



(11) **EP 2 156 895 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

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

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

(21) Anmeldenummer: **09167687.4**

(22) Anmeldetag: **12.08.2009**

(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**

(71) Anmelder: **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)**

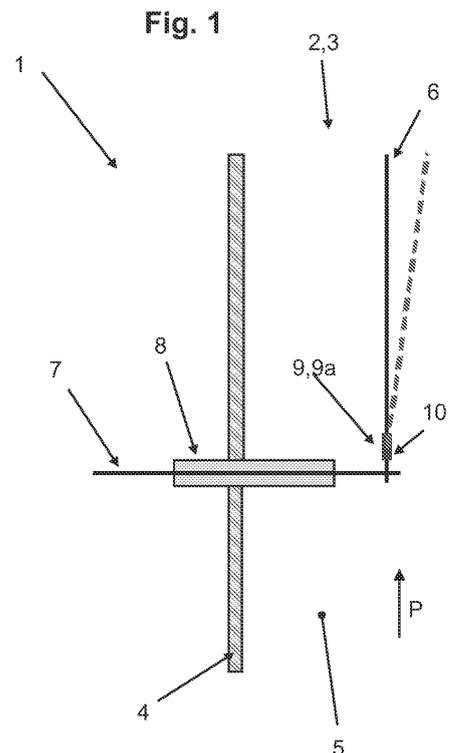
- **Kappenstein, Ulrich  
75438, Knittlingen (DE)**
- **Gonzalez-Baquet, Tania  
70180, Stuttgart (DE)**
- **Mock, Ulrike  
75177, Pforzheim (DE)**
- **Diehl, Lothar  
70839, Gerlingen (DE)**
- **Hilzinger, Juergen  
71272, Renningen (DE)**
- **Da Silva, Pedro  
73230, Kirchheim (DE)**
- **Clement, Uwe  
73114, Schlat (DE)**
- **Kratzer, Dietmar  
71732, Tamm (DE)**
- **Bachmann, Oliver  
35452, Heuchelheim (DE)**
- **Kuehn, Christian  
35764, Sinn (DE)**

(54) **Elektrostatisher Abscheider und Heizungssystem**

(57) Die Erfindung betrifft einen elektrostatishen Abscheider (1,1'), insbesondere 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), zur Bildung eines elektrischen Feldes zwischen der Elektrode (6) und der Kanalwandung (4), sowie ein Heizungssystem mit einem elektrostatishen Abscheider (1,1').

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen elektrostatishen Abscheider (1, 1') und ein Heizungssystem zu schaffen, welche die Nachteile gemäß dem Stand der Technik überwinden und die insbesondere eine Ablagerung von Partikeln auf der Elektrode (6) verhindern oder reduzieren.

Gekennzeichnet ist der elektrostatishen Abscheider (1, 1') dadurch, dass dieser ein Partikelabweismittel umfasst, welches verhindert, dass sich Partikel an der Elektrode (6) ablagern. Gekennzeichnet ist das Heizungssystem dadurch, dass dieses den erfindungsgemäßen elektrostatishen Abscheider (1, 1') umfasst.



**EP 2 156 895 A2**

## 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 10.

**[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 Hochspannungs-Transformator 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]** 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 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.

**[0005]** 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 Ablenkkräfte 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%.

**[0006]** 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.

**[0007]** 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.

**[0008]** 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.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird dies durch die Gegenstände mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 und des Patentanspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

**[0010]** 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 Kanallinneren, durch welchen ein partikelbeinhaltenes Abgas in einer Strömungsrichtung strömt, und einer sich in dem Kanallinneren im Wesentlichen in Strömungsrichtung erstreckenden Elektrode, zur Bildung eines elektrischen Feldes zwischen Elektrode und der Kanalwandung, vorgesehen ist, dass weiter mindestens ein Partikelabweisemittel umfasst ist, welches verhindert oder, 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.

**[0011]** In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen elektrostatischen Abscheiders 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.

**[0012]** 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.

**[0013]** 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.

**[0014]** 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, gewandelt, geknickt oder dergleichen ausgebildet sein.

**[0015]** 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 serpentinartig, wellenförmig, sägezahnwellenförmig etc., um entsprechende Deformationen zu realisieren.

**[0016]** 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 beispielsweise stacheldrahtförmig oder mit Noppen ausgebildet sein, wobei diese Anformungen aus dem Bimetall bestehen können.

**[0017]** 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.

**[0018]** 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.

**[0019]** 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

**[0020]** 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.

**[0021]** 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 Iso-

lators 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.

**[0022]** Bei allen vorstehend beschriebenen Ausführungen ist die Höhe des durch das Schnappelement übertragenen Impulses, beispielsweise in Bezug auf Materialeigenschaften, Geometrie und Verprägung, so zu dimensionieren, dass der mechanische Impuls die erwärmte Hochspannungs-Keramik-Isolation nicht beschädigen kann.

**[0023]** Wiederum ein anderes Ausführungsbeispiel sieht vor, dass mindestens ein Partikelabweismittel als mechanisches Partikelabweismittel umfassend eine Partikelantihafbeschichtung ausgebildet, welche ein dauerhaftes Anhaften von Partikeln an der Elektrode durch Verminderung von Haftparametern verhindert. Auch können mehrere beheizbare Partikelabweismittel vorgesehen sein.

**[0024]** 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.

**[0025]** 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.

**[0026]** 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 Heizungsanlage durch Überspringen der Vorprägung eine schnappende Bewegung ausgelöst. Dies kann beispielsweise durch eine konvexe / konkave Prägung einer Bimetallscheibe erreicht werden.

**[0027]** Es sind nun mehrere Formen zum Ausnutzen dieser schnappenden Bewegung für das passive Abrei-

nigen 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 Antihafschicht 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.

**[0028]** Generell ist der gleichzeitige Einsatz mehrerer Partikelabweisemittel bzw. Maßnahmen zum Abweisen von Partikeln vorstellbar, wobei beispielsweise eine oder mehrere für die Hochspannung-Keramik-Isolation, andere für die Sprühelektrode eingesetzt werden.

**[0029]** 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,

5 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

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

15 **[0030]** 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

20 ausgebildet und umfasst eine Kanalwandung 4 und ein Kanalinneres 5. Durch den Strömungskanal 3 strömt ein hier durch einen Pfeil P dargestelltes, partikelbeinhalten-

25 des 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 Cor-naelektrode bezeichnet wird. Der Strömungskanal 3 ist bevorzugt im Querschnitt in Strömungsrichtung P rotati-

30 onssymmetrisch 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,

35 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 Strömungs-

40 richtung P.

**[0031]** 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

50 ausgebildet. Bei einer entsprechenden Wärmezufuhr bewegt sich das Bimetall 10 entsprechend von einer bistabilen Position in eine andere bistabile Position. Ent-

55

sprechend 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.

**[0032]** 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.

**[0033]** 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.

**[0034]** 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 Partikelantihafbeschichtung beschichtet sein, die hier nicht dargestellt ist. Hierdurch fallen anhaftende Partikel von dem impulsbeaufschlagtem Teil ab oder haften erst gar nicht an.

**[0035]** Fig. 3 zeigt schematisch eine Ausführungsform eines Bewegungselements 9a. Das Bewegungselement 9a ist als Bimetall 10 ausgebildet, genauer als vorgeprägtes Stanz-Biege-Teil 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.

**[0036]** 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.

**[0037]** 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.

**[0038]** 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.

**[0039]** 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.

**[0040]** 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 herabfallenden Partikeln abzuschirmen.

## Patentansprüche

1. Elektrostatischer Abscheider (1,1'), insbesondere 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),  
**dadurch gekennzeichnet, dass** weiter mindestens ein Partikelabweisemittel (9,9') umfasst ist, welches verhindert, dass sich Partikel des Abgases (P) an der Elektrode (6) ablageren. 5
2. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Partikelabweisemittel (9,9') als separates thermisch induziertes Bewegungselement (9a, 9a') ausgebildet ist, welches durch Wärme bewegt wird und so eine Ablagerung verhindert. 20
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. 30
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. 35
5. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Bewegungselement (9a, 9a') zumindest teilweise integriert an der Elektrode (6) ausgebildet ist. 45
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 induzieren. 55
7. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach Anspruch 5 oder 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Bimetall (10) mindestens eine, bevorzugt mehrere Vorprägungen aufweist. 5
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. 10
9. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Bewegungselement (9a, 9a') zumindest teilweise integriert an der Elektrodenzuführung (7) ausgebildet ist. 15
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 Ablagerung verhindert. 25
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. 30
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. 40
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 Isolators (8) an der Elektrodenzuführung (7) befestigt ist und thermisch in- 50

duziert 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.

5

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.

10

15

15. Elektrostatischer Abscheider (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

**dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Partikelabweisemittel (9) als mechanisches Partikelabweisemittel umfassend eine Partikelantihafbeschichtung ausgebildet, welche ein dauerhaftes Anhaften von Partikeln an der Elektrode (6) durch Verminderung von Haftparametern verhindert.

20

25

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 einem elektrostatischen Abscheider (1, 1') nach einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 11.

30

35

40

45

50

55

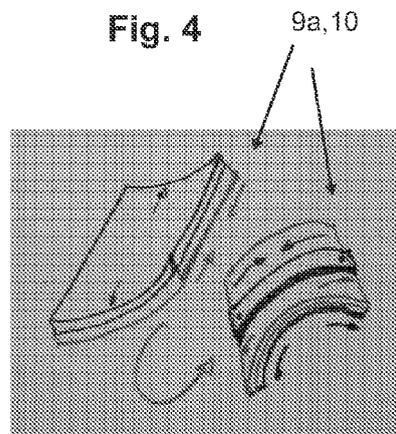
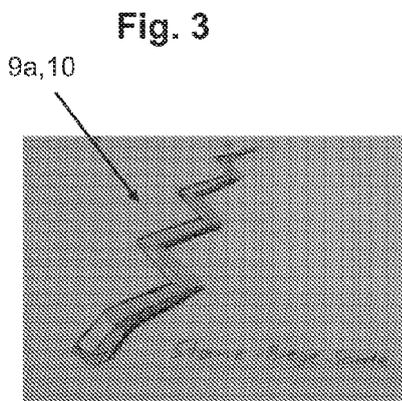
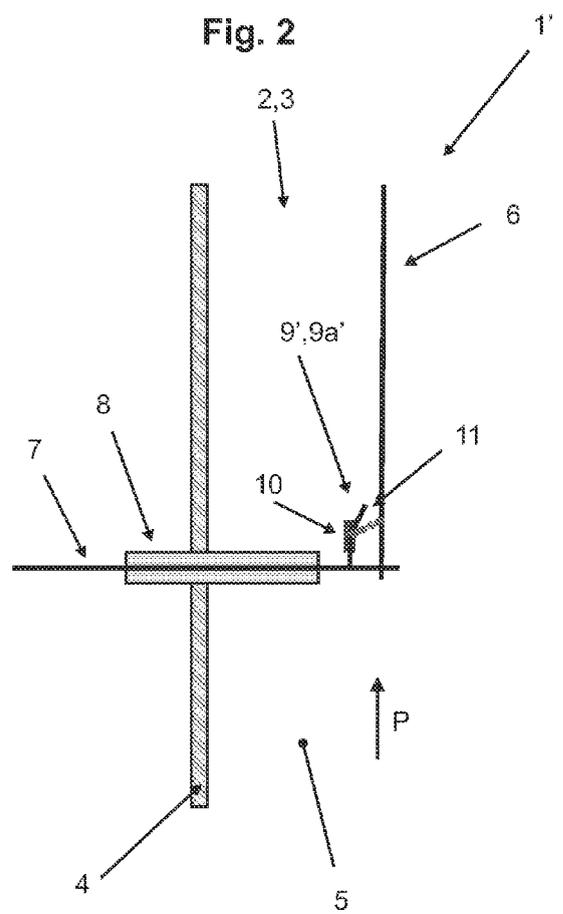
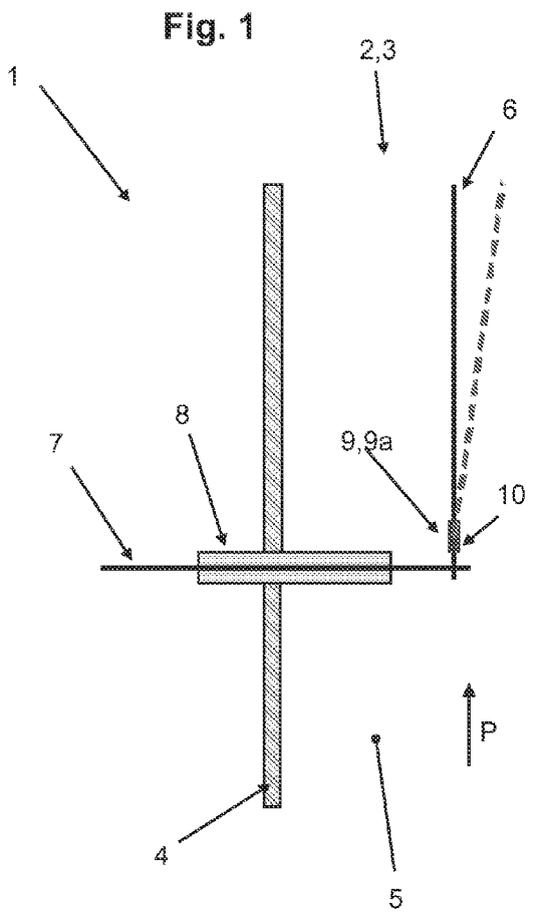


Fig. 5

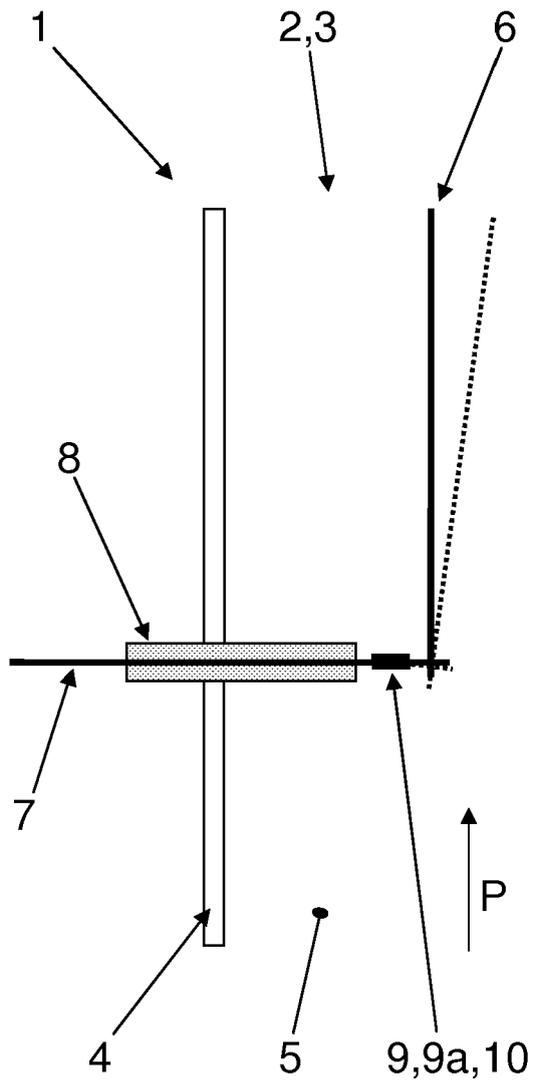


Fig. 6

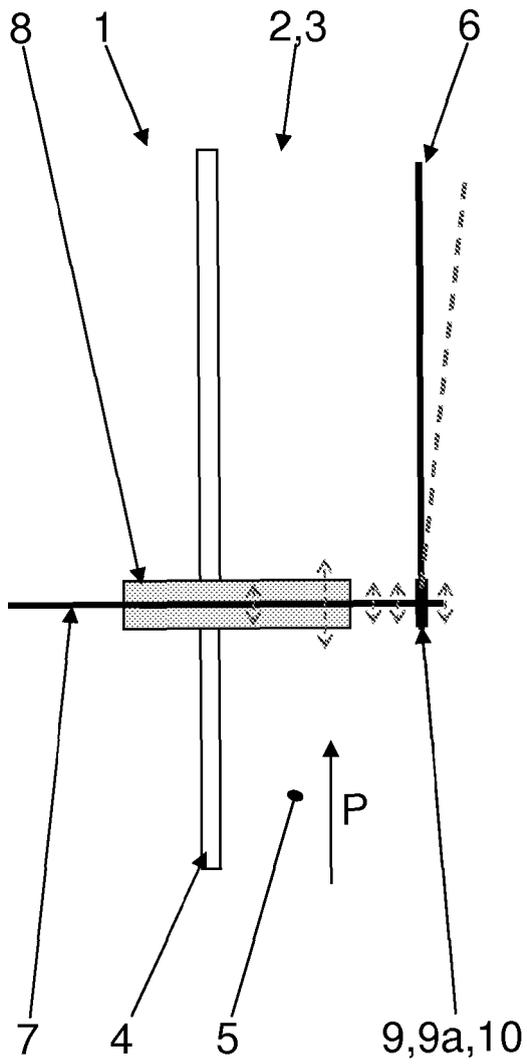


Fig. 7

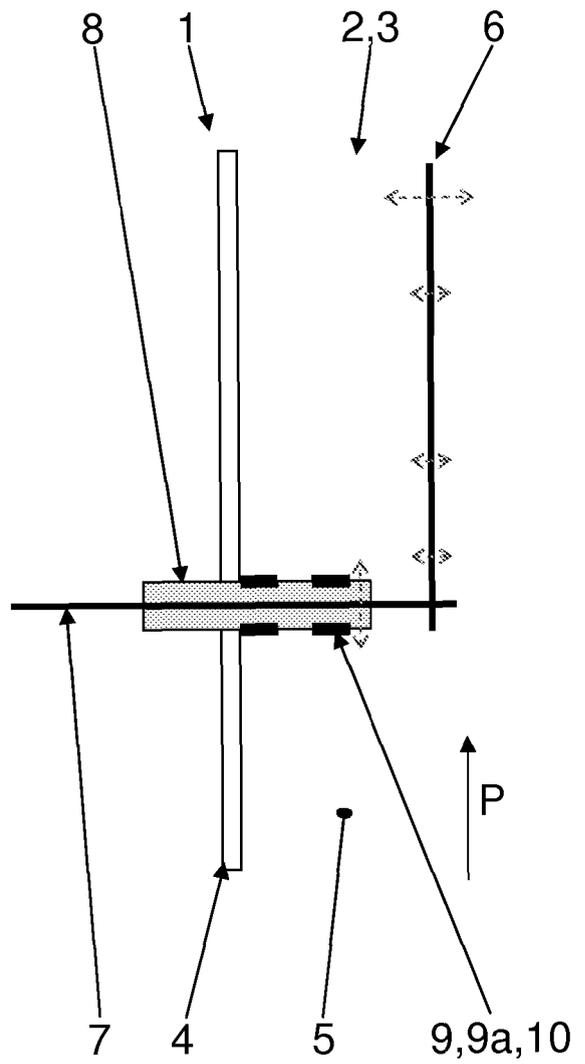


Fig. 8

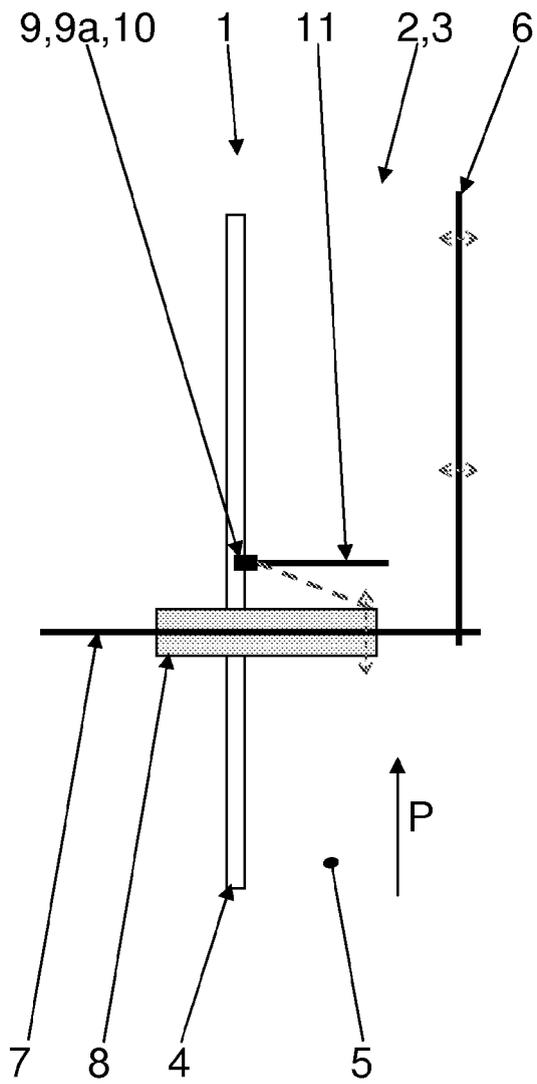
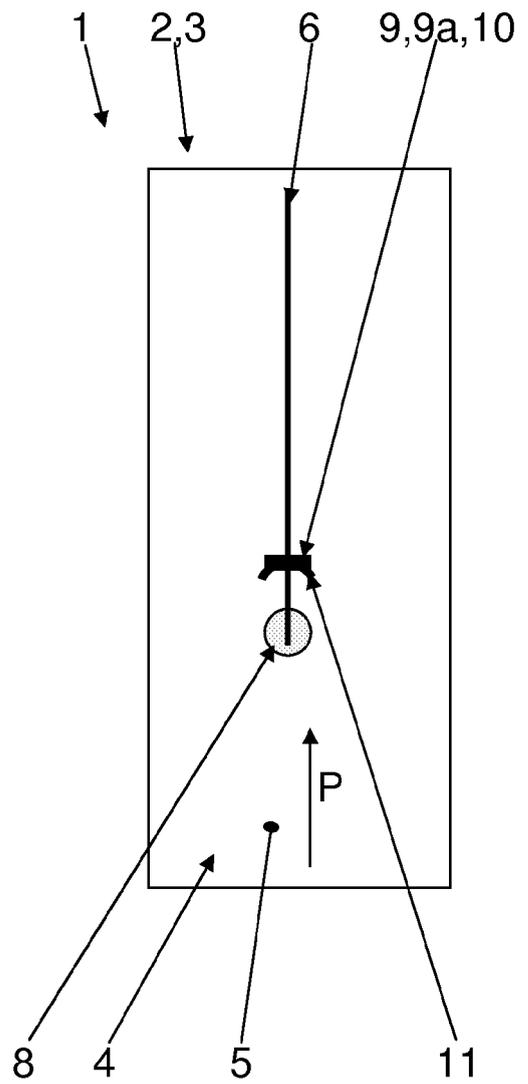


Fig. 9



**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]