(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 156 895 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
04.11.2015 Patentblatt 2015/45

(51) Int Cl.:
B03C 3/41 *(2006.01)* ***B03C 3/74*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **09167687.4**

(22) Anmeldetag: **12.08.2009**

(54) **Elektrostatischer Abscheider und Heizungssystem**

Electrostatic separator and heating system

Séparateur électrostatique et système de chauffage

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

(30) Priorität: **18.08.2008 DE 102008038236**

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

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
- **Steiner, Dietmar**
  73642, Welzheim (DE)
- **Jennerjahn, Andreas**
  99817, Eisenach (DE)
- **Siegle, Henrik**
  7418 BG, Deventer (DE)
- **Edelbrock, Peter**
  72072, Tuebingen (DE)
- **Kappenstein, Ulrich**
  75438, Knittlingen (DE)
- **Gonzalez-Baquet, Tania**
  70180, Stuttgart (DE)
- **Mock, Ulrike**
  75177, Pforzheim (DE)
- **Diehl, Lothar**
  70839, Gerlingen (DE)
- **Hilzinger, Juergen**
  71272, Renningen (DE)
- **Da Silva, Pedro**
  73230, Kirchheim (DE)
- **Clement, Uwe**
  73114, Schlat (DE)
- **Kratzer, Dietmar**
  71732, Tamm (DE)
- **Bachmann, Oliver**
  35452, Heuchelheim (DE)
- **Kuehn, Christian**
  35764, Sinn (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 587 441
DE-A1- 10 300 549
DE-U1-202007 004 263
JP-A- H1 047 037

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

EP 2 156 895 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen elektrostatischen Abscheider, insbesondere für eine Abgasleitung einer Abgasreinigungsanlage, nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1. Weiter betrifft die Erfindung ein Heizungssystem zur Erzeugung von Energie mittels Verbrennen von einem Energieträger mit einem elektrostatischen Abscheider nach Anspruch 16.

[0002] Aufgrund der Emissionen von Heizungsanlagen und globaler Bemühungen, derartige Emissionen zu reduzieren, wie zum Beispiel das Kyoto-Abkommen, werden bei Heizungsanlagen 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 kann bei Biomasse-Heizungsanlagen problematisch sein.

[0003] 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 Rauchgaskanal 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 HochspannungsTransformator mit Gleichrichterfunktion erlaubt den Aufbau einer hohen Gleichspannung zwischen dem Draht und dem Deckel, welcher elektrisch leitend mit dem Ofenrohr verbunden ist, sodass dieses als Kollektorelektrode wirkt.

[0004] Die DE 20 2007 004 263 U1 beschreibt einen Elektrofilter zur Reinigung von Rauchgasen, der eine spezielle Beschichtung der Abscheideelektrode verwendet, um eine Ablagerung von Partikeln an dieser Elektrode zu verhindern.

[0005] Ein Derartige Elektrofilter mit Sprühelektrode und Kollektorelektrode sind auch als elektrostatische Abscheider bekannt. Diese werden 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 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 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 zum Beispiel 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 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%.

[0007] Dieser Kernprozess kann durch folgende Effekte gestört werden: 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 noch über 10% geladener Partikel vor. Dies entspricht etwa ein bis zwei Sekunden Flugzeit der Partikel vom Ort der Verbrennung. Gelangen die geladenen Partikel nun in die Nähe der auf negativer Hochspannung liegenden Elektrode der Aufladeeinheit, insbesondere einer Einheit aus Abgasrohr und Elektrode, so werden die negativen Partikel von der Elektrode weg in Richtung Abgasrohrinnenseite 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 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.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen elektrostatischen Abscheider zu schaffen, der diesen Nachteil überwindet und der insbesondere eine Ablagerung von Partikeln auf der Elektrode verhindert oder reduziert, um die Funktionsdauer des elektrostatischen Abscheiders zu erhöhen. Weiter liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Heizungssystem mit einem erfindungsgemäßen Abscheider zu schaffen, das eine zuverlässige Abgasreinigung garantiert.

[0010] Erfindungsgemäß wird dies durch die Gegenstände mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 und des Patentanspruchs 16 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0011] Der erfindungsgemäße elektrostatische Abscheider ist dadurch gekennzeichnet, dass bei dem elektrostatischen Abscheider, insbesondere für eine Abgasleitung einer Abgasreinigungsanlage, mit einem Strömungskanal mit einer Kanalwandung und einem Kanalinneren, durch welchen ein partikelbeinhaltendes Abgas in einer Strömungsrichtung strömt, und einer sich in dem Kanalinneren im Wesentlichen in Strömungsrichtung erstreckenden Elektrode, zur Bildung eines elektrischen Feldes zwischen Elektrode und der Kanalwandung, vorgesehen ist, dass weiter mindestens ein durch Zufuhr/Abfuhr von Wärme bewegtes Partikelabweisemittel umfasst ist, welches verhindert, dass sich Partikel des Abgases an der Elektrode ablagern, insbesondere dauerhaft ablagern. Das Partikelabweisemittel verhindert oder reduziert wirksam zumindest ein Ablagern von Partikeln an der Elektrode. Darüber hinaus kann das Partikelabweisemittel das Ablagern von Partikeln an weiteren Komponenten des elektrostatischen Abscheiders wirksam reduzieren.

[0012] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass mindestens ein Partikelabweisemittel als insbesondere zu der Elektrode separates thermisch induziertes Bewegungselement ausgebildet ist, welches durch Wärme bewegt wird und so eine Ablagerung verhindert. Das Partikelabweisemittel ist in der Ausführungsform eine separate Einheit, welche eine Bewegung relativ zu der Elektrode ausführt und bevorzugt die Elektrode bei einer Bewegung kontaktiert.

[0013] Bei einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Bewegungselement ein geformtes Bimetall als Antriebselement umfasst, an welches mindestens ein durch das Bimetall angetriebenes Element oder ein weiterer Mechanismus gekoppelt ist. Somit ist eine Bewegung weiterer Elemente oder Mechanismen durch das Bimetall bei Zu- bzw. Abfuhr von Wärme initiiert.

[0014] In noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass das Bewegungselement als mindestens ein beabstandet zu der Elektrode angeordnetes Anschlagelement ausgebildet ist, welches thermisch induziert bei Aktivierung gegen die Elektrode anschlägt, wodurch eine Ablagerung von Partikeln an der Elektrode verhindert wird. Vorzugsweise weist das Partikelabweisemittel eine Art Hammer auf, welcher angetrieben durch das Bimetall gegen die Elektrode anschlägt.

[0015] Ein Ausführungsbeispiel des elektrostatischen Abscheiders sieht vor, dass das Bewegungselement zumindest teilweise integriert an der Elektrode ausgebildet ist. Auf diese Weise muss das Bewegungselement nicht an der Elektrode befestigt werden, sondern ist zumindest teilweise mit der Elektrode gemeinsam ausgebildet. Das Bewegungselement kann insbesondere mehrteilig ausgebildet sein; insbesondere ist ein Bimetall integriert mit der Elektrode ausgebildet. An das Bimetall können weitere Elemente oder Mechanismen gekoppelt sein, beispielsweise ein Anschlagelement, welches gegen die Elektrode anschlägt. Die Elektrode kann beispielsweise auch nichtlinear, das heißt nicht als gerade Linie, sondern vielmehr gekrümmt, gebogen, gewendelt, geknickt oder dergleichen ausgebildet sein.

[0016] Ein weiteres Ausführungsbeispiel sieht vor, dass die Elektrode zumindest teilweise als vorgeprägtes Bimetall ausgebildet ist, um bei einer vorbestimmbaren Erwärmung eine Bewegung der Elektrode zu induzieren. Das Bimetall ist zumindest teilweise als Bestandteil der Elektrode ausgebildet. Bevorzugt ist das gesamte Bimetall in die Elektrode integriert, sodass zumindest ein Abschnitt der Elektrode als Bimetall ausgebildet ist. Es können mehrere Abschnitte der Elektrode als Bimetall ausgebildet sein. Das Bimetall kann in verschiedenen Formen vorgeprägt sein, beispielsweise serpentinenartig, wellenförmig, sägezahnwellenförmig etc., um entsprechende Deformationen zu realisieren.

[0017] Noch ein weiteres Ausführungsbeispiel sieht vor, dass das Bimetall mindestens eine, bevorzugt mehrere Vorprägungen aufweist. Entsprechend kann die Elektrode in den entsprechenden Abschnitten unterschiedlich geformt ausgebildet sein. Die Elektrode kann so zumindest abschnittsweise stromdurchfließbare Ansätze wie Vorsprünge aufweisen, um eine größere aktive Wirkungsfläche bereitzustellen. Die Elektrode kann bei-

spielweise stacheldrahtförmig oder mit Noppen ausgebildet sein, wobei diese Anformungen aus dem Bimetall bestehen können.

[0018] Weiter sieht ein anderes Ausführungsbeispiel vor, dass die Elektrode ein bistabiles Schnappelement aufweist, welches bei Aktivierung durch Wärme eine Bewegung der Elektrode induziert und so eine Ablagerung verhindert. Das bistabile Schnappelement kann bevorzugt mit einem Bimetall realisiert werden. Andere Bauformen sind möglich.

[0019] Auch kann das Bewegungselement in einer zusätzlichen Ausführungsform zumindest teilweise integriert an der Elektrodenzuführung ausgebildet sein, so dass sich dadurch sowohl die Elektrodenzuführung selbst als auch die Elektrode bewegen lassen. Dabei kann die Elektrodenzuführung ein bistabiles Schnappelement aufweisen, welches bei Aktivierung durch Wärme eine Bewegung der Elektrodenzuführung und/oder der Elektrode induziert und so eine Ablagerung an beiden Bauteilen verhindert. Vorzugsweise ist das Bewegungselement zwischen Sprühelektrode und Hochspannungs-Keramik-Isolation angebracht.

[0020] In einer anderen Ausführungsform dient das Bewegungselement, insbesondere ein bistabiles Schnappelement, welches an der Elektrodenzuführung befestigt ist, als Aufnahme bzw. als Verbindungsstück für die Elektrode. Auch hierbei induziert die Erwärmung bzw. Abkühlung des Bimetalls sowohl die Bewegung der Elektrode als auch einen mechanischen Impuls auf die Hochspannungs-Keramik-Isolation. Auf diese Weise können beide Komponenten frei von Partikeln gehalten werden

[0021] In einer weiteren Ausführungsform kann mindestens ein Bewegungselement, insbesondere ein bistabiles Schnappelement, auf der Oberfläche eines Isolators, also der Hochspannungs-Keramik-Isolation an der Elektrodenzuführung, befestigt sein. Die Bewegungselemente werden durch Wärmezufuhr bzw. -abfuhr aktiviert und erzeugen damit einen mechanischen Impuls auf die Hochspannungs-Keramik-Isolation. Der Impuls wird an die Elektrode weitergeleitet und versetzt diese in Schwingung, so dass die daran anhaftenden Partikel abgeschüttelt werden. Auf diese Weise können beide Komponenten abgereinigt werden.

[0022] Noch ein weiteres Ausführungsbeispiel sieht vor, dass das Bewegungselement, insbesondere ein bistabiles Schnappelement, im Bereich der Hochspannungszuführung und/oder der Kanalwandung befestigt ist und dass das Bewegungselement ein geformtes Bimetall als Antriebselement umfasst. Mit diesem ist mindestens ein durch das Bimetall angetriebenes, weiteres Anschlagelement gekoppelt. Dabei ist das Anschlagelement beabstandet zur Oberfläche des Isolators an der Elektrodenzuführung befestigt, schlägt thermisch induziert bei Aktivierung gegen den Isolator an und löst einen mechanischen Impuls zum Entfernen abgelagerter Partikel auf die Elektrodenzuführung und die Elektrode aus. Der Impuls wird über die Hochspannungsdurchführung auf die Sprühelektrode übertragen und versetzt diese in Schwingungen. Vorteilhafterweise besitzen das Bewegungselement, das dieses umfassende geformte Bimetall als Antriebselement und/oder das Anschlagelement mindestens etwa die Breite und etwa die Länge des Isolators an der Elektrodenzuführung. Sie erstrecken sich somit dachartig auf der der Elektrode zugewandten Seite der Elektrodenzuführung so über den Isolator, dass dieser vor herab fallenden Partikeln, welche sich insbesondere von der Abgasrohr-Innenseite lösen, abgeschirmt wird.

[0023] Bei allen vorstehend beschriebenen Ausführungen ist die Höhe des durch das Schnappelement übertragenen Impulses, beispielsweise in Bezug auf Materialeigenschaften, Geometrie und Vorprägung, so zu dimensionieren, dass der mechanische Impuls die erwärmte Hochspannungs-Keramik-Isolation nicht beschädigen kann.

[0024] Wiederum ein anderes Ausführungsbeispiel sieht vor, dass weiterhin mindestens ein Partikelabweisemittel als mechanisches Partikelabweisemittel umfassend eine Partikelantihaftbeschichtung ausgebildet ist, welche ein dauerhaftes Anhaften von Partikeln an der Elektrode durch Verminderung von Haftparametern verhindert. Auch können mehrere beheizbare Partikelabweisemittel vorgesehen sein.

[0025] Das erfindungsgemäße Heizungssystem zur Erzeugung von Energie mittels Verbrennen von einem Energieträger wie Biomasse ist dadurch gekennzeichnet, dass dieses eine Feinstaub emittierende Heizungsanlage wie eine Biomasse-Heizungsanlage zum Verbrennen des Energieträgers aufweist, wobei partikelbeinhaltende Abgase entstehen, und ein erfindungsgemäßer elektrostatischer Abscheider vorgesehen ist.

[0026] Mit dem erfindungsgemäßen elektrostatischen Abscheider und dem erfindungsgemäßen Heizungssystem wird insbesondere eine Vermeidung bzw. Reduzierung von Feinstaubablagerungen auf der Elektrode realisiert. Durch die nichtlineare Ausbildung der Elektrode, die auch Mittel- oder Sprühelektrode genannt wird, ggf. auch mit Anformungen, ist die aktive Oberfläche oder die Wirkungsfläche der Elektrode vergrößert. Das System kann zuverlässig durch Bewegen der Elektrode, und/oder in einer speziellen Ausführung auch der Elektrodenzuführung, von Feinstaubablagerungen befreit werden.

[0027] 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 zuerst die Form des Bimetalls konstant bis die Wärmeenergie ausreicht, um die durch Vorprägung gehemmte Verformung nach Art eines sogenannten Knackfrosch-Effektes einzuleiten. Die anschließende Bewegung weist dann eine hohe Beschleunigung auf, welche zum Entfernen von Partikeln genutzt wird. Umgekehrt wird auch bei Abkühlung nach Abschalten der Heizanla-

ge durch Überspringen der Vorprägung eine schnappende Bewegung ausgelöst. Dies kann beispielsweise durch eine konvexe / konkave Prägung einer Bimetallscheibe erreicht werden.

[0028] Es sind nun mehrere Formen zum Ausnutzen dieser schnappenden Bewegung für das passive Abreinigen der Hochspannungselektrode denkbar. Einmal ist die Elektrode selber zumindest teilweise als Elektrode aus vorgeprägtem Bimetall ausgebildet. Hierzu kann ein bistabiles Schnappelement integriert sein. Beim Anheizen bzw. Ausschalten des Ofens durchläuft das Bimetall den Temperaturbereich der schnappenden Verformung. Es ist auch eine Serie von Vorprägungen entlang der Elektrode vorstellbar, welche diese dann zum Beispiel zickzackförmig deformiert. Bei jedem Start und Stopp des Ofens wird der leicht anhaftende Feinstaub von der Elektrode und/oder der Elektrodenzuführung abgeschüttelt. Die Vorprägung ist so zu dimensionieren, dass immer ein genügend großer Abstand der Elektrode zum umgebenden Ofenrohr eingehalten und ein elektrischer Überschlag zuverlässig verhindert wird. Weiter kann die Verformung des Bimetalls vorteilhaft eine Art Hammerwerk betätigen, welches die Elektrode bei Einschalten bzw. Ausschalten des Ofens einmalig anschlägt und von Staubablagerungen befreit. Zum leichteren Entfernen anhaftender Verschmutzungen kann die Elektrode und/oder die Elektrodenzuführung auch mit einer Antihaftschicht versehen werden, wobei beispielsweise Polyorganosiloxane Verwendung finden. 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 Elektrode periodisch abgeschüttelt werden. Diese Option verbraucht keine zusätzliche Energie, da das Bimetall durch die beim Einschalten bzw. Ausschalten des Ofens erzeugte Temperaturänderung aktiviert wird.

[0029] Generell ist der gleichzeitige Einsatz mehrerer Partikelabweisemittel bzw. Maßnahmen zum Abweisen von Partikeln vorstellbar, wobei beispielsweise eine oder mehrere für die Hochspannungs-Keramik-Isolation, andere für die Sprühelektrode eingesetzt werden.

[0030] Die Zeichnungen stellen mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung dar. Jeweils schematisch zeigt:

Fig. 1 teilweise einen Längsquerschnitt durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektrostatischen Abscheiders,

Fig. 2 teilweise einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektrostatischen Abscheiders,

Fig. 3 eine Ausführungsform eines Bewegungselements,

Fig. 4 eine andere Ausführungsform des Bewegungselements in zwei unterschiedlichen Zuständen.

Fig. 5 teilweise einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektrostatischen Abscheiders,

Fig. 6 teilweise einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektrostatischen Abscheiders,

Fig. 7 teilweise einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektrostatischen Abscheiders,

Fig. 8 teilweise einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektrostatischen Abscheiders und

Fig. 9 die Ausführungsform gemäß Fig. 8 in der Seitenansicht.

[0031] Fig. 1 zeigt schematisch einen Längsquerschnitt durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektrostatischen Abscheiders 1, wobei der Schnitt nur eine Hälfte des elektrostatischen Abscheiders 1 darstellt. Der elektrostatische Abscheider 1 ist in einer nur teilweise dargestellten Abgasleitung 2 einer hier nicht 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 ein hier durch einen Pfeil P dargestelltes, partikelbeinhaltendes Abgas in die ebenfalls durch den Pfeil P dargestellte Strömungsrichtung. Im Inneren des Strömungskanals 3 erstreckt sich in Strömungsrichtung P eine Elektrode 6, die auch als Mittelelektrode, Sprühelektrode oder Coronaelektrode bezeichnet wird. Der Strömungskanal 3 ist bevorzugt im Querschnitt in Strömungsrichtung P rotationssymmetrisch um eine hier nicht dargestellte Mittelachse ausgebildet. Die Elektrode 6 erstreckt sich im Wesentlichen entlang dieser Mittelachse. 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 Aufladeeinheit, 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 Feldlininen im Wesentlichen radial zu der Elektrode 6 bzw. der Kanalwandung 4 verlaufen, im Wesentlichen quer, genauer rechtwinklig, zur Strömungsrichtung P.

[0032] Der elektrostatische Abscheider 1 umfasst in der dargestellten Ausführungsform in Fig. 1 ein Partikelabweisemittel 9. Das Partikelabweisemittel 9 ist in der Elektrode 6 integriert. Vorliegend ist das Partikelabweisemittel 9 als Bewegungselement 9a ausgebildet, welches als thermisch induziertes Bewegungselement in

Form eines Bimetalls 10 ausgebildet ist. Das Bimetall 10 ist in Fig. 1 ein integrierter Bestandteil der Elektrode 6, das heißt, ein Teil der Elektrode 6 ist als Bimetall 10 ausgebildet. Bei einer entsprechenden Wärmezu- oder - abfuhr bewegt sich das Bimetall 10 entsprechend von einer bistabilen Position in eine andere bistabile Position. Entsprechend bewegt sich der nicht als Bimetall ausgebildete Teil der Elektrode 6 mit, wie durch die gestrichelte Linie dargestellt. Durch die Bewegung und die damit verbundene Schwingung der Elektrode 6 werden an der Elektrode 6 anhaftende Partikel mechanisch entfernt oder ein Anhaften verhindert oder reduziert.

[0033] In einer anderen Ausführungsform, wie sie Fig. 2 zeigt, kann das Partikelabweisemittel 9 unterschiedlich ausgeführt sein. Fig. 2 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektrostatischen Abscheiders 1'. Gleiche oder ähnliche Teile werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Eine detaillierte Beschreibung bereits beschriebener Bauteile entfällt.

[0034] Der elektrostatische Abscheider 1' nach Fig. 2 ist vom Prinzip gleich aufgebaut wie der elektrostatische Abscheider 1 nach Fig. 1, unterscheidet sich lediglich durch die Ausführung des Partikelabweisemittels 9. Der elektrostatische Abscheider 1 ist in einer nur teilweise dargestellten Abgasleitung 2 einer hier nicht weiter dargestellten Abgasreinigungsanlage 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.

[0035] Das Partikelabweisemittel 9' ist ebenfalls als thermisch induziertes Bewegungselement 9a' ausgebildet, jedoch nicht integriert in die Elektrode 6, sondern als separate Einheit, nämlich als separates Anschlagelement. Das Bewegungselement 9a' umfasst ein geeignet geformtes Bimetall 10, an welches mindestens ein weiteres Element gekoppelt ist, um von dem Bimetall 10 angetrieben zu werden. Das weitere Element umfasst in diesem Ausführungsbeispiel ein Anschlagelement oder Hammer 11, der so in dem beabstandet zu der Elektrode 6 angeordneten Bewegungselement 9a' ausgebildet ist, dass dieser in einer Position die Elektrode 6 nicht kontaktiert und in einer anderen Position gegen die Elektrode 6 schlägt, wie durch die gestrichelte Linie dargestellt. Die Bewegung des Hammers wird durch das Bimetall 10 bewirkt. Auf diese Weise ist eine Art Hammerwerk realisiert, welches die Elektrode 6 durch Anschlagen in Schwingung versetzt. Um ein Anhaften von Partikeln an der Elektrode 6 zu verringern, kann die Elektrode 6 mit einer Partikelantihaftbeschichtung beschichtet sein, die hier nicht dargestellt ist. Hierdurch fallen anhaftende Partikel von dem impulsbeaufschlagtem Teil ab oder haften erst gar nicht an.

[0036] Fig. 3 zeigt schematisch eine Ausführungsform eines Bewegungselements 9a. Das Bewegungselement 9a ist als Bimetall 10 ausgebildet, genauer als vorgeprägtes Stanz-BiegeTeil mit einer geeigneten Form. Die geeignete Form ist hier etwa in Form eines Blitzes, also etwa dreieckswellenförmig ausgebildet. Durch die vorgeprägte Form wird bei Aktivierung eine schnappende Bewegung realisiert, entweder des Hammerwerks oder der Elektrode 6, je nach Ausbildung als integriertes oder separates Bauteil. Die Formen können beliebig ausgewählt sein.

[0037] Fig. 4 zeigt schematisch eine andere Ausführungsform des Bewegungselements 9a in zwei unterschiedlichen, bistabilen Zuständen. Das Bewegungselement 9a ist als Bimetallstreifen 10 ausgebildet und in etwa in einer konkaven bzw. konvexen Form vorgeprägt. Die dargestellten Pfeile sollen auftretende Kräfte und Bewegungen, insbesondere die Vibration, und somit letztendlich die schnappende Bewegung des Bimetalls 10 bei Erwärmung bzw. Abkühlung darstellen. Das Bimetall 10 kann als separates Bauteil oder integriert in die Elektrode 6 ausgebildet sein.

[0038] Der elektrostatische Abscheider 1' nach Fig. 5 ist vom Prinzip gleich aufgebaut wie der elektrostatische Abscheider 1 nach den Fig. 1 und 2, unterscheidet sich lediglich durch die Ausführung des Partikelabweisemittels 9, denn dabei ist das Bewegungselement 9a zumindest teilweise integriert an der Elektrodenzuführung 7 ausgebildet. Die Elektrodenzuführung 7 weist ein bistabiles Schnappelement auf, welches bei Aktivierung durch Wärme eine Bewegung der Elektrodenzuführung 7 und/oder der Elektrode 6 induziert und so eine Ablagerung an beiden Bauteilen verhindert.

[0039] Die gleiche Wirkung wird mit der Ausführungsform gemäß Fig. 6 angestrebt, indem das Bewegungselement 9a, insbesondere ein bistabiles Schnappelement, an der Elektrodenzuführung 7 befestigt ist und als Aufnahme für die Elektrode 6 dient.

[0040] Fig. 7 zeigt schematisch eine Ausführungsform, bei der mehrere Bewegungselemente 9a, auf der Oberfläche des Isolators 8 an der Elektrodenzuführung 7 befestigt sind, so dass bei Aktivierung durch Wärme ebenfalls eine Bewegung der Elektrodenzuführung 7 und/oder der Elektrode 6 induziert wird.

[0041] Gemäß den Fig. 8 und 9 ist das Bewegungselement 9a, insbesondere ein bistabiles Schnappelement, im Bereich der Hochspannungszuführung und/oder der Kanalwandung 4 befestigt. Das Bewegungselement 9a umfasst ein geformtes Bimetall als Antriebselement, an welches mindestens ein durch das Bimetall 10 angetriebenes, weiteres Anschlagelement 11 gekoppelt ist. Dieses Anschlagelement 11 ist beabstandet zur Oberfläche des Isolators 8 an der Elektrodenzuführung 7 befestigt. Es schlägt thermisch induziert bei Aktivierung gegen den Isolator 8 an der Elektrodenzuführung 7 an und löst dadurch einen mechanischen Impuls zum Entfernen abgelagerter Partikel auf die Elektrodenzuführung 7 und die

Elektrode 6 aus. Das Anschlagelement 11 besitzt mindestens etwa die Breite und etwa die Länge des Isolators 8 an der Elektrodenzuführung 7 und ist dachartig auf der der Elektrode 6 zugewandten Seite der Elektrodenzuführung 7 angebracht, um den Isolator 8 vor herab fallenden Partikeln abzuschirmen.

Patentansprüche

1. Elektrostatischer Abscheider (1,1 ')für eine Abgasleitung (2) einer Abgasreinigungsanlage, mit einem 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) im Wesentlichen in Strömungsrichtung (P) erstreckenden Elektrode (6) mit einer Elektrodenzuführung (7), zur Bildung eines elektrischen Feldes zwischen der Elektrode (6) und der Kanalwandung (4), wobei weiter mindestens ein Partikelabweisemittel (9,9') umfasst ist, zum Entfernen von an der Elektrode (6) anhaftenden Partikeln welches durch Einbringen einer Schwingung in die Elektrode (6) verhindert, dass sich Partikel des Abgases (P) dauerhaft an der Elektrode (6) ablagern, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Partikelabweisemittel (9,9') als ein thermisch induziertes Bewegungselement (9a, 9a') ausgebildet ist, welches durch Zufuhr/Abfuhr von Wärme beim Anheizen/Ausschalten eines Ofens bewegt wird.

2. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Partikelabweisemittel (9,9') als separates thermisch induziertes Bewegungselement (9a, 9a') ausgebildet ist.

3. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bewegungselement (9a, 9a') ein geformtes Bimetall (10) als Antriebselement umfasst, an welches mindestens ein durch das Bimetall (10) angetriebenes, weiteres Element oder weiterer Mechanismus (11) gekoppelt ist.

4. Elektrostatischer Abscheider (1,1') nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bewegungselement (9a, 9a') als mindestens ein beabstandet zu der Elektrode (6) angeordnetes Anschlagelement (11) ausgebildet ist, welches thermisch induziert bei Aktivierung gegen die Elektrode (6) anschlägt, wodurch eine Ablagerung von Partikeln an der Elektrode (6) verhindert wird.

5. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bewegungselement (9a, 9a') zumindest teilweise integriert mit der Elektrode (6) ausgebildet ist.

6. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrode (6) zumindest teilweise als vorgeprägtes Bimetall (10) ausgebildet ist, um bei einer vorbestimmbaren Erwärmung eine Bewegung der Elektrode (6) zu induzierten.

7. Elektrostatischer Abscheider (1,1') nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bimetall (10) mindestens eine, bevorzugt mehrere Vorprägungen aufweist.

8. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrode (6) ein bistabiles Schnappelement aufweist, welches bei Aktivierung durch Wärme eine Bewegung der Elektrode (6) induziert und so eine Ablagerung verhindert.

9. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bewegungselement (9a, 9a') zumindest teilweise integriert an der Elektrodenzuführung (7) ausgebildet ist.

10. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrodenzuführung (7) ein bistabiles Schnappelement aufweist, welches bei Aktivierung durch Wärme eine Bewegung der Elektrodenzuführung (7) und/oder der Elektrode (6) induziert und so eine dauerhafte Ablagerung verhindert.

11. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bewegungselement (9a, 9a'), insbesondere ein bistabiles Schnappelement, an der Elektrodenzuführung (7) befestigt ist und als Aufnahme für die Elektrode (6) dient.

12. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Bewegungselement (9a, 9a'), insbesondere ein bistabiles Schnappelement, auf der Oberfläche eines Isolators (8) an der Elektrodenzuführung (7) befestigt ist.

13. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bewegungselement (9a, 9a'), insbesondere ein bistabiles Schnappelement, im Bereich der Hochspannungszuführung und/oder der Kanalwandung (4) befestigt ist, dass das Bewegungselement (9a, 9a') ein geformtes Bimetall (10) als Antriebselement umfasst, an welches mindestens ein durch das Bimetall (10) angetriebenes, weiteres Anschlagelement (11) gekoppelt ist, wobei das Anschlagelement (11) beabstandet zur Oberfläche des Isola-

tors (8) an der Elektrodenzuführung (7) befestigt ist und thermisch induziert bei Aktivierung gegen den Isolator (8) an der Elektrodenzuführung (7) anschlägt und einen Impuls zum Entfernen abgelagerter Partikel auf die Elektrodenzuführung (7) und die Elektrode (6) auslöst.

14. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bewegungselement (9a, 9a'), das dieses umfassende geformte Bimetall (10) als Antriebselement und/oder das Anschlagelement (11) mindestens etwa die Breite und etwa die Länge des Isolators (8) an der Elektrodenzuführung (7) besitzen und dachartig auf der der Elektrode (6) zugewandten Seite der Elektrodenzuführung (7) angebracht sind, dass der Isolator (8) vor herab fallenden Partikeln abgeschirmt wird.

15. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrode (6) und/oder die Elektrodenzuführung (7) eine Antihaftschicht aufweist.

16. Heizungssystem zur Erzeugung von Energie mittels Verbrennen von einem Energieträger wie Biomasse mit einer Feinstaub emittierenden Heizungsanlage wie eine Biomasse-Heizungsanlage zum Verbrennen des Energieträgers, wobei partikelbeinhaltende Abgase entstehen, und mit einem elektrostatischen Abscheider (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 15.

Claims

1. Electrostatic separator (1, 1') for an exhaust line (2) of an emission control system, having a flow channel (3) with a channel wall (4) and a channel interior (5), through which a particle-containing exhaust gas (P) flows in a direction of flow, and an electrode (6), which extends substantially in the direction of flow (P) in the channel interior (5) and has an electrode feed (7), for forming an electrical field between the electrode (6) and the channel wall (4), also comprising furthermore at least one particle-removing means (9, 9'), which by introducing a vibration into the electrode (6) for removing particles attaching themselves to the electrode (6) prevents particles of the exhaust gas (P) from being permanently deposited on the electrode (6), **characterized in that** the particle-removing means (9, 9') is formed as a thermally induced movement element (9a, 9a'), which is moved by supplying/removing heat during the heating-up/switching-off of a furnace.

2. Electrostatic separator (1, 1') according to Claim 1, **characterized in that** the particle-removing means (9, 9') is formed as a separate thermally induced movement element (9a, 9a').

3. Electrostatic separator (1, 1') according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the movement element (9a, 9a') comprises a shaped bimetal (10) as a driving element, to which there is coupled at least one further element or further mechanism (11) that is driven by the bimetal (10).

4. Electrostatic separator (1, 1') according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the movement element (9a, 9a') is formed as at least one stop element (11), which is arranged at a distance from the electrode (6) and upon activation strikes against the electrode (6) in a thermally induced manner, whereby any depositing of particles on the electrode (6) is prevented.

5. Electrostatic separator (1, 1') according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the movement element (9a, 9a') is formed as at least partially integrated with the electrode (6).

6. Electrostatic separator (1, 1') according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the electrode (6) is at least partially formed as a prestamped bimetal (10), in order to induce a movement of the electrode (6) when there is predeterminable heating.

7. Electrostatic separator (1, 1') according to Claim 5 or 6, **characterized in that** the bimetal (10) has at least one prestamping, preferably a number of prestampings.

8. Electrostatic separator (1, 1') according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the electrode (6) has a bistable snapping element, which when activated by heat induces a movement of the electrode (6) and thus prevents any depositing.

9. Electrostatic separator (1, 1') according to one of Claims 1 to 4 and 6 to 8, **characterized in that** the movement element (9a, 9a') is formed as at least partially integrated on the electrode feed (7).

10. Electrostatic separator (1, 1') according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the electrode feed (7) has a bistable snapping element, which when activated by heat induces a movement of the electrode feed (7) and/or of the electrode (6) and thus prevents any permanent depositing.

11. Electrostatic separator (1, 1') according to one of Claims 1 to 10, **characterized in that** the movement element (9a, 9a'), in particular a bistable snapping element, is fastened to the electrode feed (7) and serves as a receptacle for the electrode (6) .

12. Electrostatic separator (1, 1') according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** at least one movement element (9a, 9a'), in particular a bistable snapping element, is fastened to the electrode feed (7) on the surface of an insulator (8) .

13. Electrostatic separator (1, 1') according to one of Claims 1 to 12, **characterized in that** the movement element (9a, 9a'), in particular a bistable snapping element, is fastened in the region of the high-voltage feed and/or the channel wall (4), **in that** the movement element (9a, 9a') comprises a shaped bimetal (10) as a driving element, to which there is coupled at least one further stop element (11) that is driven by the bimetal (10), the stop element (11) being fastened to the electrode feed (7) at a distance from the surface of the insulator (8) and upon activation strikes against the insulator (8) on the electrode feed (7) in a thermally induced manner and triggers a pulse to the electrode feed (7) and the electrode (6) for removing deposited particles.

14. Electrostatic separator (1, 1') according to Claim 13, **characterized in that** the movement element (9a, 9a'), the shaped bimetal (10) comprising the latter as a driving element and/or the stop element (11) are at least approximately the same width and approximately the same length as the insulator (8) on the electrode feed (7) and are mounted in a roof-like manner on the side of the electrode feed (7) that is facing the electrode (6), such that the insulator (8) is shielded from falling particles.

15. Electrostatic separator (1, 1') according to one of Claims 1 to 14, **characterized in that** the electrode (6) and/or the electrode feed (7) have an anti-adhesive layer.

16. Heating system for generating energy by means of burning energy sources such as biomass with a heating installation emitting fine dust, such as a biomass heating installation, for burning the energy source, particle-containing exhaust gases being produced, and with an electrostatic separator (1, 1') according to one of Claims 1 to 15.

Revendications

1. Collecteur électrostatique (1, 1') pour une conduite de gaz de combustion (2) d'un système de purification des gaz de combustion, comprenant un canal d'écoulement (3) muni d'une paroi de canal (4) et d'un intérieur de canal (5), à travers lequel s'écoulent des gaz de combustion (P) contenant des particules dans un sens d'écoulement, et une électrode (6) qui s'étend dans l'intérieur de canal (5) sensiblement dans le sens de l'écoulement (P) munie d'une arrivée d'électrode (7), destinée à former un champ électrique entre l'électrode (6) et la paroi de canal (4), au moins un moyen de rejet de particules (9, 9') étant en outre inclus pour éliminer les particules qui adhèrent à l'électrode (6), lequel empêche, en induisant une vibration dans l'électrode (6), que les particules des gaz de combustion (P) se déposent durablement sur l'électrode (6), **caractérisé en ce que** le moyen de rejet de particules (9, 9') est réalisé sous la forme d'un élément mobile à induction thermique (9a, 9a') qui est déplacé par l'arrivée/évacuation de chaleur lors de la mise en chauffe/de l'arrêt d'un four.

2. Collecteur électrostatique (1, 1') selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le moyen de rejet de particules (9, 9') est réalisé sous la forme d'un élément mobile à induction thermique (9a, 9a') séparé.

3. Collecteur électrostatique (1, 1') selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'élément mobile (9a, 9a') comprend un bilame façonné (10) en tant qu'élément d'entraînement, auquel est accouplé au moins un élément supplémentaire ou mécanisme supplémentaire (11) entraîné par le bilame (10).

4. Collecteur électrostatique (1, 1') selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'élément mobile (9a, 9a') est réalisé sous la forme d'au moins un élément de butée (11) disposé espacé de l'électrode (6), lequel vient frapper contre l'électrode (6) par induction thermique lors de l'activation, ce qui empêche un dépôt de particules sur l'électrode (6).

5. Collecteur électrostatique (1, 1') selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'élément mobile (9a, 9a') est réalisé au moins partiellement intégré avec l'électrode (6).

6. Collecteur électrostatique (1, 1') selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'électrode (6) est réalisée au moins partiellement sous la forme d'un bilame (10) préestampé afin d'induire un mouvement de l'électrode (6) en présence d'un échauffement pouvant être prédéfini.

7. Collecteur électrostatique (1, 1') selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** le bilame (10) possède au moins un, de préférence plusieurs préestampages.

8. Collecteur électrostatique (1, 1') selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'électrode (6) possède un élément à enclenchement bistable qui, lors de l'activation par la chaleur, induit un mouvement de l'électrode (6) et empêche ainsi un dépôt.

9. Collecteur électrostatique (1, 1') selon l'une des revendications 1 à 4 et 6 à 8, **caractérisé en ce que**

l'élément mobile (9a, 9a') est réalisé au moins partiellement intégré à l'arrivée d'électrode (7).

10. Collecteur électrostatique (1, 1') selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** l'arrivée d'électrode (7) possède un élément à enclenchement bistable qui, lors de l'activation par la chaleur, induit un mouvement de l'arrivée d'électrode (7) et/ou de l'électrode (6) et empêche ainsi un dépôt durable.

11. Collecteur électrostatique (1, 1') selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** l'élément mobile (9a, 9a'), notamment un élément à enclenchement bistable, est fixé à l'arrivée d'électrode (7) et sert de logement pour l'électrode (6) .

12. Collecteur électrostatique (1, 1') selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'**au moins un élément mobile (9a, 9a'), notamment un élément à enclenchement bistable, est fixé sur la surface d'un isolateur (8) sur l'arrivée d'électrode (7).

13. Collecteur électrostatique (1, 1') selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** l'élément mobile (9a, 9a'), notamment un élément à enclenchement bistable, est fixé dans la zone de l'arrivée de haute tension et/ou de la paroi de canal (4), **en ce que** l'élément mobile (9a, 9a') comprend un bilame façonné (10) en tant qu'élément d'entraînement, auquel est accouplé au moins un élément de butée (11) supplémentaire entraîné par le bilame (10), l'élément de butée (11) étant fixé avec un espacement par rapport à la surface de l'isolateur (8) sur l'arrivée d'électrode (7) et venant frapper contre l'isolateur (8) sur l'arrivée d'électrode (7) par induction thermique lors de l'activation et déclenchant une impulsion destinée à éliminer les particules déposées sur l'arrivée d'électrode (7) et l'électrode (6).

14. Collecteur électrostatique (1, 1') selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'élément mobile (9a, 9a'), le bilame façonné (10) qui l'inclut faisant office d'élément d'entraînement et/ou l'élément de butée (11) possèdent au moins environ la largeur et environ la longueur de l'isolateur (8) sur l'arrivée d'électrode (7) et sont montés en forme de toit sur le côté de l'arrivée d'électrode (7) qui fait face à l'électrode (6), de sorte que l'isolateur (8) est protégé par un écran des particules qui chutent.

15. Collecteur électrostatique (1, 1') selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** l'électrode (6) et/ou l'arrivée d'électrode (7) possèdent une couche anti-adhérente.

16. Système de chauffage destiné à produire de l'énergie par l'intermédiaire de la combustion d'une source d'énergie telle que la biomasse avec une installation de chauffage émettant des poussières fines, comme une installation de chauffage à biomasse, destinée à brûler la source d'énergie, des gaz de combustion contenant des particules étant produits, et comprenant un collecteur électrostatique (1, l') selon l'une des revendications 1 à 15.

Fig. 1

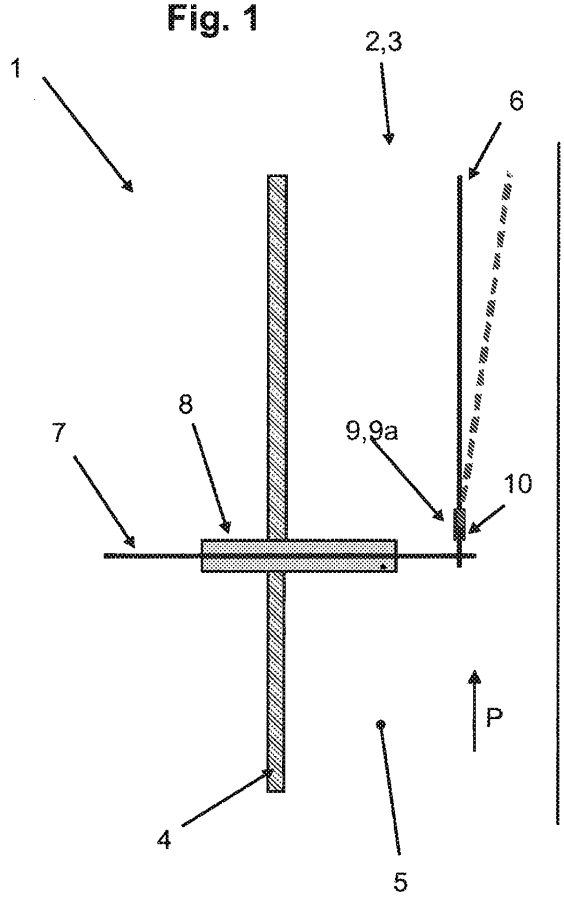


Fig. 2

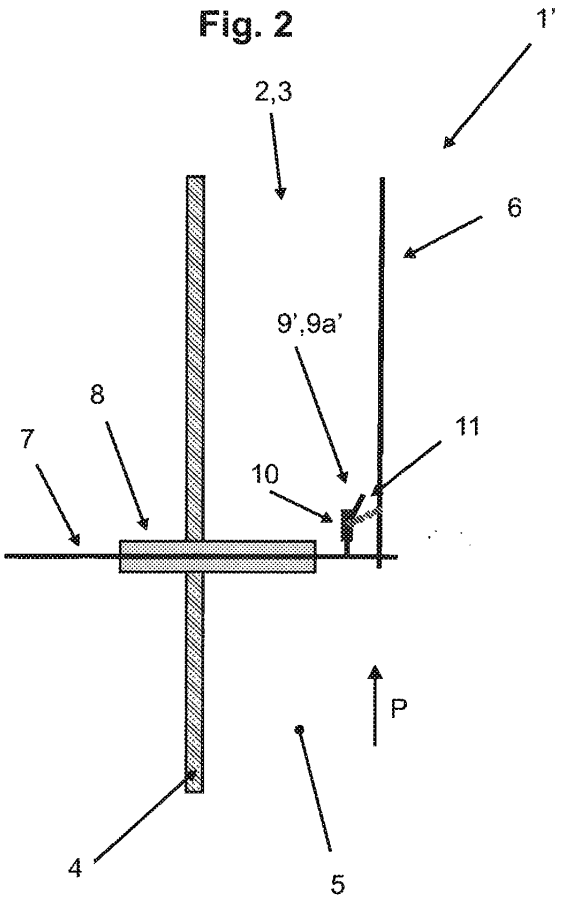


Fig. 3

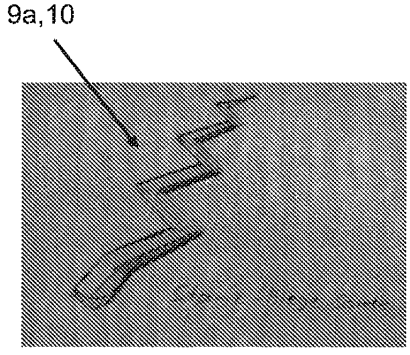


Fig. 4

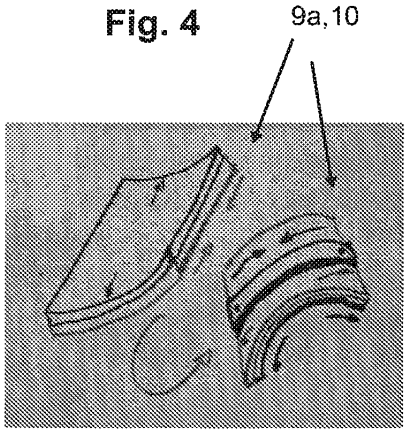


Fig. 5

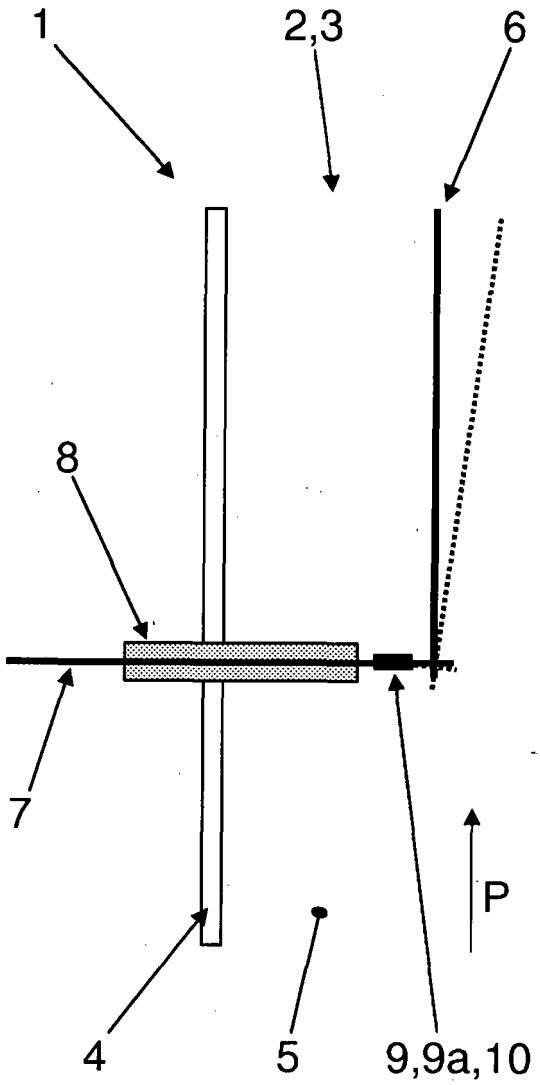


Fig. 6

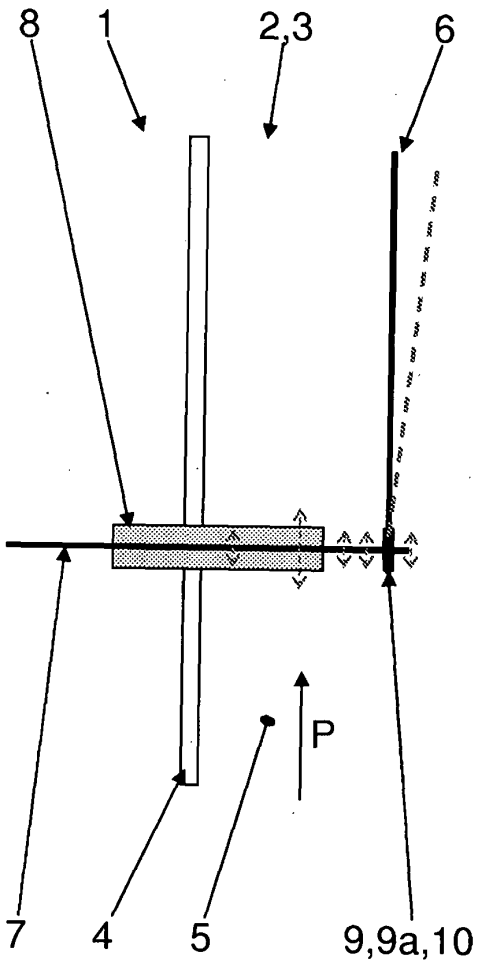


Fig. 7

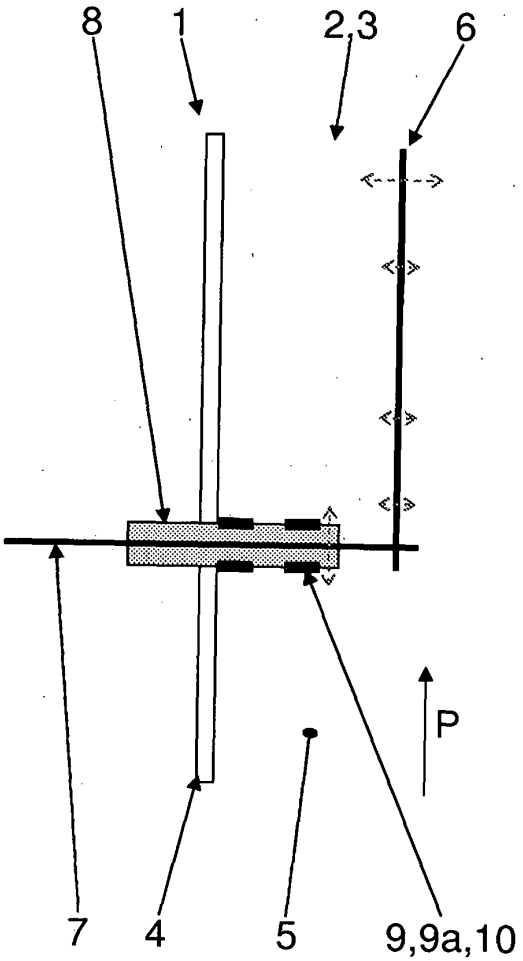


Fig. 8

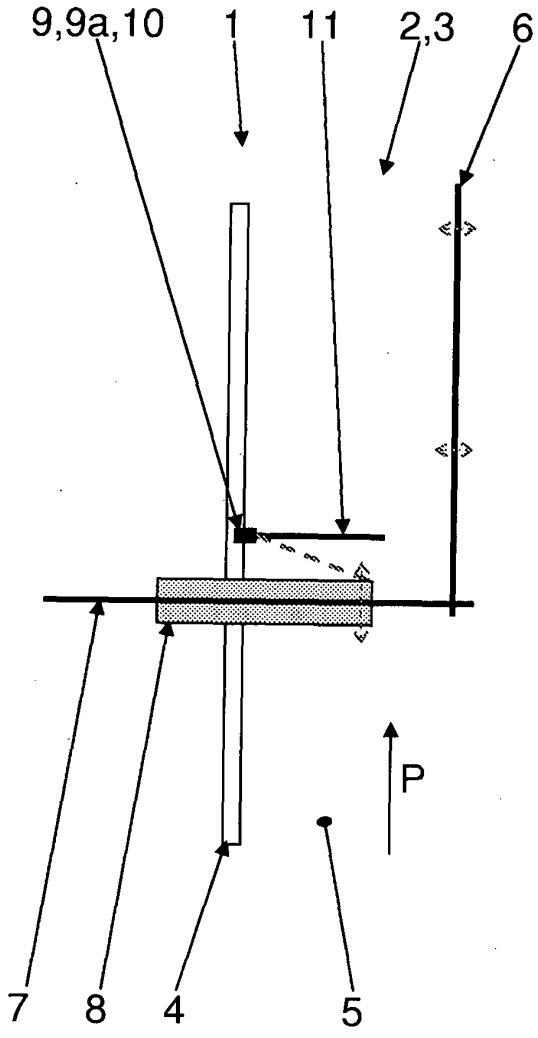
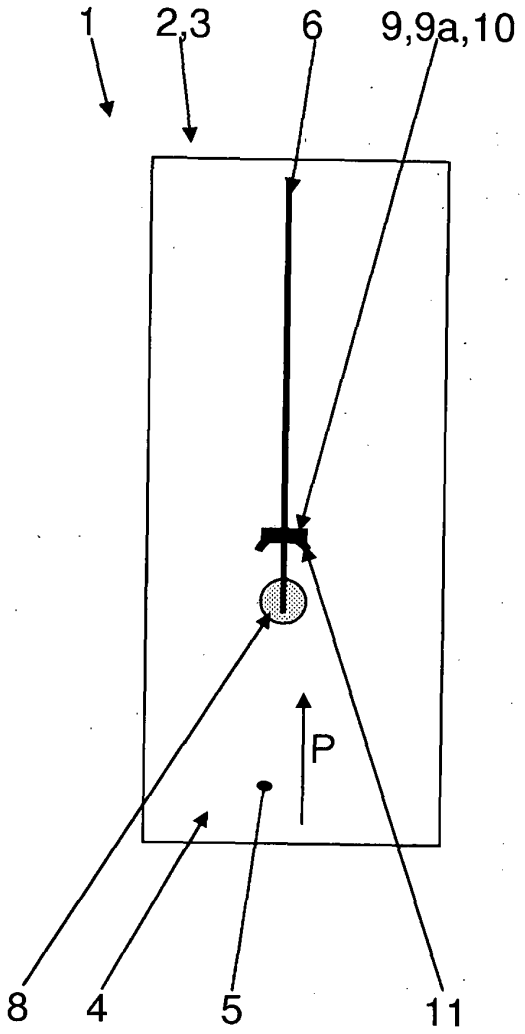


Fig. 9



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 **[0003]**
- DE 202007004263 U1 **[0004]**