



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2012114689/06, 26.08.2010**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.08.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
14.09.2009 DE 102009041091.0(45) Опубликовано: **10.01.2014** Бюл. № 1(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **EP 1669563 B1, 25.06.2008. RU 2078952 C1,**
10.05.1997. RU 2256506 C2, 20.07.2005. RU
2120039 C1, 10.10.1998. US 4718923 A,
12.01.1988.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: **16.04.2012**(86) Заявка РСТ:
EP 2010/062475 (26.08.2010)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/029730 (17.03.2011)

Адрес для переписки:

105082, Москва, Спартаковский пер., 2, стр.
1, секция 1, этаж 3, "ЕВРОМАРКПАТ"

(72) Автор(ы):

МАУС Вольфганг (DE),
ХИРТ Петер (DE),
БРЮКК Рольф (DE)

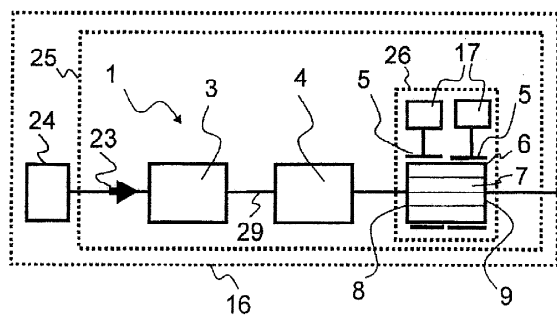
(73) Патентообладатель(и):

ЭМИТЕК ГЕЗЕЛЬШАФТ ФЮР
ЭМИССИОНСТЕХНОЛОГИ МБХ (DE)**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ СОДЕРЖАЩЕГО ЧАСТИЦЫ САЖИ ОТРАБОТАВШЕГО
ГАЗА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройству для очистки содержащего частицы сажи отработавшего газа. Сущность изобретения: устройство (1) для очистки содержащего частицы (2) сажи отработавшего газа (ОГ) содержит по меньшей мере один ионизирующий элемент (4) для ионизации частиц (2) сажи, по меньшей мере одно сепарационное устройство (26) с поверхностным сепаратором (6) для осаждения ионизированных частиц (2) сажи. Сепарационное устройство (26) имеет по

меньшей мере две, по меньшей мере частично, электрически проводящих и изолированных друг от друга области (5) нейтрализации для нейтрализации ионизированных частиц (2) сажи. Также описан способ преобразования частиц (2) сажи отработавшего газа, в котором применяют различные электрические потенциалы. Техническим результатом изобретения является обеспечение высокого сепарирующего действия для частиц сажи, а также экономичность изготовления устройства. 3 н. и 9 з.п. ф-лы, 8 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

F01N 3/01 (2006.01)*F01N 3/02* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2012114689/06, 26.08.2010**(24) Effective date for property rights:
26.08.2010

Priority:

(30) Convention priority:
14.09.2009 DE 102009041091.0(45) Date of publication: **10.01.2014 Bull. 1**(85) Commencement of national phase: **16.04.2012**(86) PCT application:
EP 2010/062475 (26.08.2010)(87) PCT publication:
WO 2011/029730 (17.03.2011)

Mail address:

**105082, Moskva, Spartakovskij per., 2, str. 1,
seksija 1, ehtazh 3, "EVROMARKPAT"**

(72) Inventor(s):

MAUS Vol'fgang (DE),**KhIRT Peter (DE),****BRJuKK Rol'f (DE)**

(73) Proprietor(s):

EhMITEK GEZEL'ShAFT FJuR**EhMISSIONSTEKhNOLOGI MBKh (DE)****(54) CLEANING DEVICE OF WASTE GAS CONTAINING SOOT PARTICLES**

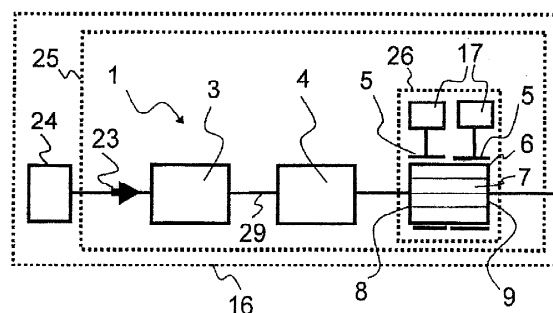
(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: cleaning device (1) of waste gas containing soot particles (2) includes at least the following: at least one ionising element (4) for ionisation of soot particles (2), at least one separation device (26) with surface separator (6) for deposition of ionised soot particles (2). Separation device (26) has at least two partially electrically conducting neutralisation areas (5) separated from each other and designed for neutralisation of ionised soot particles (2). Besides, conversion method of soot particles (2) of waste gas, in which different electrical potentials are used, is described.

EFFECT: high separating action for soot particles; cost-efficient production of the device.

12 cl, 8 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к устройству для очистки содержащего частицы сажи отработавшего газа (ОГ), прежде всего с помощью так называемого электростатического фильтра или же электрофильтра, а также к соответствующему способу преобразования частиц сажи ОГ. Изобретение находит применение, прежде всего, при очистке ОГ мобильных двигателей внутреннего сгорания автомобилей, прежде всего при очистке ОГ, происходящих из дизельного топлива.

Уже обсуждалось множество различных концепций устранения частиц сажи из ОГ мобильных двигателей внутреннего сгорания. Наряду с попеременно закрытыми фильтрами пристеночного потока, открытыми фильтрами побочного потока, гравитационными сепараторами и т.п., уже предлагались системы, в которых частицы в ОГ электрически заряжаются, а затем осаждаются с помощью электростатических сил притяжения. Эти системы, прежде всего, известны под названием «электростатические фильтры» или же «электрофильтры».

Так, для таких электрофильтров обычно предлагается (несколько) коронирующих электродов и коллекторных электродов, которые располагаются в выпускном трубопроводе. При этом, например, центральный коронирующий электрод, который проходит примерно посередине через выпускной трубопровод, а окружающая боковая поверхность выпускного трубопровода в качестве коллекторного электрода используются для того, чтобы образовать конденсатор. При этом расположении коронирующего электрода и коллекторного электрода поперек направления потока ОГ образуется электрическое поле, при этом коронирующий электрод, например, может работать на высоком напряжении, которое составляет около 15 кВ. В результате этого могут образовываться, прежде всего, коронные разряды, благодаря которым протекающие с ОГ через электрическое поле частицы униполярно заряжаются. В связи с этим зарядом частицы перемещаются за счет электростатических кулоновских сил к коллекторному электроду.

Наряду с системами, в которых выпускной трубопровод выполнен в качестве коллекторного электрода, также известны системы, в которых коллекторный электрод выполнен в виде металлической сетки. При этом происходит осаждение частиц на металлической сетке с той целью, чтобы, при необходимости, свести частицы с другими частицами, чтобы таким образом осуществить агломерацию. Тогда протекающие через сетку ОГ снова увлекают более крупные частицы и подводят их к классическим фильтрационным системам.

Несмотря на то, что вышеописанные системы до сих пор, по меньшей мере в экспериментах, оказались пригодными для очистки частиц сажи, реализация этой концепции для серийного производства автомобилей представляет собой большой вызов. Это относится, прежде всего, к существенно изменяющемуся, временами очень высокому содержанию сажи в ОГ, а также к желательной возможности дооборудования такой системы для существующих в настоящее время систем выпуска ОГ. Прежде всего, в системах выпуска ОГ автомобилей регулярно имеют место импульсно возрастающие количества ОГ, которые, например, в стационарных двигателях внутреннего сгорания, которые применяются для генерирования тока, не возникают. Кроме того, системы выпуска ОГ, например, в связи с неровностями грунта, подвержены механическим нагрузкам, например, в результате ударов и т.п. Кроме того, необходимо учитывать, что с повышенной производительностью таких систем выпуска ОГ относительно устранения частиц сажи также необходима (периодическая или непрерывная) регенерация фильтрационных систем, при которой сажа переводится в газообразные компоненты.

Что касается регенерации фильтрационных систем, наряду с прерывистой регенерацией посредством кратковременного нагрева, то есть сжигания сажи (каталитически мотивированное, окислительное преобразование), также известно преобразование сажи посредством диоксида азота (NO_2). Преимущество непрерывной регенерации диоксидом азота состоит в том, что здесь преобразование сажи может происходить уже при явно более низких температурах, прежде всего меньше 250°C . По этой причине непрерывная регенерация во многих случаях применения является предпочтительной. Однако, это приводит к той проблеме, что должно быть обеспечено, чтобы диоксид азота в потоке ОГ контактировал с отложившимися частицами сажи в достаточном объеме.

Также и в этой связи получаются технические трудности при реализации длительной эксплуатации таких систем выпуска ОГ в автомобилях, при которой различные нагрузки двигателей внутреннего сгорания ведут к различным потокам ОГ, составам ОГ и температурам.

Исходя из этого, задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы, по меньшей мере частично, решить описанные со ссылкой на уровень техники проблемы. Прежде всего, должно быть разработано устройство для очистки содержащих частицы сажи ОГ, которое равным образом обеспечивает высокое сепарирующее действие для частиц сажи и является хорошо регенерируемым. Также должен быть указан соответствующий способ преобразования частиц сажи ОГ. Устройство, а также способ должны легко интегрироваться в существующие мобильные системы выпуска ОГ и равным образом быть экономичными в изготовлении.

Эти задачи решены с помощью устройства согласно признакам пункта 1 формулы изобретения, а также с помощью способа преобразования частиц сажи ОГ согласно шагам пункта 11 формулы изобретения. Другие благоприятные варианты изобретения указаны в сформулированных как зависимые пункты формулы изобретения. Следует указать на то, что приведенные в формуле изобретения отдельно признаки могут быть любым, технологически рациональным образом комбинированы друг с другом и показывают другие варианты осуществления изобретения. Описание, прежде всего, в связи с фигурами, поясняет изобретение и указывает дополнительные примеры осуществления.

Изобретение относится к устройству для очистки содержащих частицы сажи ОГ, содержащее, по меньшей мере:

- по меньшей мере один ионизирующий элемент для ионизации частиц сажи,
 - по меньшей мере одно сепарационное устройство, содержащее по меньшей мере один поверхностный сепаратор для осаждения ионизированных частиц сажи,
- при этом по меньшей мере одно сепарационное устройство имеет по меньшей мере две, по меньшей мере частично, электрически проводящих и взаимно электрически изолированных области нейтрализации для нейтрализации ионизированных частиц сажи.

Предложенное здесь устройство может быть, прежде всего, частью системы выпуска ОГ автомобиля, который имеет дизельный двигатель. Но устройство также может быть предоставлено в распоряжение в виде модульного узла для системы выпуска ОГ.

Кроме того, предусмотрен, предпочтительно, по меньшей мере один источник диоксида азота и/или по меньшей мере один источник кислорода, прежде всего вверх по потоку от сепарационного устройства. Таким источником диоксида азота является, например, каталитический конвертер, который (вместе с другими компонентами ОГ,

прежде всего кислородом) способствует преобразованию содержащихся в ОГ оксидов азота (прежде всего, монооксида азота NO) в диоксид азота. В принципе, могут иметься и несколько таких источников диоксида азота, но это является настоятельно необходимым. Обычно, источник диоксида азота может быть реализован с каталитическим конвертером, который имеет сотовое тело с покрытием, при этом покрытие имеет платину, родий, палладий или тому подобное. Следовательно, источник диоксида азота подключен за двигателем внутреннего сгорания, то есть находится, по меньшей мере частично, в системе выпуска ОГ. Альтернативно, источник диоксида азота может быть также реализован с помощью предусмотренных внутри двигателя мер на двигателе внутреннего сгорания. Например, на двигателе внутреннего сгорания в качестве предусмотренной внутри двигателя меры может быть реализована рециркуляция ОГ.

В то время как источник диоксида азота, например, предпочтительно применяется при относительно «холодных системах выпуска ОГ» (например, применение в дизельных двигателях), может быть также проведено окислительное преобразование частиц сажи с помощью кислорода от источника кислорода при более высоких температурах (например, применение в бензиновых двигателях). Предпочтительно, в качестве источника кислорода рассматриваются, например, сам двигатель внутреннего сгорания или так называемый впуск вторичного воздуха, то есть, прежде всего, подача содержащего кислород газа в выпускной трубопровод. При определенных условиях производить кислород может также химическое преобразование с помощью катализатора, так что и это может рассматриваться как источник кислорода.

Предпочтительным является, прежде всего, устройство, которое в качестве альтернативы имеет по меньшей мере один источник диоксида азота или по меньшей мере один источник кислорода вверх по потоку от поверхностного сепаратора или сепарационного устройства в выпускном трубопроводе.

Кроме того, предусмотрен по меньшей мере один ионизирующий элемент для ионизации частиц сажи. При этом является предпочтительным, что ОГ сначала достигает источника диоксида азота, до того как он достигнет участка устройства по меньшей мере с одним ионизирующим элементом. Предпочтительно, ионизирующий элемент содержит ионизирующий электрод или же множество ионизирующих электродов. По меньшей мере один ионизирующий элемент соединен с источником напряжения, прежде всего с источником высокого напряжения. Источник высокого напряжения - это источник напряжения, который создает электрические напряжения по меньшей мере в 5 кВ (киловольт, 5000 вольт). Напряжение может быть также регулируемым с помощью блока управления. В принципе, может быть обеспечен источник напряжения постоянного тока или источник напряжения переменного тока. Предпочтительно, ионизирующий электрод является коронирующим электродом, который выполнен почти точечным или линейным. Почти точечный коронирующий электрод может быть, например, острием проволоки. Линейный коронирующий электрод может быть, например, действующей вдоль своей длины как коронирующий электрод проволокой. Напротив ионизирующего электрода предусмотрен соответствующий противоэлектрод. Между ионизирующим электродом и противоэлектродом может образовываться электрическое поле. Обычно, почти точечный или линейный коронирующий электрод имеет значительно меньшую поверхность по сравнению с противоэлектродом. По этой причине электрическое поле, которое образуется между ионизирующим электродом и противоэлектродом,

концентрируется вокруг ионизирующего электрода очень сильно, так что из ионизирующего электрода могут выходить заряды. Предпочтительно, электрические потенциалы ионизирующего электрода и противоиэлектрода устроены так, что из ионизирующего электрода выходят отрицательные заряды. Отрицательные заряды
 5 обычно более подвижны, чем положительные заряды. Эти заряды приходят в контакт с частицами сажи в ОГ, когда ОГ проходят ионизирующий элемент. При этом частицы сажи электрически заряжаются. Тогда также говорят об ионизированных частицах сажи.

Смыслу изобретения соответствует поверхностный сепаратор, прежде всего устройство, в котором частицы сажи сепарируются по существу вблизи от (3-мерной) поверхности. Тогда не являются поверхностными сепараторами, например, конструктивные детали, при которых имеется практически только линейная область осаждения для частиц (сито, решетка и т.п.). Типичными поверхностными
 15 сепараторами являются компоненты для очистки ОГ, которые имеют выполненные по типу каналов или хаотические поверхности, которые образованы, например, в сотовых структурах. При этом предпочтительными являются открытые сепараторы или же фильтры побочного потока, которые являются проходимыми для ОГ, без того, что ОГ должен проходить фильтрационную стенку. Однако, поверхностные сепараторы могут быть также пористыми стеночными фильтрами или фильтрами с
 20 высокой проницаемостью фильтрующего материала.

Кроме того, предусмотрено по меньшей мере одно сепарационное устройство, имеющее по меньшей мере один поверхностный сепаратор. Этот поверхностный
 25 сепаратор имеет площадь поперечного сечения и длину. Поверхностный сепаратор может быть, например, металлическим или керамическим сотовым телом с каналами, которые простираются от входной поверхности до выходной поверхности. Каналы такого поверхностного сепаратора имеют стенки, на которых могут осаждаться частицы сажи. Предпочтительными являются поверхностные сепараторы, у которых
 30 предусмотрено множество каналов, например по меньшей мере 30, по меньшей мере 50 или даже по меньшей мере 100. Понятием «поверхностный сепаратор» выражается то, что для осаждения частиц сажи обеспечивается (прежде всего, и по отношению к его объему) очень большая поверхность. В противоположность известным вариантам, в которых частицы сажи агломерировались по возможности друг на друге на узко ограниченном пространстве, здесь целью является то, чтобы
 35 распределить частицы сажи на большой площади по поверхностям образованных каналами стенок каналов. Однако при этом не следует исключать, что частицы сажи будут осаждаться, например, и внутри пористой стенки канала. То есть, в качестве подходящих для осаждения поверхностей здесь могут рассматриваться, прежде всего, расположенные снаружи и расположенные внутри поверхности стенок каналов. Под
 40 понятием «канал» подразумевается, прежде всего, отграниченный путь потока, протяженность которого явно длиннее, чем его диаметр, при этом диаметр, прежде всего, явно больше, чем обычные размеры частиц сажи. Даже если для некоторых целей является достаточным образовывать отдельные и разделенные каналы, могут быть, тем не менее, обеспечены и сообщающиеся каналы, при которых является возможным обмен частичными потоками ОГ (например, через отверстия в стенках
 45 каналов).

В соответствии с одним усовершенствованием устройства сепарационное устройство выполнено кольцеобразным. Прежде всего, сепарационное устройство
 50 расположено кольцеобразно вокруг первоначального центрального направления

потока ОГ, так что ОГ для протекания через сепарационное устройство, по меньшей мере частично, отклоняются. Таким образом, сепарационное устройство, прежде всего, интегрировано в выполненном кольцеобразно носителе катализатора. Тогда, прежде всего, является возможным проводить центральный поток ОГ с повышенной
5 концентрацией частиц и одновременно внешний поток ОГ с пониженной концентрацией частиц направлять в носитель катализатора, например, катализатор селективного каталитического восстановления.

Для того чтобы не происходило осаждение частиц сажи только в одной плоскости перпендикулярно направлению потока (как в случае с решеткой), по меньшей мере
10 один поверхностный сепаратор имеет по меньшей мере две, по меньшей мере частично, электрически проводящих электрически изолированных друг от друга области нейтрализации для нейтрализации ионизированных частиц сажи.

Предпочтительно, ионизированные частицы сажи осаждаются на противоположно
15 заряженных поверхностях или же на нейтрально заряженных поверхностях.

Области нейтрализации за счет соединения с источником напряжения или электрическим заземлением могут иметь определенный электрический потенциал и таким образом быть электрически заряженными. В связи с имеющимся от источника
20 напряжения или заземления электрическим потенциалом на одной области нейтрализации на этой области нейтрализации имеется электрический заряд. Таким образом, при контакте электрически заряженных частиц сажи на поверхности поверхностного сепаратора в области нейтрализации может происходить электрическая нейтрализация или же деионизация частиц сажи. Ионизированные или
25 же электрически заряженные частицы сажи и на расстояниях притягиваются или отталкиваются электрическими силами таких областей нейтрализации.

Области нейтрализации сепарационного устройства также могут одновременно, по меньшей мере частично, образовывать противэлектрод ионизирующего элемента.

Между по меньшей мере одним ионизирующим элементом и по меньшей мере
30 одним сепарационным устройством или же областью нейтрализации по меньшей мере одного сепарационного устройства регулярно образуется электрическое поле. Это электрическое поле так простирается, прежде всего, так в направлении системы выпуска ОГ или же в направлении потока ОГ, что электрически заряженные частицы
35 сажи электрическим полем затягиваются в направлении потока, при этом ОГ достигает сначала по меньшей мере одного ионизирующего элемента, а затем по меньшей мере одного сепарационного устройства с его областями нейтрализации. Таким образом по меньшей мере один ионизирующий элемент и области
40 нейтрализации расположены в направлении потока ОГ друг за другом, прежде всего, на расстоянии несколько см (сантиметров), как, например, по меньшей мере 5 см, по меньшей мере 15 см или даже по меньшей мере 30 см.

Альтернативно, также является возможным, что ионизирующий элемент и сепарационное устройство и образованные на нем области нейтрализации
45 электрически являются независимыми друг от друга. При этом ионизированные частицы сажи потоком ОГ транспортируются от ионизирующего элемента независимо от имеющегося при определенных условиях электрического поля в сепарационное устройство. При этом является предпочтительным, что между по меньшей мере одним
50 ионизирующим элементом и областями нейтрализации отсутствует электрическое поле. Более того, при таком варианте ионизирующий элемент и сепарационное устройство со своими областями нейтрализации для нейтрализации ионизированных частиц сажи являются соответственно отделенными друг от друга системами, которые

можно понимать как так называемые «системы черного ящика». Тогда соответствующие точные технические способы и системы, с помощью которых в ионизирующем элементе происходит ионизация или же в поверхностном сепараторе происходит осаждение ионизированных частиц сажи, могут быть выбраны специалистом как угодно и независимо друг от друга.

За счет выполнения двух электрически изолированных друг от друга областей нейтрализации по меньшей мере на одном сепарационном устройстве является возможным оказывать влияние на распределение частиц сажи в поверхностном сепараторе. Например, область нейтрализации может быть выполнена так, что нейтрализация ионизированных частиц сажи в этой области происходит только до определенной предельной загрузки поверхностного сепаратора частицами сажи.

Для достижения как можно более равномерного осаждения частиц сажи в поверхностном сепараторе форма, размер и количество областей нейтрализации, а также сам поверхностный сепаратор могут быть соответственно адаптированными. Также является возможным подключить отдельные электрически изолированные друг от друга области нейтрализации по-разному с источниками напряжения и/или электрическими заземлениями. Дополнительно, электрическая сила поля может быть смоделирована между областями нейтрализации и ионизирующим элементом для того, чтобы оказывать влияние на осаждение ионизированных частиц сажи в поверхностном сепараторе.

В соответствии с одним предпочтительным вариантом рассматриваемого здесь устройства области нейтрализации являются соотносимыми с соответственно частичными областями по меньшей мере одного поверхностного сепаратора.

Является предпочтительным, что поверхностный сепаратор является, по меньшей мере частично, электрически проводящим, так что имеющийся на ионизированных частицах сажи электрический заряд, который при осаждении частиц сажи на поверхностном сепараторе, по меньшей мере частично, переходит на поверхностный сепаратор, может уходить из него. Электрически изолированный поверхностный сепаратор в результате осаждения ионизированных частиц сажи получает на длительное время электрический заряд, который может удерживать другие заряженные ионизированные частицы сажи от осаждения. Такой поверхностный сепаратор может иметь несколько частичных областей, которые соответственно являются электрически проводящими и образуют соответственно одну область нейтрализации поверхностного сепаратора, при этом эти электрически проводящие частичные области электрически изолированы друг от друга.

Альтернативно, также является возможным, что области нейтрализации не являются соотносимыми с частичными областями поверхностного сепаратора, а, например, расположены в качестве плоскостных электродов вокруг поверхностного сепаратора. При таком расположении предпочтительно предусмотрен электрически непроводящий поверхностный сепаратор. Например, области нейтрализации могут быть расположены таким образом, что в поверхностном сепараторе имеется направленное перпендикулярно направлению потока ОГ электрическое поле. Электрически заряженные частицы сажи поворачиваются таким электрическим полем поперек направления потока ОГ и так перемещаются в направлении стенок каналов или же поверхностей поверхностного сепаратора. Электрическая нейтрализация поверхностей поверхностного сепаратора может происходить, например, посредством того, что направленность электрического поля между отдельными областями нейтрализации регулярно изменяется, так что ионизированные частицы сажи

притягиваются в разных направлениях, и заряды взаимно нейтрализуются. Также является возможным, что ионизирующий элемент не всегда производит только ионизированные частицы сажи одинакового заряда, то есть всегда положительно или отрицательно заряженные частицы сажи, а заряды выходящих из ионизирующего элемента частиц сажи регулярно сменяются, так что электрически отрицательно заряженные частицы сажи через короткое время позже нейтрализуются электрически положительно заряженными частицами сажи.

В соответствии с еще одним предпочтительным конструктивным вариантом устройства согласно изобретению с областями нейтрализации соотнесены соответственно средства управления, которые содержат по меньшей мере одно электрическое заземление, регулируемый источник напряжения и/или переключающий элемент.

С помощью таких средств управления электрические свойства областей нейтрализации могут изменяться во времени. Например, является возможным довести одну область нейтрализации или несколько областей нейтрализации до такого электрического потенциала, что на ней или на них происходит сепарация ионизированных частиц сажи. Это может быть реализовано, например, за счет того, что все области нейтрализации посредством отдельных переключающих элементов являются соединяемыми с электрическим заземлением. Также является возможным, что для областей нейтрализации предусмотрены соответственно регулируемые источники напряжения, так что каждая область нейтрализации является доводимой до задаваемого электрического потенциала. Таким образом даже является возможным целенаправленно отклонять частицы сажи из отдельных областей поверхностного сепаратора, чтобы подвести их в другие области поверхностного сепаратора для того, чтобы там достигнуть целенаправленного осаждения.

В соответствии с одним усовершенствованием устройства по меньшей мере две области нейтрализации выполнены в виде кольцеобразных электродов и/или в виде плоскостных контактов.

Если имеются такие электроды, поверхностный сепаратор, предпочтительно, является электрически непроводящим или проводящим только в незначительной мере. Под незначительной проводимостью здесь имеется в виду, что в связи с возникающими в поверхностном сепараторе электрическими токами получается значительное падение напряжения внутри поверхностного сепаратора. В поверхностном сепараторе электрические токи возникают в результате зарядов ионизированных частиц сажи.

Если на устройстве согласно изобретению предусмотрены выполненные в виде кольцеобразных электродов или плоскостных контактов области нейтрализации, они, предпочтительно, расположены соответственно на выходной поверхности и/или на боковой поверхности поверхностного сепаратора. Боковая поверхность - это имеющаяся между входной поверхностью и выходной поверхностью поверхностного сепаратора периферийная поверхность. Предпочтительно, поверхностный сепаратор имеет цилиндрическую форму. Торцевые поверхности цилиндрической формы образуют соответственно входную поверхность и выходную поверхность, а боковая поверхность является периферийной поверхностью цилиндрической формы.

Кольцеобразный электрод может иметь, например, соответствующий диаметру поверхностного сепаратора диаметр и быть расположен на выходной поверхности вдоль периметра сотового тела. Тогда электрическое поле образуется в направлении этого кольцеобразного электрода во внешней области поверхностного сепаратора,

так что ионизированные частицы сажи транспортируются, прежде всего, сюда. Это является особо благоприятным, так как скорость потока ОГ во внешней области поверхностного сепаратора обычно значительно понижена по сравнению с внутренней областью, так что в результате усиленной транспортировки
5 ионизированных частиц сажи во внешнюю область происходит более равномерное осаждение ионизированных частиц сажи в поверхностном сепараторе.

Предпочтительно, плоскостной контакт образован плоскостным образом в выходной области поверхностного сепаратора. За счет этого достигается эффективная
10 транспортировка ионизированных частиц сажи в каналы поверхностного сепаратора.

Кроме того, устройство согласно изобретению является преимущественным, если для каждой области нейтрализации в поверхностном сепараторе предусмотрено сотовое тело. Предпочтительно, такое сотовое тело может быть дискообразным.

Такие сотовые тела могут быть либо электрически проводящими, либо
15 электрически непроводящими. Электрически проводящие сотовые тела предпочтительно являются металлическими или из керамического материала, в который внедрены электрические проводящие структуры, например электрически проводящие волокна, чтобы обеспечить электрическую проводимость. Электрически
20 непроводящие сотовые тела являются, предпочтительно, керамическими сотовыми телами. Если для каждой области нейтрализации предусмотрено свое собственное дискообразное сотовое тело, эти сотовые тела могут быть расположены соответственно на расстоянии друг от друга. Кроме того, может иметься изоляция отдельных сотовых тел от корпуса. Так может быть выполнена изоляция отдельных
25 областей нейтрализации относительно друг друга.

Если отдельные сотовые тела являются непроводящими, предпочтительно, предусмотрено по одному плоскостному контакту на выходных сторонах отдельных сотовых тел. В случае с непроводящими сотовыми телами в качестве области
30 нейтрализации следует рассматривать соответственно только контакт.

Электрически проводящие сотовые тела могут контактироваться как угодно. В результате контакта все электрически проводящее сотовое тело действует как электрод и поэтому в целом является областью нейтрализации. Внутри электрически проводящих сотовых тел, как правило, не образуется электрическое поле, а
35 электрические поля существуют только до внешних поверхностей таких электрически проводящих сотовых тел, так как в электрически проводящем сотовом теле, как правило, имеется единый электрический потенциал. Электрически проводящие сотовые тела следует в каждом случае рассматривать полностью как элемент
40 нейтрализации. Электрически проводящие сотовые тела образованы, прежде всего свиты, намотаны и/или уложены в пачку, например, из металлических слоев, предпочтительно из гладких или волнистых металлических слоев.

Также является возможным применять частично электрически проводящие сотовые тела. Либо проводимость таких частично проводящих сотовых тел может быть
45 ограничена так, что на основе прохождения тока получается перепад напряжения внутри сотового тела, либо сотовое тело может иметь электрически проводящие частичные области и электрически непроводящие частичные области. Например, является возможным предусмотреть проводимость сотового тела в краевой области. Так в краевых областях может быть достигнуто усиленное притяжение
50 ионизированных частиц сажи, и таким образом могут быть компенсированы меньшие количества отложений из-за меньших скоростей ОГ в краевых областях сотового тела.

Кроме того, изобретению соответствует способ преобразования частиц сажи ОГ,

включающий в себя, по меньшей мере, следующие стадии:

а) формирование диоксида азота в ОГ,

б) ионизация частиц сажи посредством по меньшей мере одного ионизирующего элемента,

в) осаждение ионизированных частиц сажи по меньшей мере в одном поверхностном сепараторе по меньшей мере с двумя электрически проводящими областями нейтрализации для нейтрализации ионизированных частиц сажи, и

г) приведение в контакт диоксида азота с осажденными частицами сажи по меньшей мере в одном поверхностном сепараторе,

при этом по меньшей мере две электрически проводящих области нейтрализации имеют соответственно один электрический потенциал, и электрический потенциал по меньшей мере одной области нейтрализации отличается от электрического потенциала остальных областей нейтрализации.

Тем самым, также указывается непрерывная регенерация частиц сажи в предложенном согласно изобретению устройстве. Следует указать на то, что описанные со ссылкой на устройство признаки могут быть привлечены к пояснению способа и наоборот. Способ может быть реализован, прежде всего, с помощью устройства согласно изобретению.

Является предпочтительным, что все стадии а)-г) постоянно осуществляются во время эксплуатации мобильного двигателя внутреннего сгорания.

Кроме того, является предпочтительным, что стадия а) включает в себя обеспечение диоксида азота с помощью соответствующего конвертера ОГ и/или обеспечение диоксида азота с помощью предусмотренных внутри двигателя мер. Предусмотренной внутри двигателя мерой здесь может быть, например, рециркуляция ОГ.

Путем оказания влияния на электрический потенциал областей нейтрализации может быть оказано влияние на осаждение частиц сажи в поверхностном сепараторе.

В способе согласно изобретению предпочтительным является ведение процесса, при котором электрические потенциалы по меньшей мере двух областей нейтрализации установлены таким образом, что частицы сажи осаждаются в поверхностном сепараторе по существу равномерно. Предпочтительно, при этом происходит равномерное осаждение на (или же в) поверхностях поверхностного сепаратора.

Способ согласно изобретению также является особо предпочтительным, если электрические потенциалы областей нейтрализации изменяются во времени.

Например, является возможным снабжать одну область нейтрализации определенным электрическим потенциалом, чтобы здесь сначала достигнуть осаждения

ионизированных частиц сажи, а затем приложить к этой области нейтрализации другой электрический потенциал, чтобы остановить осаждение ионизированных частиц сажи вблизи от этой области нейтрализации. Одновременно к другой области нейтрализации может быть приложен электрический потенциал, чтобы здесь достигнуть осаждения или же благоприятствовать осаждению ионизированных частиц сажи.

Возможны разные образы действия, чтобы путем изменения электрических потенциалов во времени благоприятствовать выравниванию осаждения ионизированных частиц сажи в областях нейтрализации.

В первом варианте осуществления способа согласно изобретению электрические потенциалы областей нейтрализации изменяются с высокими частотами, например, с частотами выше 10 кГц, 20 кГц или даже 50 кГц (высокочастотное изменение). При этом варианте осуществления происходит в каждый момент времени по существу

равномерное осаждение ионизированных частиц сажи на всех поверхностях поверхностного сепаратора.

Во втором варианте осуществления электрические потенциалы отдельных областей нейтрализации изменяются с низкими частотами. Например, электрические потенциалы отдельных областей нейтрализации могут изменяться максимально один раз в минуту, предпочтительно максимально один раз в 2 минуты и, прежде всего, максимально один раз в 5 минут (низкочастотное изменение с частотами ниже одного герца [1/секунда]). При этом варианте осуществления происходит соответственно осаждение частиц сажи участками в поверхностном сепараторе, и осаждение происходит равномерно по всему поверхностному сепаратору при рассмотрении в течение относительно длительного периода времени.

Кроме того, способ согласно изобретению является преимущественным, если области нейтрализации являются соотносимыми с соответственно частичными областями поверхностного сепаратора, и одна область нейтрализации деактивируется, если в приданной частичной области поверхностного сепаратора была превышена максимальная нагрузка частицами сажи.

При этом ведении процесса, предпочтительно, всегда только одна область нейтрализации одновременно соединена с заземляющим электродом, и в соотнесенной частичной области происходит осаждение ионизированных частиц сажи. Остальные частичные области электрически заряжаются в результате осаждения ионизированных частиц сажи до такой степени, что другие ионизированные частицы сажи в этих частичных областях больше не могут осаждаться, а продвигаются до соответствующей активированной области нейтрализации.

Способ согласно изобретению также является преимущественным, если все области нейтрализации имеют разные электрические потенциалы, и в поверхностном сепараторе вдоль направления потока ОГ существует возрастающее электрическое поле или спадающее электрическое поле.

Для успешного осаждения электрически заряженных частиц сажи в поверхностном сепараторе необходимо, чтобы через поверхностный сепаратор мог утекать электрический заряд осажденных частиц сажи, так как, в противном случае, поверхности поверхностного сепаратора электрически заряжаются. Кроме того, является преимущественным, если электрически проводящее сотовое тело в своей внутренности по существу не имеет электрического поля, пока по сотовому телу не проходит ток. Для того чтобы в электрически проводящем поверхностном сепараторе реализовать возрастающий или спадающий электрический потенциал, необходимо электрически изолировать друг от друга различные частичные области поверхностного сепаратора. С помощью такой системы может быть достигнуто, что электрическое поле в поверхностном сепараторе от входной поверхности к выходной поверхности построено так, что происходит по существу равномерное прилипание ионизированных частиц сажи в поверхностном сепараторе и, прежде всего, по длине поверхностного сепаратора.

Также соответствует изобретению автомобиль, имеющий двигатель внутреннего сгорания с системой выпуска ОГ, имеющей устройство согласно изобретению, или с системой выпуска ОГ, которая предназначена для реализации способа согласно изобретению.

Далее изобретение, а также технический контекст поясняются более подробно на фигурах. Следует указать на то, что фигуры показывают особо предпочтительные варианты осуществления изобретения, которыми оно, однако, не ограничено.

Схематически показано на:

фиг.1: автомобиль, имеющий предпочтительный конструктивный вариант устройства согласно изобретению,

фиг.2: деталь предпочтительного конструктивного варианта устройства согласно изобретению,

фиг.3: продольный разрез через поверхностный сепаратор для предпочтительного конструктивного варианта устройства согласно изобретению,

фиг.4: диаграмма электрического потенциала в предпочтительном конструктивном варианте устройства согласно изобретению во время проведения предпочтительного варианта осуществления способа согласно изобретению,

фиг.5: поперечный разрез через поверхностный сепаратор для еще одного предпочтительного конструктивного варианта устройства согласно изобретению,

фиг.6: продольный разрез через поверхностный сепаратор для еще одного предпочтительного конструктивного варианта устройства согласно изобретению,

фиг.7: продольный разрез через поверхностный сепаратор для еще одного предпочтительного конструктивного варианта устройства согласно изобретению, и
фиг.8: иллюстрация способа согласно изобретению.

На фиг.1 показан автомобиль 16, имеющий двигатель 24 внутреннего сгорания и систему 25 выпуска ОГ с выпускным трубопроводом 29, который, начинаясь от двигателя 24 внутреннего сгорания, является проходным для ОГ двигателя 24 внутреннего сгорания в направлении 23 потока ОГ. На выпускном трубопроводе 29 в системе 25 выпуска ОГ предусмотрено устройство 1 согласно изобретению для очистки содержащих частицы сажи ОГ. Устройство 1 согласно изобретению имеет один за другим в направлении 23 потока ОГ вдоль выпускного трубопровода 29 источник 3 диоксида азота, ионизирующий элемент 4 и поверхностный сепаратор 6. Предпочтительно, поверхностный сепаратор 6 выполнен в виде сотового тела 22, которое имеет каналы 7, которые проходят от входной области 8 к выходной области 9. На поверхностном сепараторе 6 предусмотрены области 5 нейтрализации. Области 5 нейтрализации являются управляемыми с помощью средств 17 управления. Поверхностный сепаратор 6, области 5 нейтрализации и средства 17 управления вместе образуют сепарационное устройство 26. Сепарационное устройство 26 и ионизирующий элемент 4 в одном предпочтительном конструктивном варианте изобретения могут эксплуатироваться в соединении друг с другом, то есть управляться и регулироваться совместно, или же быть двумя соответственно самостоятельными независимо от соответственно другого элемента работающими системами (так называемые «системы черного ящика»), которые могут управляться и регулироваться независимо друг от друга.

На фиг.2 показано устройство 1 согласно изобретению, при этом здесь было уделено особое внимание представлению ионизирующего элемента 4, а источник 3 диоксида азота и сепарационное устройство 26 в выпускном трубопроводе 29 только обозначены. В ионизирующем элементе 4 по фиг.2 предусмотрен коронирующий электрод 31. Между коронирующим электродом 31 и корпусом 30 ионизирующего элемента 4, или же между коронирующим электродом 31 и сепарационным устройством 26 может быть напряжение, которое может быть создано с помощью источника 14 напряжения. Корпус 30 или же сепарационное устройство 26 для этого изолированы от коронирующего электрода 31 посредством электрической изоляции 25. Эта конструкция является не единственно возможной конструкцией для ионизирующего элемента 4. Например, также могут быть предусмотрены

выполненные в виде стержня коронирующие электроды. Также возможными являются конструкции ионизирующих элементов 4, в которых ионизация происходит между двумя плоскостными электродами. При применении способа согласно изобретению произведенный в источнике 3 диоксида азота диоксид азота используется для
 5 регенерации поверхностного сепаратора 6 в сепарационном устройстве 26. При этом посредством реакции с диоксидом азота углерод в частицах сажи в поверхностном сепараторе 6 превращается в диоксид углерода.

Альтернативно источнику 3 диоксида азота, может быть выполнен источник 40
 10 кислорода, который на фиг.2 в качестве альтернативы изображен пунктирной линией соединенным с выпускным трубопроводом 29. Посредством подачи кислорода может происходить регенерация поверхностного сепаратора 6 в сепарационном устройстве 26, при которой происходит окисление углерода до диоксида углерода. Предпочтительным в обоих вариантах является так называемый непрерывный режим
 15 регенерации, при котором (при нормальных рабочих средах в выпускном трубопроводе) непрерывно происходит регенерация по меньшей мере одного поверхностного сепаратора 6.

На фиг.3 показан поверхностный сепаратор 6 для устройства 1 согласно изобретению. Поверхностный сепаратор 6 по фиг.3 состоит из трех расположенных
 20 одно за другим сотовых тел 22. Сотовые тела 21 в каждом случае разнесены между собой на расстояние 20. В общем поверхностный сепаратор 6 имеет длину 11. В поверхностном сепараторе 6 предусмотрено соответственно три частичных области 21, которые в каждом случае соответствуют одному из трех сотовых тел 22.
 25 Каждая частичная область 21 является соотносимой с областью 5 нейтрализации. Поверхностный сепаратор 6 имеет входную область 8 и выходную область 9. Две из областей 5 нейтрализации здесь, в качестве примера, выполнены в виде плоскостного контакта 18. Одна область 5 нейтрализации выполнена в виде кольцеобразного
 30 электрода 12. Области 5 нейтрализации являются в каждом случае управляемыми средствами 17 управления. Средства 17 управления содержат по одному переключающему элементу 28. С помощью переключающих элементов 28 в средствах 17 управления отдельные области нейтрализации могут быть подключены к электрическому заземлению 13. Отдельные сотовые тела 22 имеют соответственно
 35 каналы 7, площадь 10 поперечного сечения и стенки 19 каналов. Стенки 19 каналов здесь образованы из волнистой металлической фольги 36 и нетканого материала 27. На нетканом материале 27 может особо хорошо происходить осаждение частиц сажи. Осаждение будет частично происходить и в нетканом материале 27. Поэтому
 40 нетканый материал является составной частью поверхностного сепаратора 6.

На фиг.3 среднее сотовое тело 22 особо сильно наполнено частицами 2 сажи. При рассмотрении из входной области 8, оба передних сотовых тела 22 деактивированы с помощью переключающих элементов 28 в соответствующих элементах 17 управления. Последнее сотовое тело 22 активировано с помощью переключающего элемента 28 в
 45 соответствующем элементе 17 управления. В соответствии с этим по фиг.3 предпочтительно происходит осаждение частиц 2 сажи в последнем сотовом теле 22.

На фиг.4 в качестве примера показан электрический потенциал 37, как он может иметься в устройстве 1 согласно изобретению. На оси 32 напряжения нанесен электрический потенциал 37 по продольной оси 33 устройства согласно изобретению. ОГ протекают через устройство вдоль продольной оси 33 с направлением 23 потока. Сначала имеется потенциал 34 ионизации. Он поддерживается имеющимся на ионизирующем элементе 4 ионизирующим напряжением. Затем потенциал повышается

вдоль продольной оси 33 и направления 23 потока ОГ до входной области 8 в поверхностный сепаратор 6. В поверхностном сепараторе 6 потенциал 37 возрастает ступенчато. Например, предусмотрены отдельные электрически проводящие сотовые тела 22 в поверхностном сепараторе 6, и отдельные потенциалы 37 в этих сотовых

5 телах 22 поддерживаются с помощью отдельных источников 14 напряжения в соответствии приданных средствах 17 управления. Внутри электрически проводящих сотовых тел 22 электрического поля не существует, так что здесь потенциалы являются соответственно постоянными. Отдельные сотовые тела 22

10 соответственно разнесены между собой на расстояние 20. Через расстояния 20 в связи с разностью потенциалов отдельных сотовых тел 22 в каждом случае имеется электрическое поле, и потенциал между сотовыми телами непрерывно возрастает.

На фиг.5 показана площадь 10 поперечного сечения поверхностного сепаратора 6. Поверхностный сепаратор 6 по фиг.5 имеет внутри область 5 нейтрализации и на

15 своей внешней поверхности область 5 нейтрализации. Расположенное в поверхностном сепараторе 6 сотовое тело 22 является электрически непроводящим, так что, исходя из внутренней области 5 нейтрализации, в направлении внешней области 5 нейтрализации может образовываться электрическое поле 15. За счет такого

20 электрического поля ионизированные частицы сажи могут транспортироваться из внутренней области поверхностного сепаратора 6 во внешнюю область поверхностного сепаратора 6. С помощью средств 17 управления имеющиеся в соответствии областях 5 нейтрализации напряжения или же потенциалы могут изменяться.

На фиг.6 показан поверхностный сепаратор 6, который по площади 10 поперечного сечения имеет несколько изолированных друг от друга с помощью изоляции 35

частичных областей 21. С частичными областями 21 соответственно соотнесены и плоскостными контактами контактируют области 5 нейтрализации. Области 5

30 нейтрализации имеют соответственно средства 17 управления и источники 14 напряжения. Кроме того, поверхностный сепаратор 6 имеет каналы 7 и стенки 19 каналов из нетканого материала 27. При таком поверхностном сепараторе 6 можно целенаправленно управлять, должно ли осаждение ионизированных частиц сажи происходить в радиальной внешней области 38 или в радиальной внутренней

35 области 39.

На фиг.7 показан поверхностный сепаратор 6, который образован из дискообразных керамических сотовых тел 22. Сотовые тела 22 образуют

соответственно частичные области 21 поверхностного сепаратора 6. Кроме того,

40 сотовые тела 22 разнесены между собой соответственно на расстояние 20 и снабжены плоскостным контактом 18 на своих соответствующих выходных областях 9. Эти контакты 18 образуют области 5 нейтрализации. При этом плоскостные контакты 18 охватывают соответственно всю площадь 10 поперечного сечения поверхностного сепаратора 6. Такой поверхностный сепаратор 6 делает возможным определенное

45 регулирование глубины проникновения ионизированных частиц сажи в поверхностный сепаратор 6.

На фиг.8 еще раз наглядно проиллюстрированы отдельные стадии способа. Здесь на первой стадии оксиды азота (NO_x) или же монооксид азота (NO) с помощью

50 источника диоксида азота (или же соответствующего каталитического покрытия) превращается в диоксид азота (NO_2). Кроме того, происходит ионизация частиц (PM) сажи или же части частиц сажи, так что они имеют электрический заряд. Затем ионизированные или же электрически заряженные частицы (PM^+) сажи равномерно

осаждаются на стенке канала с помощью соответствующих электростатических сил притяжения, при этом это происходит, по возможности, очень равномерно. Более удаленные, при определенных условиях еще электрически заряженные или даже уже нейтрализованные частицы (PM^+/PM) сажи являются свободно доступными для произведенного диоксида азота (NO_2), так что становится возможной простая и эффективная регенерация поверхности осаждения или же фильтрующего материала. В поддержку этого процесса преобразования могут быть также применены катализаторы. После преобразования частиц сажи из поверхностного сепаратора удаляются газообразные компоненты, такие как, например, диоксид углерода (CO_2) и элементарный азот (N_2).

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОЧНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

1	Устройство
2	Частицы сажи
3	Источник диоксида азота
4	Ионизирующий элемент
5	Область нейтрализации
6	Поверхностный сепаратор
7	Канал
8	Входная область
9	Выходная область
10	Площадь поперечного сечения
11	Длина
12	Кольцеобразный электрод
13	Электрическое заземление
14	Источник напряжения
15	Электрическое поле
16	Автомобиль
17	Средство управления
18	Плоскостной контакт
19	Стенка канала
20	Расстояние
21	Частичная область
22	Сотовое тело
23	Направление потока ОГ
24	Двигатель внутреннего сгорания
25	Система выпуска ОГ
26	Сепарационное устройство
27	Нетканый материал
28	Переключающий элемент
29	Выпускной трубопровод
30	Корпус
31	Коронирующий электрод
32	Ось напряжения
33	Продольная ось
34	Ионизирующий потенциал
35	Изоляция
36	Волнистая металлическая фольга
37	Кривая потенциала
38	Радиальная внешняя область
39	Радиальная внутренняя область
40	Источник кислорода

Формула изобретения

1. Устройство (1) для очистки содержащего частицы (2) сажи отработавшего газа (ОГ), содержащее по меньшей мере:

- по меньшей мере один ионизирующий элемент (4) для ионизации частиц (2) сажи,
- по меньшей мере одно сепарационное устройство (26) с поверхностным сепаратором (6) для осаждения ионизированных частиц (2) сажи,

при этом по меньшей мере одно сепарационное устройство (26) имеет по меньшей мере две, по меньшей мере частично, электрически проводящие и изолированные друг от друга области (5) нейтрализации для нейтрализации ионизированных частиц (2) сажи.

2. Устройство (1) по п.1, в котором области (5) нейтрализации являются соотносимыми с соответственно частичными областями (21) по меньшей мере одного поверхностного сепаратора (6).

3. Устройство (1) по п.1, в котором с областями (5) нейтрализации соотнесены соответственно средства (17) управления, которые содержат по меньшей мере одно электрическое заземление (13), регулируемый источник (14) напряжения или переключающий элемент (28).

4. Устройство (1) по п.1, в котором по меньшей мере две области (5) нейтрализации выполнены в виде кольцеобразных электродов (12) и/или в виде плоскостного контакта (18).

5. Устройство (1) по п.1, в котором для каждой области (5) нейтрализации в сепарационном устройстве (26) предусмотрено сотовое тело (22).

6. Устройство (1) по п.1, в котором выполнен по меньшей мере один источник (3) диоксида азота или источник (40) кислорода.

7. Способ преобразования частиц (2) сажи отработавшего газа (ОГ), включающий в себя по меньшей мере следующие шаги:

- а) формирование диоксида азота в ОГ,
- б) ионизация частиц (2) сажи посредством по меньшей мере одного ионизирующего элемента (4),

в) осаждение ионизированных частиц (2) сажи по меньшей мере в одном поверхностном сепараторе (6) по меньшей мере с двумя электрически проводящими областями (5) нейтрализации для нейтрализации ионизированных частиц (2) сажи, и

- г) приведение в контакт диоксида азота с осажденными частицами (2) сажи по меньшей мере в одном поверхностном сепараторе (6),

при этом по меньшей мере две электрически проводящие области (5) нейтрализации имеют соответственно электрический потенциал, и электрический потенциал по меньшей мере одной области (5) нейтрализации отличается от электрического потенциала остальных областей (5) нейтрализации.

8. Способ по п.7, в котором электрические потенциалы по меньшей мере двух областей (5) нейтрализации установлены таким образом, что частицы (2) сажи, по существу, равномерно осаждаются в поверхностном сепараторе (6).

9. Способ по п.7, в котором электрические потенциалы областей (5) нейтрализации изменяют во времени.

10. Способ по п.7, в котором области (5) нейтрализации являются соотносимыми с соответственно частичными областями (21) поверхностного сепаратора (6), и область (5) нейтрализации деактивируют, если в соотнесенной частичной области (21) поверхностного сепаратора (6) была превышена максимальная загрузка частицами (2) сажи.

11. Способ по п.7, в котором все области (5) нейтрализации имеют разные электрические потенциалы, и в поверхностном сепараторе (6) имеется возрастающий вдоль направления (23) потока ОГ электрический потенциал (15).

5 12. Автомобиль (16), имеющий двигатель (24) внутреннего сгорания с системой (25) выпуска отработавшего газа (ОГ), имеющей устройство (1) по одному из пп.1-6, или с системой (25) выпуска ОГ, которая предназначена для осуществления способа по одному из пп.7-11.

10

15

20

25

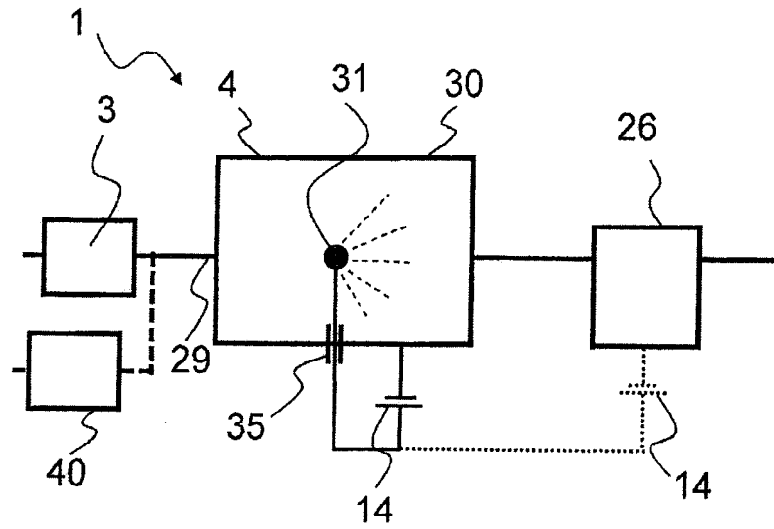
30

35

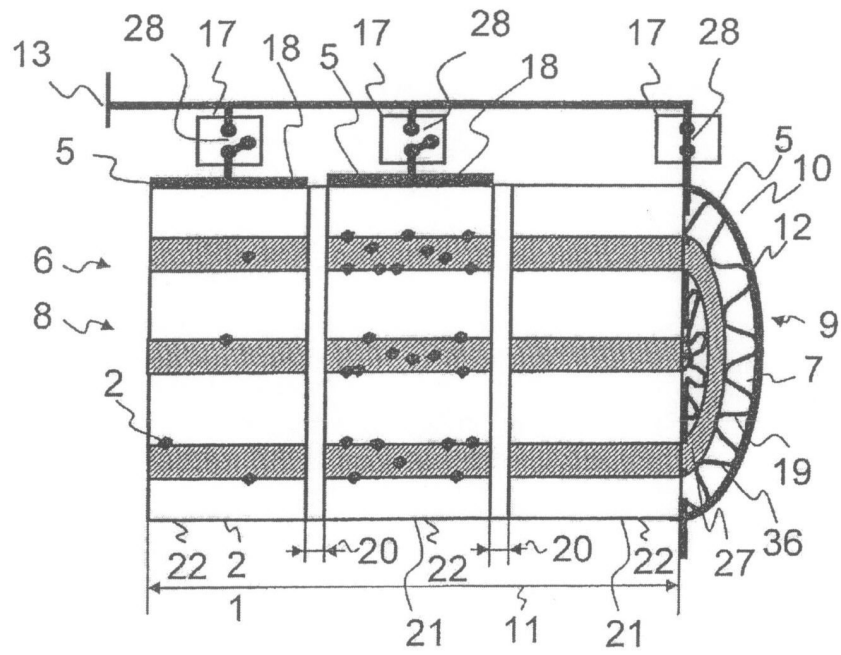
40

45

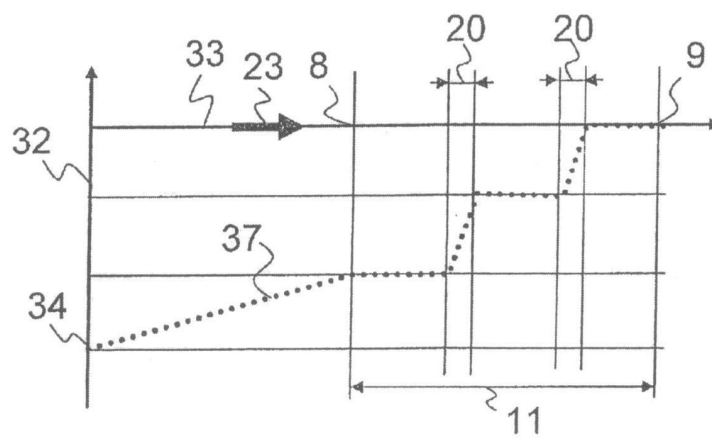
50



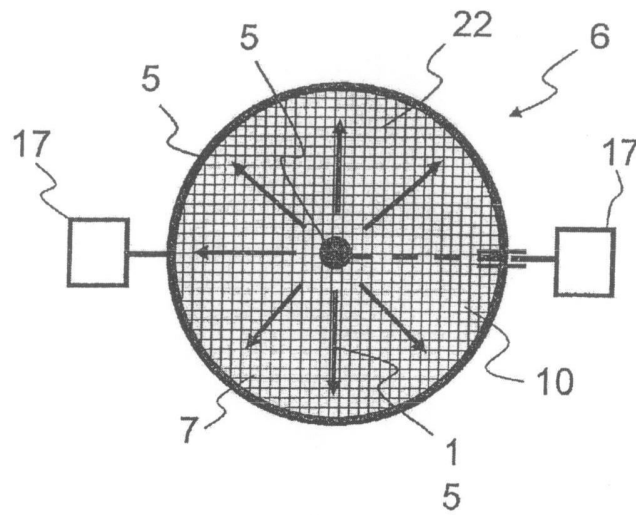
Фиг. 2



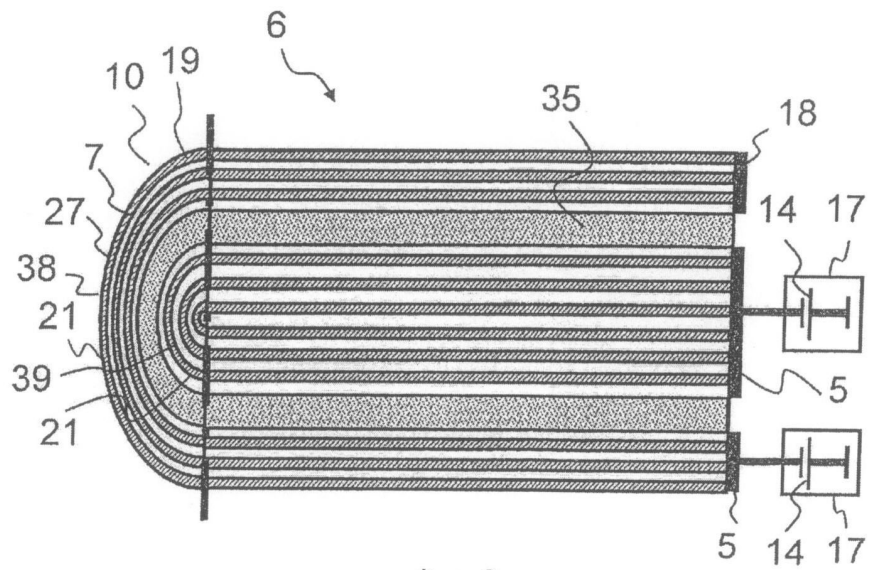
Фиг. 3



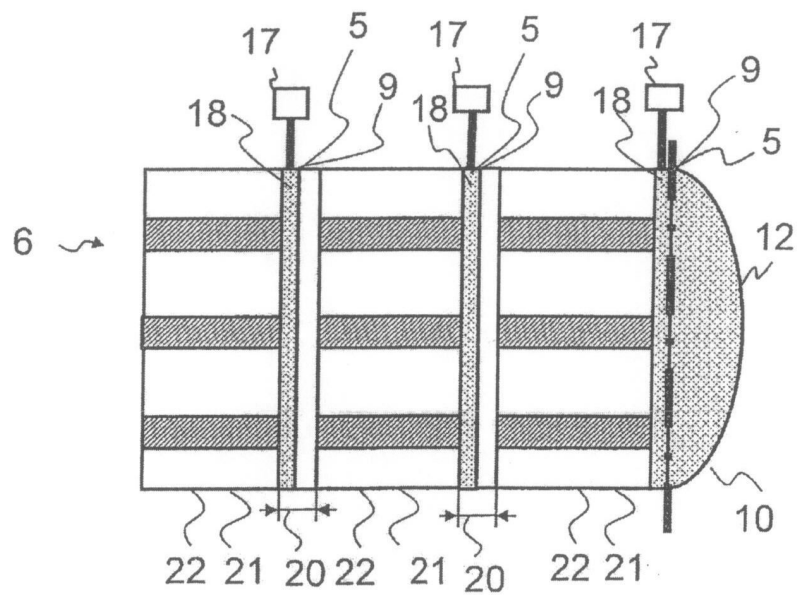
Фиг. 4



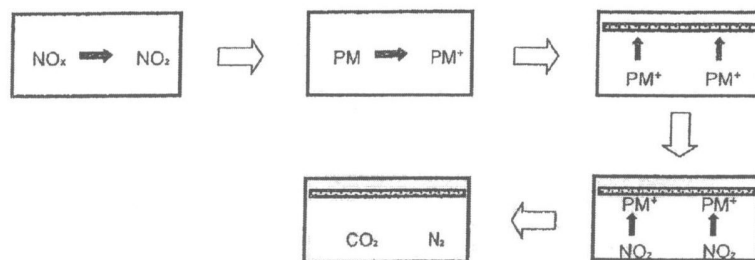
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8