien oder andere geometrische Zuspitzungen extreme Feldstärkespitzen erzeugt werden. Da dann die Elektroden beider Polaritäten als Niederschlags- oder Abscheideelektroden wirken, ist deswegen begrifflich nur noch zwischen hochgespannter und geerdeter Elektrode zu unterscheiden. Hochgespannt kann dabei die positive oder negative Elektrode sein.

**[0017]** Gemäß einer Ausgestaltung ist dabei vorgesehen, dass nur die mindestens eine an die Hochspannungsquelle angeschlossene Elektrode, vorzugsweise alle an die Hochspannungsquelle angeschlossenen Elektroden, einen solchen Raum enthält bzw. enthalten. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass nur die mindestens eine geerdete Elektrode, vorzugsweise alle geerdeten Elektroden, einen solchen Raum enthält bzw. enthalten. Schließlich kann sowohl die mindestens eine an die Hochspannungsquelle angeschlossene Elektrode als auch die mindestens eine geerdete Elektrode, vorzugsweise alle Elektroden, einen solchen Raum enthalten.

**[0018]** Mit Vorteil wird dieser Raum zumindest teilweise durch ein Gitter, Netz oder dergleichen und ein Abscheideblech begrenzt, die elektrisch leitend miteinander verbunden, die Elektrode bilden. Das Gitter weist Ein-

trittsöffnungen für die Partikel auf.

**[0019]** Dabei stellt das Gitter, Netz oder dergleichen eine Versperrung der projektierten Elektrodenfläche (= Fläche des Abscheidebleches) von maximal 10% dar. Es hat in keiner Weise die Funktion eines mechanischen Abscheiders oder eines Speichers für die abgeschiedenen Partikel.

**[0020]** Der zwischen dem Gitter, Netz oder dergleichen und dem Abscheideblech gebildete quasi feldfreie Raum ist so ausgebildet, dass die eintretenden Partikel so weit abgebremst werden, dass sie nach dem Aufprall auf das Abscheideblech nicht über längere Zeit anhaften, sondern kontinuierlich nach unten fallen und abgeführt werden.

**[0021]** Das Gitter, Netz oder dergleichen kann aus einer Anzahl miteinander verbundener parallel zueinander angeordneter Stäbe gebildet werden, wobei diese mit dem plattenförmig ausgebildeten Abscheideblech elektrisch leitend verbunden sind. Es kann beispielsweise aber auch vorgesehen werden, dass das Gitter aus einer Anzahl miteinander verbundener parallel zueinander angeordneter Ringe gebildet wird, wobei diese, mit einem zylindrisch oder hohlzylindrisch ausgebildeten Abscheideblech elektrisch leitend verbunden, die Elektrode bilden.

**[0022]** Der elektrostatisch arbeitende Filter kann als "Platten-Elektrofilter" ausgebildet sein, bei dem eine Anzahl ebener kastenförmig ausgebildeter Elektroden parallel zueinander angeordnet sind. Es ist genauso möglich, dass er als Röhren-Elektrofilter ausgebildet ist, bei dem mindestens zwei zylindrisch oder hohlzylindrisch ausgebildete Elektroden koaxial zueinander angeordnet sind.

**[0023]** Zum verbesserten Austrag der gefilterten Partikel kann vorgesehen werden, dass mindestens eine Elektrode einen Abfuhrkanal für Partikel aufweist, der an den elektrisch weitgehend feldfreien Raum angrenzt.

**[0024]** Das Verfahren zum Abscheiden von Partikeln aus einem Gas mittels eines elektrostatisch arbeitenden Filters, ist dadurch gekennzeichnet,

dass die Partikel zu einer der beiden Elektroden (4,5) abgelenkt werden, und dass die Partikel in einen gitterartig umbauten Raum (5) der Elektrode gelangen, in dessen Erstreckung kein elektrischer Potentialunterschied herrscht, und dort abgeschieden werden, wobei das Filter ohne eine Sprühelektrode betrieben wird.

**[0025]** Es gehört zu den Merkmalen dieser Filterbauweise, dass die Hochspannung führenden und die geerdeten Elektroden konstruktiv gleichartig aufgebaut sein können. Zwischen den Elektroden bildet sich daher ein quasi homogenes elektrisches Feld senkrecht zur Strömungsrichtung des Partikel beladenen Gases aus - ohne Feldstärkespitze, wie bei den bisher bekannten Systemen mit Sprühelektroden. Im Unterschied zu den bisher bekannten Elektrofilterbauarten kann die Abscheidung von Partikeln aus dem Gas an den Elektroden beider Polarität in gleicher Weise erfolgen.

**[0026]** Das vorgeschlagene Verfahren nutzt die Wir-

kung eines elektrischen Feldes zwischen zwei Elektroden auf nicht durch eine technische Einrichtung ionisierte Staubpartikel oder auf gezielt ionisierte Staubpartikel in einem Gasstrom. Die Elektroden stehen dabei bevorzugt unter einer Spannung, die unterhalb der Corona-Einsatzspannung liegt. Dabei werden die Partikel im elektrischen Feld je nach Polarität zu einer der beiden Elektroden hin abgelenkt.

**[0027]** Der Elektrofilter kann als horizontal durchströmter Filter aufgebaut sein, bei dem eine Kaskade von kastenförmigen Elektroden zum Einsatz kommt. Jede zweite kastenförmige Elektrode ist dabei entweder an die Hochspannungsquelle angeschlossen oder geerdet oder gegensätzlich gepolt. Genauso kann auch eine Bauart vorgesehen werden, die zu einem vertikal durchströmten Röhren- oder Waben-Elektrofilter führt. Gleichmaßen ist das vorgeschlagene Prinzip auf einen Nass-Elektrofilter anwendbar.

**[0028]** Die Erfindung nutzt den Umstand, dass bei der vorgeschlagenen Ausgestaltung der Elektroden mit einem quasi elektrisch feldfreien Raum Staubpartikel aufgrund ihrer kinetischen Energie in den Raum eintreten können, in diesem aber dann keiner weiteren äußeren elektrostatischen Kräfteinwirkung ausgesetzt sind und deshalb unter Nutzung der Schwerkraft abgeschieden und aus dem System kontinuierlich ausgetragen werden.

**[0029]** In vorteilhafter Weise hat der vorgeschlagene Elektrofilter eine hocheffiziente Abscheidungs-fähigkeit von Partikeln und Tröpfchen aus einem beliebigen Gasstrom, wobei nur ein geringer Energieaufwand nötig ist. Die Entstehung eines elektrischen Windes wird weitgehend vermieden.

**[0030]** Bei riesel- oder fließfähigen Partikeln erfolgt die Abreinigung der Elektroden, wie beschrieben, selbsttätig. Handelt es sich dagegen um Partikel mit klebenden oder haftenden Eigenschaften, kann die Abreinigung der ausgefilterten Partikel von den Wandungen des Elektrofilters und/oder den Elektroden in an sich bekannter Weise durch Klopfen der Elektroden erfolgen, wobei das Herunterfallen der Partikel überwiegend im weitgehend elektrisch feldfreien Raum erfolgt. Je nach Eigenschaften der Partikel ist auch deren Abspülen - also eine Nassfilterung - während des Betriebes möglich.

**[0031]** Die Abscheidung von Partikeln an/in den Elektroden (zwischen Abscheideblechen und den Gittern/Stäben/oder ähnlichen, die zusammen die Elektroden bilden) ist auch wesentlich abhängig von der Feldstärke, die zwischen der Hochspannungselektrode und der geerdeten Elektrode herrscht. Die Feldlinie maximaler Feldstärke steht entsprechend der Polarität senkrecht zwischen den Elektroden; dies gilt grundsätzlich auch für bekannte Filter mit geerdeten Abscheideblechen und auf Hochspannungspotential liegenden Sprühelektroden. Um die Effektivität der Erfindung zu erhöhen, wird angestrebt, den Abstand zwischen den Elektroden unterschiedlicher Polarität zu erhöhen.

**[0032]** Dies wird dadurch erreicht, dass von den sich gegenüberstehenden Elektroden verschiedener Polari-

tät wechselseitig elektrisch leitende, mit den entsprechenden Elektroden leitend verbunden, Körper - z.B. Drähte - in den Raum zwischen den Elektroden ragen. Diese Körper können parallel oder senkrecht oder schräg zur Strömungsrichtung der zu reinigenden Gase angeordnet werden.

**[0033]** Daraus ergeben sich maximale Feldstärken erstens zwischen den Körpern und den gegenüberliegenden Elektroden und zweitens zwischen den Körpern unterschiedlicher Polarität. Die maximalen Feldstärken hängen von der konstruktiven Anordnung ab und können damit unterschiedliche Werte und Richtungen haben. Die Winkel zwischen den maximalen Feldstärken (Körper - Elektrode oder Körper - Körper) können all Werte zwischen 0° und 180° annehmen.

**[0034]** In den folgenden Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines elektrostatisch arbeitenden Filters, der als horizontal durchströmter Filter ausgebildet ist;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines vertikal durchströmten Röhrenfilters;

Fig. 3a,3b Querschnitte durch die Elektroden des Filters; und

Fig.4 eine perspektivische Darstellung einer Filtergasse eines horizontal durchströmten Filters, dessen Elektroden mit feldfreien Räumen und mit zusätzlichen Körpern (hier Drahtbügeln) versehen sind

**[0035]** In Fig. 1 ist ein Elektrofilter gezeigt, der zum Filtern von Partikeln und/oder Tröpfchen aus einem Gasstrom geeignet ist. Das mit Partikeln verunreinigte, in den Filter einströmende Gas ist durch einen Pfeil mit der Bezugsziffer 1 versehen. Der Gasstrom strömt durch den Filter, wobei die sich im Gas befindlichen Partikel herausgefiltert und abgeführt werden. Das ausströmende, gereinigte Gas ist durch den Pfeil mit der Bezugsziffer 2 verdeutlicht. Nach unten tritt der Strom der abgeschiedenen Partikel 3 aus dem Filter aus.

**[0036]** Zum Reinigen eines größeren Gasstromes kommt eine Kaskade von Elektroden zum Einsatz. Wie Fig. 1 entnommen werden kann, ist eine Anzahl kastenförmiger Elektroden 4 und 5 parallel zueinander angeordnet. Zwischen den Elektroden 4, 5 sind Gassen 8 vorhanden, durch die das zu reinigende Gas 1 geleitet wird. Die Elektroden 4, 5 sind abwechselnd entweder an eine Hochspannungsquelle angeschlossen (nämlich die Elektroden 4) oder geerdet (nämlich die Elektroden 5).

**[0037]** Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 sind sämtliche Elektroden 4, 5 mit einem hier nicht bezeichneten Raum versehen, in den die auszufilternden Partikel eintreten können, in dessen Erstreckung jedoch kein

elektrischer Potentialunterschied herrscht; er wird hier deshalb auch als quasi elektrisch feldfreier Raum bezeichnet. Dieser Raum wird in den Elektroden 4, 5 dadurch geschaffen, dass das Abscheideblech 7 von einem Gitter 6 umgeben ist. Abscheideblech 7 und Gitter 6 sind elektrisch leitend verbunden. Das Gitter 6 besteht aus einer Anzahl parallel zueinander angeordneter Stäbe.

**[0038]** Das mit Partikeln beladene Gas strömt zunächst zwischen den Elektroden 4, 5 ein (vgl. Gasstrom 1) und gerät dort unter die Wirkung des quasi homogenen elektrischen Feldes. Die Partikel werden in Richtung der Elektroden abgelenkt und treten durch die Gitteröffnungen ein. Damit befinden sie sich im quasi elektrisch feldfreien Raum, wo sie keiner weiteren äußeren elektrostatischen Kraftereinwirkung mehr ausgesetzt sind. Sie fallen infolge der Schwerkraft nach unten und können kontinuierlich - während des laufenden Filterbetriebes - aus dem Filter entfernt werden. Das gereinigte Gas verlässt in horizontaler Richtung den Filter über eine Austrittshaube (vgl. Gasstrom 2).

**[0039]** Die Elektroden 4, 5 gemäß Fig. 1 zeigen beispielhaft die Schaffung des elektrisch feldfreien Raumes durch das aus miteinander verbundenen Stäben aufgebaute Gitter 6, das mit dem innenliegenden Abscheideblech 7 elektrisch leitend verbunden ist. Die Elektroden 4, 5 können modular aufgebaut sein und über- und hintereinander angeordnet werden, wie in Fig. 1 dargestellt. In diesem Beispiel weisen die Elektroden zu beiden Seiten des Abscheidebleches einen feldfreien Raum auf. Randständige Elektroden oder bei einem Filter mit nur einer Gasse für den Gasdurchtritt können die Elektroden auch so aufgebaut sein, dass sie nur auf einer Seite des Abscheidebleches einen feldfreien Raum aufweisen. In jedem Fall richtet sich die Tiefe des feldfreien Raumes nach den Erfordernissen des kontinuierlichen Partikelabzuges.

**[0040]** In Fig. 2 ist eine alternative Ausgestaltung dieses Elektrofiltertyps als Röhrenfilter skizziert. In dem Beispiel enthält nur die geerdete Elektrode 5 den quasi feldfreien Raum 9, der hier durch ein Ringgitter 6 und das zylindrische Abscheideblech 7 begrenzt wird. Das Gitter 6 wird hier durch eine Anzahl miteinander verbundener parallel zueinander angeordneter Metallringe gebildet, wobei diese mit dem Abscheideblech 7 elektrisch leitend verbunden sind und zusammen die Elektrode 5 bilden.

**[0041]** Angestrebt wird in allen Fällen, dass zur Vermeidung des erneuten Staubeintritts in den Gasstrom die elektrisch feldfreien Räume 9 als strömungsberuhigte Zonen ausgebildet werden. Dies kann durch entsprechende geometrische Anordnung der Gitterstäbe bzw. Gitterringe erreicht werden und/oder eine entsprechende Gestaltung des Gaseintritts und des Gasaustritts.

**[0042]** In den Fig. 3a und 3b sind einige Details zur Ausgestaltung der Elektroden 4, 5 mit dem Abscheideblech 7, dem Gitter 6 und den dadurch definierten quasi elektrisch feldfreien Räumen 9 ersichtlich.

**[0043]** Gemäß Fig. 3a sind die Abscheidebleche 7 plattenförmig ausgebildet und von stabförmigen Gitterele-

menten umschlossen, die das Gitter 6 bilden. Zwischen den Abscheideblechen 7 und dem Gitter 6 entsteht der weitgehend elektrisch feldfreie Raum 9 in den Elektroden 4, 5. Die ausgefilterten Partikel bewegen sich in Richtung des Pfeils 3 (Richtung der Schwerkraft) nach unten und können aus dem Elektrofilter entfernt werden.

**[0044]** In Fig. 3b ist eine doppelwandige Ausführung der Elektroden 4, 5 zur Unterstützung des Austrags der Partikel aus dem Filter zu sehen. Die sich im weitgehend elektrisch feldfreien Raum 9 befindlichen Partikel sinken aufgrund der Schwerkraft nach unten und werden durch Leitbleche und Schlitze des doppelwandigen Abscheideblechs 7 in einen innen liegenden geschützten Zwischenraum, nämlich in einen Abfuhrkanal 10, geleitet. Dort können sie unbeeinflusst von der äußeren Gasströmung aus dem Elektrofilter herausgeführt werden.

**[0045]** Der dargestellte Aufbau der Elektroden kann prinzipiell bei einem horizontal und vertikal durchströmten Elektrofilter vorgesehen werden, wobei gerade, gekrümmte, gekantete oder runde Elektroden eingesetzt werden können.

**[0046]** Die Ausbildung der Elektroden und die Höhe der Spannung sind so aufeinander abgestimmt, dass keine Überhöhung der elektrischen Feldstärke vorkommt, die zu einer Korona oder zu äußeren Teilentladungen führt.

**[0047]** In Fig. 4 ist als Ausschnitt eine Gasse eines horizontal durchströmten Elektrofilters dargestellt. Vor dem Abscheideblech 7 sind die Gitter 6, hier gebildet aus Drahtbügeln, eingesetzt. Zwischen den Gittern 6 sind die Körper 11 dargestellt. Sie sind hier aus Drahtbügeln aufgebaut, die mit den jeweiligen Elektroden (4,5) leitend verbunden sind. In der dargestellten Konstruktion sind die geraden Drähte senkrecht zum Gasstrom angeordnet. Die Körper können auch parallel zum Gasstrom oder in allen Winkeln zwischen senkrecht und parallel zum Gasstrom angeordnet sein. Diese möglichen Anordnungen von Körpern (z.B. Drahtringe oder -spiralen) sind auch auf rohrförmige Elektroden übertragbar.

## Bezugszeichenliste

### [0048]

- |   |  |
|---|--|
| 1 | einströmendes, mit Partikeln verunreinigtes Gas                |
| 2 | ausströmendes, gereinigtes Gas                                 |
| 3 | austretender Strom der abgeschiedenen Partikel                 |
| 4 | mit einer Hochspannungsquelle in Verbindung stehende Elektrode |
| 5 | geerdete Elektrode   |
| 6 | Gitter   |
| 7 | Abscheideblech   |

- 8 Gasse zwischen den Elektroden  
 9 weitgehend elektrisch feldfreier Raum  
 10 Abfuhrkanal  
 11 Körper an den Elektroden

### Patentansprüche

1. Elektrostatisch arbeitender Filter für das Abscheiden von Partikeln aus einem Gas (1), das mindestens eine an eine Hochspannungsquelle angeschlossene Elektrode (4) und mindestens eine geerdete oder gegensätzlich gepolte Elektrode (5) aufweist, zwischen denen das mit den Partikeln beladene Gas hindurchführbar ist  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Elektrofilter keine Sprühelektrode enthält und die Elektroden (4,5) mit einem gitterartig umbauten, quasi feldfreien, in seiner Längserstreckung zumindest an einem Ende offenen Raum (9) ausgebildet sind, in den die Partikel über Gitteröffnungen eintreten und an dem offenen Ende austreten können.
2. Elektrostatisch arbeitender Filter nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die geerdeten Elektroden konstruktiv gleichartig aufgebaut sein können wie die Hochspannung führenden Elektroden.
3. Elektrostatisch arbeitender Filter nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Partikel kontinuierlich aus den feldfreien Räumen der Elektroden abgeführt werden können.
4. Elektrostatisch arbeitender Filter nach Anspruch 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** nur die mindestens eine an die Hochspannungsquelle angeschlossene Elektrode (4), vorzugsweise alle an die Hochspannungsquelle angeschlossenen Elektroden (4), einen quasi feldfreien Raum (9) enthält bzw. enthalten.
5. Elektrostatisch arbeitender Filter nach Anspruch 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** nur die mindestens eine geerdete oder gegensätzlich gepolte Elektrode (5), vorzugsweise alle Elektroden (5), einen solchen Raum (9) enthält bzw. enthalten.
6. Elektrostatisch arbeitender Filter nach Anspruch 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**

- 5 **dass** sowohl die mindestens eine an die Hochspannungsquelle angeschlossene Elektrode (4) als auch die mindestens eine geerdete oder gegensätzlich gepolte Elektrode (5), vorzugsweise alle Elektroden (4, 5), einen solchen Raum (9) enthalten.
7. Elektrostatisch arbeitender Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Raum (9) zumindest teilweise durch ein Gitter (6), ein Netz oder ähnliches Gebilde begrenzt wird, das für den Durchtritt der Partikel offen ist, dabei nur eine geringe Querschnittsverengung aufweist und das mit dem Abscheideblech (7) elektrisch leitend verbunden ist und mit diesem die Elektrode (4, 5) bildet.
8. Elektrostatisch arbeitender Filter nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Gitter (6) aus einer Anzahl miteinander verbundener, parallel zueinander angeordneter Stäbe besteht, wobei diese mit einem plattenförmig ausgebildeten Abscheideblech (7) elektrisch leitend verbunden sind und mit diesem die Elektrode (4, 5) bildet.
9. Elektrostatisch arbeitender Filter nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Gitter (6) aus einer Anzahl miteinander verbundener, parallel zueinander angeordneter Ringe besteht, wobei diese mit einem zylindrisch oder hohlzylindrisch ausgebildeten Abscheideblech (7) elektrisch leitend verbunden sind und mit diesem die Elektrode (4, 5) bilden.
10. Elektrostatisch arbeitender Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** es als Platten-Elektrofilter ausgebildet ist, bei dem eine Anzahl plattenförmig ausgebildete Elektroden (4, 5) parallel zueinander angeordnet sind.
11. Elektrostatisch arbeitender Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 7 oder 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** es als Röhren-Elektrofilter ausgebildet ist, bei dem mindestens zwei zylindrisch oder hohlzylindrisch ausgebildete Elektroden (4, 5) koaxial zueinander angeordnet sind.
12. Elektrostatisch arbeitender Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** mindestens eine Elektrode (4, 5) einen Abfuhrkanal (10) für Partikel aufweist, der an den Raum (9) angrenzt.
13. Elektrostatisch arbeitender Filter nach einem der An-

sprüche 1 bis 12,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** Körper (13) mit wechselnder Polarität im Raum zwischen den Elektroden angeordnet werden, die entsprechend ihrer jeweiligen Polarität elektrisch leitend mit einer der beiden angrenzenden Elektroden (4, 5) der Strömungsgasse verbunden sind. Dabei können die Körper in allen Winkeln zwischen 0° und 90° zur Strömungsrichtung des Gases liegen.

14. Verfahren zum Abscheiden von Partikeln aus einem Gas (1) mittels eines elektrostatisch arbeitenden Filters, das mindestens eine an eine Hochspannungsquelle angeschlossene Elektrode (4) und mindestens eine geerdete oder gegensätzlich gepolte Elektrode (5) aufweist, zwischen denen das mit Partikeln beladene Gas hindurchgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Partikel zu einer der beiden Elektroden (4,5) abgelenkt werden, und dass die Partikel in einen gitterartig umbauten Raum (5) der Elektrode gelangen, in dessen Erstreckung kein elektrischer Potentialunterschied herrscht, und dort abgeschieden werden, wobei das Filter ohne eine Sprühelektrode betrieben wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die mindestens eine an die Hochspannungsquelle angeschlossene Elektrode (4) mit einer Spannung versorgt wird, die unter der Korona-Einsatzspannung liegt.

#### Claims

1. An electrostatically operating filter for separating particles of a gas (1) which has at least one electrode (4) connected to a high voltage source and at least one earthed or opposite poled electrode (5) between which the gas laden with the particles can be guided, **characterised in that** the electric filter contains no spray electrode and the electrodes (4, 5) are designed with a space (9) that is constructed in the manner of a grid, is quasi field-free and is open in its longitudinal extension at least at one end, into which space the particles can be admitted via grid openings and can be discharged at the open end.
2. The electrostatically operating filter according to Claim 1, **characterised in that** the earthed electrodes can be constructed in a similar design to the electrodes conducting high voltage.
3. The electrostatically operating filter according to Claim 1, **characterised in that** the particles can be continuously discharged from the field-free spaces of the electrodes.

4. The electrostatically operating filter according to Claims 1 to 3, **characterised in that** at least one of the electrodes (4) connected to the high voltage source, but preferably all of the electrodes (4) connected to the high voltage source, contains or contain a quasi field-free space (9).

5. The electrostatically operating filter according to Claims 1 to 3, **characterised in that** at least one earthed or opposite poled electrode (5), preferably all electrodes (5), contains or contain such a space (9).

6. The electrostatically operating filter according to Claims 1 to 3, **characterised in that** both at least one of the electrodes (connected to the high voltage source and at last one of the earthed or opposite poled electrodes (5), preferably all the electrodes (4, 5), contain such a space (9).

7. The electrostatically operating filter according to any one of Claims 1 to 6, **characterised in that** the space (9) is bounded at least partially by a grid (6), a net or similar structure which is open for the flow of particles, in this case has only a slight narrowing of its cross-section and is connected electrically conductively to the separating plate (7), forming with this the electrode (4, 5).

8. The electrostatically operating filter according to Claim 7, **characterised in that** the grid (6) consists of a plurality of bars connected together and arranged parallel with each other, wherein the bars are connected electrically conductively to a separating plate (7) designed in the shape of a plate, and form with this plate the electrode (4, 5).

9. The electrostatically operating filter according to Claim 7, **characterised in that** the grid (6) consists of a plurality of rings connected together and arranged parallel with each other, wherein they are connected electrically conductively to a separating plate (7) that is cylindrical or hollow cylindrical in design, and form with the plate the electrode (4, 5).

10. The electrostatically operating filter according to any one of Claims 1 to 8, **characterised in that** it is designed as an electric plate filter wherein a plurality of plate-shaped electrodes (4, 5) are arranged parallel with each other.

11. The electrostatically operating filter according to any one of Claims 1 to 7 or 9, **characterised in that** it is designed as a tubular electric filter wherein at least two electrodes (4, 5) designed cylindrically or hollow cylindrically are arranged coaxially to each other.

12. The electrostatically operating filter according to any

one of Claims 1 to 11, **characterised in that** at least one electrode (4, 5) has a discharge duct (10) for particles, which duct lies adjacent to the space (9).

13. The electrostatically operating filter according to one of Claims 1 to 12, **characterised in that** bodies (13) of varying polarity are arranged in the space between the electrodes, which are connected electrically conductively to one of the two adjacent electrodes (4,5) in the flow path, according to their respective polarities. Here the bodies may lie at any angle between 0° and 90° to the direction of flow.
14. A method for separating particles from a gas (1) by means of an electrostatically operating filter which has at least one electrode (4) connected to a high voltage source and at least one earthed or opposite poled electrode (5), between which the gas laden with particles is fed, **characterised in that** the particles are deflected to one of the two electrodes (4, 5) and **in that** the particles are fed to a space (5) of the electrode having a grid-like structure, in whose extension there is no electrical potential difference, and are separated there, wherein the filter is operated without a corona electrode.
15. The method according to Claim 14, **characterised in that** at least one of the electrodes (4) connected to the high voltage source is supplied with a voltage that is below the corona cut-off voltage.

#### Revendications

1. Filtre travaillant de manière électrostatique pour la séparation de particules d'un gaz (1), lequel présente au moins une électrode (4) raccordée à une source de haute tension et au moins une électrode (5) mise à la terre ou de polarisation contraire, entre lesquelles on peut faire passer le gaz chargé de particules, **caractérisé en ce que** l'électrofiltre ne comprend pas d'électrode à couronne, et **en ce que** les électrodes (4, 5) sont réalisées avec un espace ouvert (9) au moins au niveau d'une extrémité de son étendue longitudinale et aménagé à la manière d'un grillage et à champ quasi nul, dans lequel les particules peuvent pénétrer via des ouvertures du grillage et duquel elles peuvent sortir au niveau de l'extrémité ouverte.
2. Filtre travaillant de manière électrostatique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les électrodes mises à la terre peuvent présenter une configuration similaire à celle des électrodes sous haute tension.
3. Filtre travaillant de manière électrostatique selon la

revendication 1,

**caractérisé en ce que**

les particules peuvent être continuellement évacuées des espaces à champ nul des électrodes.

4. Filtre travaillant de manière électrostatique selon les revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** seulement l'une au moins des électrodes (4) raccordée à la source de haute tension, et de préférence toutes les électrodes (4) raccordées à la source de haute tension, comprend et/ou comprennent un espace (9) à champ quasi nul.
5. Filtre travaillant de manière électrostatique selon les revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** seulement l'une au moins des électrodes (5) mise à la terre ou de polarisation contraire, et de préférence toutes les électrodes (5), comprend et/ou comprennent un tel espace (9).
6. Filtre travaillant de manière électrostatique selon les revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'une au moins des électrodes (4) raccordée à la source de haute tension tout comme également l'une au moins des électrodes (5) mise à la terre ou de polarisation contraire, et de préférence toutes les électrodes (4, 5), comprennent un tel espace (9).
7. Filtre travaillant de manière électrostatique selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'espace (9) est au moins partiellement délimité par un grillage (6), un filet, ou un complexe similaire, lequel est ouvert pour laisser passer des particules, et présente dans ce cas seulement un rétrécissement minime de la section transversale, et lequel est relié de manière électroconductrice avec la tôle de séparation (7) et forme avec celle-ci l'électrode (4, 5).
8. Filtre travaillant de manière électrostatique selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le grillage (6) se compose d'un certain nombre de tiges reliées ensemble et disposées parallèlement les unes aux autres, moyennant quoi celles-ci sont reliées de manière électroconductrice à une tôle de séparation (7) réalisée en forme de plaque et forment avec celle-ci l'électrode (4, 5).
9. Filtre travaillant de manière électrostatique selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le grillage (6) se compose d'un certain nombre d'anneaux reliés ensembles et disposés parallèlement les uns par rapport aux autres, moyennant quoi

ceux-ci sont reliés de manière électroconductrice à une tôle de séparation (7) cylindrique ou bien cylindrique creuse, et forment avec celle-ci l'électrode (4, 5).

l'une au moins des électrodes (4) raccordée à la source de haute tension est alimentée avec une tension, laquelle est inférieure à la tension de coupure de couronne.

- 5
10. Filtre travaillant de manière électrostatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** il est réalisé en tant qu'électrofiltre à plaques, pour lequel un certain nombre d'électrodes (4, 5) réalisées en forme de plaques sont disposées parallèlement les unes par rapport aux autres. 10
11. Filtre travaillant de manière électrostatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 ou 9, **caractérisé en ce que** il est réalisé en tant qu'électrofiltre à tubes, pour lequel au moins deux électrodes (4, 5) réalisées de manière cylindrique ou cylindrique creuse sont disposées coaxialement l'une par rapport à l'autre. 15  
20
12. Filtre travaillant de manière électrostatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** au moins une électrode (4, 5) présente un canal d'évacuation (10) pour particules, lequel jouxte l'espace (9). 25
13. Filtre travaillant de manière électrostatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** des corps (13) avec une polarité alternante sont disposés dans l'espace entre les électrodes, lesquels sont reliés de manière électroconductrice en fonction de leurs polarités respectives à l'une des deux électrodes (4, 5) adjacentes des gaz en circulation. Les corps peuvent dans ce cas se situer selon tous les angles compris entre 0° et 90° par rapport à la direction de circulation du gaz. 30  
35  
40
14. Procédé pour la séparation de particules d'un gaz (1) à l'aide d'un filtre travaillant de manière électrostatique, lequel présente au moins une électrode (4) raccordée à une source de haute tension et au moins une électrode (5) mise à la terre ou de polarisation contraire, entre lesquelles on fait passer le gaz chargé de particules, **caractérisé en ce que** les particules sont déviées vers l'une des deux électrodes (4, 5), et **en ce que** les particules gagnent un espace aménagé à la manière d'un grillage (5) de l'électrode, dans l'étendue duquel il n'y a pas de différence de potentiel électrique, et **en ce qu'**elles y sont évacuées, moyennant quoi le filtre fonctionne sans électrode à couronne. 45  
50  
55
15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que**

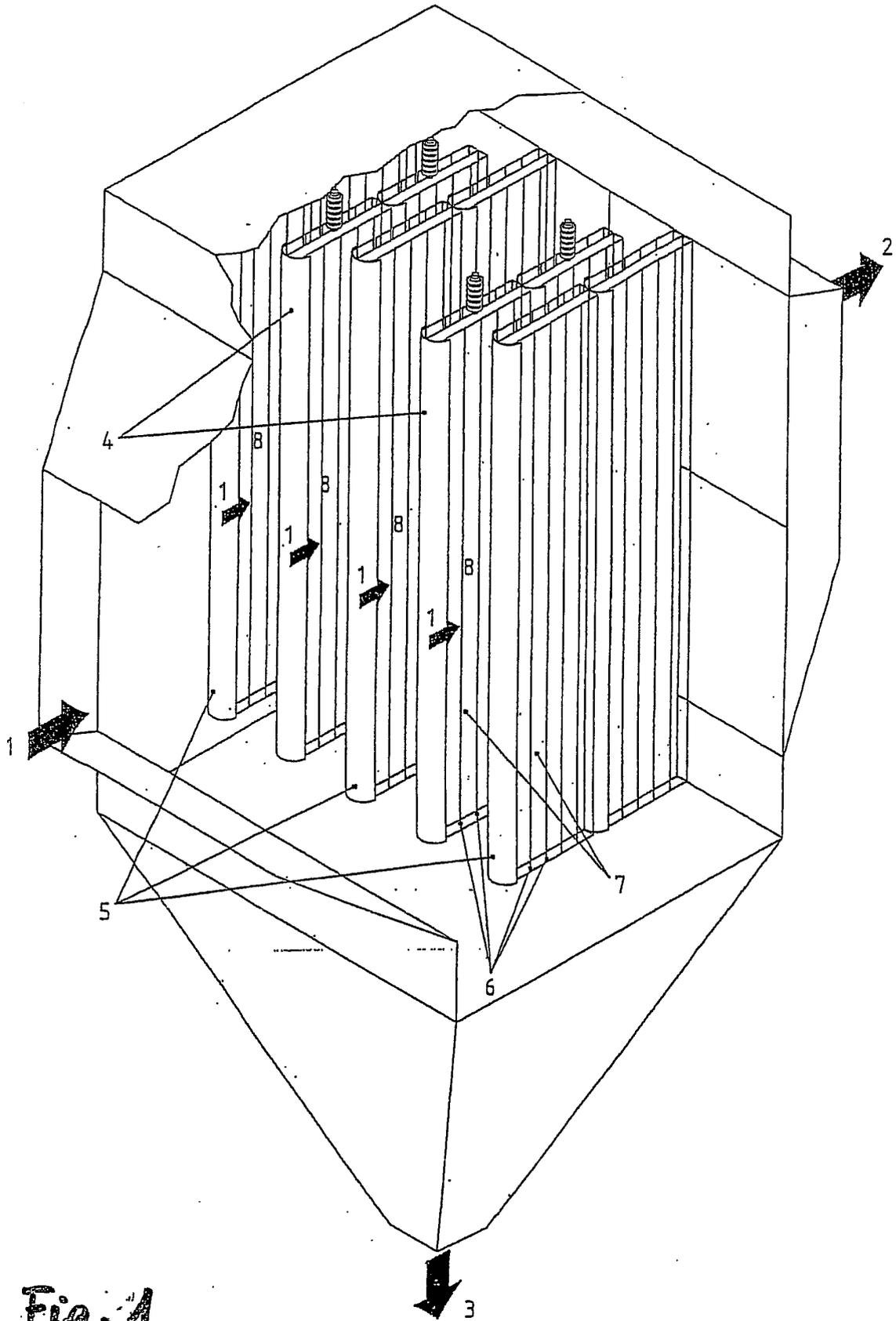


Fig. 1

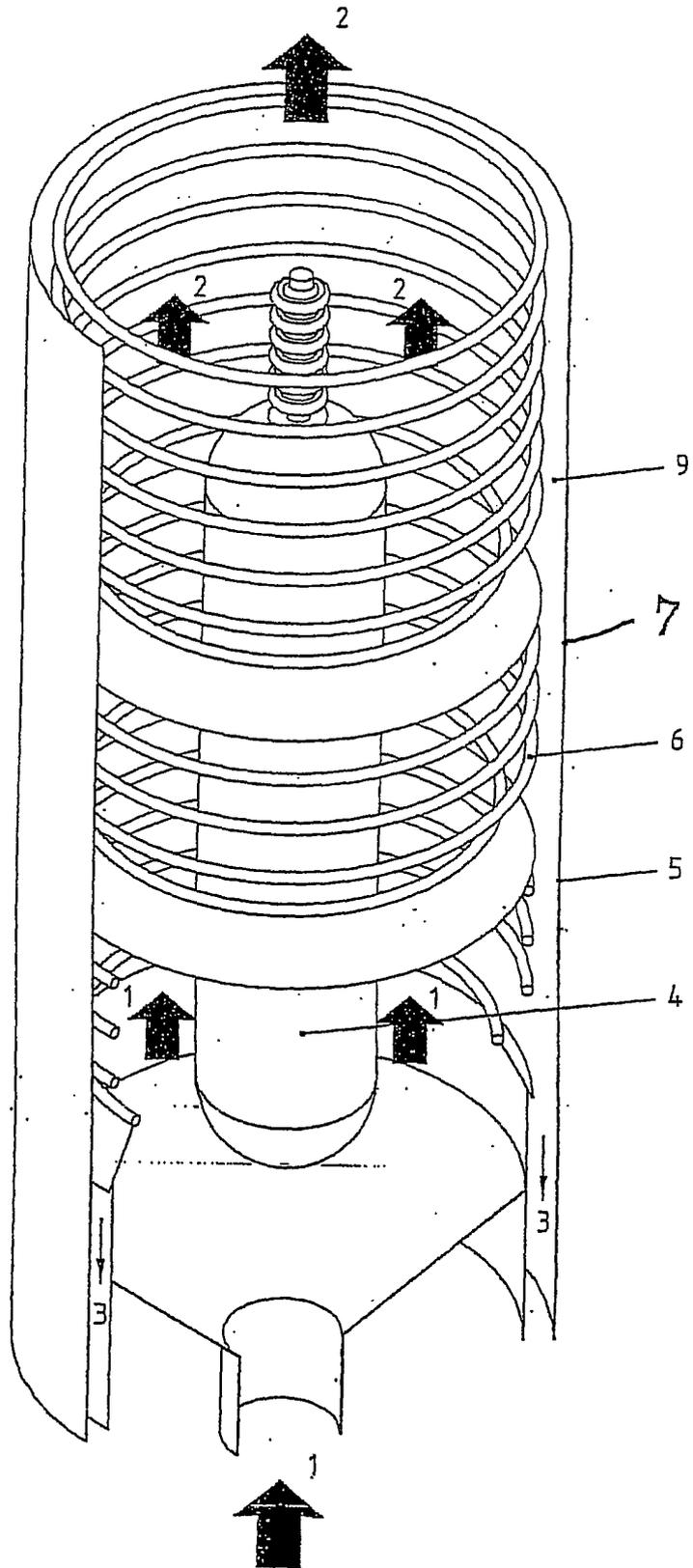
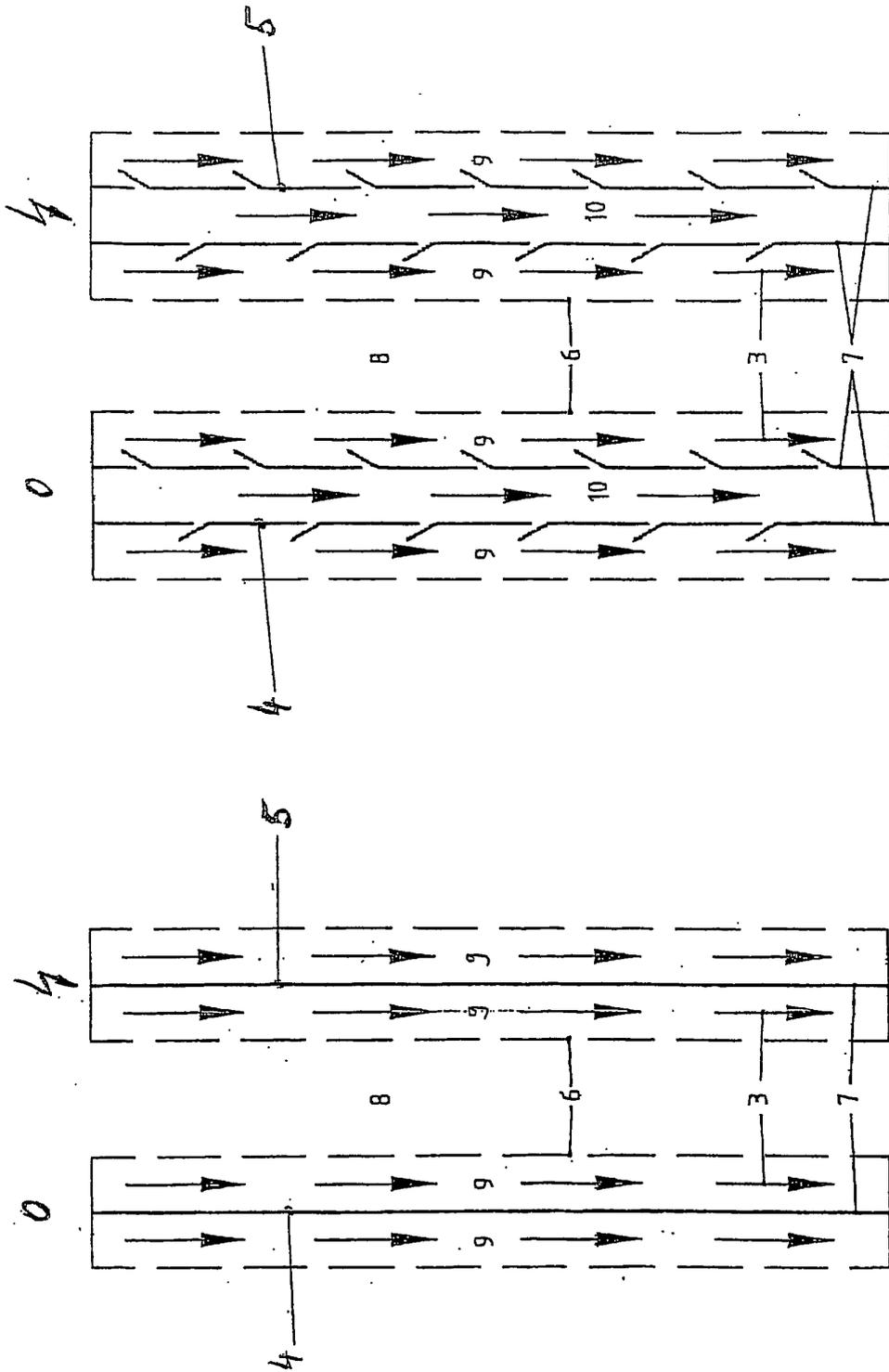


Fig. 2



Hochspannungs-  
potential

Fig. 3b

Fig. 3a

