

(19)



(11)

EP 2 501 480 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.08.2014 Patentblatt 2014/33

(51) Int Cl.:
B03C 3/41 ^(2006.01) *B03C 3/86* ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10785318.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH2010/000291

(22) Anmeldetag: **18.11.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/060562 (26.05.2011 Gazette 2011/21)

(54) ELEKTRODE UND ELEKTROSTATISCHE FEINSTAUBFILTERANLAGE

ELECTRODE AND ELECTROSTATIC FINE DUST FILTER SYSTEM

ÉLECTRODE ET SYSTÈME DE FILTRATION DE POUSSIÈRE FINE ÉLECTROSTATIQUE

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

(30) Priorität: **18.11.2009 CH 17722009**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.09.2012 Patentblatt 2012/39

(60) Teilanmeldung:
13197531.0 / 2 712 678

(73) Patentinhaber:
• **Müller, Beat**
7304 Maienfeld (CH)
• **Jud, Daniel**
9215 Schönenberg (CH)

(72) Erfinder:
• **Müller, Beat**
7304 Maienfeld (CH)
• **Jud, Daniel**
9215 Schönenberg (CH)

(74) Vertreter: **Hasler, Erich et al**
c/o Riederer Hasler & Partner
Patentanwälte AG
Elestastrasse 8
7310 Bad Ragaz (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2008/128353 BE-A- 369 515
DE-A1- 3 308 265 DE-A1- 3 539 205
FR-A- 626 445 GB-A- 914 299
GB-A- 2 119 291 US-A- 4 671 808
US-A1- 2008 190 294

EP 2 501 480 B1

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

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine stabförmige Elektrode, insbesondere eine elektrostatische Hochspannungselektrode. Die Erfindung betrifft des Weiteren eine elektrostatische Feinstaubfilteranlage beinhaltend die genannte stabförmige Elektrode. Die Elektrode und die Feinstaubfilteranlage können zur Abgasreinigung, insbesondere von Feueranlagen, verwendet werden.

Stand der Technik

[0002] Elektrostatische Staubfilter oder auch Elektroabscheider genannt sind Anlagen zur Abscheidung von Partikeln aus Gasen, die auf dem elektrostatischen Prinzip beruhen. Diese Anlagen werden insbesondere zur elektrischen Reinigung von Abgasen verwendet.

[0003] Ihre hauptsächliche Anwendung finden Elektrofilter in der Reinigung von industriellen Rauchgasen, beispielsweise bei der Stromerzeugung aus Kohle, bei der Verhüttung oder der Zementherstellung. Dort werden Gesamtabscheidungsgrade bis zu 99,9 % erreicht. Ein Kraftwerksfilter ist unter Umständen einige zehn Meter hoch. Die Abscheidung von besonders giftigen Feinstäuben im Bereich unter einem Mikrometer stellt eine besondere Herausforderung an die Abscheidungsrate von Elektrofiltern dar. Solche Stäube gelangen in die Lunge und können daher nicht abgehustet werden. Sie stellen je nach Substanz ein erhebliches Krebsrisiko dar.

[0004] Feinstaubanteile sind jedoch nicht nur in industriellen Abgasen vorhanden sondern auch in privaten. Um diese Abgase ebenfalls effizient zu reinigen werden heute Elektrofilteranlagen auf Kamine privater oder gewerblicher Feuerungsanlagen aufmontiert. Montage, Wartung und Reinigung von privaten und gewerblichen Feuerungsanlagen und deren Filteranlagen stellen andere Anforderungen als die Grossanlagen der Industrie. Vor allem sind industrielle kontinuierliche Lösungen zur Reinigung von Kaminen sehr teuer und bei privater oder gewerblicher Nutzung einer Feuerungsanlage nicht rentabel; vielmehr wird hier die Reinigung von Kaminfeuern, z.B. alljährlich, durchgeführt. Eine Elektrofilteranlage zur Rauchgasreinigung von Kleinf Feuerungsanlagen, die mit Holz, Stroh oder anderen regenerativen Brennstoffen oder Kohle befeuert werden ist in der Patentschrift DE 10 2006 003 028 offenbart.

[0005] Bei Elektrofiltern werden Staubteilchen durch Koronaentladung elektrisch aufgeladen und zur entgegengesetzt aufgeladenen Elektrode gezogen. Die Koronaentladung findet auf einer dafür geeigneten, geladenen Hochspannungselektrode im Innern des Abgaskamins statt. Die Elektrode ist bevorzugt mit herausragenden Spitzen und eventuell scharfen Kanten ausgeführt, weil dort die Dichte der Feldlinien und damit auch die elektrische Feldstärke am größten und somit die Koronaentladung begünstigt ist. Die gegengesetzte Elektrode

besteht für gewöhnlich aus einem geerdeten Abgasrohrabschnitt, der um die Elektrode gelagert ist. Der Abscheidungsgrad eines Elektrofilters ist insbesondere von der Verweilzeit der Abgase im Filtersystem und der Spannung zwischen Sprüh- und Abscheidungselektrode abhängig. Die dafür notwendige gleichgerichtete Hochspannung wird von einer Hochspannungserzeugungsanlage bereitgestellt. Die Hochspannungserzeugungsanlage und die Halterung für die Elektrode sind vor Staub und Verschmutzung zu schützen, um ungewollte Kriechströme zu vermeiden und die Standzeit der Anlage zu verlängern.

[0006] In der Patentspezifikation GB 914 299 werden bekannte elektrostatische Filter gezeigt. Eine Ausführungsform eines elektrostatischen Filters (Figur 2), deren Isolatoren aufgrund konstruktiver Massnahmen vor Biegebelastung und Bruch geschützt sind besteht zumindest aus einem Hochspannungsteil, welches auf einem Träger, welcher eine Brücke zwischen isolierenden Supporten schlägt, aufliegt. Zudem reicht das hängende Hochspannungsteil durch eine Isolatorhülse hindurch. Kräfte die auf das Hochspannungsteil wirken werden durch elastische Dichtungen, von denen einige direkt oder indirekt am Hochspannungsteil anliegen, aufgenommen. Die Bewegungsfreiheit des Hochspannungsteils, wird durch den beschriebenen Aufbau fast völlig verhindert. Insoweit überhaupt eine Bewegung des Hochspannungsteils möglich ist, ist diese durch die anliegenden Dichtungen stark eingeschränkt und geführt. Vibrationen und Erschütterungen können durch diesen Aufbau abgedämpft werden.

[0007] In der Patentanmeldung GB 2 119 291 wird ein elektrostatischer Filter gezeigt, dessen Trägerstab, gegebenenfalls mit Emissionselektrode, frei schwingend in einer Isolatorhülse hängt. In einer Ausführungsform ist der Trägerstab in ein nachgiebiges Material gebettet, welches den Raum zwischen Trägerstab und Isolator ausfüllt. Dieser Aufbau soll ein Brechen des Isolators aufgrund von Vibrationen, welche über den Trägerstab übertragen werden, verhindern.

[0008] In der Patentanmeldung US 4 671 808 wird ein elektrostatischer Filter mit einem Klopfmechanismus gezeigt. Dieser Klopfmechanismus dient zur Erschütterung der Vielzahl der Elektroden. Durch Betätigung des Klopfmechanismus wird der Niederschlag abgeklopft.

[0009] Die Offenlegungsschrift DE 35 39 205 A1 zeigt eine Anordnung zum Abstützen einer Vielzahl von Entladungselektroden und für diese Anordnung geeignete Entladungselektroden. Über eine horizontale Bewegung einer Elektrodenhaltevorrückung kann ein Staubbienerschlag an Elektrodenanteilen der Entladungselektroden losgeschüttelt werden.

[0010] Die Veröffentlichung WO 2008/128353 offenbart eine Dämpferinstallation zur Abtrennung der Isolator-kammer vom Kaminrohr. Wird die Dämpferinstallation geschlossen und die Stromzufuhr auf das Halteelement für den Elektrodenrahmen abgeschaltet, kann die Wartung des Isolators vorgenommen werden, während das

Abgas weiterhin durch den Kamin strömt.

[0011] Der oben genannte Stand der Technik gibt keine Hinweise zur konstruktiven Ausführung von Halterungen für elektrostatische Hochspannungselektroden von vorwiegend Kleirefeueranlagen, welche üblicherweise vom Kaminfeger mit Bürste gereinigt werden.

Aufgabe der Erfindung

[0012] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine elektrostatische Feinstaubfilteranlage, insbesondere Elektrode und Elektrodenhalterung, derart auszuführen, dass Montage, Wartung und Reinigung von Feinstaubfilter und Kamin, zum Beispiel von Hauskaminen mit Holzfeuerung, leicht durchführbar sind. Insbesondere soll die Reinigung sowohl vom Dach aus wie auch von unten, d.h. vom Ofen her leicht durchführbar sein. Zusätzlich soll die die Sicherheit von Kaminfeger und Monteur bei Ausführung der Montage-, Service-, Wartungs- und Reinigungsarbeiten gewährt werden.

Beschreibung

[0013] Erfindungsgemäss wird die Aufgabe mit einer stabförmigen Elektrode gemäss Anspruchs 1 und einer Feinstaubfilteranlage gemäss Anspruch 12 dadurch gelöst, dass die Elektrode beweglich und selbstrückstellend, insbesondere federnd ausgeführt ist. Gemäss einer besonderen Ausführungsform wird die Aufgabe mit der Verwendung bombierter flexibler Teile zur Herstellung der Elektrode gelöst.

[0014] Die erfindungsgemässe stabförmige Elektrode, insbesondere die elektrostatische Hochspannungselektrode, zeichnet sich dadurch aus, dass die Elektrode zumindest ein Federelement mit rückstellender Kraft enthält, wobei das Federelement unter äusserer Krafteinwirkung eine Biegung und/oder Knickung der Elektrode ermöglicht und bei fehlender äusserer Krafteinwirkung die Elektrode in die Betriebsposition rückstellt. Die stabförmige Elektrode, insbesondere die elektrostatische Hochspannungselektrode, besteht aus einem Federelement mit rückstellender, d.h. elastischer, Federkraft oder beinhaltet zumindest ein Federelement mit rückstellender, d.h. elastischer, Federkraft, das unter Krafteinwirkung eine Bewegung, insbesondere eine Biegung, Knickung oder Deformation, der Elektrode ermöglicht und bei fehlender Krafteinwirkung die Elektrode in die Grundposition, z.B. in eine gestreckte Position, zurückspringen lässt. Die Biegung und die Rückstellung sind elastisch. Die Elektrode weist sich also durch eine einerseits steife und andererseits elastisch selbstrückstellende Bauform aus. Dadurch dass die Elektrode eine oder mehrere Biege- oder Knickstellen aufweist, ist es möglich die Elektrode seitlich über eine Öffnung im Abgaskanal zu montieren und demontieren. Bei einer Reinigung von unten her, kann die Elektrode mit dem Reinigungsbesen weggedrückt werden. Hierdurch wird die Arbeit des Kaminfegers vereinfacht; insbesondere ist die Reinigung

vom Dach her nicht mehr nötig. Während des Betriebs weist die Elektrode hohe Steifigkeit und gleichzeitig gute Dämpfungswirkung auf. Die Federkraft kann hierbei so eingestellt und dimensioniert werden, dass die Kräfte des Abgasstroms, d.h. der dadurch erzeugte Luftwiderstand an der Elektrode, und die elektrostatischen Kräfte, die auf die Elektrode wirken, kein Aufschwingen der Elektrode verursachen. Die Elektrode kann mit einem zusätzlichen Gewicht im Lot gehalten werden. Das zumindest eine Federelement der Elektrode kann als Feder, z.B. Stahlfeder, ausgebildet sein. Das zumindest eine Federelement ist aufgrund seiner Konstruktion und/oder seiner Materialeigenschaften selbstrückstellend.

[0015] Vorteilhafterweise besteht das Federelement aus mindestens einem bombierten Federblechstück, das quer zur Elektrodenlängsrichtung bombiert ist. Die Krümmung des Elektrodenquerschnitts (d.h. die Krümmung in Elektrodenquerrichtung einer stabförmigen Elektrode), die durch Bombieren eingebracht wird, hat vorteilhafterweise einen Radius von 5 bis 100 mm (Millimeter), bevorzugt von 10 bis 40 mm und weiter bevorzugt von 18 bis 22 mm. Zweckmässigerweise besitzt die Elektrode in ihrem Querschnitt eine Bogenlänge von 8 bis 100 mm, bevorzugt von 12 bis 50 mm und meist bevorzugt von 16 bis 25 mm. Vorteilhafterweise ist die Elektrode 1 bis 4 m (Meter) lang. Zweckmässigerweise wird für ein Abgasrohr mit eher grossem Durchmesser eine eher lange Elektrode verwendet. Ein bombiertes Federstahlblech weist eine sehr hohe Steifigkeit auf und lässt sich dennoch leicht Knicken. Sobald keine äussere Kraft mehr auf das Federstahlblech einwirkt, springt es wider in den gestreckten Zustand zurück. Zudem ist der Knickpunkt über die Länge des Blechs frei verschiebbar.

[0016] Im Weiteren kann das Federelement aus zumindest zwei oder mehr bombierten Federblechstücken bestehen, welche mit konvexen Seitenbereichen oder mit konvexen und konkaven Seitenbereichen gegeneinander angeordnet verbunden sind. Dies komplexere Bauform resultiert in einer stärkeren Federkraft der Elektrode.

[0017] In einer Ausführungsform umfasst die stabförmige elektrostatische Hochspannungselektrode Federelemente, welche sich im Wesentlichen über die ganze Länge der Elektrode erstrecken.

[0018] In einer Ausführungsform enthält die stabförmige elektrostatische Hochspannungselektrode Federelemente und formstabile Elemente in wechselnder Abfolge, insbesondere in wechselnder Abfolge in der Längsrichtung der Elektrode. Bei Verbiegung können sich hierbei mehrere Knickpunkte gleichzeitig einstellen.

[0019] Vorteilhafterweise ist die rückstellende Federkraft der Federelemente derart bemessen, dass die Federelemente durch Muskelkraft, insbesondere durch Einsatz von Armen und Händen, einer mit der Wartung, Montage oder Reinigung der Anlage betrauten Person, gebogen oder geknickt werden können.

[0020] Zweckmässigerweise ist die rückstellende Federkraft des oder der Federelemente derart ausgelegt,

dass das Federelement bezugsweise die Federelemente zumindest um 10 Grad, bevorzugt zumindest um 20 Grad, weiter bevorzugt zumindest um 45 Grad und weiter bevorzugt zumindest um 90 Grad geknickt werden können, bezugsweise gebogen werden können. Im Weiteren ist es von Vorteil, wenn die einzelnen Federelemente um zumindest 10 und bis zu 180 Grad, vorteilhafterweise um zumindest 20 und bis zu 170 Grad knickbar bezugsweise biegsam sind. Zu beachten ist, dass aus je weniger Federelemente die Elektrode aufgebaut ist, desto stärker sollten sich die Elemente knicken lassen. Die zur Beugung nötige Kraft hängt hierbei vom Material und den Stababmessungen ab.

[0021] Zweckmässigerweise besitzt eine Elektrode scharfe Kanten oder Spitzen zur Ionisation. Die Kanten oder Spitzen haben dabei bevorzugt einen Radius von weniger als 1 mm, weiter bevorzugt weniger als 0.5 mm und weiter bevorzugt weniger als 0.2 mm.

[0022] Bei einer weiteren vorteilhaften erfindungsgemässen Ausführung einer stabförmigen Elektrode, insbesondere einer elektrostatischen Hochspannungselektrode, bestehen die Elektroden zumindest teilweise aus bombiertem Blech, insbesondere Federstahlblech.

[0023] Vorteilhaft bestehen die Elektroden (insbesondere die Elektrodenoberfläche) zu mindestens 20 Prozent, bevorzugt zu mindestens 50 Prozent, weiter bevorzugt zu mindestens 80 Prozent und weiter bevorzugt im Wesentlichen aus bombiertem Federstahlblech.

[0024] Erfindungsgemäss werden bombierte Federstähle zur Herstellung von stabförmigen Elektroden, insbesondere elektrostatischen Hochspannungselektroden, verwendet. Durch ihre selbstrückstellenden Federkräfte sind diese Elektroden und die Anlagen in den die Elektroden verwendet werden, leicht zu montieren, zu warten und zu reinigen.

[0025] Erfindungsgemäss kann bombierter Federstahl zur Herstellung von Elektroden, insbesondere elektrostatischen Hochspannungselektroden verwendet werden.

[0026] Die erfindungsgemässe elektrostatische Feinstaubfilteranlage beinhaltet eine elektrostatische Hochspannungselektrode und gegebenenfalls eine Gegenelektrode und zeichnet sich dadurch aus, dass die Hochspannungselektrode als stabförmige elektrostatische Hochspannungselektrode ausgebildet ist.

[0027] Die erfindungsgemässe elektrostatische Feinstaubfilteranlage zeichnet sich vorzugsweise dadurch aus, dass die Anlage weiter eine Halterung für die elektrostatische Hochspannungselektrode beinhaltet.

[0028] Die Aufgabe ist insbesondere gelöst durch eine erfindungsgemässe elektrostatische Feinstaubfilteranlage beinhaltend eine elektrostatische Hochspannungselektrode und gegebenenfalls eine Gegenelektrode, wobei die Anlage weiter eine Halterung für die Hochspannungselektrode beinhaltet, welche insbesondere zumindest aus einem Hochspannungsisolator, elektrodenseitig des Isolators einem Arm mit einem Haltemittel zum Halten einer am Haltemittel bevorzugt vertikal hängen-

den Hochspannungselektrode und montageseitig des Isolators einem Montagemittel zur Montage der Halterung besteht, und wobei die Halterung im Weiteren mit wenigstens einem rückstellenden Element mit selbstrückstellender Federkraft ausgestattet ist. Das rückstellende Element bildet hierbei eine gelenkige Verbindung zwischen dem zumindest einen Montagemittel und dem Haltemittel und ermöglicht bei der Reinigung im Abgaskanal mit einem Reinigungsgerät ein Ausweichen des Haltemittels und gegebenenfalls einer daran angebrachten Hochspannungselektrode aus der Betriebsposition und ein selbsttätiges Rückstellen in die Betriebsposition. Das rückstellende Element wirkt selbstrückstellend sobald eine äussere Kraft die Position der Halterung verändert. Dies hat den Vorteil, dass zum Beispiel bei der Reinigung mit einer Kaminbürste die Elektrode im Innern des Abgaskanals aufgrund der flexiblen Halterung auf die Seite gedrückt werden kann und dadurch für die Reinigungsbürste kein Hindernis mehr bildet.

[0029] Vorteilhafterweise ist hierbei die Hochspannungselektrode als stabförmige Elektrode ausgebildet, die zumindest ein rückstellendes Element mit rückstellender Federkraft enthält, das unter Krafteinwirkung eine Knickung der Elektrode ermöglicht und bei fehlender Krafteinwirkung die Elektrode versteift.

[0030] Die erfindungsgemässe elektrostatische Feinstaubfilteranlage beinhaltet eine elektrostatische Hochspannungselektrode und gegebenenfalls eine Gegenelektrode und zeichnet sich dadurch aus, dass die Hochspannungselektrode als stabförmige elektrostatische Hochspannungselektrode wie hierin beschrieben ausgebildet ist.

[0031] Die erfindungsgemässe elektrostatische Feinstaubfilteranlage beinhaltet eine elektrostatische Hochspannungselektrode und gegebenenfalls eine Gegenelektrode, wobei die Hochspannungselektrode als stabförmige elektrostatische Hochspannungselektrode ausgebildet ist, die insbesondere zumindest ein rückstellendes Element mit rückstellender Federkraft enthält, das unter Krafteinwirkung eine Knickung der Elektrode ermöglicht und bei fehlender Krafteinwirkung die Elektrode versteift. Dadurch dass die Elektrode eine oder mehrere Biege- oder Knickstellen aufweist, ist es möglich die Elektrode seitlich über eine Öffnung im Abgaskanal zu montieren und zu demontieren. Die Öffnung im Kamin kann auf die minimale Grösse aufgrund der maximalen Durchschlagsstrecke bemessen werden. Das Design eines Kamins bildet keine starke Einschränkung hinsichtlich Konzeption und Design der Filteranlage, da eine seitliche Öffnung als Einlass für die Elektrode genügt. Alle weiteren Filterelemente können aussen am Kamin montiert werden.

[0032] Vorteilhafterweise beinhaltet hierbei die elektrostatische Feinstaubfilteranlage weiter eine flexible isolierende Halterung, die einen Hochspannungsisolator, elektrodenseitig des Isolators zumindest einen Arm mit einem Haltemittel zum Halten einer am Haltemittel bevorzugt vertikal hängenden Hochspannungselektrode

und montageseitig des Isolators zumindest ein Montagemittel zur Montage der Halterung, wobei die Halterung mit wenigstens einem rückstellenden Element ausgestattet ist. Das rückstellende Element bildet hierbei eine gelenkige Verbindung zwischen dem zumindest einen Montagemittel und dem Haltemittel und ermöglicht bei der Reinigung im Abgaskanal mit einem Reinigungsgerät ein Ausweichen des Haltemittels und gegebenenfalls einer daran angebrachten Hochspannungselektrode aus der Betriebsposition und ein selbsttätiges Rückstellen in die Betriebsposition. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Halterung mit wenigstens einem rückstellenden Element mit selbstrückstellender Federkraft ausgestattet.

[0033] Die Halterung für eine elektrostatische Hochspannungselektrode zur Abgasreinigung beinhaltet erfindungsgemäss einen Hochspannungsisolator, elektrodenseitig des Isolators zumindest einen Arm (bevorzugt nur einen Arm) beinhaltend ein Haltemittel zum Halten einer am Haltemittel bevorzugt vertikal hängenden Hochspannungselektrode und montageseitig des Isolators zumindest ein Montagemittel zur Montage der Halterung an einer Montagestelle ausserhalb eines Abgaskanals eines Kamins, wobei die Halterung mit wenigstens einem Rückstellelement mit rückstellender Eigenschaft ausgestattet ist, welches eine gelenkige Verbindung zwischen dem zumindest einen Montagemittel und dem Haltemittel bildet und welches bei der Reinigung im Abgaskanal mit einem Reinigungsgerät ein Ausweichen des Haltemittels und gegebenenfalls einer daran angebrachten Hochspannungselektrode aus der Betriebsposition und ein selbsttätiges Rückstellen in die Betriebsposition ermöglicht. Das Rückstellelement ist also zwischen dem zumindest einen Montagemittel und dem Haltemittel derart eingebaut, dass das Haltemittel mit dem zumindest einen Montagemittel über das Rückstellelement verbunden ist und dass das Haltemittel gegenüber dem zumindest einen Montagemittel selbstrückstellend, insbesondere elastischen und/oder federnd, beweglich ist. Das wenigstens eine Rückstellelement wirkt rückstellend sobald eine äussere Kraft, welche die Position der Halterung verändert, wegfällt. Als rückstellende Kräfte können Schwerkraft und/oder Federkräfte wirken. Auslenkung aus der Ausgangsposition und Rückstellung sind beliebig wiederholbar. Von Vorteil ist, dass zum Beispiel bei der Reinigung mit einer Kaminbürste die Elektrode im Innern des Abgaskanals aufgrund der flexibel ausgeführten Halterung auf die Seite gedrückt werden kann und dadurch für die Reinigungsbürste kein Hindernis mehr bildet. Das zumindest eine rückstellende Element ist ein bewegliches Element, das als Feder, z.B. Stahlfeder, als Scharnier, mechanisches Gelenk, aus elastischem Material oder aus einer Kombination davon ausgebildet sein kann.

[0034] Insbesondere bei Ausführungsformen, bei denen die Halterung mit wenigstens einem Rückstellelement mit selbstrückstellender Federkraft ausgestattet ist (z.B. bei einer Feder als Rückstellelement oder bei einer

Halterungsteilausführung mit elastischem Material, wie etwa Silikon), wirkt das federnde Rückstellelement selbstrückstellend, sobald eine äussere Kraft, welche die Position der Halterung verändert, wegfällt. Die Auslenkung aus der Ausgangsposition und die Rückstellung sind hierbei vorteilhaft elastisch. Bei einer weiteren Ausführungsformen, bei der die Halterung mit wenigstens einem Scharnier als Rückstellelement ausgestattet ist, kann das Rückstellelement zum Beispiel aufgrund der Schwerkraft rückstellend wirken, sobald eine äussere Kraft, welche die Grundposition der Halterung verändert hat, wegfällt.

[0035] Zweckmässigerweise ermöglicht das wenigstens eine Rückstellelement eine Auslenkung der Halterung oder von Teilen der Halterung aufgrund einer äusseren Kraft und bei Wegfall der äusseren Krafteinwirkung die Rückstellung der Halterung oder der Teile der Halterung in die Betriebsposition (i.e. Grundposition).

[0036] Vorteilhafterweise ist das wenigstens eine Rückstellelement derart ausgelegt, dass die Halterung, d.h. der Teile der Halterung, welcher elektrodenseitig vom Rückstellelement angeordnet ist (i.e. insbesondere das Haltemittel), aufgrund einer Biegung oder Drehung des Rückstellelements (insbesondere um den Dreh- oder Biegepunkt des Rückstellelements) um mehr als 5 Grad, bevorzugt um mehr als 10 Grad und weiter bevorzugt um mehr als 20 Grad aus der Grundposition ausgelenkt werden kann. Umso besser die Auslenkbarkeit ist desto besser ist der Zugang bei Reinigung und Wartung der Filteranlage und des Abgaskanals, bzw. des Kamins.

[0037] Alternativ ist das wenigstens eine Rückstellelement beim Ausweichen derart auslenkbar, dass das Haltemittel aufgrund einer Biegung und/oder Drehung des Rückstellelements eine Auslenkung bezüglich der Betriebsposition in zumindest horizontaler Richtung um mindestens 5 cm, bevorzugt um mindestens 10 cm, weiter bevorzugt um mindestens 15 cm, weiter bevorzugt um mindestens 20 cm, aus seiner Betriebsposition erfahren kann. Ein Ausweichen oder Auslenken in vertikaler Verschiebung kann zusätzlich erfolgen.

[0038] Vorteilhafterweise ist das zumindest eine Montagemittel mit wenigstens einem Rückstellelement zur Stützung des Isolators ausgestattet. Bevorzugt ist hierbei zwischen dem zumindest einen Montagemittel und dem Isolator zumindest ein Trägermittel, welches das wenigstens eine Rückstellelement trägt, angeordnet. Alternative ist der zumindest eine Arm mit dem wenigstens einen Rückstellelement ausgestattet oder der Isolator ist selbstrückstellend, insbesondere aus elastischem Material, wie zum Beispiel Silikon, ausgeführt. Das rückstellende Element wirkt rückstellend sobald eine äussere Kraft, welche die Position der Halterung verändert, wegfällt. Durch die montageseitige Positionierung des rückstellenden Elements wird ein möglichst grosse Verschiebbarkeit, d.h. Verschiebstrecke der Elektrode gewährleistet. Dies ist zum Beispiel bei der Reinigung mit einer Kaminbürste von besonderem Vorteil, da die

Elektrode im Innern des Abgaskanals aufgrund der stark flexiblen Halterung bis zur Abgaskanalwand weggedrückt werden kann und dadurch für die Reinigungsbürste kein Hindernis mehr bildet.

[0039] Vorteilhafterweise ist der Isolator über eine lösbare Verbindung, insbesondere eine Steckverbindung, mit dem zumindest einen Montagemittel, gegebenenfalls über zumindest ein Trägermittel, verbunden. Der Isolator wird bei der Montage nur aufgesteckt und kann zur Wartung jederzeit abgenommen werden. Zudem werden hierzu keine Werkzeuge benötigt.

[0040] Der Isolator sitzt vorteilhafterweise in einer Isolatorhalterung, welche zudem mittels des wenigstens einen rückstellenden Elements am zumindest einen Montagemittel, gegebenenfalls über zumindest ein Trägermittel, auslenkbar verankert ist.

[0041] Zweckmäßigerweise sind drei, vier oder mehr rückstellende Elemente so angeordnet, dass eine rückstellende Dreipunkt-, Vierpunkt-, beziehungsweise Mehrpunktstützung des Isolators besteht. Die rückstellenden Elemente sind zum Beispiel derart angeordnet, dass eine Art Federtisch entsteht, der zwischen Isolator, beziehungsweise Isolatorhalterung und einer zur Montage ausgebildeten Konsole positioniert ist. Das oder die rückstellenden Elemente bilden dabei die Stützbeine des Tisches. Durch eine breite Abstützung, die bei der Verwendung von zum Beispiel vier rückstellenden Elementen gegeben ist, kann das Drehmoment, das aufgrund des Gewichts der Elektrode, gegebenenfalls (ggf.) einer Elektrodenführung, und der darauf wirkenden Kräfte entsteht, besser aufgefangen werden. Im Gegensatz zu einer Federstützung durch nur ein rückstellendes Element ist die Stützung durch mehrere rückstellende Elemente stabiler und trotzdem einfach einstellbar beziehungsweise dimensionierbar. Hingegen kann eine Federstützung mit nur einem Rückstellelement unter Umständen konstruktiv einfacher zu realisieren sein und gewährt dabei eine gute Flexibilität und Beweglichkeit der Halterung.

[0042] Zusätzlich oder alternative können rückstellende Elemente am Isolatorhorn an der Elektrodenführung und/oder der Elektrode selbst platziert werden. Zusätzliche rückstellende Elemente können ebenfalls als Federn, z.B. Stahlfeder, als Scharniere oder mechanisches Gelenke ausgebildet sein.

[0043] Der Isolator weist vorteilhafterweise eine Lamellenstruktur auf. Diese läuft vorteilhafterweise gegen oben tannenförmig zu, beziehungsweise verjüngt sich zur Elektrodenseite hin. Eine durchgehende Schmutzschicht kann durch diese Formgebung weitestgehend verhindert werden. Der Arm mit Haltemittel zum Halten einer Elektrode ragt in Zuspitzrichtung aus der Spitze des sich verjüngenden Isolators.

[0044] Der Isolator besteht zum Beispiel aus Silikon, da dieses Material stark isolierend wirkt. Silikon selbst besitzt eine gewisse Elastizität. Es ist deshalb alternativ denkbar, dass Isolator und Horn derart ausgeführt werden, dass der Isolator selbst als rückstellendes Element wirkt, beziehungsweise wirken kann. Silikon ist zudem stark

wasser- und schmutzabweisend. Kriechströme können somit auf ein Minimum reduziert und die Standzeit der Anlage maximiert werden. Im Weiteren hat Silikon eine hohe Temperatur- und Ozonbeständigkeit.

[0045] Zweckmäßigerweise sind eine Stromversorgungseinheit und gegebenenfalls eine Steuerungseinheit montageseitig mit dem Isolator verbunden. Hierbei ist die Stromversorgungseinheit vorteilhafterweise über eine elektrische Verbindung durch den Isolator hindurch mit der Elektrode verbunden.

[0046] Zweckmäßigerweise kann eine Vibrationseinheit, insbesondere ein Vibrationsmotor, an der Halterung angebracht oder darin integriert werden. Durch Betätigung der Vibrationseinheit, kann die Halterung und somit die befestigte Elektrode in Schwingung gebracht werden. Durch die eingebrachten Schwingungen können abgelagerte Abgaspartikel von der Elektrode abgeschüttelt werden.

[0047] Vorteilhafterweise ist der zumindest eine Arm zum Halten einer Hochspannungselektrode mit Mitteln zum Aufbau einer lösbaren Verbindung, z.B. einer Steckverbindung oder einer Schraubverbindung, ausgeführt. Hierbei kann der zumindest eine Arm zum Halten der Hochspannungselektrode mit weiteren rückstellenden Elementen ausgeführt sein. Zusätzlich oder alternativ kann das zumindest eine Montagemittel, gegebenenfalls über zumindest ein Trägermittel, mit mehreren Rückstellelementen ausgeführt sein.

[0048] Diese und weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen werden im Folgenden aufgezeigt.

[0049] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren in schematischer Darstellung näher im Detail beschrieben. Es zeigt:

Figur 1: Abgaskanal mit elektrostatischer Hochspannungsfilterausstattung mit über rückstellende Elemente flexibel gelagertem Isolator und elektrostatischer Elektrode in Betriebsstellung;

Figur 2: Abgaskanal mit elektrostatischer Hochspannungsfilterausstattung mit über rückstellende Elemente flexibel gelagertem Isolator und elektrostatischer Elektrode in ausgelenkter Stellung während der Reinigung;

Figur 3: Abgaskanal mit elektrostatischer Hochspannungsfilterausstattung mit flexibel gelagertem Isolator und elektrostatischer Elektrode mit alternativen und zusätzlichen rückstellenden Elementen oder Knickpunkten;

Figur 4: Isolator;

Figur 5: Zwei allgemeine Ausführungsformen einer selbstrückstellende elektrostatische Elektrode: a) segmentierter Aufbau, b) einteiliger Aufbau

- Figur 6: Selbstrückstellende elektrostatische Elektroden beinhaltend a) zwei bombierte Federbleche, b) ein bombiertes Federblech;
- Figur 7: Querschnittbeispiele für selbstrückstellende Federblechelektroden;
- Figur 8: Abgaskanal mit elektrostatischer Hochspannungsfilterausstattung mit flexibel gelagertem Isolator und flexibler elektrostatischer Elektrode, a) in Betriebsstellung, b) bei Entnahme der Elektrode;

[0050] Figuren 1-3 und 8 zeigen jeweils einen Abgaskanal 9 eines Kamins, der mit einer elektrostatischen Hochspannungsfilteranlage 11 ausgestattet ist. Ein Kamin ist so konzipiert dass Abgase durch den Abgaskanal 9 nach Oben in die Umgebung ausströmen können. Der Abgaskanal ist hierzu z.B. als Rohr ausgeführt. Kommerziell erhältliche und verbaute Abgasrohre haben üblicherweise Durchmesser von etwa 100 bis 400 mm. Im Betrieb gemäss Figur 1 ist die elektrostatische Hochspannungselektrode 13 im Innern des Abgaskanals 9 in zentraler Stellung in Achsrichtung (d.h. in Längsrichtung) positioniert. Die Innenwand des Abgaskanals 9 bildet die Gegenelektrode oder weist Befestigungen für eine oder mehrere daran angebrachte Gegenelektroden auf. Die Gegenelektrode kann geerdet sein. Die Hochspannungselektrode 13 ist bevorzugt über eine Elektrodenführung 15, einen Isolator 17 und ein Hochspannungskabel 19 mit einer elektronischen Hochspannungserzeugungs- und Steuereinrichtung 23 elektrisch verbunden. Die Elektrodenführung 15 ist durch eine Öffnung 25 in der Wand des Abgaskanals 9 nach aussen geführt. Elektrodenseitig ist die Elektrodenführung 15 mit einer Elektrodenbefestigung 27 ausgeführt, an welcher die Hochspannungselektrode 13 angebracht ist, bezugsweise lösbar befestigt ist. Alternativ können Elektrodenführung 15 und Elektrode 13, Elektrodenführung 15 und Isolator 17 oder alle drei Komponenten eine fest verbundene Einheit bilden. Isolatorseitig ist die Elektrodenführung 15 derart ausgeführt, dass sie in eine Kupplung 29, welche Isolator 17 und Elektrodenführung 15 verbindet, lösbar einsteckt. In einer ihrer einfachsten Ausführungsformen besteht die Kupplung 29 lediglich aus einer lochartigen Führung im Isolator 17. Der Isolator 17 trägt einen Isolator 31, der vorzugsweise lamellenartig und zur Elektrodenfläche hin verjüngend ausgebildet ist, wobei die Lamellen 33 beabstandete Schichten radialer Verdickungen des Basisdurchmessers 35 des Isolators 31 darstellen. Der Isolator 17 ragt - insbesondere in Zuspitzrichtung - aus der Spitze des Isolators, geht diesseitig über in die Elektrodenführung 15 und die Elektrodenbefestigung 27. Isolator 17 und Elektrodenführung 15 bilden einen Arm mit der Elektrodenbefestigung 27 zum Halten einer Elektrode 13. Der Isolator 31 steckt lösbar in einer Isolatorhalterung 37, die derart ausgeführt ist, dass in eingesteckter Posi-

tion eine Hochspannungskabel 19 eine elektrische Verbindung zwischen Isolator 17 und Hochspannungserzeugungs- und Steuerungselektronik 23 erstellt. Die elektrische Verbindung zwischen Isolator 17 und Hochspannungskabel 19 wie auch das Hochspannungskabel selbst sind gegen die Konsole 41 und die rückstellenden Elemente 43 elektrisch isolierend ausgeführt. Eine Stromzuführung 39 stellt die elektrische Versorgung sicher. Die Isolatorhalterung 37 ist flexibel auf einer Konsole 41 angebracht. Die Konsole 41 ist am Kamin 9 mittels eines Montagemittels (nicht gezeigt) unverrückbar an einer Montagestelle 40 befestigt. Rückstellende Elemente 43 gewähren Flexibilität, so dass eine Krafteinwirkung auf Elektrode 13, Elektrodenführung 15 oder Isolator 17 durch Positionsveränderung aufgenommen werden kann und bei nachlassender Krafteinwirkung die Grundposition rückstellend, bezugsweise rückfedemd, wieder eingenommen werden kann. Die rückstellenden Elemente 43 wirken gleichzeitig als Gelenke, Knickstellen und Speicher für die Rückstellkraft. Vorteilhafterweise werden mehrere rückstellende Elemente 43 verwendet. In einer bevorzugten Ausführungsform werden vier gleichartige rückstellende Elemente verwendet. Die vier rückstellenden Elemente bilden vorzugsweise die Eckpunkte eines Quadrats oder Rechtecks und verankern die Isolatorhalterung 37 stützend auf der Konsole 41.

[0051] Lösbare Verbindungen bedeuten im vorliegenden Zusammenhang jeweils von Hand durch den Wartungsarbeiter oder Kaminfeger leicht lösbare, bezugsweise trennbare und wieder erstellbare Verbindungen, wie dies zum Beispiel bei einer Steckverbindung, einer Klemmverbindung oder Schraubverbindung möglich ist.

[0052] Die beschriebene flexible Lagerung des Hochspannungsisolators 31 und der Hochspannungselektrode 13 führt dazu, dass die Elektrode 13 bezugsweise die Elektrodenführung 15, zum Beispiel einer von einem Reinigungsbesen 45 ausgehenden Kraft ausweicht. Ein Verklemmen oder Einhängen des Reinigungsbesens 45 an der Elektrode 13 oder Elektrodenführung 15, sowie eine Deformation der Elektrode 13 oder Elektrodenführung 15 kann mit dieser Anordnung verhindert werden. Die Ausweichbewegung 46 der gesamten Elektrodenhalterung 45, bezugsweise der Hochspannungsfilteranlage 11 aufgrund der Krafteinwirkung bei der Reinigungsbewegung 47 eines Reinigungsbesens 45 wird in Figur 2 aufgezeigt. Aufgrund der Stosskräfte während des Reinigens wird die Elektrodenhalterung 49 stark ausgelenkt. Druck- 51 und Zugkräfte 53, die auf die rückstellenden Elemente einwirken, verursachen ein Abknicken und Auslenken der Halterung 48 aus der ursprünglichen Position, sodass die Dornachse kippt. Abweichend von der in Figur 2 dargestellten Situation kann die Ausweichbewegung 46 die Elektrodenhalterung 48, 49 insbesondere den Isolator 31, auch zum Kamin 9 hin lenken. In dieser Situation stellt sich die Formgebung des Isolators 31 als vorteilhaft heraus, da auch bei geringem Abstand zwischen Isolator 31 und Kaminaussenwand 9 eine Ausweichbewegung nützlicher Spannweite zum Kamin 9 hin

durch die verjüngende Form ermöglicht wird.

[0053] In Figur 3 wird die Elektrodenhalterung 49 einer Hochspannungsfilteranlage 12 mit einem einzigen alternativen rückstellenden Element 55 dargestellt. Das alternative rückstellende Element 55 stützt die Isolatorhalterung 37 auf der Konsole 42 ab. Im Weiteren werden zusätzlich optionale rückstellende Elemente 57 und 59, die im Isolatorraum bezugsweise in der Elektrodenführung integriert sind, gezeigt. Diese weiteren oder alternativen rückstellenden Elemente stellen Knickpunkte dar, welche die Beweglichkeit und Flexibilität der Elektrodenhalterung 49 weiter steigern oder gegebenenfalls alleine gewährleisten. Alle hier beschriebenen rückstellenden Elemente können beliebig aufgebaut sein. Beispielsweise sind hier einfache mechanische Gelenke, Federn, Festkörpergelenke oder Elastomere genannt.

[0054] Die am Isolatorraum 18 oder an der Elektrodenführung 16 zusätzlich oder alternativ platzierten rückstellenden Elemente 57 und/oder 59 bestehen aus Platzgründen mit Vorteil aus einer Feder, einem Scharnier oder einem Gelenk.

[0055] In Figur 4 ist der Isolator 31 im Detail (hier in einem Isolatorhalter 37 ohne federndes Element auf der Montagekonsole 41 lagernd) gezeigt. Der Isolator 31 wird form- und kraftschlüssig auf eine Isolatorhalterung 37 gesteckt. Dazu sind keine Schrauben oder andere Fixierungsmittel nötig. Der Isolator 31 ist gegen oben zulaufen, verjüngt sich also gegen oben hin. Diese Form ermöglicht eine minimale Baugröße des Feinstaubfilters 11 oder 12. Die Abmessungen des Isolators 31 wie auch des gesamten Filters 11 oder 12 werden über die Durchschlagstrecken definiert. Durch die zulaufende Form (Tannenbaumform) vergrößert sich der Isolationsabstand 61 und somit die Durchschlagstrecke im oberen Bereich. Im unteren Bereich sind die Spannungen aufgrund des Potentialgefälles kleiner, sodass der Isolationsabstand 63 klein gehalten werden kann. In der Figur 4 ist links das elektrische Ersatzschaltbild 65 aufgezeichnet. Jeder ohmsche Widerstand R stellt eine Lamelle des Isolators 31 dar. Ein vorteilhaftes Isolatormaterial ist Silikon. Silikon hat eine sehr hohe Temperatur- und Ozonbeständigkeit. Durch seine hydrophobe Eigenschaft ist es wasser- und schmutzabweisend. Kriechströme können somit auf ein Minimum reduziert werden. Die Standzeit des Filters 11 oder 12 wird dadurch maximiert. Durch die lamellare Formgebung wird sich eine bildende elektrisch leitende Schmutzschicht nur mit Unterbrechungen ausbilden können, somit verhindert die Lamellenstruktur ein Spannungsdurchschlag auf die Kaminaussenhaut effizient. In einer alternativen Ausführungsform kann der Isolatorraum 17 flexibel ausgeführt sein. Dadurch wird ermöglicht, dass in Kombination mit einem elastischen Isolatormaterial wie Silikon der Isolator 31 elastisch rückstellend wirkt.

[0056] Um die Flexibilität und Beweglichkeit der Anlage weiter zu verbessern kann auch die Elektrode 13 selbst flexibel ausgeführt sein. In Figur 5 sind zwei allgemeine Ausführungsformen einer stabförmigen selbst-

rückstellenden elektrostatische Hochspannungselektroden 67 und 69 dargestellt: In einer in Längsrichtung segmentierten Ausführung (Elektrode 67 in Figur 5a) sind flexible, selbstrückstellende Elemente 71 und steife, formstabile Elemente 73 in abwechselnder Reihenfolge angeordnet. In einer in Längsrichtung einteiligen, d.h. nicht segmentierten, Ausführung (Elektrode 69 in Figur 5b) besteht die Elektrode aus einem einzigen selbstrückstellenden federnden Element 75. Selbstrückstellende federnde Elemente 71 und 75 können zum Beispiel als bombierte Chromstahlfederbleche ausgeführt sein. In Figur 6a ist ein stabförmiger Blechstreifen 77, der senkrecht zu seiner Längsachse gekrümmt ist, dargestellt. Ein unbombiertes langes Blechstück ist relativ leicht in Längsrichtung verbiegbare. Wird ein solches Blechstück quer zu seiner Längsrichtung gekrümmt bezugsweise bombiert, wirkt sich dies versteifend aus. Eine Verbiegung in seiner Längsachse benötigt nun einen größeren Kraftaufwand als dies bei einem unbombierten Blechstreifen der Fall ist; zudem stellt sich die gestreckte Form des Blechstreifens federnd mit höherer Federkraft wieder ein. In Figur 6b sind zwei bombierte Blechstreifen 79, die miteinander an ihren jeweiligen konvexen Seiten, sozusagen Rücken an Rücken, über Verbindungsstellen 81, wie z.B. Nieten, miteinander verbunden sind, dargestellt. Weitere Querschnitte möglicher Formen und Anordnungen von bombierten Blechstreifen sind in Figur 7 aufgezeigt. In Figur 7a wird die gekrümmte Form eines Querschnitts eines einzelnen bombierten Federblechstreifens 83 gezeigt. In Figur 7b wird die Anordnung von zwei Blechstreifen 85 mit der jeweiligen konvexen Seiten gegeneinander gepresst im Querschnitt dargestellt. In Figur 7c wird die Anordnung von drei Blechstreifen 87 mit deren konvexen Seiten an den jeweiligen zwei Endbereichen an jeweils eines der anderen zwei Blechstreifen gepresst dargestellt. In Figur 7d wird ein Querschnitt eines in S-Form gekrümmten Federblechstreifens 89 gezeigt. In Figur 7e wird die Anordnung von drei Blechstreifen 91 im Querschnitt dargestellt, wobei die Blechstreifen mit konvexer an konkaver Seite gegeneinander gelegt gestapelt sind. In Figur 7f wird eine Anordnung von vier Blechstreifen 93 im Querschnitt gezeigt, wobei zwei erste Blechstreifen mit den jeweiligen konvexen Seiten gegeneinander angeordnet sind und die zwei weiteren Blechstreifen mit den konvexen Seiten an die konkaven Aussenseiten der ersten zwei Blechstreifen angeordnet sind. Blechstreifen mit diesen Querschnitten und diesen Anordnungen oder mit ähnlichen Querschnitten und Anordnungen können als Elektroden 75 oder als Elektrodenabschnitte 71 in Verbindung mit steifen Zwischenelementen 73 gemäss Figuren 5a und 5b verwendet werden. Vorteilhafterweise sind die Kanten der Blechstreifen möglichst spitz zulaufend, damit die elektrostatische Koronalentladung möglichst homogen und zuverlässig abläuft.

[0057] In Figur 8 sind Ausrichtung und Krümmung einer selbstrückstellenden Hochspannungselektrode 67 in Betriebsstellung (Figur 8a) und bei Entnahme der Elektrode während zum Beispiel der Wartung (Figur 8b) ge-

genübergestellt. Durch die rückstellende Federkraft ist die Elektrode in Betriebsstellung gestreckt (Figur 8a). Die Federkraft wirkt elektrischen Kräften, welche die Elektrode 67 zum Schwingen bringen könnten entgegen. Bei der Entnahme der Elektrode 67 aus dem Abgaskanal 9 knickt diese aufgrund der angelegten Muskelkraft der mit der Wartung, Montage oder Reinigung der Anlage betrauten Person ein, wodurch die Entnahme der Elektrode 67 erleichtert wird.

[0058] Im Folgenden werden Elektrodenhalterung 48 oder 49 und Elektroden 13 in funktioneller Hinsicht beschrieben. Das Abgas das im Abgaskanal 9 eines Kamins mit einer beschriebenen Filteranlage 11 oder 12 hochsteigt wird im Durchgang in der Nähe der Elektrode 13 feldionisiert. Hierbei werden Staubpartikel elektrostatisch aufgeladen und auf der Gegenelektrode niedergeschlagen. Die Innenfläche des Abgaskanals 9 kann hier zum Beispiel als Gegenelektrode dienen. Der sich bildende Partikelstaubniederschlag wird in kleineren Anlagen, wie zum Beispiel in privaten Kaminfeueranlagen und Holzheizungen, von Zeit zu Zeit vom Kaminfeger entfernt. Bei der erfindungsgemässen Anlage kann die Reinigung von unten oder von oben erfolgen. Die Vorgehensweise ist jedoch oft länderspezifisch vorgeschrieben.

[0059] Bei der Reinigung von unten, das heisst vom Feuerplatz oder vom Heizungsraum aus, werden Reinigungsbesen und -bürsten 45 gegebenenfalls von Hand nach oben geschoben. Ist die Elektrode 13 selbst flexibel oder deren Halterung 48 oder 49 flexibel gelagert, wird die Elektrode 13 und gegebenenfalls die flexible Elektrodenhalterung 48 oder 49 durch die Bürste 45 zur Seite und/oder nach oben geschoben. Die Elektrode 13 bildet somit kein Hindernis für die vorgeschriebene Reinigung. Die Reinigung kann schnell und gefahrlos durchgeführt werden.

[0060] Zur Reinigung oder bei Wartungsarbeiten von oben, das heisst vom Dach her, kann die flexible Elektrodenhalterung 48 oder 49 aufgrund ihrer Flexibilität einfach zur Seite gedrückt werden und gegebenenfalls die Elektrode 13 abgenommen werden. Zur Abnahme der Elektrode 13 wird diese, bezugsweise die Elektrodenführung 15 oder 16, aus ihrer Halterung gezogen und durch die Elektrodeneinführungsöffnung 25 aus dem Abgaskanal 9 entfernt. Sofern eine flexible Elektrode 13 (wie z.B. Elektrode 67 oder 96 gemäss Figur 5) installiert wurde, ist dieser Arbeitsschritt besonders einfach, denn die biegbare Elektrode knickt ein beim Anfassen oder beim Auslenken aus dem Lot und kann dadurch einfach aus der engen Öffnung 25 gezogen werden. Sofern für nötig erachtet, kann zusätzlich auch der Isolator 31 mit Dorn 17 oder 18 abgenommen werden. Die Öffnung 25 des Abgaskanals 9 wird dadurch frei zugänglich. Weder Elektrode 13 noch Elektrodenhalterung 48 oder 49 bilden somit ein Hindernis für die vorgeschriebene Reinigung. Die Reinigung kann schnell und gefahrlos durchgeführt werden. Demontage und Rückmontage sind schnell und unkompliziert. Da die zu bewegendenden Einzelteile relativ

klein und handlich sind, ist für eine gute Standfestigkeit des Kaminfegers und somit für seine Sicherheit gesorgt.

[0061] Es ist denkbar bei der Reinigung vom Dach aus die Elektrodenhalterung 48 oder 49 und die Elektrode 13 aufgrund ihrer Flexibilität ohne Demontage lediglich zur Seite zu schieben und die Reinigungsbürste von der Abgasaustrittsöffnung 95 oder von der Elektrodeneinführungsöffnung 25 her in den Abgaskanal 9 einzuführen.

[0062] Ist lediglich eine flexible Elektrode 13 (wie z.B. Elektrode 67 oder 96 gemäss Figur 5) montiert, die Elektrodenhalterung jedoch steif (z.B. wenn die Federn 43, 55, 56, 57, 59 gemäss Figuren 1 und 3 nicht vorhanden sind), können dennoch Abgaskanal 9 und Elektrode 13 vom Dach aus gewartet und/oder gereinigt werden. Die flexible Elektrode kann hierbei von der Halterung entfernt werden und aufgrund ihrer Flexibilität durch die Elektrodeneinführungsöffnung 25 aus dem Abgaskanal 9 geholt werden.

[0063] Die rückstellenden Federkräfte sind alle so ausgelegt, dass sich die Federn unter den Kräften die bei Reinigung und Wartung wirken zwar leicht nachgeben, aber dass unter Betriebsbedingungen die Anlagenteile bezüglich des Kamins fest fixiert bleiben und keine Vibrationen aufweisen.

[0064] Offenbart sind hierin insbesondere die folgenden Aspekte:

1. Halterung für eine elektrostatische Hochspannungselektrode (13) zur Abgasreinigung beinhaltend

- einen Hochspannungsisolator (31),
- elektrodenseitig des Isolators (31) zumindest einen Arm (15, 16, 17, 18) beinhaltend ein Haltemittel (27) zum Halten einer am Haltemittel (27) bevorzugt vertikal hängenden Hochspannungselektrode, und
- montageseitig des Isolators (31) zumindest ein Montagemittel zur Montage der Halterung an einer Montagestelle (40) ausserhalb eines Abgaskanals (9) eines Kamins dadurch gekennzeichnet,
- dass die Halterung mit wenigstens einem Rückstellelement (43, 55, 56, 57, 59) ausgestattet ist, welches eine gelenkige Verbindung zwischen dem zumindest einen Montagemittel und dem Haltemittel (27) bildet und welches bei der Reinigung im Abgaskanal (9) mit einem Reinigungsgerät ein Ausweichen des Haltemittels und gegebenenfalls einer daran angebrachten Hochspannungselektrode aus der Betriebsposition und ein selbsttätiges Rückstellen in die Betriebsposition ermöglicht.

2. Halterung nach dem vorangehenden Aspekt dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Rückstellelement ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Federn, Stahlfedern, Scharnieren, me-

chanischen Gelenken, Elementen, welche zumindest teilweise aus selbstrückstellendem, elastischem und/oder federndem Material bestehen, und aus einer Kombinationen davon.

3. Halterung nach einem der vorangehenden Aspekte dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Rückstellelement beim Ausweichen derart auslenkbar ist, dass das Haltemittel (27) aufgrund einer Biegung und/oder Drehung des Rückstellelements eine Auslenkung bezüglich der Betriebsposition in zumindest horizontaler Richtung um mindestens 5 cm, bevorzugt um mindestens 10 cm, weiter bevorzugt um mindestens 15 cm, weiter bevorzugt um mindestens 20 cm, aus seiner Betriebsposition erfahren kann.

4. Halterung nach einem der vorangehenden Aspekte dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Rückstellelement derart ausgelegt ist, dass die Halterung, insbesondere das Haltemittel (27), aufgrund einer Biegung oder Drehung des Rückstellelements eine Auslenkung um mehr als 5 Grad, bevorzugt um mehr als 10 Grad und weiter bevorzugt um mehr als 20 Grad, aus der Betriebsposition erfahren kann.

5. Halterung nach einem der vorangehenden Aspekte dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Montagemittel mit dem wenigstens einen Rückstellelement (43, 55, 56) zur Stützung des Isolators (31) ausgestattet ist und/oder dass der zumindest eine Arm (15, 16, 17, 18) mit dem wenigstens einen Rückstellelement (57, 59) ausgestattet ist und/oder dass der Isolator (31) selbstrückstellend, insbesondere aus elastischem Material, wie zum Beispiel Silikon, ausgeführt ist

6. Halterung nach einem der vorangehenden Aspekte dadurch gekennzeichnet, dass der Isolator (31) über eine lösbare Verbindung, insbesondere eine Steckverbindung, mit dem zumindest einen Montage-mittel, gegebenenfalls über zumindest ein Träger-mittel (41, 42), verbunden ist.

7. Halterung nach einem der vorangehenden Aspekte dadurch gekennzeichnet, dass der Isolator (31) in einer Isolatorhalterung (37) sitzt und die Isolatorhalterung mittels des wenigstens einen Rückstellelements (43,55,56) am zumindest einen Montagemittel, gegebenenfalls über zumindest ein Trägermittel (41, 42), verankert ist.

8. Halterung nach einem der vorangehenden Aspekte dadurch gekennzeichnet, dass drei, vier oder mehr Rückstellelemente (43) so angeordnet sind, dass eine selbstrückstellende Dreipunkt-, Vierpunkt-, beziehungsweise Mehrpunktstützung des Isolators (31)

besteht.

9. Halterung nach einem der vorangehenden Aspekte dadurch gekennzeichnet, dass der Isolator (31) eine Lamellenstruktur hat und/oder dass sich der Isolator (31) zur Elektrodenseite hin verjüngt.

10. Halterung nach einem der vorangehenden Aspekte dadurch gekennzeichnet, dass eine Stromversorgungseinheit (23) und gegebenenfalls eine Steuerungseinheit montageseitig mit dem Isolator (31) verbunden sind.

11. Halterung nach einem der vorangehenden Aspekte dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Arm (15,16,17,18) mit Mitteln (29) zum Aufbau einer lösaren Verbindung, insbesondere einer Steckverbindung, ausgeführt ist.

12. Halterung nach einem der vorangehenden Aspekte dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Arm (15, 16, 17, 18) und/oder das zumindest eine Montagemittel, gegebenenfalls über zumindest ein Trägemittel (41, 42), mit mehreren Rückstelllementen (43, 55, 56, 57, 59) ausgeführt ist.

13. Stabförmige Elektrode, insbesondere elektrostatistische Hochspannungselektrode, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrode (13) zumindest ein Federelement (71, 75) mit rückstellender Kraft enthält, wobei das Federelement unter äusserer Krafteinwirkung eine Biegung und/oder Knickung der Elektrode ermöglicht und bei fehlender äusserer Krafteinwirkung die Elektrode in die Betriebsposition rückstellt.

14. Stabförmige Elektrode nach dem vorhergehenden Aspekt 13 dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Federelement (71, 75) aus mindestens einem bombierten Federblechstück (77, 79, 83, 85, 87, 89, 91, 93) besteht, das quer zur Elektrodenlängsrichtung bombiert ist. oder

15. Stabförmige Elektrode nach einem der vorhergehenden Aspekte 13-14 dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Federelement (71, 75) aus zumindest zwei bombierten Federblechstücken (79, 85, 87, 91, 93) besteht, welche mit konvexen Seitenbereichen oder mit konvexen und konkaven Seitenbereichen gegeneinander angeordnet verbunden sind.

16. Stabförmige Elektrode nach einem der vorhergehenden Aspekte 13-15 dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Federelement (71, 75) aus mindestens einem im Querschnitt mehrfach bombierten Federblechstücken (89) besteht.

17. Stabförmige Elektrode nach einem der Aspekte

13-16 dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrode (13, 67) Federelemente (71) und formstabile Elemente (73) in wechselnder Abfolge enthält.

18. Stabförmige Elektrode nach einem der vorhergehenden Aspekte 13-17 dadurch gekennzeichnet, dass die rückstellende Kraft des zumindest einen Federelements (71, 75) derart bemessen ist, dass das zumindest eine Federelement durch Muskelgraft, insbesondere durch Einsatz von Armen und Händen, gebogen werden kann.

19. Stabförmige Elektrode nach einem der Aspekte 13-18 dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Federelement (71, 75) derart ausgelegt ist, dass das Federelement um mehr als 10 Grad, vorteilhafterweise um mehr als 20 Grad elastisch gebogen und/oder geknickt werden kann.

20. Stabförmige Elektrode nach einem der Aspekte 13-19, gekennzeichnet dadurch dass die Elektrode im Wesentlichen aus bombiertem Blech, insbesondere Federstahlblech, bestehen.

21. Stabförmige Elektrode nach Aspekt 20 gekennzeichnet dadurch dass die Oberflächen der Elektrode zu mindestens 50 Prozent und bevorzugt zu mindestens 80 Prozent aus bombiertem Federstahlblech bestehen.

22. Elektrostatische Feinstaubfilteranlage beinhalten eine elektrostatische Hochspannungselektrode und gegebenenfalls eine Gegenelektrode dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage weiter eine Halterung nach einem der Aspekte 1-12 für die elektrostatische Hochspannungselektrode beinhaltet und/oder dass die Hochspannungselektrode als stabförmige elektrostatische Hochspannungselektrode nach einem der Aspekte 13-21 ausgebildet ist.

23. Verwendung von bombiertem Federstahl zur Herstellung von Elektroden, insbesondere elektrostatischen Hochspannungselektroden.

Legende:

[0065]

- 9 Abgaskanal
- 11 Elektrostatische Hochspannungsfilteranlage
- 12 Elektrostatische Hochspannungsfilteranlage
- 13 Hochspannungselektrode
- 15 Elektrodenführung
- 16 Elektrodenführung
- 17 Isolatorordom
- 18 Isolatorordom
- 19 Hochspannungskabel
- 23 Hochspannungserzeugungselektronik und Steuerungselektronik

25 Öffnung im Abgaskanal

27 Haltemittel zur Elektrodenbefestigung

29 Kupplung

31 Isolator

33 Isolatorlamellen

35 Basisdurchmesser

37 Isolatorhalter

39 Stromzuführung

40 Montagestelle

41 Konsole (d.h. Trägermittel)

42 Konsole (d.h. Trägermittel)

43 Rückstellende Elemente

45 Reinigungsbesen oder -bürste

46 Ausweichbewegung

47 Reinigungsbewegung

48 Halterung für eine elektrostatische Hochspannungselektrode

49 Halterung für eine elektrostatische Hochspannungselektrode

51 Druckkräfte, Richtung der Druckkräfte

53 Zugkräfte, Richtung der Zugkräfte

55 Alternatives rückstellendes Element

56 Alternatives rückstellendes Element

57 Alternatives rückstellendes Element

59 Alternatives rückstellendes Element

61 Isolationsabstand

63 Isolationsabstand

65 Ersatzschaltbild

67 In Längsrichtung segmentierte Elektrode

69 In Längsrichtung einteilige Elektrode

71 Selbstrückstellendes Element der Elektrode

73 Steifes formstabiles Element der Elektrode

75 Elektrode ausgeführt als selbstrückstellendes Element

77 Bombiertes Federblech

79 Zwei bombierte Federbleche Rücken an Rücken angeordnet

81 Verbindungsstellen

83 Querschnitt eines bombierten Federblechstreifens

85 Querschnittanordnung von zwei bombierten Federblechstreifen

87 Querschnittanordnung von drei bombierten Federblechstreifen

89 Querschnitt eines S-förmig bombierten Federblechstreifens

91 Querschnittanordnung von drei bombierten Federblechstreifen

93 Querschnittanordnung von vier bombierten Federblechstreifen

95 Abgasaustrittsöffnung

Patentansprüche

1. Stabförmige Elektrode, insbesondere elektrostatische Hochspannungselektrode, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrode (13) zumindest ein Fe-

- derelement (71, 75) mit rückstellender Kraft enthält, wobei das Federelement unter äusserer Krafteinwirkung eine Biegung und/oder Knickung der Elektrode ermöglicht und bei fehlender äusserer Krafteinwirkung die Elektrode in die Betriebsposition rückstellt.
2. Stabförmige Elektrode nach dem vorhergehenden Anspruch **dadurch gekennzeichnet, dass** das zumindest eine Federelement (71, 75) aus mindestens einem bombierten Federblechstück (77, 79, 83, 85, 87, 89, 91, 93) besteht, das quer zur Elektrodenlängsrichtung bombiert ist.
 3. Stabförmige Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** das zumindest eine Federelement (71, 75) aus zumindest zwei bombierten Federblechstücken (79, 85, 87, 91, 93) besteht, welche mit konvexen Seitenbereichen oder mit konvexen und konkaven Seitenbereichen gegeneinander angeordnet verbunden sind.
 4. Stabförmige Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** das zumindest eine Federelement (71, 75) aus mindestens einem im Querschnitt mehrfach bombierten Federblechstück (89) besteht.
 5. Stabförmige Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrode (13, 67) Federelemente (71) und formstabile Elemente (73) in wechselnder Abfolge enthält
 6. Stabförmige Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** die rückstellende Kraft des zumindest einen Federelements (71, 75) derart bemessen ist, dass das zumindest eine Federelement durch Muskelkraft, insbesondere durch Einsatz von Armen und Händen, gebogen werden kann.
 7. Stabförmige Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** das zumindest eine Federelement (71, 75) derart ausgelegt ist, dass das Federelement um mehr als 10 Grad, vorteilhafterweise um mehr als 20 Grad elastisch gebogen und/oder geknickt werden kann.
 8. Stabförmige Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch dass** die Elektrode (13) im Wesentlichen aus bombiertem Blech (77, 79, 83, 85, 87, 89, 91, 93), insbesondere Federstahlblech, bestehen.
 9. Stabförmige Elektrode nach Anspruch 8 **gekennzeichnet dadurch dass** die Oberflächen der Elektrode (13) zu mindestens 50 Prozent und bevorzugt zu mindestens 80 Prozent aus bombiertem Federstahlblech bestehen.
 10. Elektrostatische Feinstaubfilteranlage beinhaltend eine elektrostatische Hochspannungselektrode und gegebenenfalls eine Gegenelektrode **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochspannungselektrode als stabförmige elektrostatische Hochspannungselektrode nach einem der vorangehenden Ansprüche ausgebildet ist.
 11. Elektrostatische Feinstaubfilteranlage nach dem vorangehenden Anspruch 10, **gekennzeichnet dadurch, dass** die Anlage weiter eine Halterung (48, 49) für die elektrostatische Hochspannungselektrode beinhaltet.
 12. Elektrostatische Feinstaubfilteranlage nach dem vorangehenden Anspruch 11, **gekennzeichnet dadurch, dass** die Halterung (48, 49)
 - einen Hochspannungsisolator (31) beinhaltet,
 - elektrodenseitig des Isolators (31) zumindest einen Arm (15, 16, 17, 18) beinhaltend ein Haltemittel (27) zum Halten der am Haltemittel (27) angebrachten Hochspannungselektrode beinhaltet,
 - montageseitig des Isolators (31) zumindest ein Montagemittel zur Montage der Halterung an einer Montagestelle (40) ausserhalb eines Abgaskanals (9) eines Kamins beinhaltet, und
 - mit wenigstens einem Rückstellelement (43, 55, 56, 57, 59) ausgestattet ist, welches Rückstellelement eine gelenkige Verbindung zwischen dem zumindest einen Montagemittel und dem Haltemittel (27) bildet und bei der Reinigung im Abgaskanal (9) mit einem Reinigungsgerät ein Ausweichen des Haltemittels und gegebenenfalls der daran angebrachten Hochspannungselektrode aus der Betriebsposition und ein selbsttätiges Rückstellen in die Betriebsposition ermöglicht.
 13. Elektrostatische Feinstaubfilteranlage nach dem vorangehenden Anspruch 12, **gekennzeichnet dadurch, dass** das wenigstens eine Rückstellelement (43, 55, 56, 57, 59) der Halterung (48, 49) ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Federn, Stahlfedern, Scharnieren, mechanischen Gelenken, Elementen, welche zumindest teilweise aus selbstrückstellendem, elastischem und/oder federndem Material bestehen, und aus einer Kombinationen davon.
 14. Elektrostatische Feinstaubfilteranlage nach einem der vorangehenden Ansprüche 12-13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Isolator (31) über eine lösbare Verbindung, insbesondere eine Steckverbin-

dung, mit dem zumindest einen Montagemittel, gegebenenfalls über zumindest ein Trägermittel (41, 42), verbunden ist.

15. Elektrostatische Feinstaubfilteranlage nach einem der vorangehenden Ansprüche 12-14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Isolator (31) in einer Isolatorhalterung (37) sitzt und die Isolatorhalterung mittels des wenigstens einen Rückstellelements (43, 55, 56) am zumindest einen Montagemittel, gegebenenfalls über zumindest ein Trägermittel (41, 42), verankert ist.
16. Elektrostatische Feinstaubfilteranlage nach einem der vorangehenden Ansprüche 12-15, **gekennzeichnet dadurch, dass** der zumindest eine Arm (15, 16, 17, 18) der Halterung mit Mitteln (29) zum Aufbau einer lösbaren Verbindung, insbesondere einer Steckverbindung, ausgeführt ist.
17. Elektrostatische Feinstaubfilteranlage nach einem der vorangehenden Ansprüche 12-16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochspannungselektrode vertikal hängend am Haltemittel (27) angebracht ist.

Claims

1. Rod-shaped electrode, in particular an electrostatic high-voltage electrode, **characterised in that** the electrode (13) contains at least one spring element (71, 75) with a restoring force, wherein the spring element under an external force allows a bending and/or buckling of the electrode, and in the absence of the external force restores the electrode to the operating position.
2. Rod-shaped electrode according to the preceding claim, **characterised in that** the at least one spring element (71, 75) consists of at least one cambered spring sheet metal piece (77, 79, 83, 85, 87, 89, 91, 93), which is cambered transverse to the electrode longitudinal direction.
3. Rod-shaped electrode according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the at least one spring element (71, 75) consists of at least two cambered spring sheet metal pieces (79, 85, 87, 91, 93), which are joined with convex side regions or with convex and concave side regions arranged opposite one another.
4. Rod-shaped electrode according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the at least one spring element (71, 75) consists of at least one spring sheet metal piece (89) that is multiply cambered in cross-section.
5. Rod-shaped electrode according to any one of the preceding claims **characterised in that** the electrode (13, 67) contains alternately spring elements (71) and dimensionally rigid elements (73).
6. Rod-shaped electrode according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the restoring force of the at least one spring element (71, 75) is dimensioned so that the at least one spring element can be bent by muscular force, in particular by using arms and hands.
7. Rod-shaped electrode according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the at least one spring element (71, 75) is designed so that the spring element can be elastically bent and/or buckled by more than 10°, advantageously by more than 20°.
8. Rod-shaped electrode according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the electrode (13) consists substantially of cambered sheet metal (77, 79, 83, 85, 87, 89, 91, 93), in particular spring steel sheet metal.
9. Rod-shaped electrode according to claim 8, **characterised in that** the surfaces of the electrode (13) consists at least 50% and preferably at least 80% of cambered spring steel sheet metal.
10. Electrostatic fine dust filter system containing an electrostatic high-voltage electrode and optionally a counter electrode, **characterised in that** the high-voltage electrode is formed as a rod-shaped electrostatic high-voltage electrode according to any one of the preceding claims.
11. Electrostatic fine dust filter system according to preceding claim 10, **characterised in that** the system further comprises a holder (48, 49) for the electrostatic high-voltage electrode.
12. Electrostatic fine dust filter system according to preceding claim 11, **characterised in that** the holder (48, 49) comprises
 - a high-voltage insulator (31),
 - on the electrode side of the insulator (31) at least one arm (15, 16, 17, 18) containing a holding means (27) for holding the high-voltage electrode attached to the holding means (27),
 - on the installation side of the insulator (31) at least one installation means for installing the holder on an installation site (40) outside a waste gas duct (9) of a chimney, and
 - at least one restoring element (43, 55, 56, 57, 59), which forms an articulated connection between the at least one installation means and the holding means (27) and which enables the

holding means and optionally a high-voltage electrode attached thereto to move out of the way from the operating position during cleaning in the waste gas duct (9), and allows an automatic return to the operating position.

13. Electrostatic fine dust filter system according to claim 12, **characterised in that** the at least one restoring element (43, 55, 56, 57, 59) of the holder (48, 49) is selected from the group consisting of springs, steel springs, hinges, mechanical linkages, elements that consist at least in part of a self restoring, elastic and/or resilient material, and a combination thereof.
14. Electrostatic fine dust filter system according to any one of preceding claims 12-13, **characterised in that** the insulator (31) is connected via a detachable connection, in particular a plug connection, to the at least one installation means, optionally via at least one carrier means (41, 42).
15. Electrostatic fine dust filter system according to any one of preceding claims 12-14, **characterised in that** the insulator (31) sits in an insulator holder (37) and the insulator holder is anchored by means of the at least one restoring element (43, 55, 56) to the at least one installation means, optionally via at least one carrier means (41, 42).
16. Electrostatic fine dust filter system according to any one of preceding claims 12-15, **characterised in that** the at least one arm (15, 16, 17, 18) of the holder is provided with means (29) for forming a detachable connection, in particular a plug connection.
17. Electrostatic fine dust filter system according to any one of preceding claims 12-16, **characterised in that** the high-voltage electrode is attached to the holding means (27) in vertical suspension.

Revendications

1. Electrode en forme de barre, en particulier électrode électrostatique haute tension, **caractérisée en ce que** l'électrode (13) contient au moins un élément ressort (71, 75) avec une force de rappel, cependant que l'élément ressort permet une flexion et/ou un cintrage de l'électrode sous l'effet d'une force extérieure et que l'électrode retourne dans la position de fonctionnement en cas d'absence d'effet de force extérieure.
2. Electrode en forme de barre selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** l'élément ressort qui existe au moins (71, 75) est constitué en au moins une pièce de tôle à ressort bombée (77, 79, 83, 85, 87, 89, 91, 93) qui est bombée transversa-

lement par rapport au sens longitudinal de l'électrode.

3. Electrode en forme de barre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'élément ressort qui existe au moins (71, 75) est constitué en au moins deux pièces de tôle à ressort bombées (79, 85, 87, 91, 93) qui sont reliées en étant placées en face l'une de l'autre avec des zones latérales convexes ou des zones latérales convexes et concaves.
4. Electrode en forme de barre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'élément ressort qui existe au moins (71, 75) est constitué en au moins une pièce de tôle à ressort (89) bombée plusieurs fois en section transversale.
5. Electrode en forme de barre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'électrode (13, 67) contient des éléments ressorts (71) et des éléments de forme stable (73) en succession alternée.
6. Electrode en forme de barre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la force de rappel de l'élément ressort qui existe au moins (71, 75) est dimensionnée telle que l'élément ressort qui existe au moins peut être recourbé par la force musculaire, en particulier en se servant des bras et des mains.
7. Electrode en forme de barre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'élément ressort qui existe au moins (71, 75) est dimensionné tel que l'élément ressort peut être courbé et/ou cintré élastiquement de plus de 10 degrés, de manière avantageuse de plus de 20 degrés.
8. Electrode en forme de barre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'électrode (13) est constituée essentiellement de tôle bombée (77, 79, 83, 85, 87, 89, 91, 93), en particulier de tôle à ressort.
9. Electrode en forme de barre selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** les surfaces de l'électrode (13) sont constituées pour au moins 50 pour-cent et de préférence pour au moins 80 pour-cent de tôle à ressort bombée.
10. Installation de filtre électrostatique de poussières fines contenant une électrode électrostatique haute tension et éventuellement une électrode antagoniste, **caractérisée en ce que** l'électrode haute tension est configurée comme une électrode électrostatique haute tension en forme de barre selon l'une des revendications précédentes.

11. Installation de filtre électrostatique de poussières fines selon la revendication précédente 10, **caractérisée en ce que** l'installation contient de plus un support (48, 49) pour l'électrode électrostatique haute tension.
12. Installation de filtre électrostatique de poussières fines selon la revendication précédente 11, **caractérisée en ce que** le support (48, 49)
- contient un isolateur haute tension (31),
 - sur le côté électrode de l'isolateur (31) au moins un bras (15, 16, 17, 18) qui contient un moyen de retenue (27) pour tenir l'électrode électrostatique haute tension fixée au moyen de retenue (27),
 - sur le côté montage de l'isolateur (31) au moins un moyen de montage pour le montage du support à un endroit de montage (40) en dehors d'un conduit de gaz d'échappement (9) d'une cheminée et
 - est équipé d'au moins un élément de rappel (43, 45, 56, 57, 59), lequel élément de rappel forme une jonction articulée entre le moyen de montage qui existe au moins et le moyen de retenue (27) et qui permet, lors du nettoyage dans le conduit de gaz d'échappement (9) avec un appareil de nettoyage, une excursion du moyen de retenue et, le cas échéant, de l'électrode haute tension qui y est fixée hors de la position de fonctionnement et un retour automatique dans la position de fonctionnement.
13. Installation de filtre électrostatique de poussières fines selon la revendication précédente 12, **caractérisée en ce que** l'élément de rappel qui existe au moins (43, 45, 56, 57, 59) du support (48, 49) est sélectionné dans le groupe constitué par les ressorts, les ressorts en acier, les charnières, les articulations mécaniques, les éléments qui sont constitués au moins partiellement en matériau à rappel automatique, élastique et/ou qui est élastique comme un ressort et en une combinaisons de ceux-ci.
14. Installation de filtre électrostatique de poussières fines selon l'une des revendications précédentes 12-13, **caractérisée en ce que** l'isolateur (31) est relié par une jonction amovible, en particulier une jonction enfichable, au moyen de montage qui existe au moins, le cas échéant par au moins un moyen de support (41, 42).
15. Installation de filtre électrostatique de poussières fines selon l'une des revendications précédentes 12-14, **caractérisée en ce que** l'isolateur (31) est situé dans un support d'isolateur (37) et le support d'isolateur est ancré au moyen de l'élément de rappel qui existe au moins (43, 45, 56, 57, 59) sur au
- moins un moyen de montage, le cas échéant par au moins un moyen de support (41, 42).
16. Installation de filtre électrostatique de poussières fines selon l'une des revendications précédentes 12-15, **caractérisée en ce que** le bras qui existe au moins (15, 16, 17, 18) du support est réalisé avec des moyens (29) pour constituer une jonction amovible, en particulier une jonction enfichable.
17. Installation de filtre électrostatique de poussières fines selon l'une des revendications précédentes 12-16, **caractérisée en ce que** l'électrode haute tension est fixée suspendue verticalement au moyen de retenue (27).

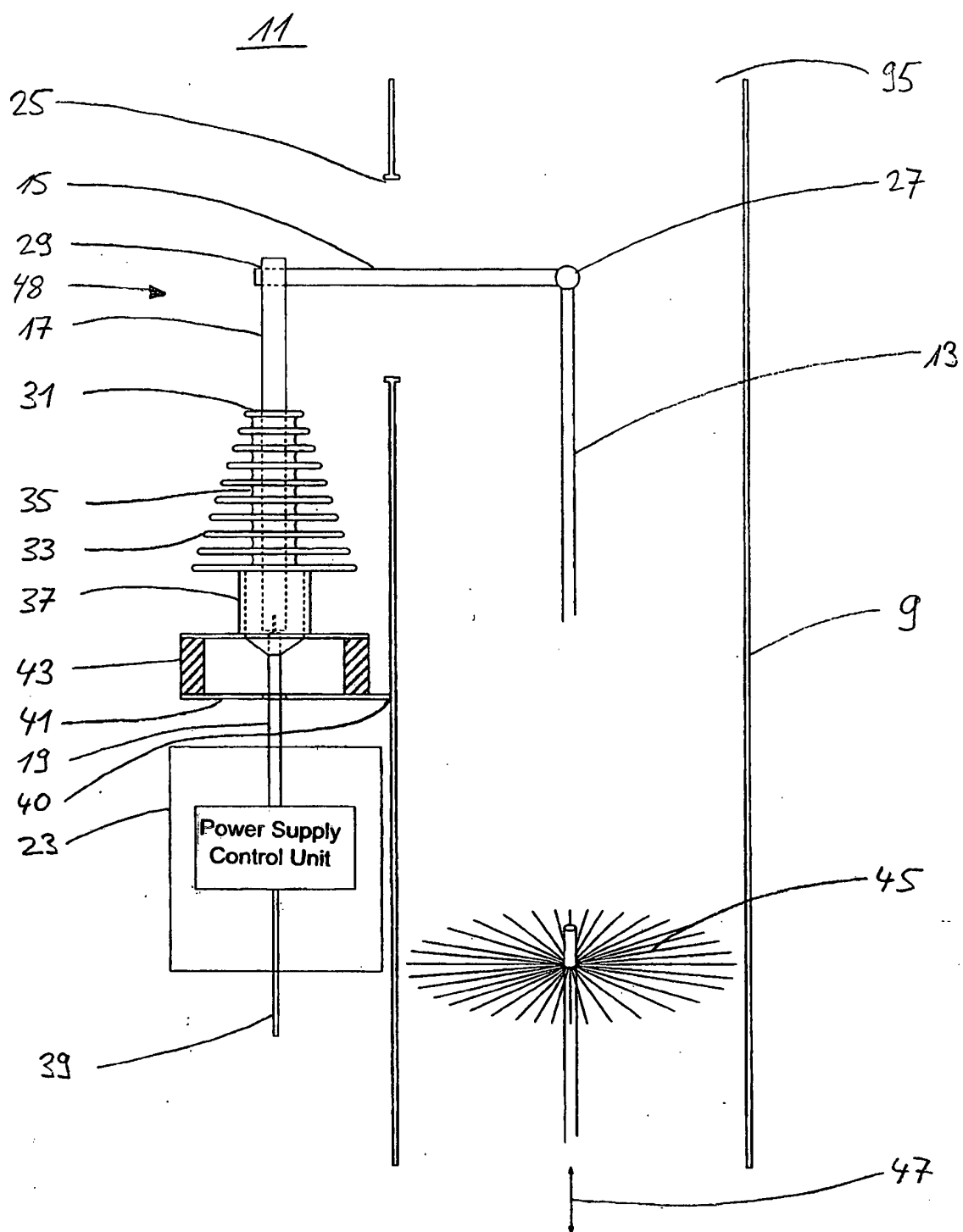


Fig. 1

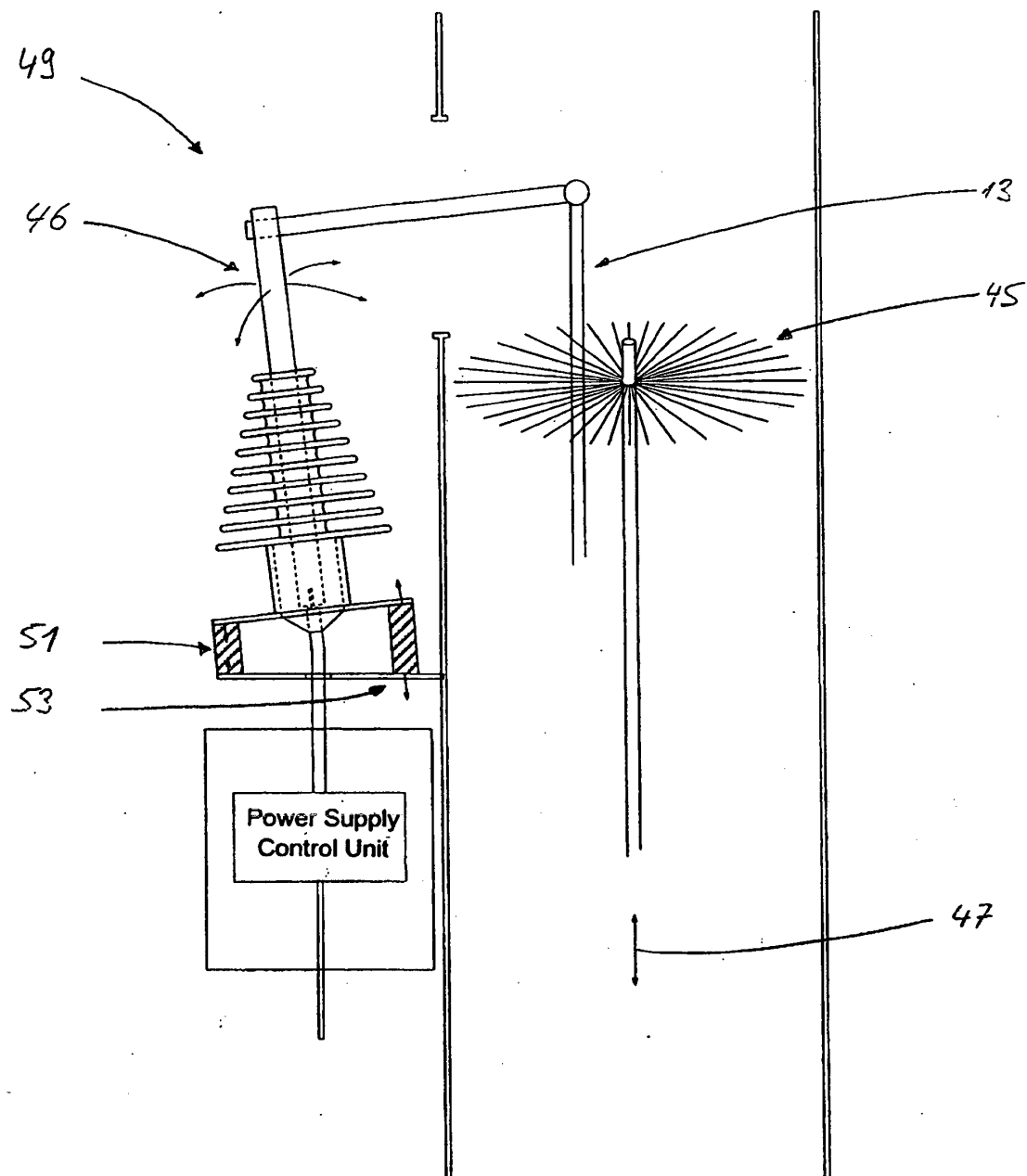


Fig. 2

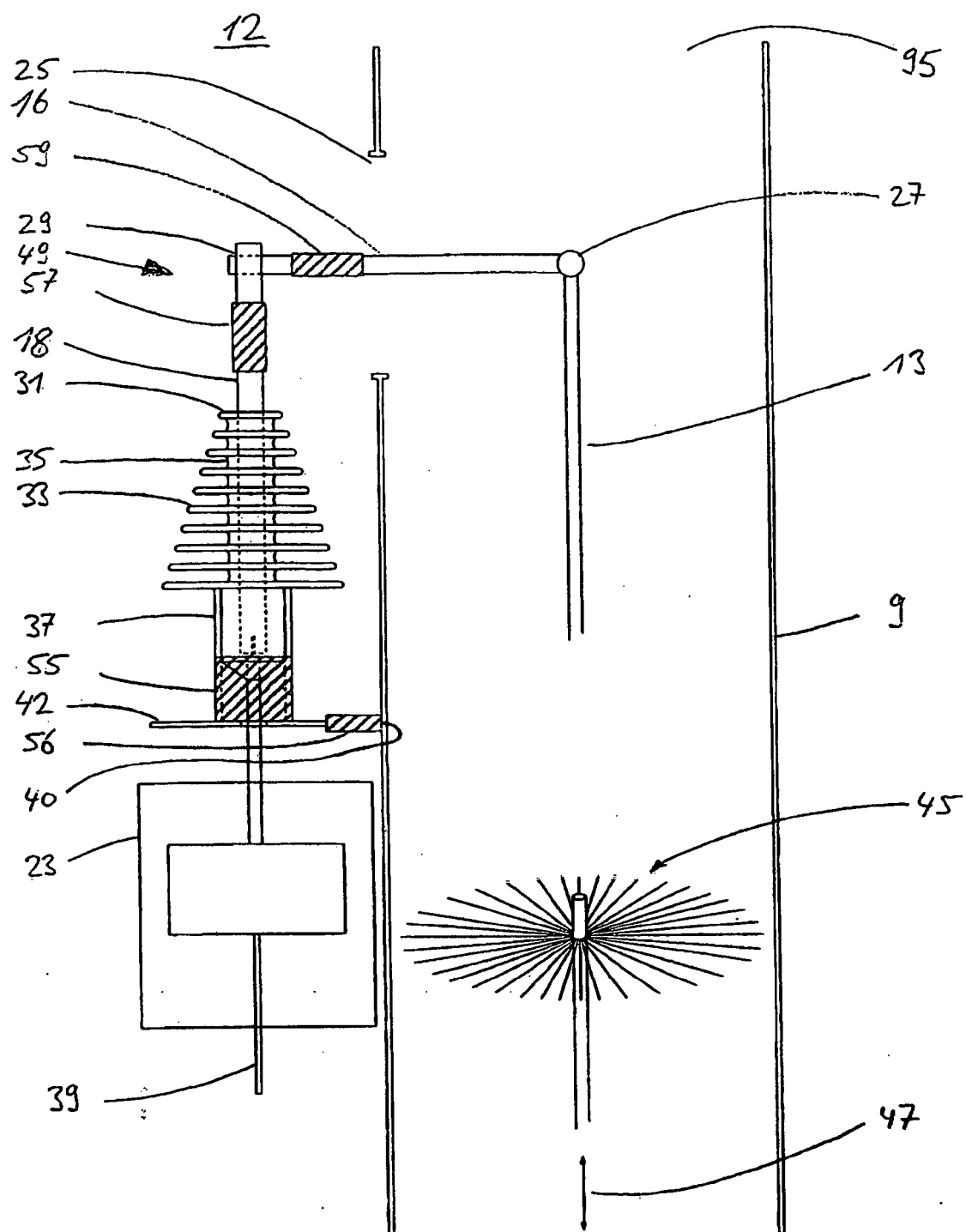


Fig. 3

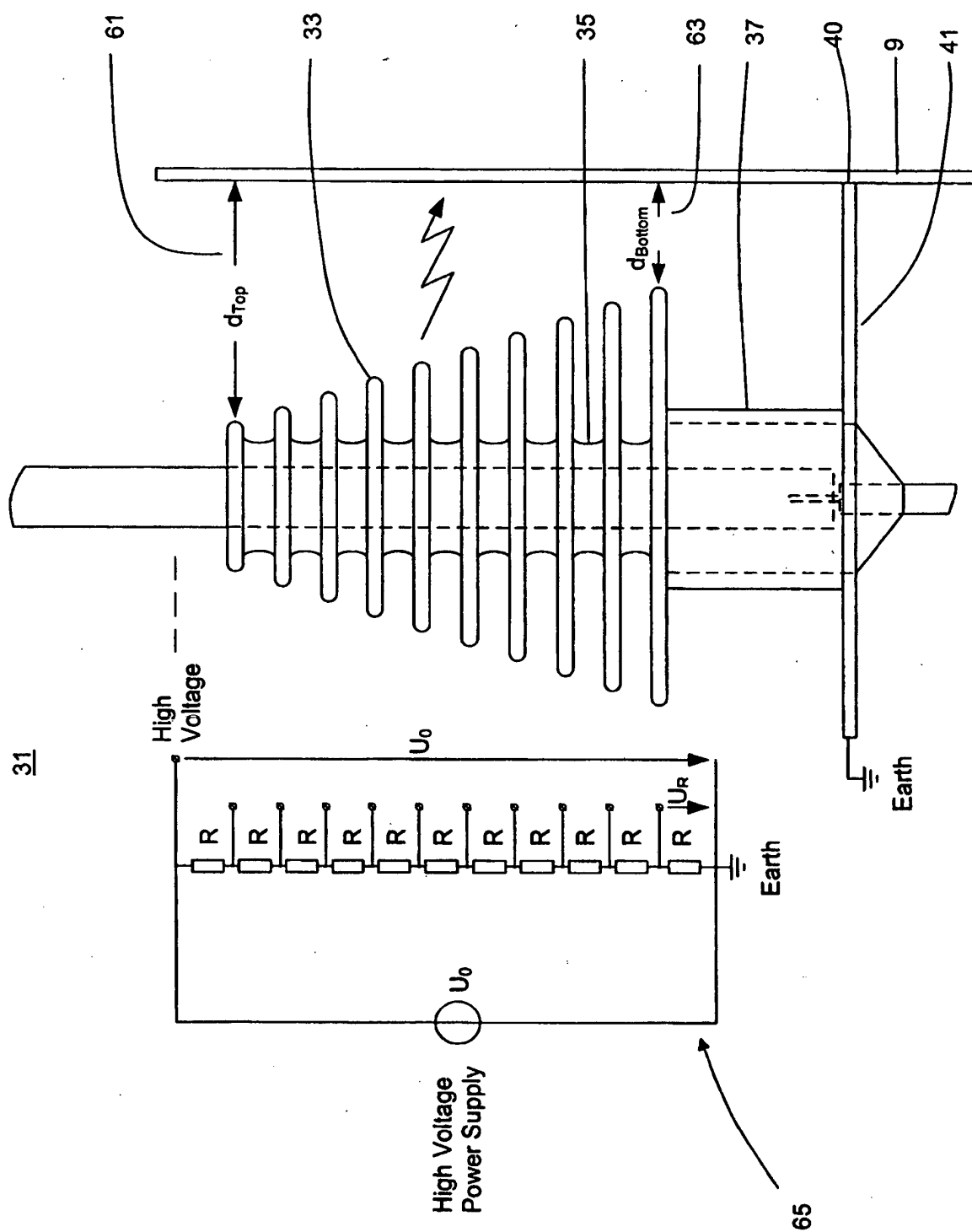


Fig. 4

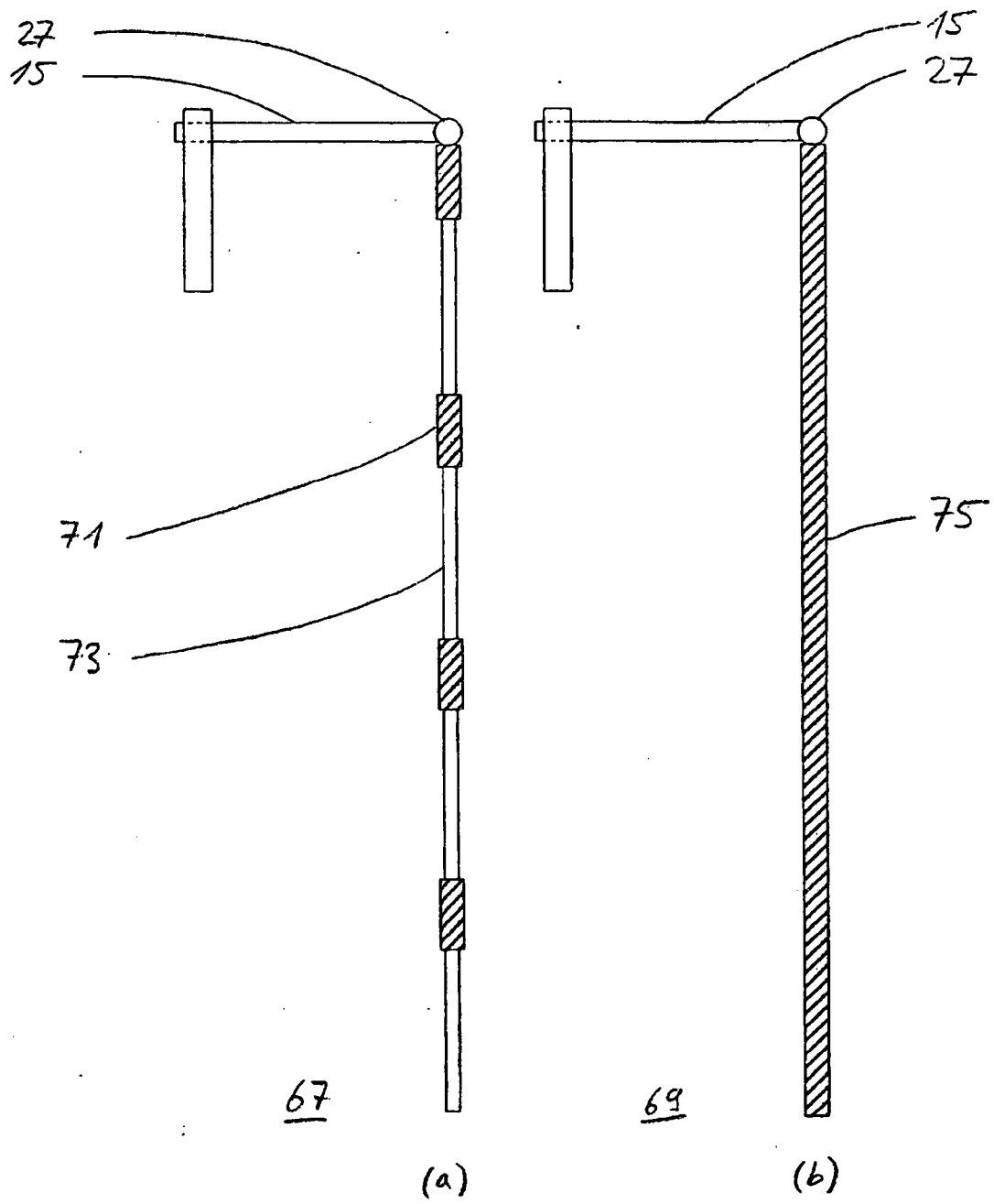


Fig. 5

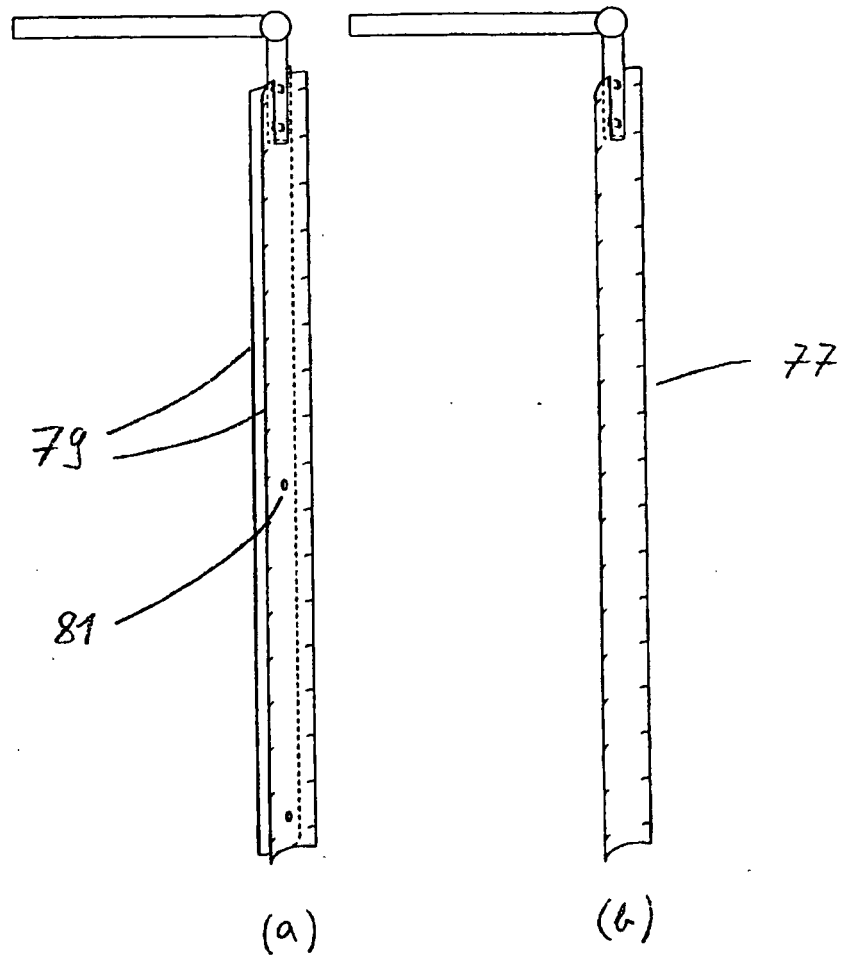


Fig. 6

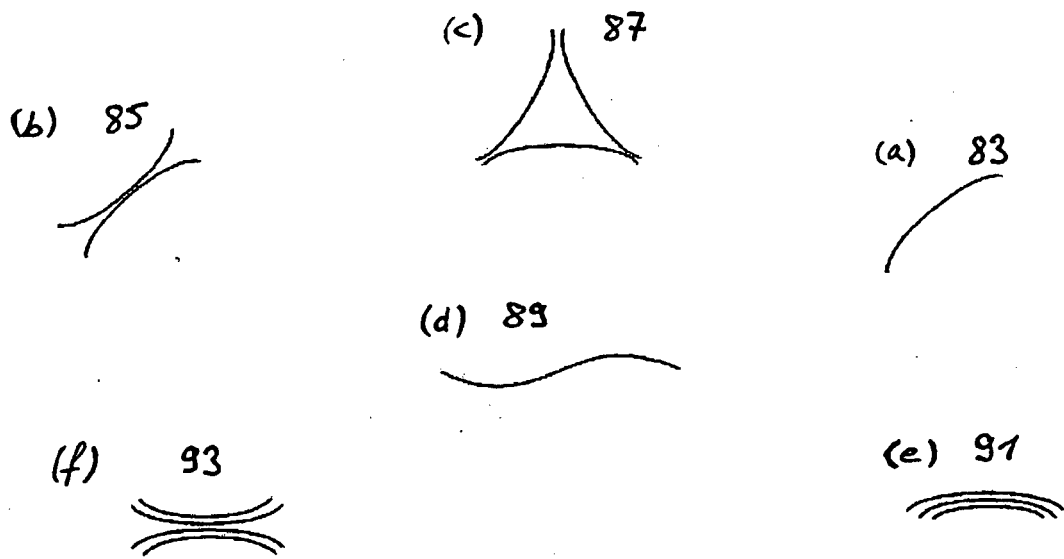


Fig. 7

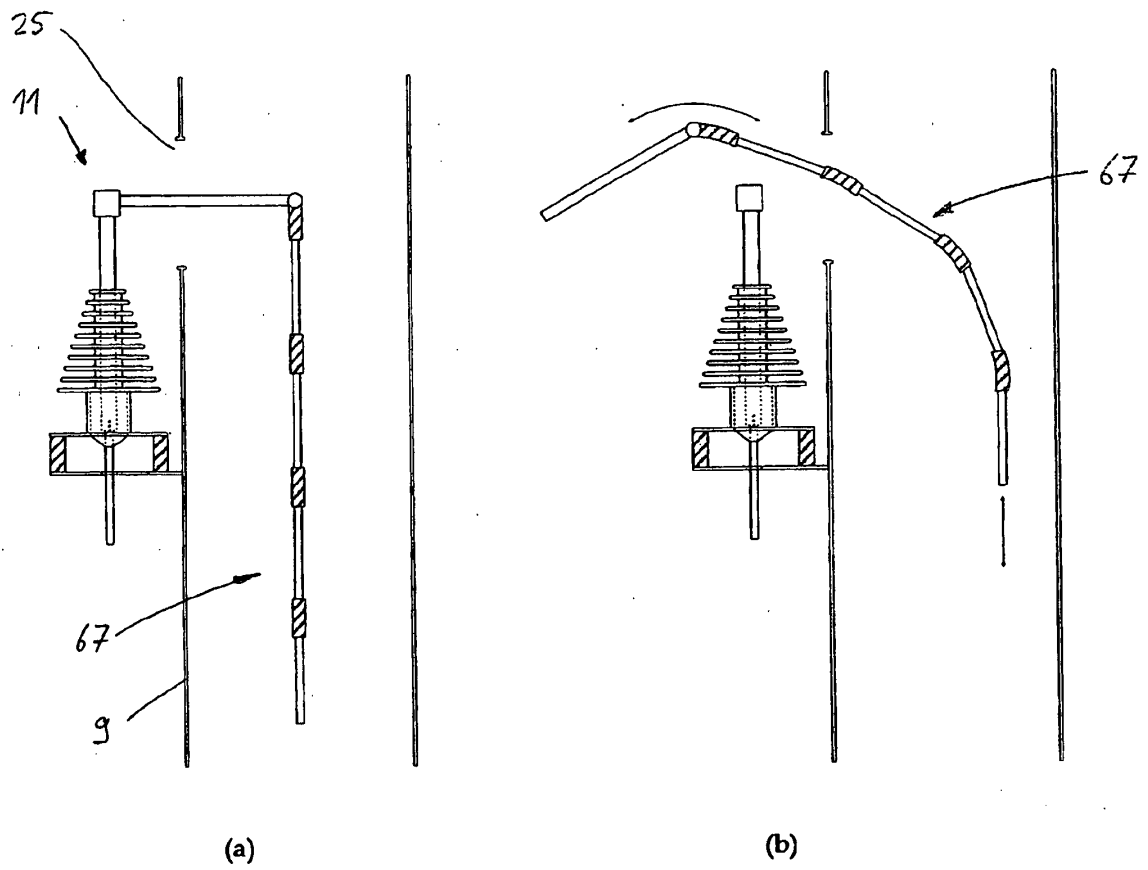


Fig. 8

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

- DE 102006003028 [0004]
- GB 914299 A [0006]
- GB 2119291 A [0007]
- US 4671808 A [0008]
- DE 3539205 A1 [0009]
- WO 2008128353 A [0010]