



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 847 806 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**31.10.2001 Patentblatt 2001/44**

(51) Int Cl.7: **B03C 3/12, B03C 3/38**

(21) Anmeldenummer: **97121114.9**

(22) Anmeldetag: **02.12.1997**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur elektrischen Aufladung und Abtrennung schwierig abzuscheidender Partikel aus einem Gasfluid**

Process and apparatus for electrical charging and separation of hardly removable particles from a gas stream

Procédé et appareil pour le chargement électrique et la séparation de particules difficilement remouvables d'un écoulement de gaz

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE DK ES FI FR GB GR IT NL SE**

(72) Erfinder: **Frank, Werner Jakob**  
**51469 Bergisch Gladbach (DE)**

(30) Priorität: **06.12.1996 DE 19650585**

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte Hemmerich, Valentin, Gihcke,**  
**Grosse,**  
**Hammerstrasse 2**  
**57072 Siegen (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.06.1998 Patentblatt 1998/25**

(73) Patentinhaber: **Hamon Rothemühle Cottrell GmbH**  
**57482 Wenden-Rothemühle (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**FR-A- 516 892** **US-A- 5 059 219**

**EP 0 847 806 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 ein Verfahren und ein Filter, bei dem mit Hilfe der elektrostatischen Aufladung und Abscheidung schwierig abzuscheidende Partikel innerhalb eines oder mehrerer Bereiche bzw. Felder aus einem Gasfluid entfernt werden und nur eine Hochspannungs-Versorgungsquelle für diese Hochspannungszone verwendet wird und die Feldstärke des Ionisierungsbereiches kleiner als die Feldstärke des Abscheidebereiches ist.

**[0002]** Dies gilt insbesondere für solche Partikel, die sich aufgrund ihrer physikalisch/chemischen Beschaffenheit der ansonsten hocheffizienten Abscheidung in einem üblichen nach dem Cotrell-Prinzip arbeitenden Elektrofilter teilweise oder überwiegend entziehen.

**[0003]** Bei den nach dem sogenannten Cotrell-Prinzip arbeitenden Elektrofiltern erfolgt bekanntlich Aufladung und Transport der abzuscheidenden Partikel sowie deren Anlagerung an gegebenenfalls speziell geformte Niederschlagselektroden gleichzeitig in einem elektrischen Feld, wobei die Partikel nach ausreichender Ansammlung bzw. Agglomeration entweder durch mechanische Erschütterung (trockene Abreinigung) oder durch Spülung (nasse Abreinigung) von der Niederschlagselektrode entfernt werden. Nötigenfalls werden mehrere der vorbeschriebenen elektrischen Felder in Serie oder auch parallel geschaltet, um die gewünschte Gesamt-Abscheideleistung zu erzielen.

**[0004]** Die Ursache für die Problematik schwierig abzuscheidender Partikel kann sowohl auf die elektrischen Eigenschaften der Partikel zurückzuführen sein, die aufgrund ihrer chemisch/physikalischen Beschaffenheit an den Niederschlagselektroden zu einer isolierenden Schicht führen und/oder darauf, dass aufgrund der elektrischen Strömungsturbulenz bzw. des sogenannten elektrischen Windes bei hoher Stromdichte als Folge der Gasionisierung im Bereich zwischen den Auflade- und Abscheideelektroden insbesondere der Anteil der Partikel im Kornbereich  $< 10\mu\text{m}$  zunehmend schwieriger an die Niederschlagselektroden anzulagern ist. Dabei ist bekannt, dass als Folge der physikalisch wirksamen Auflademechanismen, nämlich der sogenannten Stoß- oder Feldaufladung und der Diffusionsaufladung, ein mehr oder minder ausgeprägtes Minimum der Partikel-Fraktionsabscheideleistung auftritt. Um den Problemen elektrischer Strömungsturbulenz infolge des elektrischen Windes zu begegnen, wurden auch sogenannte 2-Stufen-Elektrofilter entwickelt, bei denen Aufladung und Abscheidung der Partikel in nacheinander geschalteten getrennten elektrischen Feldern erfolgen. Nachteile dieser Vorgehensweise sind gegeben durch die räumlich notwendige Trennung der Stufen und deren unterschiedliche elektrische Hochspannungsversorgung.

**[0005]** Eine Abscheidevorrichtung der eingangs genannten Art mit ebenfalls zwei hintereinander geschalteten Filtern mit einer Hochspannungsversorgung ist

durch die FR-A-516 892 bekanntgeworden, und zwar ausgebildet als ein axialer Röhrenfilter. In diesem sind Sprühelektroden in Strömungsrichtung der zu reinigenden Gase mit konzentrischer Elektrodenanordnung vorgesehen. Es bildet sich damit ein elektrisches Feld in gleichmäßiger Verteilung aus. In dem ersten Filter wird sowohl ionisiert als auch bereits der größte Teil an Partikeln abgeschieden. In dem zweiten Filter werden dann unter Einfluß eines gleichmäßigeren elektrischen Feldes die in der ersten Zone nicht abgeschiedenen Partikel erfaßt und abgeschieden. Die gleichzeitige Partikelabscheidung in der Vorionisierungszone bzw. in dem ersten Filter führt zu einem schädlichen Rücksprühen, und außerdem stellt sich aufgrund der nahezu gleichen geometrischen Sprühabstände gegenüber den Abständen der Niederschlagselektroden eine hohe, zusätzliche Baumaßnahmen erfordernde Strömungsgeschwindigkeit ein.

**[0006]** Bei einem weiteren, aus der US-A-5,059,219 bekannten Elektrofilter anderer Art sind getrennte Hochspannungssysteme vorgesehen, und zwar ist jeweils sowohl die Ionisierungszone als auch die Abscheidezone bereits an eine separate Hochspannungsquelle angeschlossen. Entsprechend den vorhandenen, voneinander unabhängigen Hochspannungsversorgungen liegen getrennte Filterzonen vor.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile der vorbeschriebenen Elektrofilter-Verfahren zu vermeiden und ein Verfahren zu entwickeln, bei dem mit Hilfe nur einer Hochspannungsquelle in jedem elektrischen Feld eine effiziente Aufladung der Partikel durchgeführt wird und in der Folge der Transport der aufgeladenen Partikel und deren Abscheidung an die entgegengesetzt gepolten Abscheideelektroden bei ausreichend hoher Feldstärke erfolgt.

**[0008]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren dadurch gelöst, dass die zu reinigenden Fluide innerhalb der Hochspannungsfelder nacheinander zuerst nur ionisiert und dann abgeschieden werden, wobei eine hoch stromintensive Ionisierung in einer vergrößerten Gasse mit mindestens dem doppelten geometrischen Abstand gegenüber dem geometrischen Abstand der Abscheidezone erfolgt und dann erst die Abscheidung in wenigstens zwei anschließenden, parallel nebeneinander liegenden Gassen bei stromarmer Ionisierung durchgeführt wird.

**[0009]** Dies bedeutet, dass einem Bereich extremer Ionisierung mit entsprechend hoher elektrischer Turbulenz bzw. elektrischem Wind quer zur Gasströmung ein weitestgehend beruhigter praktisch laminarer Bereich - im wesentlichen ohne elektrische Turbulenz - folgt, in welchem die Abscheidung der schwierig abzuscheidenden aufgeladenen Partikel hocheffizient und ungehindert erfolgen kann.

**[0010]** Die effiziente Aufladung der Partikel wird bei einer angelegten Hochspannung durchgeführt, die im nachfolgenden Abscheidebereich eine Feldstärke erzeugt, die für den Transport und die Abscheidung der

Partikel ausreichend ist.

**[0011]** Dies wird im Prinzip für verschiedene Elektrofilter-Ausführungsformen einerseits dadurch realisiert, dass für eine Hochspannungsquelle im Ionisierungsbereich größere geometrische Sprühabstände gegenüber der geerdeten Niederschlagselektrode eingestellt werden als im Abscheidebereich, sowie andererseits dadurch, dass die Geometrien der normalerweise negativ gepolten Sprühelektroden für Ionisier- und Abscheidebereich entsprechend ihrer Aufgabenstellung unterschiedlich ausgeführt werden. So wird für den Ionisierungsbereich eine hoch stromintensive Sprühelektrodenform gewählt, während für den Abscheidebereich eine weitestgehend stromarme bzw. spannungsintensive Sprühelektrodenform eingesetzt wird.

**[0012]** Gegebenenfalls können im Prinzip mehrere Abschnitte für Ionisierung und Abscheidung innerhalb eines Elektrofilterfeldes angeordnet werden, wenn die einmalige Partikelaufladung nicht ausreichend sein sollte.

**[0013]** Mehrere Ausführungsbeispiele sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt:

- Fig. 1 das Partikel-Abscheideverhalten in einem Elektrofilter,
- Fig. 2 eine schematische Übersichtsordnung der Erfindung, wobei die benachbarten Gasen nicht dargestellt sind
- Fig. 3 eine weitere Übersichtsordnung,
- Fig. 4 ein Horizontalfeld mit einem Ionisierungsbereich,
- Fig. 5 ein Horizontalfeld mit zwei Ionisierungsbereiche,
- Fig. 6 ein Horizontalfeld mit gekühlten Niederschlagselektroden im Ionisierungsbereich,
- Fig. 7 ein Einfeld-Vertikalfilter, der kein Ausführungsbeispiel der beanspruchten Erfindung darstellt

**[0014]** Das erfindungsgemäße elektrische Abscheideverfahren ist in praktisch allen Elektrofilter-Bauarten bzw. Ausführungsformen anwendbar.

**[0015]** Um eine möglichst hohe elektrische Feldstärke im Abscheidebereich zu erzielen, wird deshalb für die Anwendung im horizontal durchströmten Elektrofilter die Nutzung von mehr als einer benachbarten Filtergasse für den Ionisierungsbereich vorgeschlagen. Durch diese Anordnung können die elektrischen Erfordernisse von Ionisierung und Abscheidung mit Hilfe nur einer Hochspannungs-Versorgungseinheit je Filterfeld in idealer Weise aufeinander abgestimmt werden.

**[0016]** Fig. 1 zeigt das Partikel-Abscheideverhalten in einem Elektrofilter. Als Folge der physikalisch wirksamen Auflademechanismen, nämlich der sogenannten Stoß- oder Felddaufladung und der Diffusionsaufladung, tritt ein mehr oder minder ausgeprägtes Minimum der Partikel-Fraktionsabscheideleistung auf. Dies ist mit der

dargestellten Kurve deutlich zu erkennen.

**[0017]** Fig. 2 zeigt die Übersicht einer einzelnen Abscheidegasse mit einer vorangestellten vergrößerten Ionisierungsgasse. Die benachbarten Gasen sind nicht dargestellt. An einer Hochspannungsstromquelle 1 ist ein Hochspannungssystem 2 angeschlossen, das mit stromintensiven Sprühelektroden 6 und spannungsintensiven bzw. stromarmen Sprühelektroden 7 versehen ist. Die Sprühelektroden 6 befinden sich in einem Ionisierungsbereich 4, der von Niederschlagselektroden 3 gebildet ist. Die Sprühelektroden 7 befinden sich in einem Abscheidebereich 5, der von geerdeten Niederschlagselektroden 3 gebildet ist. Mit 11 ist das gesamte Hochspannungsfeld gekennzeichnet. Der Ionisierungsbereich 4 und der Abscheidebereich 5 sind geometrisch dermaßen ausgebildet, daß die Sprühabstände im Ionisierungsbereich größer sind, als die Sprühabstände im Abscheidebereich. In dem vergrößerten Ionisierungsbereich 4 wird eine ausreichende Aufladung der Partikel erreicht, die dann in dem folgenden Abscheidebereich 5 mit reduzierten Turbulenzen bzw. nahezu fehlendem elektrischen Wind optimal abgeschieden werden.

**[0018]** Wenn die einmalige Partikelaufladung für eine optimale Abscheidung nicht ausreicht, kann gemäß Fig. 3 dem Ionisierungsbereich 4 und dem Abscheidebereich 5 ein weiterer Ionisierungsbereich 4a mit einem Abscheidebereich 5a nachgeschaltet werden.

**[0019]** Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines horizontal angeordneten Elektrofilters. Hier sind innerhalb eines Filtergehäuses 8 mit der Erdung 12 mehrere Reihen Niederschlagselektroden 3 vorgesehen, die im Abscheidebereich 5 mehrere Abscheidegassen 13 bilden. In jede dieser Abscheidegassen sind spannungsintensive Sprühelektroden 7 vorgesehen. In Strömungsrichtung der zu reinigenden Fluide gesehen, sind jeweils einem Ionisierungsbereich 4 mit der stromintensiven Sprühelektrode 6 mit den Sprühelektroden 7 zwei Abscheidegassen 13, nachgeschaltet. Punktirierte Linien 14 deuten an, daß sich weitere Gassen 13 anschließen können.

**[0020]** Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, wonach einem Ionisierungsbereich 4 drei Gassen 13 nachgeschaltet sind. Hier wird also das Gas in einem Ionisierungsbereich aufgeladen und in drei Gassen innerhalb des Abscheidebereiches 5 abgeschieden. Außerdem zeigt dieses Ausführungsbeispiel, daß dem Ionisierungsbereich 4 ein weiterer Ionisierungsbereich 4a mit einem Abscheidebereich 5a nachgeschaltet ist.

**[0021]** Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit einem Ionisierungsbereich 4, bei dem die geerdeten Niederschlagselektroden 9 als Hohlkörper dargestellt sind, die von einem Kühlmittel 10 durchströmt werden. Mit dieser Kühlung wird eine Rückionisierung aufgrund eines extremen elektrischen Partikelwiderstandes vermieden.

**[0022]** Fig. 7 zeigt ein Beispiel eines vertikalen Einfeld-Röhrenfilters. Hier sind zwischen einem Eintrittsgehäuse 15 und einem Austrittsgehäuse 16 mehrere Roh-

re 17 vorgesehen, die im Eingangsbereich einen vergrößerten Querschnitt 18 aufweisen. An der Hochspannungs-Stromversorgung 1 ist über einen Isolator 19 das Hochspannungssystem 2 angeschlossen. Der erweiterte Rohrquerschnitt 18 bildet mit den stromintensiven Sprühelektroden 6 den Ionisierungsbereich 4 und die Rohre 17 bilden mit den spannungsintensiven Sprühelektroden 7 den Abscheidebereich 5. Die Rohre 17 mit dem erweiterten Querschnitt 18 bilden gleichzeitig die geerdeten Niederschlagselektroden.

**[0023]** Mit den Ausführungsbeispielen ist das Wesen der Erfindung deutlich aufgezeigt, nämlich innerhalb eines Hochspannungsfeldes 11 mit nur einer Hochspannungsstromquelle 1 in einem vergrößerten Ionisierungsbereich 4 eine optimale Aufladung zu erreichen und dann in den nachfolgenden kleineren Einzelgassen die Partikel aus dem zu reinigenden Fluid abzuscheiden.

### Patentansprüche

1. Verfahren, bei dem mit Hilfe der elektrostatischen Aufladung und Abscheidung schwierig abzuscheidende Partikel innerhalb eines oder mehrerer Bereiche bzw. Felder aus einem Gasfluid entfernt werden und nur eine Hochspannungs-Versorgungsquelle (1) für diese Hochspannungszone verwendet wird und die Feldstärke des Ionisierungsbereiches (4) kleiner als die Feldstärke des Abscheidebereiches (5) ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die zu reinigenden Fluide innerhalb der Hochspannungsfelder (11) nacheinander zuerst nur ionisiert und dann abgeschieden werden, wobei die hoch stromintensive Ionisierung in einer vergrößerten Gasse mit mindestens dem doppelten geometrischen Abstand gegenüber dem geometrischen Abstand der Abscheidezone (5) erfolgt und dann erst die Abscheidung in wenigstens zwei anschließenden, parallel nebeneinander liegenden Gassen (13) bei stromarmer Ionisierung durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Fluide innerhalb des Hochspannungsfeldes (11) zwei- oder mehrmals nacheinander ionisiert und abgeschieden werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die geerdeten Elektroden (9) des Ionisierungsbereiches (4) gekühlt werden.
4. Elektrostatisch arbeitendes Filter für schwierig abzuscheidende Partikel mit einer Hochspannungs-Versorgungsquelle (1) mit Gassen bildenden Niederschlagselektroden (3) und darin vorgesehenen Sprühelektroden (6, 7), insbesondere zum Durch-

führen des Verfahrens nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der geometrische Abstand der Hochspannung führenden und geerdeten Elektrode (3, 6) in der Ionisierungszone (4) mindestens doppelt so groß ist wie in der Abscheidezone (5), zwei oder mehreren Gassen (13) für die Abscheidung eine Gasse für die Ionisierung vorgeschaltet ist, und dass die Geometrie der normalerweise negativ gepolten Sprühelektroden (6, 7) für Ionisier- und Abscheidezone (4, 5) unterschiedlich ausgeführt ist, wobei für die Ionisierungszone (4) eine hoch stromintensive Sprühelektrodenform (6) und für den Abscheidebereich (5) eine weitestgehend stromarme bzw. spannungsintensive Sprühelektrodenform (7) eingesetzt ist.

5. Filter nach Anspruch 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** in einem Feld mehrere Ionisierungs- und Abscheidebereiche (4, 4a; 5, 5a) in Flußrichtung der Fluide hintereinander angeordnet sind.

6. Filter nach Anspruch 4 oder 5,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Niederschlagselektroden (9) der Ionisierungszone (4; 4a) gekühlt sind.

### Claims

1. A method, in which using electrostatic charging and precipitation, difficult to separate particles are removed from a gas fluid within one or more areas or fields and only one high-voltage supply source (1) is used for this high-voltage zone and the field strength of the ionisation area (4) is smaller than the field strength of the separation area (5)  
**characterised in that**  
the fluids to be purified within the high-voltage fields (11) are initially only consecutively ionised and then precipitated, whereby the highly current-intensive ionisation takes place in an enlarged channel with at least double the geometric distance vis-a-vis the geometric distance of the separation zone (5), and the separation is the only carried out in a least two connecting channels (13) lying parallel to each other with low-current ionisation.
2. The method according to claim 1,  
**characterised in that**  
the fluids within the high-voltage field (11) are consecutively ionised and precipitated two or more times
3. The method according to claim 1 or 2,  
**characterised in that**  
the earthed electrodes (9) of the ionisation area (4)

are cooled.

4. The electrostatically operating filter for difficult to separate particles with a high-voltage supply source (1) with precipitation electrodes (3) forming channels and spray electrodes (6, 7) arranged therein, more particularly for implementing the method in accordance with claim 1,

**characterised in that**

the geometric distance of the electrodes (3, 6), carrying the high voltage and earthed, within the ionisation zone (4) is twice as large as in the separation zone (5), one channel for ionisation is connected in series to two or more channels (13) for separation, and **in that** the geometry of the normally negatively polarised spray electrodes (6, 7) for the ionisation and separation zone (4, 5) is differently designed, a highly current-intensive spray electrode form (6) being used for the ionisation zone (4) and a largely low-current or voltage-intensive spray electrode form (7) being used for the separation zone (5).

5. The filter according to claim 4,  
**characterised in that**  
several ionisation and separation areas (4, 4a; 5, 5a) are arranged consecutively in one field in the direction of the flow of the fluids.

6. The filter according to claim 4 or 5,  
**characterised in that**  
the precipitation electrodes (9) of the ionisation zones (4; 4a) are cooled.

**Revendications**

1. Procédé, dans lequel des particules difficiles à séparer sont éliminées d'un fluide gazeux dans une ou plusieurs régions ou champs à l'aide de la charge et séparation électrostatique et seulement une source d'alimentation haute tension (1) est employée pour cette zone de haute tension et l'intensité du champ de la région d'ionisation (4) est inférieure à l'intensité du champ de la région de séparation (5),

**caractérisé en ce que** les fluides à épurer dans les champs de haute tension (11) sont d'abord successivement et uniquement ionisés puis séparés, où la forte ionisation à courant intense a lieu dans un passage agrandi avec au moins la distance géométrique doublée par rapport à la distance géométrique de la zone de séparation (5) et la séparation est seulement réalisée après, dans au moins deux passages (13) successifs, parallèles l'un à l'autre, pendant une ionisation à faible courant.

2. Procédé selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que** les fluides dans le champ

de haute tension (11) sont successivement ionisés deux ou plusieurs fois puis séparés.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2  
**caractérisé en ce que** les électrodes (9) mises à la masse, de la région d'ionisation (4) sont refroidies.

4. Filtre à fonctionnement électrostatique pour des particules difficiles à séparer, avec une source d'alimentation haute tension (11) ayant des électrodes de précipitation (3) formant des passages et des électrodes de pulvérisation (6, 7), en particulier pour réaliser le procédé selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que** la distance géométrique des électrodes (3, 6) conduisant la haute tension et celles mises à la masse dans la zone d'ionisation (4) est au moins le double de celle dans la zone de séparation (5), un passage pour l'ionisation est prévu devant deux ou plusieurs passages (13) pour la séparation, et **en ce que** la géométrie des électrodes de pulvérisation (6, 7) normalement polarisées négativement est réalisée différemment pour la zone d'ionisation et la zone de séparation (4, 5), une forme d'électrode de pulvérisation (6) à courant intense étant mise en oeuvre pour la zone d'ionisation (4) et une forme d'électrode de pulvérisation (7) à faible courant ou à tension intense étant mise en oeuvre pour la région de séparation (5).

5. Filtre selon la revendication 4  
**caractérisé en ce que**, dans un champ, plusieurs régions d'ionisation et de séparation (4, 4a; 5, 5a) sont disposées l'une derrière l'autre dans la direction d'écoulement du fluide.

6. Filtre selon la revendication 4 ou 5  
**caractérisé en ce que** les électrodes de précipitation (9) de la zone d'ionisation (4; 4a) sont refroidies.

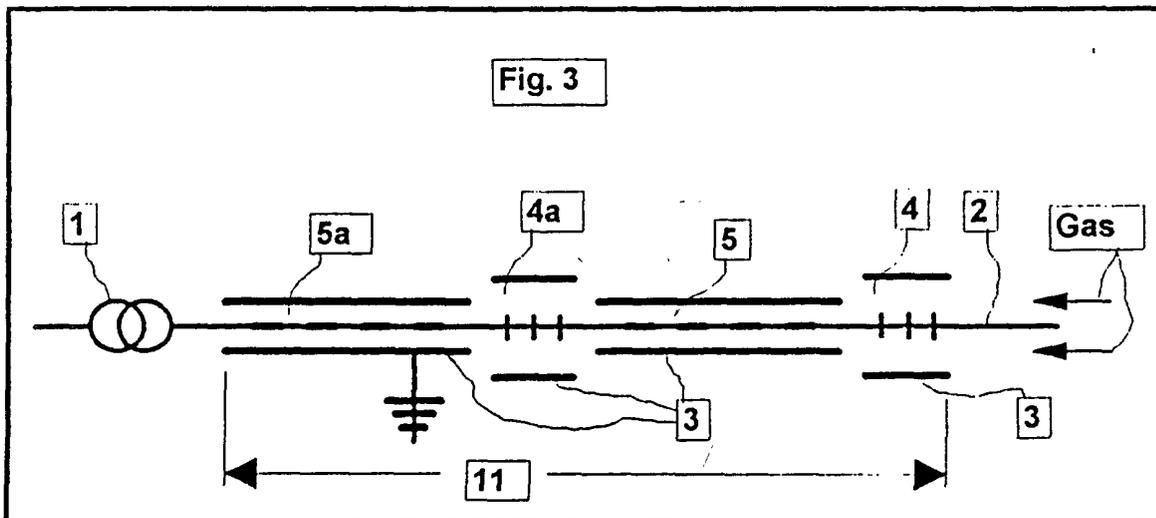
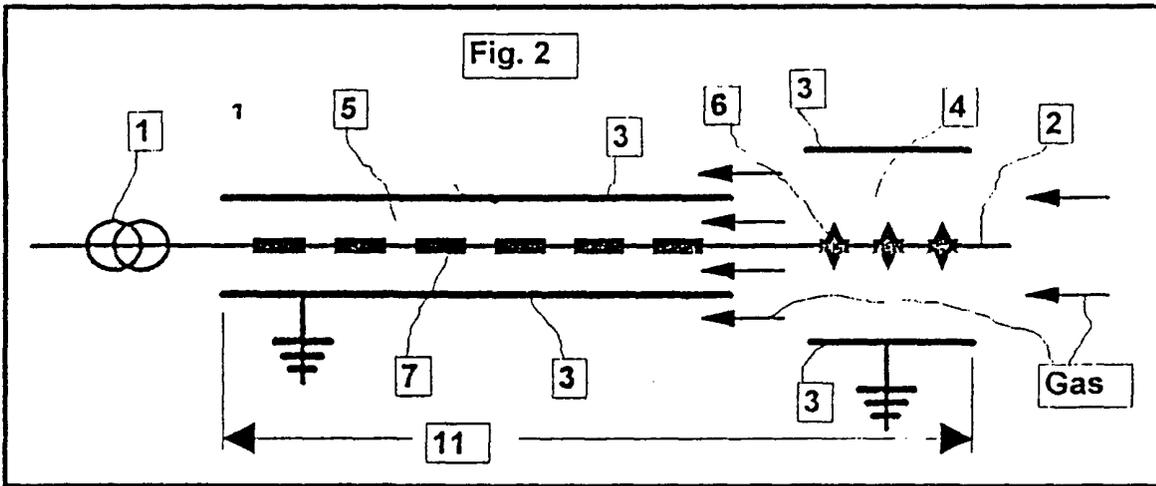
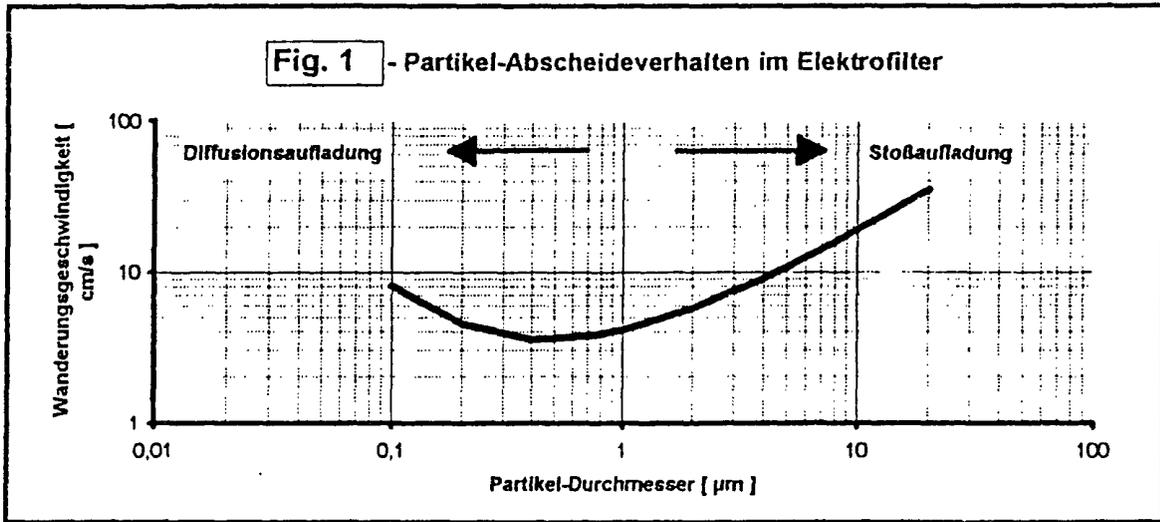


Fig. 4

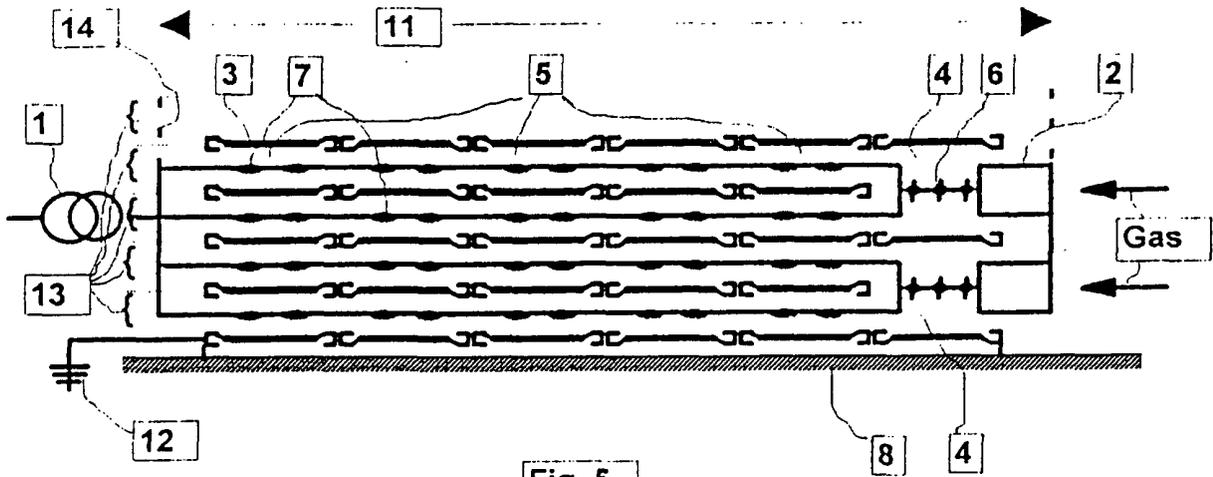


Fig. 5

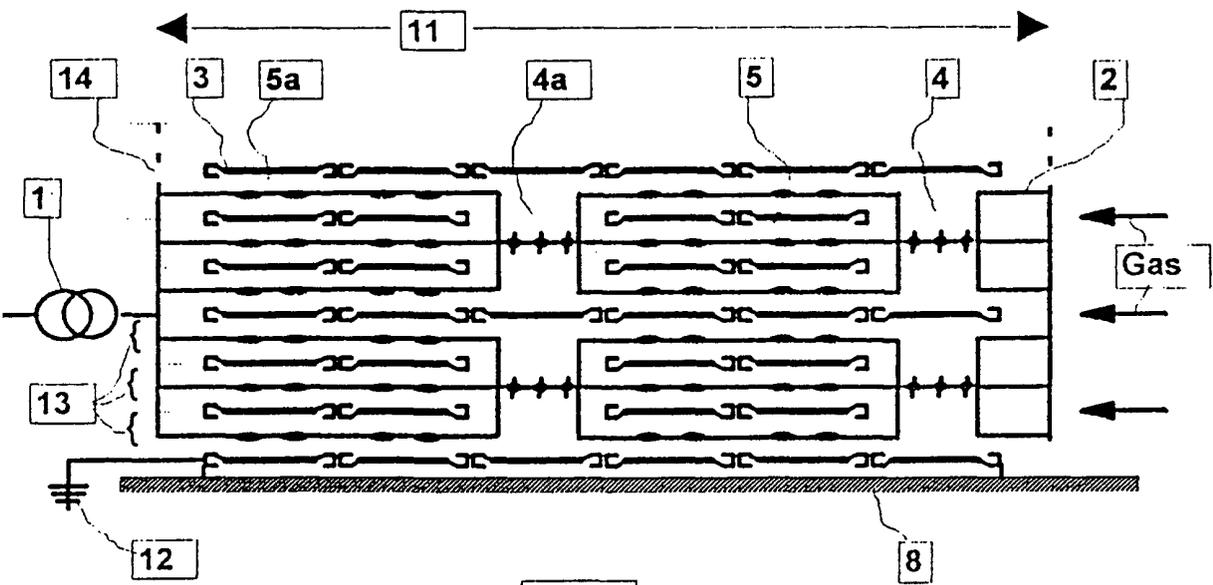


Fig. 6

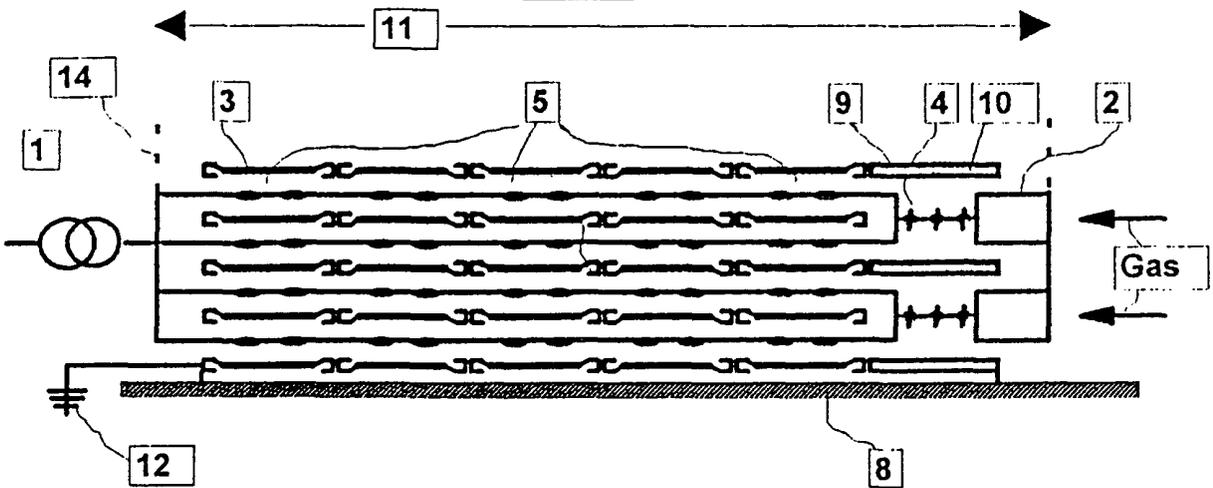


Fig. 7

