



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.12.2010 Patentblatt 2010/48

(51) Int Cl.:
F23J 3/02 ^(2006.01) **F23J 1/00** ^(2006.01)
F23J 15/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10163248.7**

(22) Anmeldetag: **19.05.2010**

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

(30) Priorität: **30.05.2009 DE 102009023522**

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Zeitler, Ingo**
74379, Ingersheim (DE)
• **Steiner, Dietmar**
73642, Welzheim (DE)
• **Wu, Datong**
75181, Pforzheim (DE)

- **Jennerjahn, Andreas**
99817, Eisenach (DE)
- **Weil, Thomas**
71665, Vaihingen (DE)
- **Gonzalez-Baquet, Tania**
71638, Ludwigsburg (DE)
- **Mock, Ulrike**
75177, Pforzheim (DE)
- **Mildenstein, Tobias**
71642, Ludwigsburg-Poppenweiler (DE)
- **Mielcarek, Paul**
72622, Nuertingen (DE)
- **Hilzinger, Juergen**
71272, Renningen (DE)
- **Bachmann, Oliver**
35452, Heuchelheim (DE)
- **Limbeck, Uwe**
73230, Kirchheim Unter Teck (DE)
- **Krahl, Hans Christian**
69126, Heidelberg (DE)

(54) **Abgasleitung für ein Heizgerät oder eine Verbrennungsmaschine**

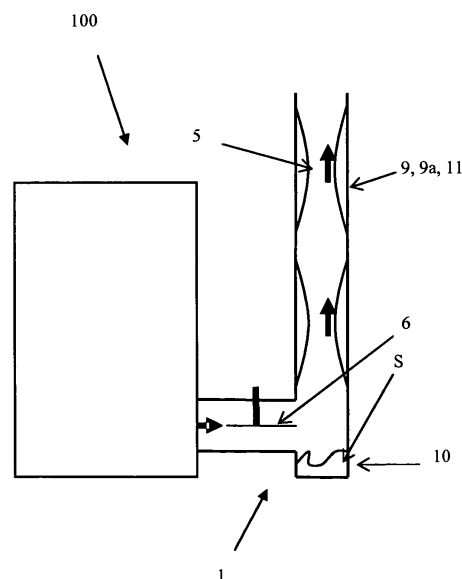
(57) Die Erfindung betrifft eine Abgasleitung zur Ableitung eines partikelbeinhaltenden Abgases aus einem Heizgerät oder einer Verbrennungsmaschine, einen elektrostatischen Abscheider für eine Abgasreinigungsanlage sowie eine Energieerzeugungsanlage mit einer Feinstaub emittierenden Verbrennungsanlage.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Abgasleitung, einen elektrostatischen Abscheider und eine Energieerzeugungsanlage mit einer Feinstaub emittierenden Verbrennungsanlage zu schaffen, die eine Ablagerung von Partikeln auf den Elektroden verhindern oder reduzieren, um die Reinigungs- bzw. Wartungsintervalle sowie die Funktionsdauer zu erhöhen.

Die erfindungsgemäße Abgasleitung ist **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Partikelabweismittel umfasst ist, welches als thermisch induziertes Bewegungselement ausgebildet ist, das sich bei Temperaturänderung verformt und eine Ablagerung von Partikeln des Abgases an der Kanalwandung zumindest teilweise verhindert und/oder anhaftende Partikel zumindest teilweise von der Kanalwandung löst. Insbesondere wird verhindert, dass Partikel sich dauerhaft ablagern. Darüber hinaus kann das Partikelabweismittel das Ablagern von Partikeln an weiteren Komponenten, bei-

spielsweise Komponenten eines elektrostatischen Abscheiders, wirksam reduzieren.

Fig. 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Abgasleitung zur Ableitung eines partikelbeinhaltenden Abgases aus einem Heizgerät oder einer Verbrennungsmaschine, einen elektrostatischen Abscheider für eine Abgasreinigungsanlage sowie eine Energieerzeugungsanlage mit einer Feinstaub emittierenden Verbrennungsanlage.

[0002] Aufgrund der Emissionen von Energieerzeugungsanlagen und globaler Bemühungen, derartige Emissionen zu reduzieren - siehe zum Beispiel das Kyoto-Abkommen - werden bei Energieerzeugungsanlagen (z.B. Heizungsanlagen, Heizgeräte und Verbrennungsmaschinen) entsprechende Abgasreinigungsanlagen verwendet. Diese sollen insbesondere die schädlichen Stoffe und Partikel aus Abgasen herausfiltern, sodass das verbleibende, gereinigte Abgas bedenkenlos an die Umwelt abgegeben werden kann. Insbesondere werden derartige Abgasreinigungsanlagen bei Biomasse-Heizanlagen eingesetzt, bei denen neben ansonsten ökonomischen und ökologischen Vorteilen eine erhöhte Emission an Schadstoffen in den Abgasen auftreten kann. Gerade die relativ hohe Emission an Feinstaub als ein Schadstoffanteil ist bei Biomasse-Heizungsanlagen ein Problem.

[0003] Eine zentrale Komponente zur Ableitung von bei einer Energieerzeugungsanlage entstehenden Verbrennungsabgasen von einem Aufstellraum der Anlage in die freie Umgebung ist die Abgasleitung. Im Zusammenhang mit der hier beschriebenen Erfindung handelt es sich bei Abgasleitungen in der Regel um Rohrleitungen aus Metall oder Kunststoff, die einen Strömungskanal mit einer Kanalwandung und einem Kanalinneren bilden. Auch Abgasreinigungsanlagen und elektrostatische Abscheider umfassen in der Regel einen Strömungskanal mit Kanalwandung und Kanalinnerem bzw. eine Abgasleitung. Sowohl die herkömmlichen Abgasleitungen als auch die Strömungskanäle von Abgasreinigungsanlagen und elektrostatischen Abscheidern verschmutzen im Betrieb. Ein Bestandteil der Verschmutzung sind Feinstaubpartikel aus dem Verbrennungsabgas, die sich an der Kanalwandung ablagern. Um einen Mindestströmungsquerschnitt freizuhalten und eine sichere und vollständige Entfernung der Abgase aus der Energieerzeugungsanlage zu gewährleisten, müssen Abgasleitungen bzw. deren Kanalwandungen regelmäßig gereinigt und von anhaftenden Partikeln befreit werden.

[0004] Aus der EP 1 193 445 A2 ist eine Abgasreinigungsanlage bekannt, welche für Biomasse-Heizungsanlagen zur Verringerung von Feinstaubemission verwendet wird. Die dort beschriebene Vorrichtung ist in einen Rauchgas- bzw. Abgaskanal einbaubar und weist hierzu einen Deckel auf, der gasdicht auf eine zugehörige Öffnung an einem Rauchgaskanal aufsetzbar ist. An der Innenseite des Deckels ist über eine isolierende Halterung eine Sprühelektrode, zum Beispiel in Form eines gespannten Stabes, gehalten. Ein Hochspannungs-Transformator mit Gleichrichterfunktion erlaubt den Auf-

bau einer hohen Gleichspannung zwischen dem Draht und dem Deckel, welcher elektrisch leitend mit dem Ofenrohr verbunden ist, sodass dieses als Kollektorelektrode wirkt.

[0005] Ein derartiger Elektrofilter mit Sprühelektrode und Kollektorelektrode ist auch als elektrostatischer Abscheider bekannt. Dieser wird zur Abgasreinigung in einer Abgasleitung einer Heizungsanlage eingesetzt. Dabei wird durch die Sprühelektrode, welche etwa mittig durch die Abgasleitung verläuft und deshalb auch als Mittelelektrode bezeichnet wird, und eine umgebende Mantelfläche der Abgasleitung ein Kondensator gebildet, der bei einer zylinderrohrförmigen Ausbildung der Abgasleitung auch als Zylinderkondensator bezeichnet wird. Die Sprüh- oder Mittelelektrode weist in der Regel einen kreisförmigen Querschnitt in Strömungsrichtung des Abgases auf, wobei der Durchmesser des Querschnitts oder auch der Krümmungsradius im Allgemeinen relativ klein ausgebildet ist (zum Beispiel kleiner als 0,4 mm). Um nun die Schadstoffe, genauer die nicht an die Umwelt abzugebenden Partikel, des Abgases aus dem Abgasstrom abzuscheiden, wird durch die Mittelelektrode und die durch die Mantelfläche gebildete Kollektorelektrode ein quer zur Strömungsrichtung verlaufendes elektrostatisches Feld mit Feldlinien von der Mittelelektrode zur Kollektorelektrode gebildet. Hierzu wird an die Mittelelektrode eine Hochspannung angelegt, zum Beispiel in dem Bereich von 15 kV. Dadurch bildet sich eine Corona-Entladung aus, durch welche die in dem Abgas durch das Feld strömenden Partikel unipolar aufgeladen werden. Aufgrund dieser Aufladung wandern die meisten der Partikel durch die elektrostatischen Coulomb-Kräfte zur Innenwand (Kanalwandung) der Abgasleitung, welche als Kollektorelektrode dient.

[0006] Wie oben bereits erwähnt, werden die Partikel durch die entlang der Oberfläche der Elektrode sich ausbildende Corona-Entladung elektrostatisch aufgeladen. Dies geschieht auf molekularer Ebene durch folgenden Prozess: Liegt die Elektrode z. B. gegenüber dem Abgasrohr auf negativer Hochspannung, so wird eine große Anzahl von Gasmolekülen negativ aufgeladen. Sie bewegen sich im von der Elektrode sowie dem Abgasrohr (Kanalwandung, Kollektorelektrode) aufgespannten elektrischen Feld in Richtung des Abgasrohres. Treffen diese auf ihrem Weg durch das Abgasrohr auf elektrisch neutrale Partikel, so bleiben sie an diesen haften und laden die bis dahin neutralen Partikel ebenfalls negativ auf. Die geladenen Partikel strömen getrieben durch elektrostatische Ablenkungskräfte zur Innenwand des Abgasrohres. Hier bleiben die Teilchen haften, verlieren ihre Ladung und werden sicher aus dem Abgasstrom entfernt. Dies ist der Kernprozess eines elektrostatischen Abscheiders und führt je nach Geometrie, Höhe des Corona-Stroms, Elektrodenform etc. zu Abscheideraten bis etwa über 90%. Dieser Kernprozess kann durch folgende Effekte gestört werden:

[0007] Bei der Verbrennung entstehen bipolar geladene Partikel. Mittels Boltzmann-Verteilung kann der Anteil

einfach bzw. mehrfach geladener Partikel abgeschätzt werden. Die Verteilung ist symmetrisch, d. h., es entstehen gleich viele positive wie negativ geladene Partikel. Für Bedingungen, wie sie im Abgas von Biomasse-Heizungen vorliegen, tragen zwischen 15 und 20% der Partikel eine elektrische Elementarladung. Die Anzahl geladener Partikel wird durch Koagulation zwar um ca. 10% pro Sekunde reduziert, dennoch liegen am Ort des elektrostatischen Abscheiders (entspricht ca. ein bis zwei Sekunden Flugzeit der Partikel vom Ort der Verbrennung) noch über 10% geladener Partikel vor. Gelangen die geladenen Partikel nun in die Nähe der auf negative Hochspannung liegenden Elektrode der Aufladeeinheit (Einheit Abgasrohr, Elektrode), so werden die negativen Partikel von der Elektrode weg in Richtung Abgasrohrinnen-seite strömen. Die positiven Partikel strömen dagegen auf die Elektrode zu. Hiervon wird ein Teil beim Durchströmen der Aufladeeinheit neutralisiert bzw. negativ umgeladen, der Rest der Partikel gelangt jedoch zur Elektrode und lagert sich dort ab. Über die Betriebsdauer kommt es deshalb zu Funktionseinschränkungen des elektrostatischen Abweisers. Denn der auf der Elektrode abgelagerte Feinstaub verhindert lokal die Ausbildung der Corona. Dadurch verschlechtert sich die elektrische Aufladung der Partikel. Die Abscheideeffizienz des Systems wird degradiert. Zudem existiert in unmittelbarer Nähe der Corona (in einem Radius wenige Millimeter um die Elektrode) ein bipolares Ladungsgebiet. Elektrisch neutrale Partikel, welche dieses Gebiet durchströmen, können auch von einer negativen Elektrode positiv aufgeladen werden. Sie strömen dann auf die Elektrode zu. Ein Teil wird durch die Corona neutralisiert bzw. negativ umgeladen, ein kleiner Rest gelangt jedoch zur Elektrode und lagert sich ebenfalls dort ab.

[0008] Nachteilig an den elektrostatischen Abscheidern gemäß dem Stand der Technik ist, dass es nach einer längeren Betriebszeit aufgrund von Partikelablagerungen zu einer kontinuierlichen Degradation des Corona-Stroms bei konstanter Hochspannung kommt. Dadurch sinkt die Aufladeeffizienz der Elektrode, was wiederum die Abscheideleistung des gesamten Systems verringert. Außerdem verengen die Partikelablagerungen den Strömungsquerschnitt und beeinflussen die sichere und vollständige Entfernung der Abgase aus der Energieerzeugungsanlage. Daher müssen Abgasleitungen bzw. deren Kanalwänden regelmäßig gereinigt und von anhaftenden Partikeln befreit werden.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Abgasleitung zur Ableitung von Abgas aus einer Energieerzeugungsanlage, einen elektrostatischen Abscheider für eine Abgasreinigungsanlage und eine Energieerzeugungsanlage mit einer Feinstaub emittierenden Verbrennungsanlage zu schaffen, die diese Nachteile überwinden und die insbesondere eine Ablagerung von Partikeln auf den Elektroden verhindert oder reduziert, um die Reinigungs- bzw. Wartungsintervalle sowie die Funktionsdauer zu erhöhen.

[0010] Erfindungsgemäß wird dies durch die Gegen-

stände mit den Merkmalen des Patentanspruches 1, des Patentanspruches 9 und des Patentanspruches 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

5 **[0011]** Die erfindungsgemäße Abgasleitung mit einem Strömungskanal mit einer Kanalwandung und einem Kanalinneren zur Ableitung eines partikelbeinhaltenden Abgases aus einer Energieerzeugungsanlage ist **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Partikelabweisemittel umfasst ist, welches als thermisch induziertes Bewegungselement ausgebildet ist, das sich bei Temperaturänderung verformt und eine Ablagerung von Partikeln des Abgases an der Kanalwandung zumindest teilweise verhindert und/oder anhaftende Partikel zumindest teilweise von der Kanalwandung löst. Insbesondere wird verhindert, dass Partikel sich dauerhaft ablagern. Darüber hinaus kann das Partikelabweisemittel das Ablagern von Partikeln an weiteren Komponenten, beispielsweise Komponenten eines elektrostatischen Abscheiders, wirksam reduzieren. Die Verformung des Bewegungselementes ist thermisch induziert, das bedeutet dass eine Temperaturänderung des Bewegungselementes diese Verformung bewirkt. Der Wärmeeintrag, der die Temperaturänderung hervorruft, stammt aus der Abgasströmung in der Abgasleitung. Bei jedem Start und im Betrieb der Energieerzeugungsanlage werden durch Verbrennung eines Energieträgers heiße Abgase erzeugt. Diese strömen von der Energieerzeugungsanlage durch die Abgasleitung in die freie Umgebung. Beim Durchströmen der Abgasleitung erwärmen die Abgase die Bewegungselemente auf eine höhere Temperatur, die Bewegungselemente verformen sich daraufhin. Diese Verformung kann stetig und im Wesentlichen proportional zu einer stetig ansteigenden Temperatur erfolgen, oder sie kann auch verzögert und schlagartig erfolgen.

35 **[0012]** In einer Ausführung ist das Bewegungselement innerhalb des Strömungskanales angeordnet. In einer anderen Ausführung ist es außerhalb des Strömungskanales angeordnet.

40 **[0013]** In einer Ausführung ist das Bewegungselement als ein integraler Abschnitt der Abgasleitung ausgebildet. In einer weiteren Ausführung ist es als eine separate Einheit ausgebildet.

45 **[0014]** Das Bewegungselement bewegt sich relativ zu der Kanalwandung und/oder es bewegt die Abgasleitung beziehungsweise die Kanalwandung relativ zu einer Ruheposition.

50 **[0015]** In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass das Bewegungselement zur Kontaktierung der Abgasleitung beziehungsweise der Kanalwandung ausgebildet ist, um bei einer Bewegung des Bewegungselementes die Kanalwandung zu erschüttern oder in Schwingung versetzt und so anhaftende Partikel von der Kanalwandung zu lösen. In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass das Bewegungselement zur Kontaktierung von an der Kanalwandung anhaftenden Partikeln ausgebildet ist, um bei einer Bewegung des Bewe-

gungselements zumindest teilweise die Partikel von der Kanalwandung zu lösen, abzustreifen und/oder abzubürsten.

[0016] Bei einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Bewegungselement ein geformtes Bimetall umfasst. An das Bimetall können weitere Elemente gekoppelt sein, die durch das Bimetall angetrieben werden. Somit ist eine Bewegung weiterer Elemente oder Mechanismen durch das Bimetall bei Zufuhr bzw. Abfuhr von Wärme initiiert. Das Bewegungselement kann auch das separate Bimetall sein, welches sich entsprechend relativ zu der Kanalwandung bewegt.

[0017] Ein Ausführungsbeispiel der Abgasleitung sieht vor, dass das Bewegungselement als an der Kanalwandung angeordnetes Schnappelement ausgebildet ist, welches thermisch induziert bei Überschreiten einer Grenztemperatur von einer ersten stabilen Position (erste Form) in eine zweite stabile Position (zweite Form) umschnappt (sich verformt), und bei Unterschreiten einer Grenztemperatur von der zweiten stabilen Position in die erste stabile Position umschnappt (sich zurück verformt), um eine Ablagerung von Partikeln an der Kanalwandung zu verhindern. Durch das Umschnappen werden anhaftende Partikel von der Kanalwandung abgeklopft.

[0018] Ein weiteres Ausführungsbeispiel sieht vor, dass das Bewegungselement zumindest teilweise spiralförmig nach Art einer Spiralfeder ausgebildet ist. Eine oder mehrere solcher Spiralfedern können beispielsweise eine Bürste und/oder einen Abstreifer tragen und bei Verformung der Feder anhaftende Partikel von der Kanalwandung abbürsten und/oder abstreifen.

[0019] Das Bewegungselement kann verschiedene Formen aufweisen. Es können mehrere Abschnitte des Bewegungselements als unterschiedliche Bimetalle ausgebildet sein. Das Bimetall kann in verschiedenen Formen vorgeprägt sein, beispielsweise serpentinartig, wellenförmig, sägezahnwellenförmig etc., um entsprechende Deformationen zu realisieren.

[0020] Noch ein weiteres Ausführungsbeispiel sieht vor, dass mindestens ein Partikelabweismittel eine Partikelantihafbeschichtung aufweist, welche ein dauerhaftes Anhaften von Partikeln an dem Partikelabweismittel und/oder der Kanalwandung durch Verminderung von Haftparametern verhindert.

[0021] Der erfindungsgemäße elektrostatische Abscheider für eine Abgasreinigungsanlage mit einer Abgasleitung, umfassend einen Strömungskanal mit einer Kanalwandung und einem Kanalinneren, durch welchen ein partikelbeinhaltenes Abgas in einer Strömungsrichtung strömt, und einer sich in dem Kanalinneren in Strömungsrichtung erstreckenden Elektrode, zur Bildung eines elektrischen Feldes zwischen der Elektrode und der Kanalwandung, ist **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erfindungsgemäße Abgasleitung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.

[0022] Die erfindungsgemäße Energieerzeugungsanlage zur Erzeugung von Energie mittels Verbrennung eines Brennstoffes mit einer Feinstaub emittierenden Ver-

brennungsanlage, wobei partikelbeinhaltenes Abgas entstehen, ist gekennzeichnet durch eine erfindungsgemäße Abgasleitung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 und/oder einen erfindungsgemäßen elektrostatischen Abscheider nach Anspruch 9. Unter Energieerzeugungsanlage wird hier eine Vorrichtung verstanden, mit der Wärmeenergie oder Bewegungsenergie generiert wird, beziehungsweise mit der eine Energieform in eine andere Energieform umgewandelt wird.

[0023] Mit der erfindungsgemäßen Abgasleitung, dem erfindungsgemäßen elektrostatischen Abscheider und der erfindungsgemäßen Energieerzeugungsanlage werden insbesondere die folgenden Vorteile realisiert:

[0024] Eine Vermeidung bzw. Reduzierung von Feinstaubablagerungen auf der Kanalwandung sowie auf der Elektrode wird realisiert. Das System kann zuverlässig durch Bewegen der Partikelabweismittel relativ zu der Kanalwandung entlang der Kanalwandung von Feinstaubablagerungen befreit werden.

[0025] Durch die thermisch induzierte Bewegung des Bimetalls wird eine schnappende bzw. schlagende Bewegung realisiert, die insbesondere durch eine entsprechende Vorprägung des Bimetalls oder des Bimetallstreifens erzielt wird. Durch die Vorprägung bleibt bei Erwärmung bei Heizgerätestart oder Heizgerätebetrieb zuerst die Form des Bimetalls konstant bis die Wärmeenergie ausreicht, um die durch Vorprägung gehemmte Verformung einzuleiten (Knackfrosch-Effekt). Die anschließende Bewegung weist dann eine hohe Beschleunigung auf, welche die Abgasleitung beziehungsweise die Kanalwandung erschüttert und/oder in Schwingung versetzt und zum Entfernen von Partikeln genutzt wird. Umgekehrt wird auch bei Abkühlung nach Abschalten der Heizanlage durch Überspringen der Vorprägung eine schnappende Bewegung ausgelöst. Dies kann beispielsweise durch eine konvexe / konkave Prägung einer Bimetallscheibe erreicht werden. Beim Anheizen bzw. Ausschalten des Ofens durchläuft das Bimetall den Temperaturbereich der schnappenden Verformung. In einer Ausgestaltung ist eine Serie von Vorprägungen für die Partikelabweismittel vorgesehen, welche dann zum Beispiel zickzackförmig ausgebildet sind. Bei jedem Start und Stopp des Ofens wird der leicht anhaftende Feinstaub von der Kanalwandung durch Erschütterung abgeschüttelt. Die Vorprägung ist so zu dimensionieren, dass immer ein entsprechender Abstand zum umgebenden Ofenrohr eingehalten wird. Weiter ist in einer Ausführungsform vorgesehen, dass die Verformung des Bimetalls vorteilhaft eine Art Hammerwerk betätigt, welches die Kanalwandung bei Erwärmung und Abkühlung (Einschalten bzw. Ausschalten des Ofens) einmalig anschlägt und von Staubablagerungen befreit. Zum leichteren Entfernen anhaftender Verschmutzungen ist in einer Ausführungsform alternativ oder zusätzlich die Kanalwandung oder auch das Partikelabweismittel mit einer Antihafschicht versehen, z. B. mit Polyorganosiloxanen, Polysiloxanen, Hybridmaterialien aus anorganischen und organischen Polymeren sowie Beschich-

tungsmaterialien, welche Antihaftpartikel enthalten. Eine entsprechende Dotierung der Silizium-Sauerstoffverbindung gewährleistet eine für den Einsatz als Sprühelektrode ausreichend hohe elektrische Leitfähigkeit bzw. Plasmabeständigkeit. Durch die mechanische Abreinigung durch mindestens ein Bimetall können die Staubanlagerungen an der Kanalwandung periodisch abgeschüttelt werden. Diese Option verbraucht keine zusätzliche Energie, da das Bimetall durch die beim Einschalten bzw. Ausschalten des Ofens erzeugte Temperaturänderung aktiviert wird. Wird die aus Elektrode, Elektrodenzuführung und ggf. Isolation gebildete Aufladeinheit dicht hinter der Heizungsanlage verbaut, können sich aufgrund des heißen Abgases Temperaturen zwischen 200°C (Holzpellet-Heizanlagen) und 400°C (Scheitholzanlagen) einstellen. Außerdem bestehen die emittierten Staubpartikel (vor allen im Fall der Scheitholzverbrennung) aus einem großen Anteil von Kohlenstoff und sind deshalb brennbar. Unter diesen Bedingungen liegt es nahe, die thermische Oxidation als Regenerationsmechanismus der Aufladeinheit vorzusehen. Dieser Abbrand wird gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel durch eine geeignete Beschichtung der Innenwand der Aufladeinheit katalytisch unterstützt. Dies würde sich in einer tieferen Entzündungstemperatur des Rußes manifestieren (ohne katalytische Unterstützung erst bei ca. 600 °C). Falls der katalytische Effekt der Beschichtung nicht ausreicht, könnte der thermische Abbrand der Staubablagerungen extern gezündet werden, z.B. mit einer am Abgasrohr angebrachten Heizspirale. Hier muss jedoch durch geeignete Maßnahmen (z.B. temperaturgesteuerte Abgasklappen) ein kontrollierter Rußabbrand gewährleistet werden. Das Abgassystem könnte sonst thermisch überlastet werden.

[0026] Die Zeichnungen stellen mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung dar und zeigen in den Figuren:

- Fig. 1 schematisch teilweise einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Energieerzeugungsanlage mit elektrostatischem Abscheider,
- Fig. 2 schematisch teilweise einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Energieerzeugungsanlage mit elektrostatischem Abscheider,
- Fig.3 schematisch teilweise einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Energieerzeugungsanlage mit elektrostatischem Abscheider,
- Fig. 4 schematisch in zwei Längsschnitten und einer Draufsicht eine Detailansicht einer Abgasleitung mit bistabilem Bewegungselement,
- Fig. 5 schematisch in zwei Längsschnitten zwei un-

terschiedliche Ausführungsformen der Bewegungselemente,

Fig. 6 schematisch in zwei Draufsichten eine Ausführungsform eines spiralförmigen Bewegungselements in einem kalten und einem erwärmten Zustand und

Fig.7 schematisch in zwei Längsschnitten die Anordnung zweier schraubenförmiger Bewegungselemente in einem kalten und einem erwärmten Zustand.

[0027] Fig. 1 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Energieerzeugungsanlage 100 mit elektrostatischem Abscheider 1 und Abgasleitung 2. Das Heizungssystem 100 ist zur Erzeugung von Energie mittels Verbrennen von einem Energieträger wie Biomasse ausgebildet und umfasst neben dem elektrostatischen Abscheider 1 eine Heizungsanlage 110. Die Heizungsanlage 110 ist als eine Feinstaub emittierende Heizungsanlage wie eine Biomasse-Heizungsanlage zum Verbrennen eines entsprechenden Biomasse-Energieträgers ausgebildet. Bei dieser Verbrennung entstehen partikelbeinhaltende Abgase, die durch ein Abgasrohr oder eine Abgasleitung 2 ausgestoßen werden. Der elektrostatische Abscheider 1 ist in der Abgasleitung 2 einer hier nicht weiter dargestellten Abgasreinigungsanlage angeordnet und umfasst einen Strömungskanal 3. Der Strömungskanal 3 ist als rohrförmiger Abschnitt der Abgasleitung 2 ausgebildet und umfasst eine Kanalwandung 4 und ein Kanalinneres 5. Durch den Strömungskanal 3 strömt das hier durch Pfeile P dargestellte, partikelbeinhaltende Abgas in die ebenfalls durch die Pfeile P dargestellte Strömungsrichtung. Im Inneren des Strömungskanals 3 erstreckt sich in Strömungsrichtung P eine Elektrode 6, die auch als Mittelelektrode, Sprühelektrode oder Coronelektrode bezeichnet wird. Der Strömungskanal 3 ist bevorzugt im Querschnitt in Strömungsrichtung P rotationssymmetrisch um eine Mittelachse (hier nicht dargestellt) ausgebildet. Die Elektrode 6 erstreckt sich im Wesentlichen entlang dieser Mittelachse. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Abgasleitung 2 einen etwa rechtwinklig ausgebildeten Knick auf. Die Elektrode 6 ist in Fig. 1 in dem hier horizontal dargestellten Abschnitt der Abgasleitung 2 ausgebildet. Gespeist wird die Elektrode 6 über eine Elektrodenzuführung 7, welche mit einem Isolator 8 ummantelt ist. Zusammen mit der Kanalwandung 4 bildet die Elektrode 6 eine Aufladeinheit, in welcher Partikel elektrisch aufgeladen werden können. Hierzu bildet die Elektrode 6 mit der Kanalwandung 4 unter Anlegen einer Hochspannung ein elektrisches Feld aus, dessen Feldlinien im Wesentlichen radial zu der Elektrode 6 bzw. der Kanalwandung 4 verlaufen, im Wesentlichen quer, genauer rechtwinklig, zur Strömungsrichtung P.

[0028] Im Bereich der Elektrode 6 lagert sich abhängig

von den Strömungsverhältnissen nur ein kleiner Teil der abzuscheidenden Staubpartikel ab. Der verbleibende Teil wird stromabwärts abgeschieden. Das hier zur Ablagerung notwendige elektrische Feld wird durch die Partikel selbst gebildet. Sie stellen eine Ladungswolke aus unipolar geladenen Teilchen dar, welche durch Anziehungskräfte und Abstoßungskräfte an die Kanalwandung 4 strömen. Die sich bildende Feinstaubschicht S kann sich in Abhängigkeit von Volumenstrom, Partikelkonzentration, Durchmesser des Abgasrohres etc. bis zu mehreren Metern stromabwärts des beschriebenen Filters erstrecken. Der Betrieb des Heizungssystems 100 kann durch eine zu dicke Feinstaubschicht beeinträchtigt werden. Im Bereich der Elektrode 6 liegt ein etwa gleichmäßiges Schichtdickenwachstum vor. Stromabwärts der Elektrode 6 liegt mit zunehmendem Abstand eine exponentielle Abnahme der Schichtdicke vor. Das Profil dieser Schicht S kann unter realen Bedingungen durch strömungsbedingte Verfrachtungen, veränderte Ablagerungscharakteristik sowie erhöhten elektrischen Widerstand für abfließende elektrische Ladungen etc. verflacht werden. Die über die Betriebszeit anwachsende Feinstaubschicht an der inneren Kanalwandung 4 des Abgasrohres 2 führt mit der Zeit zu einer Verengung des Abgasrohrsquerschnitts. Dies führt zu einer Verschlechterung des Abgaszugs und kann damit auf die Verbrennungsbedingungen rückwirken. Im Falle von Scheitholzanlagen mit einem hohen Kohlenstoffanteil der emittierten Partikeln besteht die Gefahr eines Kaminbrandes. Um ein Anhaften der Partikel zu vermeiden oder zu reduzieren, umfasst die Abgasleitung in der dargestellten Ausführungsform in Fig. 1 ein Partikelabweisemittel 9, welches hier nur schematisch dargestellt ist und in der weiteren Figurenbeschreibung ausführlicher dargestellt wird.

[0029] Fig. 2 zeigt schematisch teilweise einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Energieerzeugungsanlage 100 mit elektrostatischem Abscheider 1 und Abgasleitung 2. Gleiche oder ähnliche Teile werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Eine detaillierte Beschreibung bereits beschriebener Bauteile entfällt.

[0030] Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist vom Prinzip gleich aufgebaut wie die Ausführungsform nach Fig. 1, unterscheidet sich lediglich durch die Ausführung des Partikelabweisemittels 9 und eine Auffangvorrichtung 10 für abgeklopfte oder abfallende Partikel. Der elektrostatische Abscheider 1 ist in der Abgasleitung 2 angeordnet und umfasst den Strömungskanal 3. Der Strömungskanal 3 ist als rohrförmiger Abschnitt der Abgasleitung 2 ausgebildet und umfasst die Kanalwandung 4 und das Kanalinnere 5. Durch den Strömungskanal 3 strömt das partikelbeinhaltende Abgas P in die entsprechende Strömungsrichtung. Im Inneren des Strömungskanals 3 erstreckt sich in Strömungsrichtung die Elektrode 6. Gespeist wird die Elektrode 6 über die Elektrodenzuführung 7, welche mit dem Isolator 8 ummantelt ist. Aufgrund der vorhandenen Partikelabweisemittel 9 ist an

der Kanalwandung 4, wie dargestellt, keine Partikelschicht S abgelagert.

[0031] Vorliegend ist das Partikelabweisemittel 9 als Bewegungselement 9a ausgebildet, welches als thermisch induziertes Bewegungselement in Form eines Bimetalls 11 ausgebildet ist. Bei einer entsprechenden Wärmezufuhr oder -abfuhr bewegt sich das Bimetall 11 entsprechend von einer bistabilen Position in eine andere bistabile Position. Das Bewegungselement 9a ist benachbart zu der Kanalwandung 4 ausgebildet und kontaktiert diese zumindest teilweise. Durch die Bewegung und die damit verbundene Schwingung werden an der Kanalwandung 4 anhaftende Partikel mechanisch entfernt oder ein Anhaften verhindert oder reduziert.

[0032] Das Bimetall 11 kann als Bimetallstreifen ausgebildet sein. Bimetallstreifen bestehen aus zwei Schichten unterschiedlicher Metalle, welche miteinander verbunden sind und unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen, wodurch sich das Bimetall bei einer bestimmten Temperaturänderung verformt. Diese Charakteristik wird durch die hier dargestellte Ausführungsform zur periodischen passiven Abreinigung des Abgasrohres einer Biomasse-Heizungsanlage ausgenutzt. Abfallende Partikel werden gemäß der Ausführungsform nach Fig. 2 in der Auffangvorrichtung 10, die beispielsweise als Aschekiste oder dergleichen ausgebildet sein kann, aufgefangen und können über diese entsorgt werden. Die abgeschüttelte herabfallende Feinstaubschicht wird größtenteils vom strömenden Abgasstrom nicht mitgerissen, da die Partikel aufgrund ihrer Größe, die im mm-Bereich liegt, nicht mehr schweben. Sollten dennoch einige wenige das Abgassystem verlassen, so sind sie nicht mehr lungengängig und stellen daher für den Menschen keine Gefahr dar. Um die Elektrode 6 vor den herabfallenden Partikeln zu schützen, ist diese in dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 in einem horizontalen Teil des Abgasrohres angeordnet. Die Partikelabweisemittel 9 sind dagegen in dem daran anschließenden vertikalen Teil des Abgasrohres angeordnet, sodass die abfallenden Partikel nicht die Elektrode 6 beim Herabfallen treffen können. Die Elektrode 6 ist in der Abgasleitung so zu verbauen, dass sie nicht von abgeschüttelten Ablagerungen getroffen werden kann. In einer alternativen Ausführungsform können die Bauteile wie Elektrode 6, HV-Durchführung 7, etc. abgeschirmt bzw. "überdacht" werden, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist.

[0033] Fig. 3 zeigt schematisch teilweise einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizungssystems 100 mit elektrostatischem Abscheider 1 und Abgasleitung 2. Die Elektrode 6 mit Elektrodenzuführung 7 und Isolator 8 ist hier an einem vertikalen Abschnitt des Abgasrohres angeordnet. Um zu vermeiden, dass die abgeschüttelten Staubablagerungen eine Verschmutzung der Elektrode 6 und/oder der HV-Durchführung 7 hervorrufen, weist die Ausführungsform nach Fig. 3 zusätzlich eine Abschirmeinheit 12 auf. Die Abschirmeinheit 12 ist so ausgebildet, dass die Elektrode 6, die Elektrodenzuführung 7 und/oder der

Isolator 8 vor herabfallenden Partikeln geschützt sind.

[0034] Im Übrigen sind die Ausführungsformen nach Fig. 2 und Fig. 3 im Wesentlichen baugleich ausgeführt.

[0035] Fig. 4 zeigt schematisch in zwei Längsschnitten und einer Draufsicht eine Detailsicht eines bistabilen Bewegungselements 9a in einer Abgasleitung 2. In Fig. 4 sind beispielhaft vier Bewegungselemente 9a vorgesehen, von denen in dem Längsschnitt jeweils nur zwei dargestellt sind. Die Bewegungselemente 9a sind an einem vertikalen Abschnitt des Abgasrohres 2 an der Kanalwandung 4 ausgebildet. In dem linken Längsschnitt sind die Bewegungselemente 9a in einer ersten stabilen Position bei niedrigen Temperaturen dargestellt. In dem rechts daneben dargestellten Längsschnitt sind die Bewegungselemente 9a in einem erwärmten Zustand in einer zweiten stabilen Position dargestellt. In der Draufsicht sind die vier Bewegungselemente 9a zu erkennen, wobei diese etwa paarweise gegenüberliegend angeordnet sind. Die Bewegungselemente 9a sind als Bimetall 11 mit bimetallicher Charakteristik ausgebildet. Diese Charakteristik wird durch die dargestellten Bauausführungen zur periodischen passiven Abreinigung des Abgasrohres ausgenutzt. Die Bimetalle 11 sind so ausgebildet, dass der Temperaturbereich, in welchem das jeweilige Bimetall sich verformt (aktiviert wird), bei Einschalten bzw. Ausschalten der entsprechenden Heizungsanlage 110 durchlaufen wird. Diese Vorgänge führen zu einer Temperaturänderung der Abgasrohrumgebung von 150 - 200 K, das heißt einer Temperaturdifferenz zwischen Abgas und Umgebungsluft. Damit die thermisch induzierte Bewegung des Bimetalls 11 eine schnappende, schlagende bzw. plötzliche Verformung aufweist, ist bevorzugt eine Vorprägung vorgesehen. Dadurch bleibt bei Erwärmung zuerst die Form des Bimetalls 11 konstant bis die einwirkende Wärmeenergie ausreicht, um die durch Vorprägung gehemmte Verformung einzuleiten, was auch als Knackfrosch-Effekt bezeichnet wird. Die anschließende Bewegung des Bimetalls 11 weist dann eine hohe Beschleunigung auf. Umgekehrt wird auch bei Abkühlung nach Abschalten der Heizanlage durch Überspringen der Vorprägung eine schnappende Bewegung ausgelöst. Dies kann praktischerweise durch eine konvexe / konkave Prägung von Bimetallsstreifen erreicht werden, wie sie z.B. in automatisch rückstellenden Thermoschutzschaltern verbaut werden. Vorzugsweise sind mehrere von derartigen Bimetallstreifen an der Kanalwandung 4 der Abgasleitung als bistabile schnappende Elemente angebracht, z.B. als breite längliche Streifen entlang der Kanalwandung 4, wie in den Fig. 2 bis 4 schematisch dargestellt. Die Bimetalle 11 sind in einer Ausführungsform zueinander unterschiedlich ausgebildet. Grundsätzlich ist die Form der Bimetalle 11 frei wählbar. In Fig. 5 sind beispielsweise unterschiedliche Ausführungsformen der Bimetalle 11 ausgeführt.

[0036] Fig. 5 zeigt schematisch in zwei Längsschnitten zwei unterschiedliche Ausführungsformen der Bewegungselemente 9a in einer Abgasleitung 2. Die Bewegungselemente 9a sind als Bimetalle 11 mit schnappen-

der Eigenschaft ausgebildet. Im Unterschied zu der Ausführungsform der Bimetalle 11 in Fig. 4 sind hier die schnappenden Elemente als kleine quadratische oder kreisförmige Bleche ausgeführt. Diese sind auf der Innenseite der Kanalwandung 4 verteilt. Beim Anheizen bzw. Ausschalten der Heizungsanlage 110 durchläuft das Bimetall 11 den Temperaturbereich für eine schnappende Verformung. Bei jedem Start und Stopp der Heizungsanlage 110 wird der anhaftende Feinstaub von der Innenfläche des Abgasrohres abgeschüttelt.

[0037] Um ein Anhaften von Partikeln an den Bimetallen 11 bzw. den Partikelabweisemitteln 9 zu verringern, können diese mit einer Partikelantihafbeschichtung beschichtet sein, die hier nicht dargestellt ist. Hierdurch fallen anhaftende Partikel von den Bimetallen 11 ab oder haften erst gar nicht an. Eine Partikelantihafbeschichtung kann beispielsweise Materialien wie Polyorganosiloxane, Polysiloxane, Hybridmaterialien aus anorganischen und organischen Polymeren sowie Beschichtungsmaterialien, welche Antihafpartikel enthalten, umfassen.

[0038] Fig. 6 zeigt schematisch in zwei Draufsichten eine Ausführungsform eines als spiralförmiges Bewegungselement 9a ausgebildeten Partikelabweisemittels 9 in einem kalten und einem erwärmten Zustand. Die in Fig. 6 dargestellte Ausführungsform ist derart ausgebildet, dass eine Temperaturänderung an einer Bimetallspirale 12 oder mehreren Bimetallspiralen 12 eine drehende Bewegung induziert. Eine oder mehrere Bimetallspirale(n) 12 sind hierzu im freien Querschnitt des Abgasrohres an der Kanalwandung 4 untergebracht. Das Zentrum der Bimetallspiralen 12 ist bevorzugt kraftschlüssig mit dem Abgasrohr verbunden. Durch Temperaturänderungen beim Anheizen, Abkühlen bzw. dynamischen Betrieb des Heizungssystems 100 wird am freien äußeren Ende der Bimetallspirale 12 eine langsame stetige Bewegung entlang der Innenseite der Kanalwandung 4 aufgeprägt. Die Bimetallspiralen 12 sind so dimensioniert, dass ihre Enden beim Durchlaufen des für die Heizanlage 110 typischen Temperaturbereichs, in der Regel zwischen beispielsweise 20°C bis 250°C, etwa eine Umdrehung um einen Spiralmittelpunkt ausführen. Werden die freien Enden mehrerer aufeinander folgender Bimetallspiralen 12 mit einem Draht bzw. Flachmaterial von geeigneter Geometrie verbunden und/oder eventuell ergänzend mit einer Bürste 13 versehen, so überstreicht dieses bei einer Temperaturänderung die Innenseite der Kanalwandung 4, wie in Fig. 6 in den beiden Abbildungen schematisch dargestellt. Dadurch wird eine dort anhaftende Feinstaubschicht S abgestreift und fällt bei bevorzugter vertikaler Orientierung des Abgasrohres nach unten in eine geeignete Auffangvorrichtung 10. Die Bimetallspiralen 12 erfahren bei unterschiedlicher Einbaulage in dem Abgasrohr je nach Abstand von der Heizungsanlage 110 unterschiedliche Temperaturänderungen. Deshalb verfügen die Bimetallspiralen über unterschiedliche, geeignet angepasste Ausdehnungskoeffizienten. Damit überstreichen ihre freien Enden beim

Anheizen bzw. Abkühlen ungefähr denselben Weg entlang der Innenseite der Kanalwandung 4 trotz unterschiedlicher Temperaturänderungen. Die Bimetallspirale 12 kann in einer Ebene ausgebildet sein. Alternativ kann die Bimetallspirale 12 schraubenförmig ausgebildet sein, wie beispielsweise das Bewegungselement 9a in der nächsten Fig. 7.

[0039] Fig. 7 zeigt schematisch in zwei Längsschnitten die Anordnung zweier schraubenförmiger Bewegungselemente 9a in einem kalten und einem erwärmten Zustand. In der weiteren Ausführungsform nach Fig. 7 ist vorgesehen, dass die Temperaturänderung eine axiale Ausdehnung eines als Bimetall-Zylinderfeder ausgebildeten Bewegungsmittel 9a induziert. Ein Umfang der Bimetall-Zylinderfeder schmiegt sich an die Innenseite der Kanalwandung 4 an, wobei ein Ende der Bimetall-Zylinderfeder kraftschlüssig mit dem Abgasrohr verbunden ist. Eine Ganghöhe der Bimetall-Zylinderfeder ist so eingestellt, dass die thermische Ausdehnung beim Anheizen des Heizungssystems 100 oder der Heizungsanlage 110 die Bimetall-Zylinderfeder um etwa eine Ganghöhe ausdehnt. Damit ist gewährleistet, dass die gesamte Innenfläche der Kanalwandung 4 im Bereich der Bimetall-Zylinderfeder überstrichen und abgereinigt wird. Die dort anhaftende Feinstaubschicht S wird somit abgestreift und fällt bei bevorzugter vertikaler Orientierung des Abgasrohres nach unten in eine geeignete Auffangvorrichtung 10. Die Bimetall-Zylinderfeder ist in einer Ausführungsform auch noch mit weiteren Bauelementen versehen, welche das Abreinigen bei kleinerer Reibung garantieren, z.B. mit Bürstelementen 13 oder Ähnlichem.

Patentansprüche

1. Abgasleitung (2) mit einem Strömungskanal (3) mit einer Kanalwandung (4) und einem Kanalinneren (5) zur Ableitung eines partikelbeinhaltenden Abgases (P) aus einer Energieerzeugungsanlage (100),
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Partikelabweisemittel (9) umfasst ist, welches als thermisch induziertes Bewegungselement (9a) ausgebildet ist, das sich bei Temperaturänderung verformt und eine Ablagerung von Partikeln des Abgases (P) an der Kanalwandung (4) zumindest teilweise verhindert und/oder anhaftende Partikel (S) zumindest teilweise von der Kanalwandung (4) löst.
2. Abgasleitung (2) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das Bewegungselement (9a) als ein integraler Abschnitt der Abgasleitung (2) ausgebildet ist.
3. Abgasleitung (2) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass das Bewegungselement (9a) als separate Einheit in oder an der Abgasleitung (2) ausgebildet ist.

4. Abgasleitung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass das Bewegungselement (9a) ein geformtes Bimetall (11) umfasst.
5. Abgasleitung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass das Bewegungselement (9a) als an der Kanalwandung (4) angeordnetes Schnappelement (11) ausgebildet ist, welches thermisch induziert bei Überschreiten einer Grenztemperatur von einer ersten stabilen Position in eine zweite stabile Position umschnappt, und bei Unterschreiten einer Grenztemperatur von der zweiten stabilen Position in die erste stabile Position umschnappt.
6. Abgasleitung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass das Bewegungselement (9a) zumindest teilweise spiralförmig nach Art einer Spiralfeder (12) ausgebildet ist.
7. Abgasleitung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Partikelabweisemittel (9) eine Partikelantihafbeschichtung aufweist, welche ein dauerhaftes Anhaften von Partikeln an dem Partikelabweisemittel (9) und/oder der Kanalwandung (4) durch Verminderung von Haftparametern verhindert.
8. Abgasleitung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Auffangvorrichtung (10) vorgesehen ist, welche herabfallende Partikel auffängt und sammelt.
9. Elektrostatischer Abscheider (1) für eine Abgasreinigungsanlage mit einer Abgasleitung (2), umfassend
einen Strömungskanal (3) mit einer Kanalwandung (4) und einem Kanalinneren (5), durch welchen ein partikelbeinhaltendes Abgas (P) in einer Strömungsrichtung strömt, und
einer sich in dem Kanalinneren (5) in Strömungsrichtung (P) erstreckenden Elektrode (6), zur Bildung eines elektrischen Feldes zwischen der Elektrode (6) und der Kanalwandung (4),
dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasleitung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.
10. Energieerzeugungsanlage (100) zur Erzeugung von Energie mittels Verbrennung eines Brennstoffes mit einer Feinstaub emittierenden Verbrennungsanlage (110), wobei partikelbeinhaltende Abgase (P) entstehen, und
einer Abgasleitung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 und/oder
einem elektrostatischen Abscheider (1) nach Anspruch 9.

Fig. 1

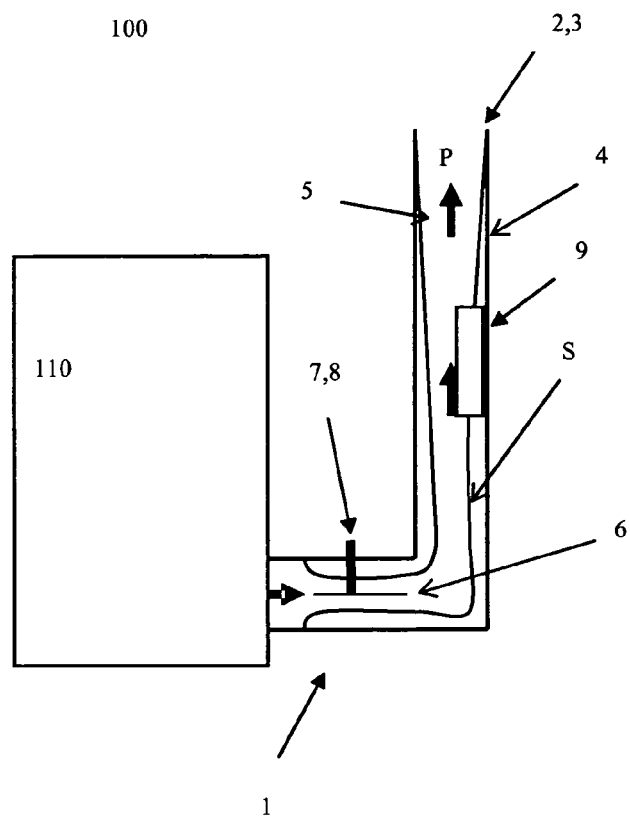


Fig. 2

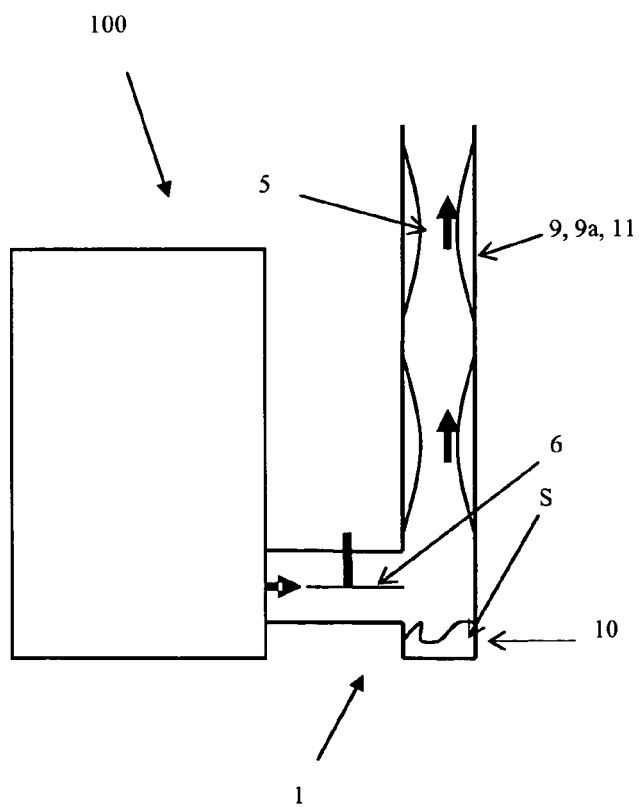


Fig. 3

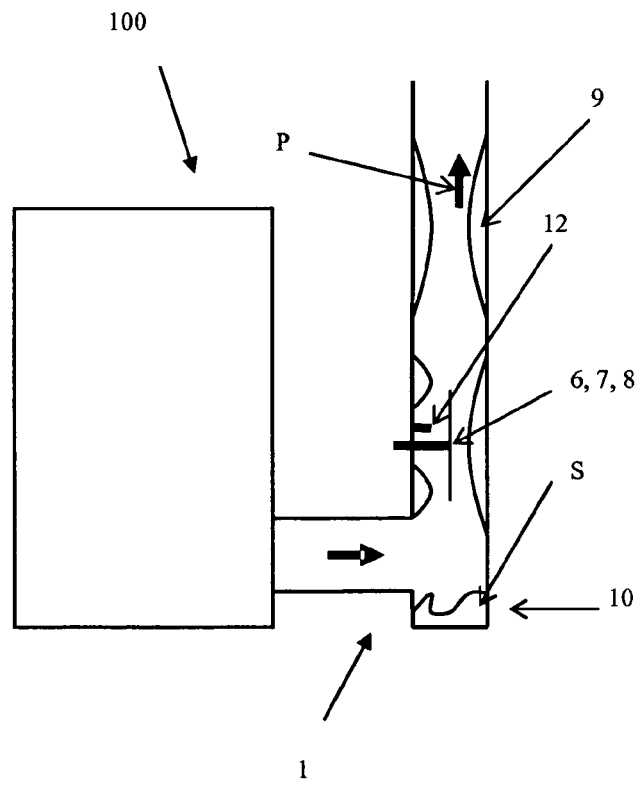


Fig. 4

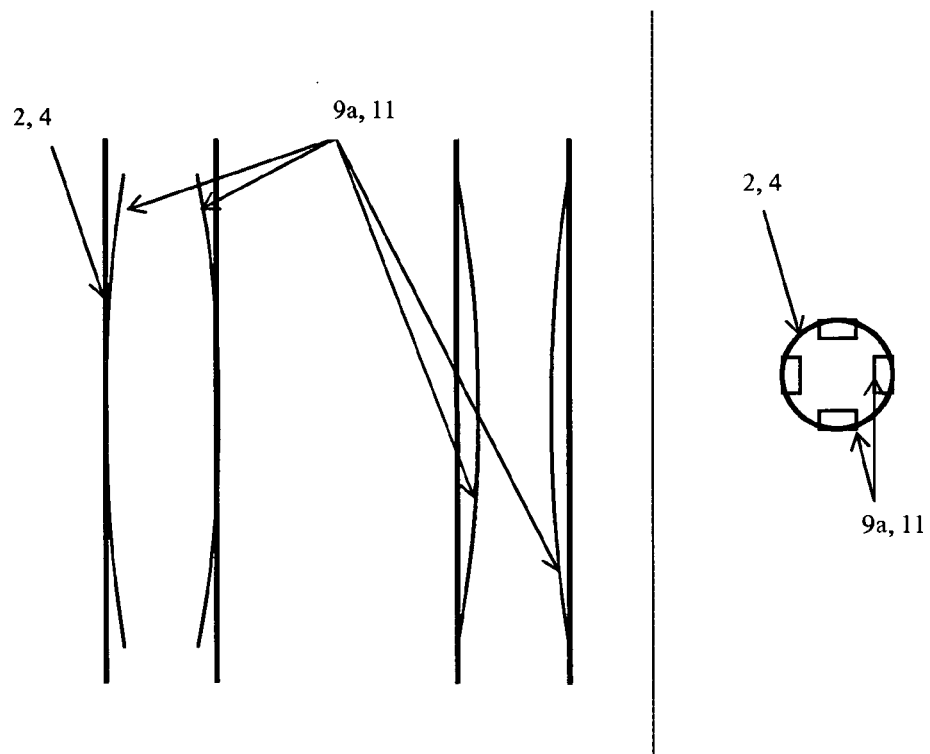


Fig. 5

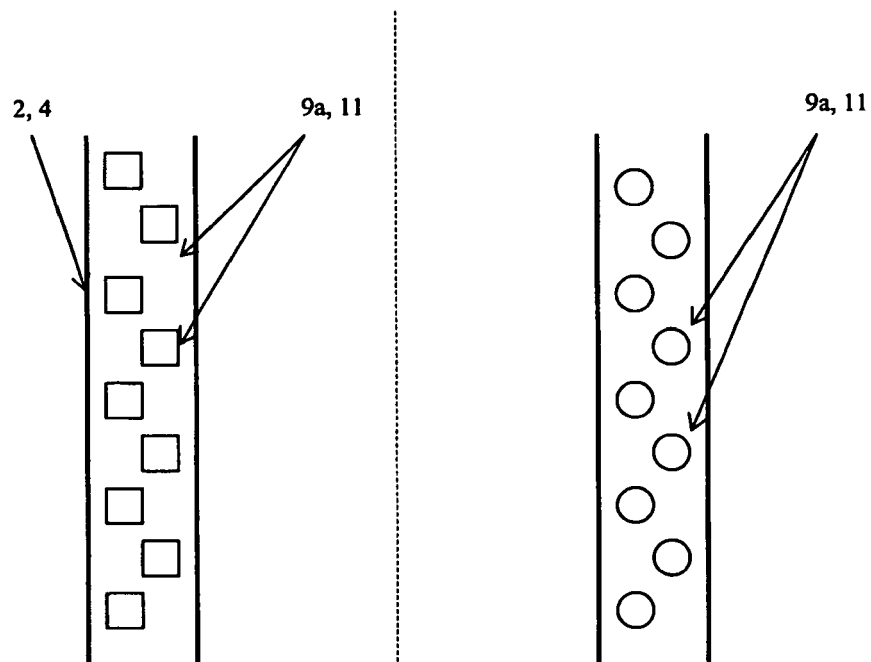


Fig. 6

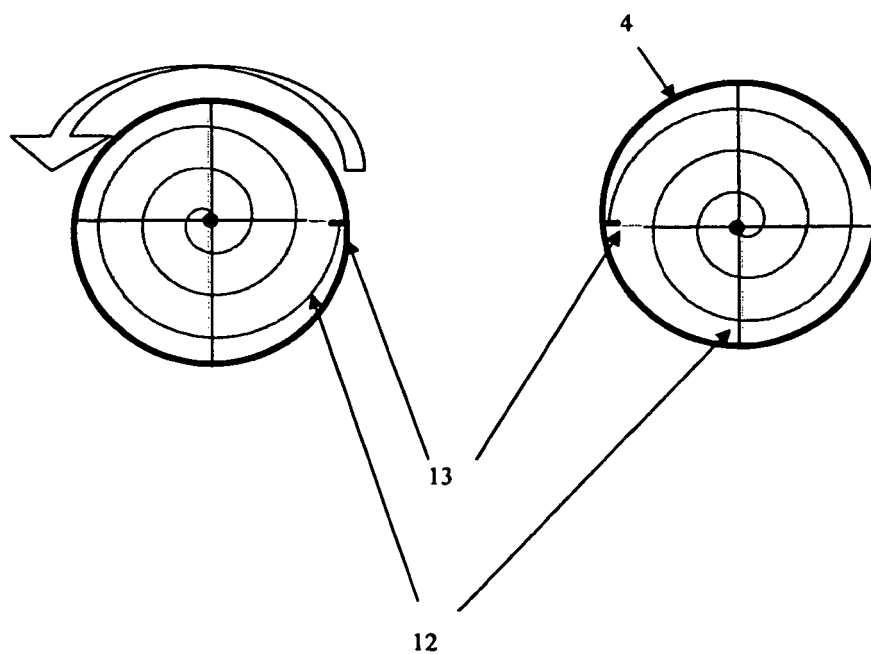
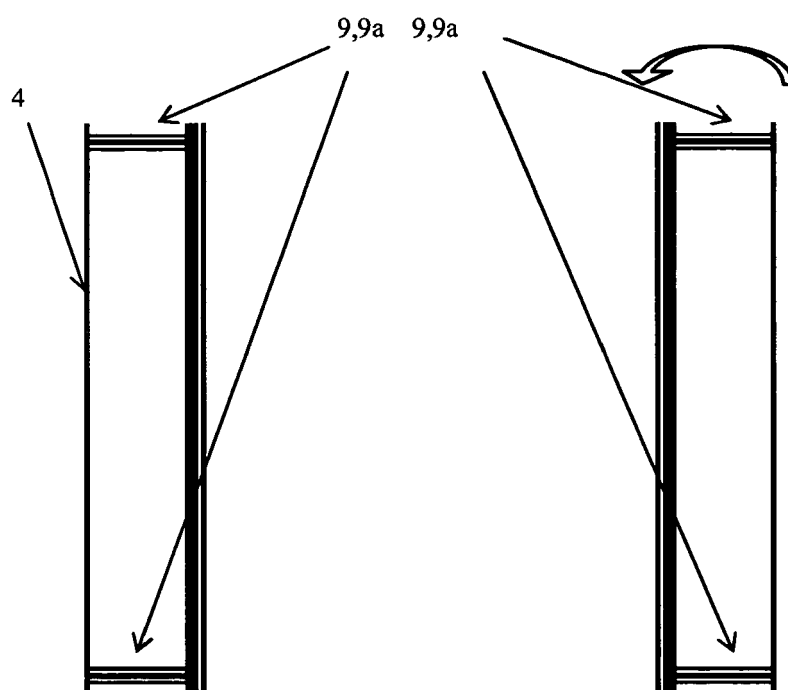


Fig. 7



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 1193445 A2 [0004]