

(19)



(11)

**EP 2 155 398 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**21.03.2018 Patentblatt 2018/12**

(51) Int Cl.:  
**B03C 3/41 (2006.01) B03C 3/68 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **08749436.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2008/003798**

(22) Anmeldetag: **10.05.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2008/145251 (04.12.2008 Gazette 2008/49)**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ABSCHIEDEN VON VERUNREINIGUNGEN AUS EINEM GASSTROM**

METHOD AND DEVICE FOR PRECIPITATING IMPURITIES FROM A STREAM OF GAS

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF POUR EXTRAIRE DES IMPURETÉS D'UN COURANT GAZEUX

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **31.05.2007 DE 102007025416**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**24.02.2010 Patentblatt 2010/08**

(73) Patentinhaber:  
• **Op de Laak, Marcel**  
**79100 Freiburg (DE)**  
• **Knopf, Franz**  
**77815 Bühl (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Op de Laak, Marcel**  
**79100 Freiburg (DE)**  
• **Knopf, Franz**  
**77815 Bühl (DE)**

(74) Vertreter: **Kunst, Manuel Nikolaus Johannes et al**  
**Maucher Jenkins**  
**Patent-und Rechtsanwälte**  
**Urachstrasse 23**  
**79102 Freiburg im Breisgau (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 1 277 928 WO-A-01/92694**  
**WO-A-2005/049215 WO-A-2006/128711**  
**US-A- 4 138 233 US-A1- 2007 068 387**

**EP 2 155 398 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abscheiden von flüssigen und/oder von partikelförmigen Verunreinigungen aus einem Gasstrom, insbesondere zum Abscheiden von Öltröpfchen, Rußteilchen oder Staub beispielsweise aus dem aus einem Kurbelgehäuse eines Verbrennungsmotors stammenden, auf die Ansaugseite dieses Verbrennungsmotors geleiteten Gasstroms, das Blow-by-Gas, wobei dieser zu reinigende Gasstrom durch eine Gasentladungsstrecke zwischen wenigstens zwei Elektroden hindurchgeleitet wird, von denen mindestens eine Elektrode eine aktive oder Emissionselektrode, die Kathode, und mindestens eine andere Elektrode eine Niederschlags- oder Gegenelektrode, die Anode, ist, wodurch die aus dem Gasstrom abzuschheidenden Verunreinigungen elektrisch aufgeladen und von der Niederschlags- oder Gegenelektrode über elektrische Feldkräfte angesaugt oder angezogen werden, wobei der Gasstrom zwischen wenigstens einer zu der mindestens einen aktiven oder Emissionselektrode gehörenden Elektroden spitze und der dazu beabstandeten Niederschlags- oder Gegenelektrode hindurchgeleitet wird.

**[0002]** Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zum Abscheiden von flüssigen und/oder partikelförmigen Verunreinigungen aus einem Gasstrom, insbesondere zum Abscheiden von Öltröpfchen, Rußteilen und/oder Staub beispielsweise aus einem aus dem Kurbelgehäuse eines Verbrennungsmotors stammenden, auf die Ansaugseite dieses Verbrennungsmotors geleiteten Gasstroms, das Blow-by-Gas, mit wenigstens zwei beabstandeten Elektroden, zwischen denen der Strömungsweg des Gasstroms verläuft, wobei eine der Elektroden eine aktive oder Emissionselektrode, die Kathode, und die andere Elektrode eine Niederschlags- oder Gegenelektrode, die Anode, ist, wodurch die in dem Gasstrom befindlichen Verunreinigungen elektrisch aufladbar und von der Gegenelektrode über elektrische Feldkräfte ansaugbar oder anziehbar sind, mit einer Gleichstromhochspannungsquelle, die mit der aktiven oder Emissionselektrode und der Niederschlags- oder Gegenelektrode verbunden ist, wobei die Niederschlags- oder Gegenelektrode, die Anode, flächig ausgebildet und mit einer zu ihr beabstandeten aktiven oder Emissionselektrode, der Kathode, kombiniert ist, die wenigstens eine in Richtung zu der flächigen Niederschlags- oder Gegenelektrode gerichtete Elektroden spitze aufweist.

**[0003]** Ein vergleichbares Verfahren und eine vergleichbare Vorrichtung für die Reinigung von Kurbelgehäuse-Entlüftungsgasen, sind aus MTZ Motortechnische Zeitschrift 60 (1999) 7/8 bekannt. Dabei ist eine zentrale Drahtelektrode vorgesehen, die mit einer Spannung unterhalb der Durchschlagspannung betrieben wird und die von einer coaxialen Gegenelektrode als Anode mit Abstand umschlossen ist, so dass durch diese rohrförmige Gegenelektrode der zu reinigende Gasstrom fließen kann.

**[0004]** Im Hinblick auf die Strömungsgeschwindigkeit des zu reinigenden Gases ist diese Vorrichtung auch aufgrund ihrer nur begrenzten Länge nicht für eine effektive Reinigung geeignet. Außerdem besteht eine erhebliche Gefahr der Verunreinigung der Drahtelektrode, wodurch die Vorrichtung inhomogen und somit uneffektiv arbeiten kann.

**[0005]** Aus der EP 1 277 928 A1 ist eine Abgasreinigungsanlage für einen Verbrennungsmotor bekannt, die mit einer Korona-Entladung von einer Spitze gegen eine Platte oder von einem Draht gegen eine Platte arbeitet. Dies erfordert die Erzeugung eines elektrischen Feldes mit möglichst hoher elektrischer Feldstärke und bei der Korona-Entladung die zusätzliche Erzeugung von Luft- bzw. Gasionen, wobei eine elektrische Spannung erforderlich ist, die deutlich unterhalb der Durchschlagsspannung für den Elektrodenabstand bei gegebener Elektrodenform solcher elektrisch wirkender Abscheider liegen muss. Dies führt zu einem schlechten Wirkungsgrad und es ist eine lange Wegstrecke mit entsprechend großer Bauform für die eigentliche Abscheidung erforderlich. Aus der Praxis sind außerdem Partikelabschneider in vielen Ausführungen, zum Beispiel als elektrostatische Staubfilter oder als sogenannte Ölabscheider zur Reinigung von Kurbelgehäuse-Entlüftungsgasen bekannt, die mit Hilfe elektrischer Feldkräfte aufgeladene Partikel aus einem Gasstrom an flächig ausgebildeten Elektroden niederschlagen. Aus dem Dokument US 2007/0068387 A1 ist ein elektrostatisches Partikelsammelsystem bestehend aus einer Mehrelektroden-Koronaentladungsanordnung und einer als Teilchen-Sammeloberfläche wirkenden Elektrode bekannt. Die Mehrelektroden-Koronaentladungsanordnung ist mit einer Ballastschaltung versehen, die ein leitendes Kunststoffmaterial und mindestens eine Koronaelektrode umfasst, die aus dem leitfähigen Kunststoffmaterial herausragt. Der Abstand zwischen dem Kunststoffmaterial und der Koronaelektrode variiert und steuert den elektrischen Widerstand und bestimmt den Spannungsdurchbruch der Schaltung. Diesen Ausführungsformen ist die Erzeugung des elektrischen Feldes mit möglichst hoher elektrischer Feldstärke gemeinsam, wobei allerdings elektrische Spannungen deutlich unterhalb der Durchschlagsspannung für den Elektrodenabstand solcher elektrisch wirkender Abscheider liegen müssen. Meistens liegt die Betriebsspannung bei weniger als der halben Durchschlagsspannung, um unkontrollierte lokale Entladungen (elektrischer Spannungsdurchschlag) zu vermeiden. Daraus resultiert ein schlechter Wirkungsgrad und es ist eine lange Wegstrecke für die eigentliche Abscheidung erforderlich, vor allem bei hoher Strömungsgeschwindigkeit des die Partikel führenden Gases.

**[0006]** Außerdem lassen sich Abgasbehandlungen für saubere Luft in großtechnischen Bereichen mit Plasmatechnik durchführen. Dabei wird eine Plasmatechnik mit gepulsten Elektrofiltern verwendet, bei welcher im Puls Spitzenleistungen von 50 MegaWatt bei Pulsraten von 200 Hertz eingesetzt werden. Die Plasmen in diesen Par-

tikelfiltern werden mit Hochspannungspulsen überlagert. Eine derartige Vorrichtung ist nur im Zusammenhang mit Großanlagen sinnvoll.

**[0007]** Es besteht deshalb die Aufgabe, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, womit auch unter beengten Platzverhältnissen eine effektive Reinigung eines Gasstroms möglich ist, selbst wenn dieser eine hohe Geschwindigkeit hat.

**[0008]** Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren gemäß Patentanspruch 1 und mit einer Vorrichtung gemäß Patentanspruch 5 gelöst.

**[0009]** Das eingangs definierte Verfahren ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass an die Elektroden eine die Durchschlagspannung überschreitende Gleichspannung angelegt wird und dass die sich einstellende Stromstärke mittels Strombegrenzungselement derart begrenzt wird, dass im Raum zwischen den wenigstens zwei Elektroden ein stabiles Niederenergieplasma gebildet wird.

**[0010]** Auf diese Weise kann zwischen den Elektroden im Gasstrom oder Strömungskanal des zu reinigenden Gases ein Gleichstromplasma vom Typus "Nicht-Gleichgewichtsplasma unter Atmosphärendruck" erzeugt werden. Es ergibt sich also ein Gleichstromplasma hoher Elektronendichte aber mit vergleichsweise geringer Temperatur, so dass durch dieses Plasma geleitetes Gas und insbesondere seine Verunreinigungen sehr schnell eine hohe Ladung aufnehmen und entsprechend schnell von der Gegenelektrode angezogen werden können, so dass mit geringem Platzbedarf eine effektive Abscheidung von Verunreinigungen aus einem Gasstrom ermöglicht wird, selbst wenn dieser eine hohe Geschwindigkeit hat.

**[0011]** Wegen der negativen Strom-Spannungskennlinie eines derartigen Plasmas wird der sich einstellende Strom begrenzt. Die Erfindung macht sich zu Nutze, dass bei einem derartigen Gleichstromplasma die Ionen und neutralen Gasteilchen eine deutlich niedrigere Temperatur von zum Beispiel weniger als 100° Celsius besitzen und sich die Anzahl der negativen Elektronen und der positiven Gasionen des die abzuscheidenden Verunreinigungen tragenden Gases nicht im Gleichgewicht befinden.

**[0012]** Zweckmäßig ist es dabei, wenn eine Spannung an die Elektroden angelegt wird, die wenigstens das 1,2-fache oder anderthalbfache der Durchschlagspannung beträgt. Zur Erzeugung des Gleichstromplasmas wird also eine die Durchschlagspannung deutlich übertreffende elektrische Hochspannung verwendet, damit im Raum zwischen den Elektroden ein Nicht-Gleichgewichtsplasma mit hoher Elektronendichte erzeugt wird, in welchem sich auch große abzuscheidende Partikel elektrisch höchstmöglich aufladen können, um sich auf kürzestem Weg an der Gegenelektrode niederzuschlagen.

**[0013]** Die begrenzte Stromstärke kann zweckmäßigerweise proportional zur Strömungsgeschwindigkeit gewählt und bei höherer Strömungsgeschwindigkeit erhöht werden, was einen bestmöglichen Wirkungsgrad er-

möglicht, so dass die Durchführung des Verfahrens einen möglichst geringen Platzbedarf hat.

**[0014]** Besonders effektiv und wirkungsvoll wird das Verfahren, wenn der Gasstrom an einer Vielzahl von die aktive oder Emissionselektrode bildenden Elektroden-  
spitzen vorbeigeleitet wird. Bei ausreichend großer Dichte von Spitzen der aktiven Elektrode kann je nach Anordnung dieser Spitzen die Grenzaufladung von Verunreinigungsteilchen erreicht werden, so dass vor allem bei der Verwendung eines Spitzenarrays als aktive Elektrode eine sehr effektive Reinigung auf kurzem Wege, also platzsparend erzielt werden kann, selbst wenn das zu reinigende Gas eine hohe Strömungsgeschwindigkeit hat.

**[0015]** Die Aufgabe, eine Vorrichtung zu schaffen, mit welcher auch unter beengten Platzverhältnissen eine effektive Reinigung eines Gasstroms möglich ist, selbst wenn dieser eine hohe Geschwindigkeit hat, wird mit einer Vorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass bei Gebrauch zwischen den wenigstens zwei Elektroden eine Gleichspannung anliegt, die höher als die Durchschlagspannung ist, und dass an der/den aktiven Elektroden eine Einrichtung zur Strombegrenzung in Form eines Strombegrenzenden Elements vorgesehen ist, wobei das zur Begrenzung der Stromstärke dienende strombegrenzende Element auf dem Weg der Stromzufuhr zu der Elektroden spitze vorgesehen ist.

Mit einer derartigen Vorrichtung kann zwischen den Elektroden in dem Strömungskanal des zu reinigenden Gases ein Gleichstromplasma mit einer Elektronendichte von etwa  $10^{10}$  Elektronen/Kubikzentimeter und Elektrentemperaturen bis 50000° Celsius erzeugt werden, wobei die Ionen und neutralen Gasteilchen aber eine deutlich niedrigere Temperatur von weniger als 100° Celsius besitzen und sich die Anzahl der negativen Elektronen und der positiven Gasionen des die abzuscheidenden Partikel tragenden Gases nicht im Gleichgewicht befinden. Somit kann auf relativ kurzem Wege eine effektive Abscheidung von Verunreinigungen an der flächigen Elektrode erreicht werden.

**[0016]** Das strombegrenzende Element an der als Spitze ausgebildeten Elektrode kann ein Widerstand oder ein Halbleiter sein. Dies stellt eine einfache Anordnung hoher Effektivität dar.

**[0017]** Besonders günstig ist es, wenn die aktive oder Emissionselektrode, die Kathode, eine Vielzahl von Elektroden spitzen aufweist und dass in jeder zu einer Elektroden spitze führenden Leitung ein strombegrenzendes Element vorgesehen ist. Entsprechend groß ist das Feldvolumen, in welchem das Gleichstromplasma gebildet wird, so dass sich die abzuscheidenden Partikel auf kürzestem Weg aufladen und an der flächigen Gegenelektrode niederschlagen können.

**[0018]** Eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorsehen, dass die Elektroden spitzen in mehreren in Strömungsrichtung des zu reinigenden Gases hintereinander befindlichen Reihen angeordnet sind und dass die Elektroden spitzen der einen Reihe ge-

genüber denen der nächsten Reihe vorzugsweise seitlich versetzt sind. Dadurch wird in Strömungsrichtung eine Überlappung des Gleichstromplasmas und damit praktisch eine Ausfüllung des Raumes zwischen den Elektroden mit diesem Gleichstromplasma ermöglicht und vermieden, dass irgendwelche Lücken in Strömungsrichtung offen bleiben können.

**[0019]** Die Emissionselektrode kann also zweckmäßigerweise als Emissionsspitzenarray ausgebildet sein und ein Raster aufweisen, welches bei gewähltem Strömungsquerschnitt für den Gasstrom in Bewegungsrichtung der Partikel Lücken zwischen den Elektroden gebildeten Plasma dadurch vermeidet, dass die jeweils nächste Reihe von Elektrodenspitzen um einen Bruchteil der Basisrasterweite versetzt angeordnet ist. Bei einer genügenden Anzahl von solchen in Strömungsrichtung hintereinander angeordneten Reihen von Elektrodenspitzen ergibt dies in Strömungsrichtung die gewünschte geschlossene Plasmaanordnung, so dass die angestrebte Reinigung auch bei hoher Strömungsgeschwindigkeit auf relativ kurzem Wege erfolgen kann.

**[0020]** Dadurch, dass bei Gebrauch zwischen den Elektroden eine Gleichspannung anliegt, die höher als die Durchschlagspannung ist und wenn an der/den aktiven Elektroden eine Einrichtung zur Strombegrenzung vorgesehen ist, ist es möglich, jede der Elektrodenspitzen der Emissionselektrode über ein den Plasmastrom begrenzendes Element, zum Beispiel einen hochohmigen Widerstand, an eine vorzugsweise negative Gleichspannung-Hochspannungsquelle anzuschließen, deren Betriebsspannung so bemessen ist, dass die Durchschlagspannung zu der gegenüber dem Spitzenarray flächig angeordneten leitfähigen Gegenelektrode überschritten wird und sich damit im Raum zwischen jeder Elektrodenspitze des Spitzenarrays und der am positiven Pol der Gleichspannungsquelle angeschlossenen flächigen Gegenelektrode ein Nichtgleichgewichtsplasma mit einer Elektronendichte von etwa  $10^{10} \text{ cm}^{-3}$  einstellt, in welchem sich auch die größten abzuschheidenden Partikel elektrisch höchstmöglich aufladen und sich auf kürzestem Weg auf der gegenüberliegenden flächigen Gegenelektrode niederschlagen.

**[0021]** Günstig ist es dabei für eine möglichst gleichmäßige und effektive Abscheidung von Verunreinigungen, wenn die Elektrodenspitzen der aktiven in einer Ebene angeordnet sind und die Niederschlags- oder Gegenelektrode eben und flächig ausgebildet und parallel zu der Ebene angeordnet ist, in welcher die Elektrodenspitzen der aktiven oder Emissionselektrode angeordnet sind. Dadurch haben alle Elektrodenspitzen von der Gegenelektrode einen übereinstimmenden Abstand und es ergeben sich in der gesamten Vorrichtung praktisch gleichbleibende Verhältnisse betreffend das gebildete Gleichstromplasma.

**[0022]** Die Vorrichtung kann ein Gehäuse aufweisen, an dessen Boden die Niederschlags- oder Gegenelektrode flächig aufliegt und mit Abstand dazu können zwischen Seitenwänden des Gehäuses die Elektrodenspit-

zen der aktiven oder Emissionselektrode vorgesehen sein und das Gehäuse kann einen Eintritt und einen Austritt für den Gasstrom haben. Dies stellt einen konstruktiv besonders zweckmäßige Anordnung dar, um die Elektroden in zweckmäßiger Weise anzuordnen und unterzubringen und dem Gasstrom zwischen ihnen hindurchzuführen.

**[0023]** Eine weitere zweckmäßige Ausgestaltung der Erfindung für noch bessere Abscheide- oder Reinigungsergebnisse kann vorsehen, dass die Vorrichtung in Strömungsrichtung vor den Elektroden einen mechanischen Abscheider insbesondere für relativ große Tröpfchen oder Partikel aufweist. Somit können vor der Abscheidung zwischen den Elektroden schon größere Partikel mechanisch abgeschieden werden, so dass diese die elektronische Abscheidung nicht mehr belasten und das Gesamtsystem mit entsprechend weniger elektrischer Energie auskommen kann. Dies kann vor allem auch bei nicht-stationären Anlagen, beispielsweise bei Fahrzeugmotoren, vorteilhaft sein.

**[0024]** Beispielsweise ist es möglich, dass der mechanische Abscheider als Prallabscheider mit wenigstens einer Umlenkung ausgebildet oder ein Zyklon-Abscheider ist. Derartige mechanische Abscheider sind an sich bekannt und können in zweckmäßiger Weise für den vorgesehenen Anwendungsfall ausgewählt und angepasst werden.

**[0025]** Zwischen dem mechanischen Abscheider und der Vorrichtung zum Abscheiden mittels Elektroden kann eine Öffnung oder Bohrung für einen Rücklauf von abgeschiedenem Öl oder zum Abziehen von abgeschiedenen Partikeln vorgesehen sein. Somit kann eine gegebenenfalls erforderliche Reinigung in größeren Abständen erfolgen, als wenn die abgeschiedenen Öltröpfchen und Partikel nur durch Reinigungsvorgänge beseitigt würden.

**[0026]** Es sei noch erwähnt, dass eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung vorsehen kann, dass beidseits einer flächigen oder plattenförmigen Niederschlags- oder Gegenelektrode jeweils Elektrodenspitzen von aktiven oder Emissionselektroden angeordnet sein können. Dadurch kann auf noch engerem Raum eine effektive Abscheidung von Verschmutzungen oder Partikeln aus einem Gasstrom erzielt werden.

**[0027]** Sowohl eine derartige Anordnung mit beidseits einer plattenförmigen Gegenelektrode angeordneten Emissionselektroden als auch eine Anordnung mit Elektrodenspitzen aufweisenden aktiven oder Emissionselektroden nur auf einer Seite einer flachen plattenförmigen Niederschlags- oder Gegenelektrode kann aufgrund der hohen aufnehmbaren Ladung der Verschmutzungsteilchen die gesamte Vorrichtung so platzsparend ausgeführt werden, dass sie beispielsweise in Zylinderkopfhäuben oder Saugrohren von Verbrennungsmotoren oder auch in anderen Baugruppen und Bauteilen eingesetzt oder eingebaut sein kann, die mit einem zu reinigenden Gasstrom in Verbindung stehen.

**[0028]** Vor allem bei Kombination einzelner oder meh-

rerer der vorbeschriebenen Merkmale und Maßnahmen ergibt sich ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Abscheiden von Verunreinigungen aus einem Gasstrom, wobei das Vermeiden unkontrollierter lokaler Entladungen nicht durch einen schlechten Wirkungsgrad und eine sehr lange Wegstrecke für die eigentliche Abscheidung erkauft werden muss, sondern mit Hilfe eines Gleichstromplasmas vom Typus "Nichtgleichgewichtsplasma unter Atmosphärendruck" ein hoher Wirkungsgrad erzielt werden kann, auch wenn nur wenig Platz in Strömungsrichtung zur Verfügung steht. Der Strömungskanal kann dabei vorzugsweise einen Rechteckquerschnitt haben, wobei dieser Rechteckquerschnitt von den beiden Elektroden an zwei gegenüberliegenden Seiten begrenzt sein kann.

**[0029]** Nachstehend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigt in schematisierter Darstellung:

Fig. 1 einen Querschnitt eines Gehäuses mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung aus Elektroden-  
spitzen aufweisenden aktiven oder Emissions-  
elektroden und einer plattenförmigen flächigen  
Gegenelektrode mit Blick in Richtung des zwi-  
schen diesen Elektroden fließenden Gas-  
stroms,

Fig. 2 eine der Fig. 1 etwa entsprechende perspekti-  
vische Darstellung mit drei hintereinander an-  
geordneten Reihen von Elektroden-  
spitzen aufweisenden aktiven oder Emissionselektroden  
sowie

Fig. 3 einen Längsschnitt eines die erfindungsgemä-  
ße Vorrichtung enthaltenden Gehäuses, wobei  
sechs Reihen von nebeneinander angeordne-  
ten Elektroden-  
spitzen in Strömungsrichtung  
hintereinander angeordnet sind und das die ak-  
tive oder Emissionselektrode bildende Spit-  
zenarray ergeben.

**[0030]** Bei der nachfolgenden Beschreibung der Aus-  
führungsbeispiele erhalten in ihrer Funktion übereinstim-  
mende Teile übereinstimmende Bezugszahlen, auch  
wenn diese Teile in ihrer Form etwas voneinander ab-  
weichen.

**[0031]** Eine in allen drei Figuren mit 1 bezeichnete Vor-  
richtung dient zum Abscheiden von flüssigen und/oder  
partikelförmigen Verunreinigungen aus einem durch die  
Pfeile Pf in den Fig. 2 und 3 angedeuteten Gasstrom,  
wobei es sich insbesondere um das Abscheiden von Öl-  
tröpfchen, Rußteilen und/oder Staub beispielsweise aus  
einem aus dem Kurbelgehäuse eines Verbrennungsmo-  
tors stammenden, auf die Ansaugseite dieses Verbren-  
nungsmotors geleiteten Gasstroms handeln kann.

**[0032]** Die Vorrichtung 1 weist dazu in allen Ausführ-  
ungsbeispielen zwei beabstandete Elektroden auf, zwi-  
schen denen der Strömungsweg des Gasstroms Pf ver-

läuft, wobei eine der Elektroden eine aktive oder Emis-  
sionselektrode 2 oder Kathode und die andere Elektrode  
einen Niederschlags- oder Gegenelektrode 3 oder Ano-  
de ist, womit die in dem Gasstrom Pf befindlichen Ver-  
unreinigungen elektrisch aufladbar und von der Gegen-  
elektrode 3 über elektrische Feldkräfte ansaugbar oder  
anziehbar sind.

**[0033]** Dabei erkennt man ferner in allen drei Figuren,  
dass die Niederschlags- oder Gegenelektrode 3 flächig  
und plattenförmig und eben ausgebildet ist und dass die-  
se Gegenelektrode 3 mit einer zu ihr beabstandeten ak-  
tiven oder Emissionselektrode 2 kombiniert ist, die eine  
Vielzahl von Elektroden-  
spitzen 4 aufweist, welche zu der  
flächigen Gegenelektrode 3 gerichtet sind und in einer  
gemeinsamen Ebene angeordnet sind, die parallel zu  
der Gegenelektrode 3 mit Abstand zu dieser verläuft, so  
dass der Strömungsweg für den Gasstrom Pf zwischen  
diesen Elektroden 2 und 3 nach zwei Seiten begrenzt ist.

**[0034]** Dabei ist in den Fig. 1 und 2 eine Gleichstrom-  
hochspannungsquelle 5 angedeutet, deren negativer Pol  
mit der die Elektroden-  
spitzen 4 aufweisenden aktiven  
oder Emissionselektrode 2 und deren positiver Pol mit  
der flächigen Gegenelektrode 3 verbunden ist. Damit da-  
bei zur Bildung eines Gleichstromplasmas eine die  
Durchschlagsspannung überschreitende Gleichspan-  
nung angelegt werden kann, wird der Strom an der ak-  
tiven oder Emissionselektrode 2 mit Hilfe von Strombe-  
grenzungselementen 6 begrenzt, die dabei zu jeder zu  
einer der Elektroden-  
spitzen 4 führenden Leitungen an-  
geordnet sind. Diese strombegrenzenden Elemente 6  
können entweder ein hochohmiger Widerstand oder ein  
Halbleiter oder auch ein sonstiges an sich bekanntes  
strombegrenzendes Bauteil sein.

**[0035]** Vor allem bei gleichzeitiger Betrachtung aller  
drei Figuren wird deutlich, dass die Elektroden-  
spitzen 4 der aktiven oder Emissionselektrode 2 oder Kathode in  
mehreren in Strömungsrichtung hintereinander befindli-  
chen Reihen angeordnet sein können, wobei die Elek-  
troden-  
spitzen 4 der einen Reihe gegenüber denen der  
nächsten Reihe jeweils seitlich versetzt sind.

**[0036]** Fig. 1 zeigt eine Anordnung mit zwei Reihen  
von Elektroden-  
spitzen 4, wobei die Elektroden-  
spitzen 4 der zweiten Reihe praktisch in Strömungsrichtung ge-  
sehen in der jeweiligen Lücke zwischen zwei Elektroden-  
spitzen 4 einer davor befindlichen ersten Reihe angeord-  
net sind, so dass sich die von diesen Elektroden-  
spitzen 4 ausgehenden und zu der Gegenelektrode 3 erstrecken-  
den Plasmakegel 7 - in Strömungsrichtung gesehen -  
quer zu der Strömung überlappen, so dass zumindest  
unterhalb den Elektroden-  
spitzen 4 für die Gasströmung  
keine in Strömungsrichtung liegende Lücke freibleibt.

**[0037]** Dies gilt erst recht für die Anordnung gemäß  
Fig. 2, bei welcher drei Reihen von Elektroden-  
spitzen 4 in Strömungsrichtung hintereinanderliegen, wobei der  
besseren Übersicht wegen nicht alle Plasmakegel 7 dar-  
gestellt sind.

**[0038]** In Fig. 3 ist eine Anordnung mit insgesamt  
sechs Reihen von Elektroden-  
spitzen 4 dargestellt, aber

gegenüber den Darstellungen von Fig. 1 und 2 um 90° Grad gedreht, so dass von jeder Reihe von Elektroden-  
spitzen 4 nur eine dieser Elektroden-  
spitzen 4 sichtbar ist.

[0039] Die aktive oder Emissionselektrode 2 ist also in  
allen Ausführungsbeispielen als Emissionsspitzenarray  
ausgebildet und weist ein Raster auf, welches bei ge-  
wähltem Strömungsquerschnitt, in den Ausführungsbe-  
ispielen ein rechteckiger Strömungsquerschnitt, für den  
Gasstrom in Bewegungsrichtung der Partikel Lücken im  
zwischen den Elektroden 2 und 3 gebildeten Plasma 7  
durch die schon erläuterte Überlappung der Plasmake-  
gel vermeidet, weil die jeweils nächste Reihe von Elek-  
troden-  
spitzen 4 um einen Bruchteil der Basisrasterweite  
versetzt angeordnet ist.

[0040] In allen drei Ausführungsbeispielen ist vorge-  
sehen, dass die Vorrichtung 1 ein Gehäuse 8 aufweist,  
an dessen Boden 9 die Gegenelektrode 3 innenseitig  
flächig aufliegt. Mit Abstand dazu sind zwischen Seiten-  
wänden 10 dieses Gehäuses 8 die Elektroden-  
spitzen 4 der aktiven oder Emissionselektrode 2 vorge-  
sehen, wo-  
bei das Gehäuse 8 einen Eintritt 11 und einen Austritt 12  
für den Gasstrom Pf hat. Eintritt 11 und Austritt 12 sind  
dabei in den Fig. 1 und 2 nicht erkennbar, aber ähnlich  
wie in Fig. 3 angeordnet. Der den Strömungsquerschnitt  
bildende Gehäusequerschnitt ist dabei rechteckig.

[0041] Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform, bei welcher  
als zusätzliche Ausgestaltung in Strömungsrichtung vor  
den Elektroden 2 und 3 ein im Ganzen mit 13 bezeich-  
neter mechanischer Abscheider insbesondere für relativ  
große Tröpfchen oder Partikel angeordnet ist. Dabei er-  
kennt man in Fig. 3, dass dieser Abscheider 13 mit dem  
Gehäuse 8 direkt verbunden ist und sich also Wandungen  
dieses Gehäuses 8 bis zu diesem Abscheider 13  
erstrecken. Dieser Abscheider 13 ist dabei als Prallab-  
scheider ausgebildet, dass heißt ein Zuführkanal 14 für  
den Gasstrom führt zunächst vertikal nach oben gegen  
eine Prallfläche 15 und dann über eine Schikane 16 zu  
dem Eintritt 11 der eigentlichen Vorrichtung 1. Der Eintritt  
11 ist dabei ebenfalls nach einer Seite hin durch ein  
Wandstück 17 begrenzt, so dass der Gas-Partikelstrom  
zu mehreren Umlenkungen gezwungen ist, die die me-  
chanische Abscheidung größerer Öltröpfchen oder Par-  
tikel begünstigt.

[0042] Zwischen diesem mechanischen Abscheider  
13 und der Vorrichtung 1 zum Abscheiden mittels Elek-  
troden beziehungsweise dem Eintritt 11 erkennt man ei-  
ne nach unten gerichtete Öffnung 18 oder Bohrung, die  
als Rücklauf von mechanisch abgeschiedenem Öl dien-  
en kann.

[0043] Mit der vorbeschriebenen Vorrichtung 1 gemäß  
Fig. 1, 2 oder 3 können flüssige und/oder partikelförmige  
Verunreinigungen aus einem Gasstrom Pf beispielswei-  
se aus dem aus einem Kurbelgehäuse eines Verbren-  
nungsmotors stammenden, auf dessen Ansaugseite ge-  
leiteten Gasstroms abgeschieden werden, wobei der zu  
reinigende Gasstrom durch eine Gasentladungsstrecke  
zwischen den beiden Elektroden 2 und 3 hindurchgeleitet  
wird, wodurch die aus dem Gasstrom auszuscheidenden

Verunreinigungen elektrisch aufgeladen und von der Ge-  
genelektrode 3 über elektrische Feldkräfte angesaugt  
oder angezogen werden. Dabei wird der Gasstrom Pf  
zwischen einer Elektroden-  
spitzen 4 aufweisenden akti-  
ven oder Emissionselektrode 2 und einer dazu beabstan-  
deten Gegenelektrode 3 hindurchgeleitet, an die Elek-  
troden 2 und 3 wird eine die Durchschlagspannung über-  
schreitende Gleichspannung mit Hilfe einer Gleichstrom-  
hochspannungsquelle 5 angelegt und der sich einstel-  
lende Strom der Gasentladungsstrecke zwischen diesen  
Elektroden 2 und 3 wird begrenzt, so dass im Raum zw-  
ischen den beiden Elektroden 2 und 3 ein stabiles Nieder-  
energieplasma gebildet wird, das eine effiziente Rei-  
nigungswirkung hat.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Abscheiden von flüssigen und/oder  
von partikelförmigen Verunreinigungen aus einem  
Gasstrom (Pf), insbesondere zum Abscheiden von  
Öltröpfchen, Rußteilen oder Staub, beispielsweise  
aus dem aus einem Kurbelgehäuse eines Verbren-  
nungsmotors stammenden, auf die Ansaugseite dies-  
es Verbrennungsmotors geleiteten Gasstroms, das  
Blow-by-Gas, wobei dieser zu reinigende Gasstrom  
(Pf) durch eine Gasentladungsstrecke zwischen we-  
nigstens zwei Elektroden (2, 3) hindurchgeleitet  
wird, von denen mindestens eine Elektrode (2) eine  
aktive oder Emissionselektrode, die Kathode, und  
mindestens eine andere Elektrode (3) eine Nieder-  
schlags- oder Gegenelektrode, die Anode, ist, wo-  
durch die aus dem Gasstrom abzuschneidenden Ver-  
unreinigungen elektrisch aufgeladen und von der  
Niederschlags- oder Gegenelektrode (3) über elek-  
trische Feldkräfte angesaugt oder angezogen wer-  
den, wobei der Gasstrom (Pf) zwischen wenigstens  
einer zu der mindestens einen aktiven oder Emis-  
sionselektrode (2) gehörenden Elektroden-  
spitze (4) und der dazu beabstandeten Niederschlags-  
oder Gegenelektrode (3) hindurchgeleitet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** an die Elektroden (2, 3) eine  
die Durchschlagspannung überschreitende Gleich-  
spannung angelegt wird und dass die sich einstel-  
lende Stromstärke mittels Strombegrenzungsele-  
ment (6) derart begrenzt wird, dass im Raum zw-  
ischen den wenigstens zwei Elektroden (2, 3) ein sta-  
biles Niedrigenergieplasma gebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Gleichspannung an die Elek-  
troden (2, 3) angelegt wird, die wenigstens das  
1,2fache der Durchschlagspannung beträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch ge-  
kennzeichnet, dass** die begrenzte Stromstärke pro-  
portional zur Strömungsgeschwindigkeit gewählt  
und bei höherer Strömungsgeschwindigkeit erhöht

wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gasstrom an einer Vielzahl von die aktive oder Emissionselektrode (2) bildenden Elektrodenspitzen (4) vorbeigeleitet wird.
5. Vorrichtung (1) zum Abscheiden von flüssigen und/oder partikelförmigen Verunreinigungen aus einem Gasstrom (Pf), insbesondere zum Abscheiden von Öltröpfchen, Rußteilen und/oder Staub, beispielsweise aus einem aus dem Kurbelgehäuse eines Verbrennungsmotors stammenden, auf die Ansaugseite dieses Verbrennungsmotors geleiteten Gasstroms, das Blow-by-Gas, mit wenigstens zwei beabstandeten Elektroden, zwischen denen der Strömungsweg des Gasstroms (Pf) verläuft, wobei eine der Elektroden eine aktive oder Emissionselektrode (2), die Kathode, und die andere Elektrode eine Niederschlags- oder Gegenelektrode (3), die Anode, ist, wodurch die in dem Gasstrom (Pf) befindlichen Verunreinigungen elektrisch aufladbar und von der Gegenelektrode (3) über elektrische Feld-Kräfte ansaugbar oder anziehbar sind, mit einer Gleichstromhochspannungsquelle (5), die mit der aktiven oder Emissionselektrode (2) und der Niederschlags- oder Gegenelektrode (3) verbunden ist, wobei die Niederschlags- oder Gegenelektrode (3), die Anode, flächig ausgebildet und mit einer zu ihr beabstandeten aktiven oder Emissionselektrode (2), der Kathode, kombiniert ist, die wenigstens eine in Richtung zu der flächigen Niederschlags- oder Gegenelektrode (3) gerichtete Elektrodenspitze (4) aufweist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung dazu eingerichtet ist, dass bei Gebrauch zwischen den wenigstens zwei Elektroden (2, 3) eine Gleichspannung anliegt, die höher als die Durchschlagspannung ist, und dass an der/den aktiven Elektroden eine Einrichtung zur Strombegrenzung in Form eines strombegrenzenden Elements (6) vorgesehen ist, wobei das zur Begrenzung der Stromstärke dienende strombegrenzende Element (6) auf dem Weg der Stromzufuhr zur Elektrodenspitze (4) vorgesehen ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das strombegrenzende Element (6) an der als Spitze ausgebildeten Elektrode ein Widerstand oder ein Halbleiter ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aktive oder Emissionselektrode (2), die Kathode, eine Vielzahl von Elektrodenspitzen (4) aufweist und dass in jeder zu einer Elektrodenspitze (4) führenden Leitung ein strombegrenzendes Element (6) vorgesehen ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrodenspitzen (4) in mehreren in Strömungsrichtung hintereinander befindlichen Reihen angeordnet sind und dass die Elektrodenspitzen (4) der einen Reihe gegenüber denen der nächsten Reihe vorzugsweise seitlich versetzt sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Emissionselektrode (2) als Emissionsspitzenarray ausgebildet ist und ein Raster aufweist, welches bei gewähltem Strömungsquerschnitt für den Gasstrom in Bewegungsrichtung der Partikel Lücken im zwischen den Elektroden gebildeten Plasma dadurch vermeidet, dass die jeweils nächste Reihe von Elektrodenspitzen (4) um einen Bruchteil der Basisrasterweite versetzt angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrodenspitzen (4) der aktiven oder Emissionselektrode (2) in einer Ebene angeordnet sind und die Niederschlags- oder Gegenelektrode (3) eben und flächig ausgebildet und parallel zu der Ebene angeordnet ist, in welcher die Elektrodenspitzen (4) der aktiven oder Emissionselektrode (2) angeordnet sind.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Gehäuse aufweist (8), an dessen Boden (9) die Niederschlags- oder Gegenelektrode (3) flächig aufliegt und dass mit Abstand dazu zwischen Seitenwänden (19) die Elektrodenspitzen (4) der aktiven oder Emissionselektrode (2) vorgesehen sind und dass das Gehäuse (8) einen Eintritt (11) und einen Austritt (12) für den Gasstrom (Pf) hat.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in Strömungsrichtung vor den Elektroden (2, 3) einen mechanischen Abscheider (13) insbesondere für relativ große Tröpfchen oder Partikel aufweist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mechanische Abscheider (13) als Prallabscheider mit wenigstens einer Umlenkung ausgebildet oder ein Zyklon-Abscheider ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem mechanischen Abscheider (13) und der Vorrichtung (1) zum Abscheiden mittels Elektroden (2, 3) eine Öffnung (18) oder Bohrung für einen Rücklauf von abgeschiedenem Öl oder zum Abziehen von abgeschiedenen Partikeln vorgesehen ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** beidseits einer flächigen oder plattenförmigen Niederschlags- oder Genelektrode (3) jeweils Elektrodenspitzen (4) von aktiven oder Emissionselektroden (2) angeordnet sind.

## Claims

1. Method for precipitating liquid and/or particulate impurities from a gas stream (Pf), in particular for precipitating oil droplets, soot or dust, e.g. from the gas stream, the blow-by-gas, originating from a crankcase of an internal combustion engine and fed to the intake side of this internal combustion engine, wherein this gas stream (Pf) to be cleaned is fed through a gas discharge section between at least two electrodes (2, 3), of which at least one electrode (2) is an active or emission electrode, the cathode, and at least one other electrode (3) is a precipitation or counter-electrode, the anode, whereby the impurities to be precipitated from the gas stream are electrically charged and drawn or attracted by the precipitation or counter-electrode (3) by means of electrical field forces, wherein the gas stream (Pf) is fed through between at least one electrode tip (4) belonging to the at least one active or emission electrode (2), and the precipitation or counter-electrode (3) spaced apart therefrom, **characterised in that** a direct voltage, exceeding the breakdown voltage, is applied to the electrodes (2, 3) and that the resulting current strength is limited by means of a current limiting element (6) in such a way that in the space between the at least two electrodes (2, 3) a stable low-energy plasma is formed.
2. Method as claimed in claim 1, **characterised in that** a direct voltage at least 1.2 times the breakdown voltage is applied to the electrodes (2, 3).
3. Method as claimed in claim 1 or 2, **characterised in that** the limited current strength is selected in proportion to the flow rate and is increased at a higher flow rate.
4. Method as claimed in any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the gas stream is fed past a plurality of electrode tips (4) which form the active or emission electrode (2).
5. Device (1) for precipitating liquid and/or particulate impurities from a gas stream (Pf), in particular for precipitating oil droplets, soot and/or dust, e.g. from a gas stream, the blow-by-gas, originating from the crankcase of an internal combustion engine and fed to the intake side of this internal combustion engine, having at least two spaced-apart electrodes, be-

tween which the flow path of the gas stream (Pf) runs, wherein one of the electrodes is an active or emission electrode (2), the cathode, and the other electrode is a precipitation or counter-electrode (3), the anode, whereby the impurities present in the gas stream (Pf) can be electrically charged and can be drawn or attracted by the counter-electrode (3) by means of electrical field forces, having a direct current high-voltage source (5) which is connected to the active or emission electrode (2) and the precipitation or counter-electrode (3), wherein the precipitation or counter-electrode (3), the anode, is flat and is combined with an active or emission electrode (2), the cathode, which is spaced apart from said anode, said cathode comprising at least one electrode tip (4) directed in the direction of the flat precipitation or counter-electrode (3), in particular for carrying out the method as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** the device is arranged so that, in use, a direct voltage is applied between the at least two electrodes (2, 3), said direct voltage being higher than the breakdown voltage, and that a unit for current limitation in the form of a current-limiting element (6) is provided at the active electrode(s), wherein the current-limiting element (6) serving to limit the current strength is provided on the path of current supply to the electrode tip (4).

6. Device as claimed in claim 5, **characterised in that** the current-limiting element (6) at the electrode designed as a tip is a resistor or a semiconductor.
7. Device as claimed in claim 5 or 6, **characterised in that** the active or emission electrode (2), the cathode, comprises a plurality of electrode tips (4) and that, in each line leading to an electrode tip (4), a current-limiting element (6) is provided.
8. Device as claimed in any one of claims 5 to 7, **characterised in that** the electrode tips (4) are arranged in a plurality of rows located one after the other in the direction of flow, and that the electrode tips (4) of one row are offset preferably laterally in relation to those of the next row.
9. Device as claimed in any one of claims 5 to 8, **characterised in that** the emission electrode (2) is designed as an emission tip array and comprises a grid which, in the case of a selected flow cross-section for the gas stream in the movement direction of the particles, prevents gaps in the plasma formed between the electrodes **in that** in each case the next row of electrode tips (4) is arranged offset by a fraction of the basic grid width.
10. Device as claimed in any one of claims 5 to 9, **characterised in that** the electrode tips (4) of the active or emission electrode (2) are disposed in a plane



and the precipitation or counter-electrode (3) is planar and flat and disposed in parallel with the plane in which the electrode tips (4) of the active or emission electrode (2) are disposed.

11. Device as claimed in any one of claims 5 to 10, **characterised in that** it comprises a housing (8), on the base (9) of which the precipitation or counter-electrode (3) lies flat and that at a distance therefrom between side walls (19) the electrode tips (4) of the active or emission electrode (2) are provided and that the housing (8) has an inlet (11) and an outlet (12) for the gas stream (Pf).
12. Device as claimed in any one of claims 5 to 11, **characterised in that** in the flow direction from the electrodes (2, 3) it comprises a mechanical separator (13) in particular for relatively large droplets or particles.
13. Device as claimed in any one of claims 5 to 12, **characterised in that** the mechanical separator (13) is designed as an impingement separator with at least one baffle or is a cyclone separator.
14. Device as claimed in any one of claims 5 to 13, **characterised in that** an aperture (18) or bore for a return of precipitated oil or for the withdrawal of precipitated particles is provided between the mechanical separator (13) and the device (1) for precipitation by means of electrodes (2, 3).
15. Device as claimed in any one of claims 5 to 14, **characterised in that** on both sides of a flat or two-dimensional precipitation or counter-electrode (3) electrode tips (4) of active or emission electrodes (2) are disposed.

#### Revendications

1. Procédé pour extraire des impuretés liquides et/ou particulaires hors d'un courant gazeux (Pf), en particulier pour extraire des gouttelettes d'huile, des particules de suie ou des poussières, par exemple hors du courant gazeux provenant d'un carter de vilebrequin d'un moteur à combustion interne et conduit sur le côté d'aspiration de ce moteur à combustion interne, le gaz de carter, dans lequel on conduit ce courant de gaz à purifier (Pf) à travers une zone de décharge gazeuse entre au moins deux électrodes (2, 3), parmi lesquelles au moins une électrode (2) est une électrode active ou d'émission, la cathode, et au moins une autre électrode (3) est une électrode de dépôt ou contre-électrode, l'anode, par lesquelles les impuretés à extraire hors du courant gazeux sont chargées électriquement et sont aspirées ou attirées par l'électrode de dépôt ou contre-électrode (3) au

moyen de forces de champ électrique, dans lequel on conduit le courant gazeux (Pf) entre au moins une pointe d'électrode (4) appartenant à ladite au moins une électrode active ou d'émission (2) et l'électrode de dépôt ou contre-électrode (3) espacée de celle-là, **caractérisé en ce que** l'on applique aux électrodes (2, 3) une tension continue dépassant la tension de claquage et **en ce qu'**on limite l'intensité de courant ainsi produite au moyen d'un élément de limitation de courant (6), de telle manière qu'il se forme un plasma à basse énergie stable dans l'espace entre lesdites au moins deux électrodes (2, 3).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on applique aux électrodes (2, 3) une tension continue, qui vaut au moins 1,2 fois la tension de claquage.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'on choisit une intensité de courant limitée proportionnelle à la vitesse d'écoulement et on l'augmente lorsque la vitesse d'écoulement est plus élevée.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'on fait circuler le courant gazeux sur une multiplicité de pointes d'électrode (4) formant l'électrode active ou d'émission (2).
5. Dispositif (1) pour extraire des impuretés liquides et/ou particulaires hors d'un courant gazeux (Pf), en particulier pour extraire des gouttelettes d'huile, des particules de suie ou des poussières, par exemple hors du courant gazeux provenant d'un carter de vilebrequin d'un moteur à combustion interne et conduit sur le côté d'aspiration de ce moteur à combustion interne, le gaz de carter, avec au moins deux électrodes espacées, entre lesquelles passe le chemin d'écoulement du courant gazeux (Pf), dans lequel une des électrodes est une électrode active ou d'émission (2), la cathode, et l'autre électrode est une électrode de dépôt ou contre-électrode (3), l'anode, par lesquelles les impuretés se trouvant dans le courant gazeux (Pf) peuvent être chargées électriquement et peuvent être aspirées ou attirées par la contre-électrode (3) au moyen de forces de champ électrique, avec une source de haute tension à courant continu (5), qui est reliée à l'électrode active ou d'émission (2) et à l'électrode de dépôt ou contre-électrode (3), dans lequel l'électrode de dépôt ou contre-électrode (3), l'anode, est de forme plate et est combinée avec une électrode active ou d'émission (2), la cathode, espacée de celle-là, et qui présente au moins une pointe d'électrode (4) dirigée vers l'électrode de dépôt ou contre-électrode plate (3), en particulier pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif est

- configuré de telle manière qu'en service, il existe entre lesdites au moins deux électrodes (2, 3) une tension continue, qui est plus élevée que la tension de claquage, et **en ce qu'il** est prévu sur la/les électrode(s) active(s) un dispositif de limitation du courant sous la forme d'un élément de limitation de courant (6), dans lequel l'élément de limitation de courant (6) utilisé pour limiter l'intensité du courant est prévu sur le chemin de l'arrivée du courant à la pointe d'électrode (4).
6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'élément de limitation de courant (6) est une résistance ou un semi-conducteur sur l'électrode configurée en pointe.
7. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** l'électrode active ou d'émission (2), la cathode, présente une multiplicité de pointes d'électrode (4) et **en ce qu'il** est prévu un élément de limitation de courant (6) dans chaque ligne menant à une pointe d'électrode (4).
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** les pointes d'électrode (4) sont disposées en plusieurs rangées se trouvant l'une derrière l'autre dans la direction d'écoulement et **en ce que** les pointes d'électrode (4) d'une rangée sont décalées de préférence latéralement par rapport à celles de la rangée suivante.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, **caractérisé en ce que** l'électrode d'émission (2) est réalisée sous la forme d'un réseau de pointes d'émission et présente une grille qui, pour une section transversale d'écoulement choisie pour le courant gazeux dans la direction d'écoulement des particules, évite des vides dans le plasma formé entre les électrodes, par le fait que la rangée respectivement suivante de pointes d'électrode (4) est disposée avec un décalage d'une fraction du pas de grille de base.
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, **caractérisé en ce que** les pointes d'électrode (4) de l'électrode active ou d'émission (2) sont disposées dans un plan et l'électrode de dépôt ou contre-électrode (3) est plane et de forme plate et est disposée parallèlement au plan dans lequel les pointes d'électrode (4) de l'électrode active ou d'émission (2) sont disposées.
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 10, **caractérisé en ce qu'il** présente un boîtier (8), sur le fond (9) duquel l'électrode de dépôt ou contre-électrode (3) repose à plat et **en ce que** les pointes d'électrode (4) de l'électrode active ou d'émission (2) sont prévues à distance de celle-là
- entre des parois latérales (19) et **en ce que** le boîtier (8) comporte une entrée (11) et une sortie (12) pour le courant gazeux (Pf).
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 11, **caractérisé en ce qu'il** présente un séparateur mécanique (13), en particulier pour des gouttelettes ou des particules relativement grosses, disposé avant les électrodes (2, 3) dans la direction d'écoulement.
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 12, **caractérisé en ce que** le séparateur mécanique (13) est réalisé sous la forme d'un séparateur à impact avec au moins une déviation ou d'un séparateur à cyclone.
14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 13, **caractérisé en ce qu'il** est prévu entre le séparateur mécanique (13) et le dispositif (1) d'extraction au moyen d'électrodes (2, 3) une ouverture (18) ou un trou pour un retour d'huile séparée ou pour l'évacuation de particules extraites.
15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 14, **caractérisé en ce que** des pointes d'électrode (4) d'électrodes actives ou d'émission (2) sont disposées à chaque fois de part et d'autre d'une électrode de dépôt ou contre-électrode plate ou en forme de plaque (3).

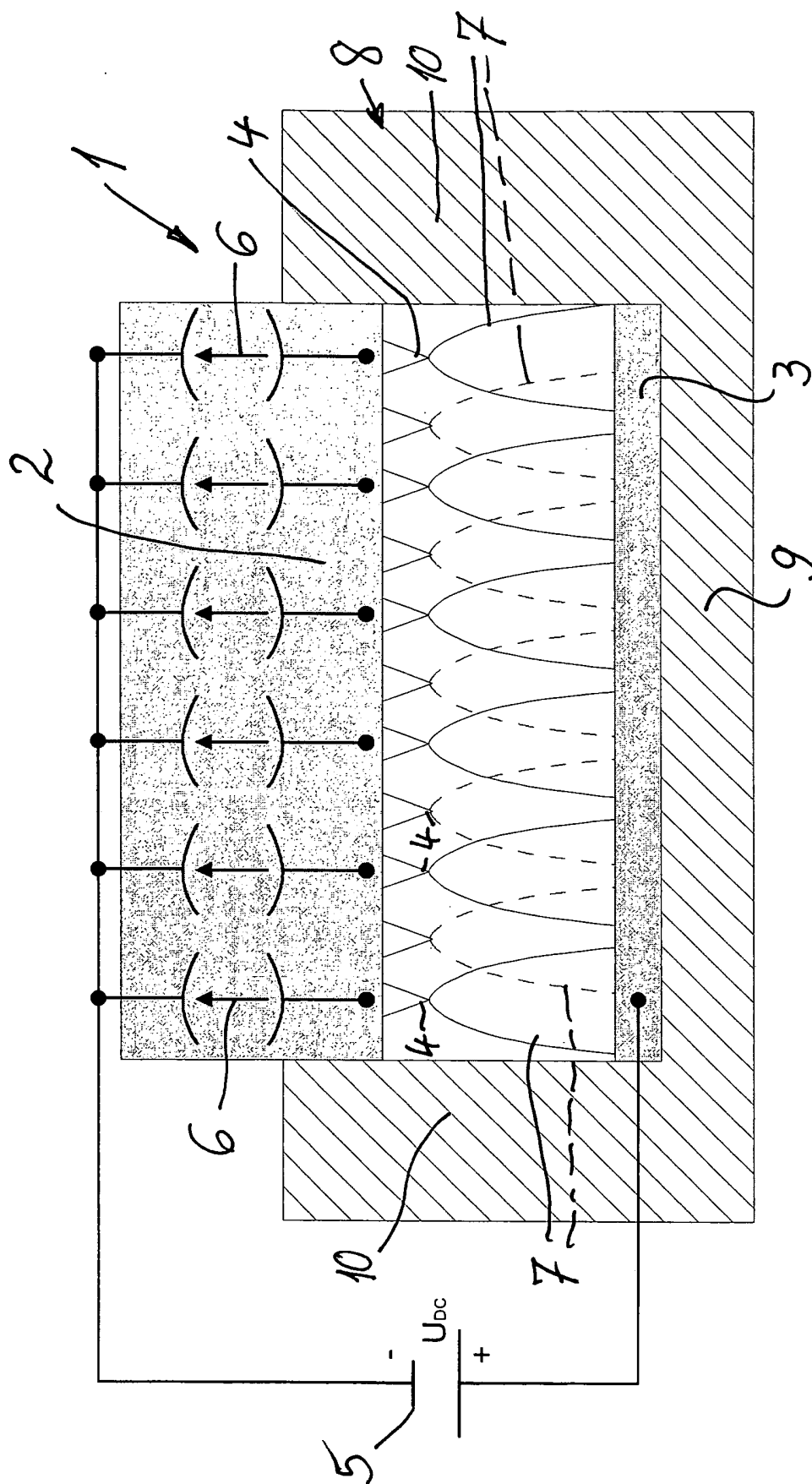


Fig. 1

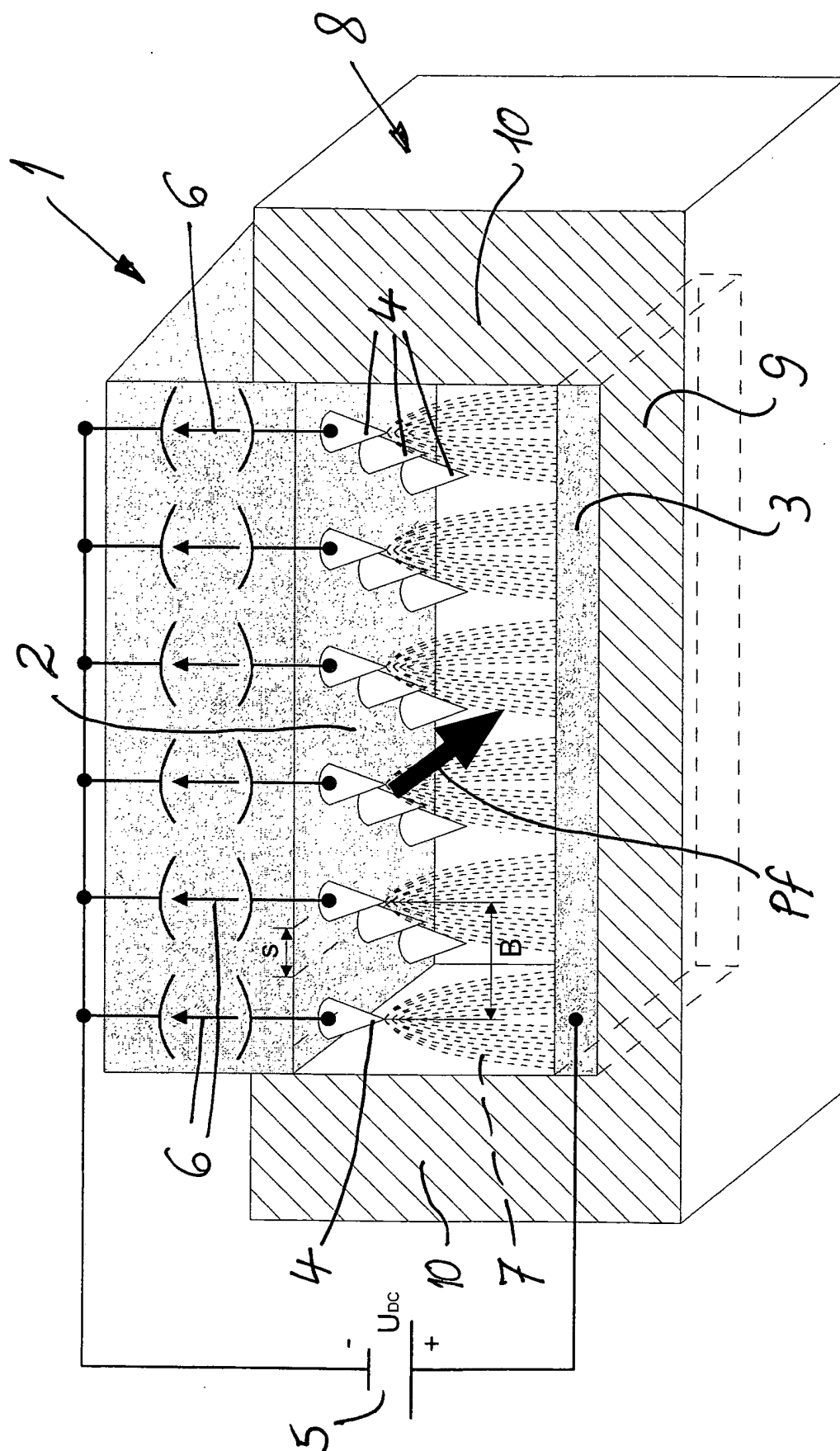
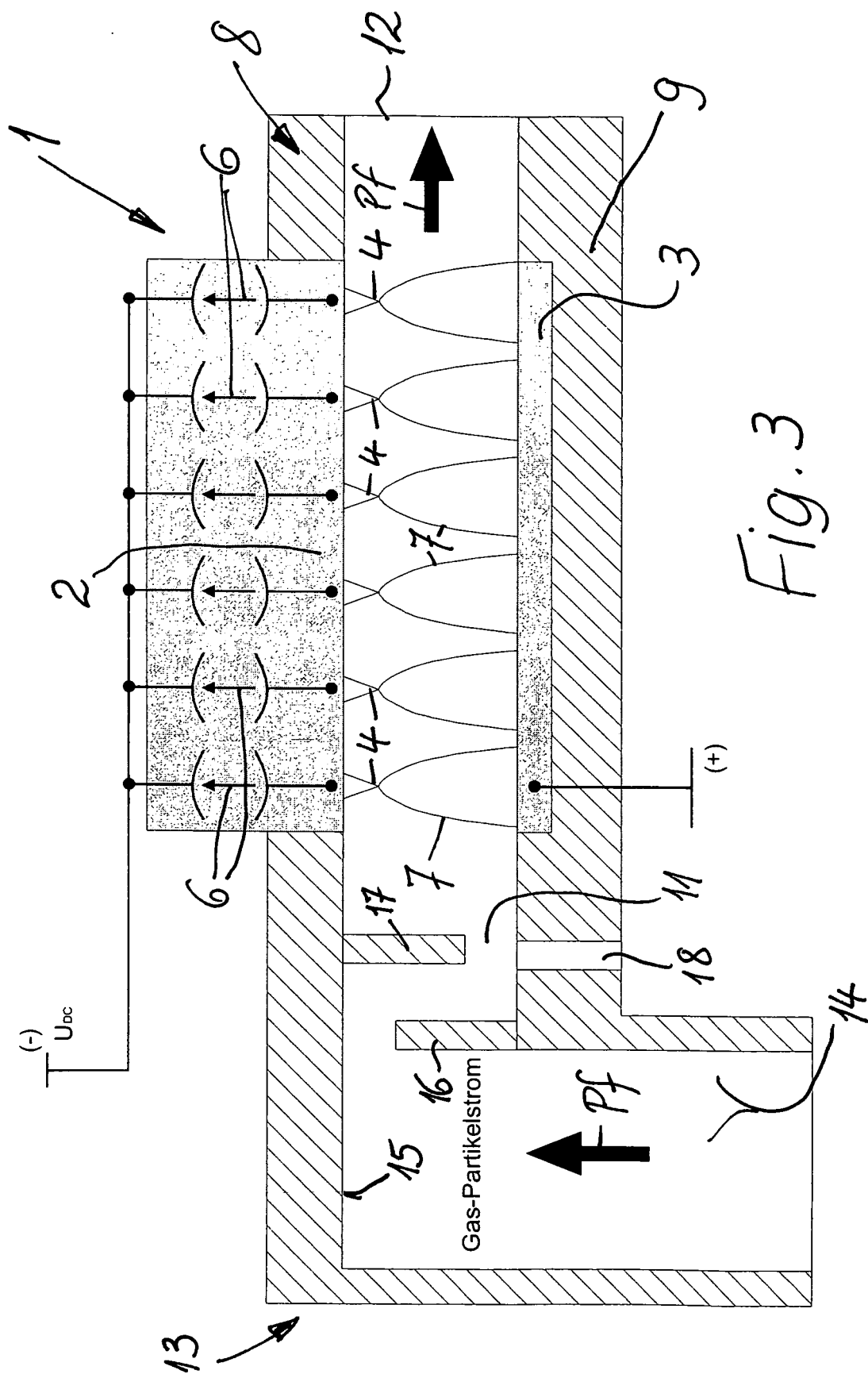


Fig. 2



**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**

- EP 1277928 A1 [0005]
- US 20070068387 A1 [0005]