

(19)



(11)

EP 1 732 695 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.05.2009 Patentblatt 2009/20

(51) Int Cl.:
B03C 3/68 *(2006.01)* **B03C 3/49** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **05714729.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH2005/000187

(22) Anmeldetag: **31.03.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/097332 (20.10.2005 Gazette 2005/42)

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER VORRICHTUNG FÜR DIE ELEKTROSTATISCHE
PARTIKELABSCHIEDUNG IN GASSTRÖMEN, SOWIE STEUERUNGSEINHEIT HIERZU**

METHOD FOR CONTROLLING A DEVICE FOR ELECTROSTATIC PARTICLE SEPARATION IN GAS
FLOWS, AND CONTROL UNIT THEREFOR

PROCEDE DE COMMANDE D'UN DISPOSITIF DE SEPARATION ELECTROSTATIQUE DE
PARTICULES DANS DES FLUX GAZEUX ET UNITE DE COMMANDE ASSOCIEE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **08.04.2004 CH 618042004**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.12.2006 Patentblatt 2006/51

(73) Patentinhaber: **EMPA Eidgenössische
Materialprüfungs- und
Forschungsanstalt
8600 Dübendorf (CH)**

(72) Erfinder: **SCHMATLOCH, Volker
DE-49324 Melle (DE)**

(74) Vertreter: **Felber, Josef
Felber & Partner AG
Patentanwälte
Dufourstrasse 116
8034 Zürich (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 277 928 GB-A- 769 457
US-A- 4 177 045 US-A- 5 688 308
US-A1- 2003 147 785**

EP 1 732 695 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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren, wie eine bestimmte Vorrichtung zur elektrostatischen Partikelabscheidung in Gasströmen steuerbar ist, sowie auch die diesbezügliche Steuerungseinheit. Das Verfahren und die zugehörige Steuerungseinheit zu seiner Anwendung eignet sich zur Steuerung einer Vorrichtung, die zum Reinigen oder Filtern des Rauchgases von Kleinf Feuerungen dient. Bei diesen Kleinf Feuerungen mit Leistungen bis zu etwa 70kW handelt es sich um verschiedene Wärmerzeuger für den Raumwärmebedarf sowie auch zum Kochen. Namentlich zählen dazu Cheminéeöfen, Kachelöfen, Zimmeröfen, Kochherde und Heizkessel, die mit Holz befeuert werden.

[0002] Bei Kleinf Feuerungen liegt die Verantwortung für die Brennstoffqualität und die Feuerungseinstellung in erster Linie beim Betreiber. Den Optimierungsmöglichkeiten der anlagenseitigen Feuerungstechnik sind relativ enge Grenzen gesetzt. Deshalb entlassen diese Kleinf Feuerungen gemessen am gesamten Rauchemissionsaufkommen unverhältnismässig viele Schadstoffe in die Atmosphäre. Es kommt dazu, dass diese Staubteile aus Kleinf Feuerungen vor allem in städtischen Bezirken und Agglomerationen emittiert werden, wo derartige Kleinf Feuerungen eben in grosser Anzahl vorhanden sind, das heisst, dieser grosse Anteil am Gesamtpartikel ausstoss konzentriert sich auf stark besiedelte Gebiete. Neben dieser örtlichen Konzentration treten die Emissionen von Holzfeuerungen zudem in erster Linie im Winter auf, so dass diese Luftbelastungen sich auch noch auf einen begrenzten Zeitraum konzentrieren.

[0003] Lufthygienisch relevant für die Gesundheit des Menschen sind Teilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser von deutlich weniger als $10\mu\text{m}$, weil sich Teilchen ab einer solchen Kleinheit in der Lunge festsetzen können. Diese Partikel binden auch Dioxine, welche nach der Partikeldeposition auf Böden und Pflanzen über die Nahrungskette von den Menschen aufgenommen werden. Weil sich anhand von Messungen gezeigt hat, dass die emittierten Partikel von Holzfeuerungen im kritischen Bereich von unter $10\mu\text{m}$ Durchmesser liegen, ist es deshalb notwendig, auch im Bereich von einfachen Holzfeuerungsanlagen geeignete Rauchgaseinrichtungen einzubauen, um diese Kleinstpartikel zurückzuhalten.

[0004] In der EP 1 193 445 A2 der EMPA wird eine Vorrichtung zur Rauchgasreinigung an Kleinf Feuerungen vorgestellt, die in den bestehenden Rauchgaskanal einer solchen Feuerung einbaubar ist: Entweder ist dieser Rauchgaskanal elektrisch leitfähig, indem das Ofenrohr etwa aus Stahlblech, Chromstahl oder Aluminium besteht, oder aber der Kamin ist gänzlich aus Stein und Mauerwerk oder aus Kunststoff gebaut. Im ersten Fall bildet die Vorrichtung einen Deckel, der gasdicht auf eine zugehörige Öffnung am Rauchgaskanal aufsetzbar ist. An der Innenseite dieses Deckels ist über Isolatoren eine Sprühelektrode gehalten. Weiter gehört zur Vorrichtung

ein Hochspannungs-Erzeuger zum Aufbau einer Gleichspannung zwischen dieser Sprühelektrode und der Innenwand des elektrisch leitfähigen Rauchgaskanalabschnittes. Im zweiten Fall wird ein Abschnitt eines elektrisch leitfähigen Rohres an den Deckel montiert, um eine Kollektorfläche zu bilden. Der typische Anschlusswert des Hochspannungserzeugers liegt zwischen 10 und 50VA und er kann mit 220V/50Hz bzw. 110V/60Hz Wechselstrom betrieben werden. Die Aufladung der Sprühelektrode kann negativ oder positiv zur Erde erfolgen. Die Abreinigung des Kollektorteils kann nach Ausbau des Elektrodendrahtes mit der Halterung problemlos von Hand erfolgen.

[0005] In einer Ausführung dieser Vorrichtung weist diese eine selbsttragende Stabelektrode in Form eines Blechstreifens auf, der stark genug ist, dass er sich selbst tragen kann. Anstelle eines solchen Blechstreifens kann aber auch ein Draht von genügender Stärke eingesetzt werden. Das entscheidende Merkmal der Sprühelektrode ist das Vorhandensein möglichst kleiner Radien, bei denen hohe lokale Feldstärken auftreten. Es hat sich nun gezeigt, dass mit einem möglichst dünnen Draht, der sich mit seinem freien Ende in der Mitte längs eines Rauchgasrohres erstreckt, die besten Ergebnisse erzielt werden. Dünne rutenartige Drähte beginnen jedoch infolge der entstehenden Ladungsverhältnisse zu schwingen, denn die hohe elektrische Ladung des Drahtes erzeugt an der naheliegenden Innenfläche des Abgasrohres Bildladungen von entgegengesetzter Polarität. Die einem negativ geladenen Draht gegenüberliegende Rohrwand ist daher positiv geladen. Die freihängende Spitze des Elektrodendrahtes wird deshalb von der Rohrwand angezogen und aufgrund ihrer mechanischen elastischen Biegung schwingt sie nach Erreichen der grössten Auslenkung zurück und wird dann in die Gegenrichtung ausgelenkt und umgekehrt. Diese Schwingung kann aber gedämpft werden, indem die Elektrode gegen jedes freihängende Ende hin verjüngt ausgebildet wird und zudem die Elektrode aktiv elektrisch stabilisiert wird oder passiv stabilisiert ist. Es wird damit ein Elektrofilter realisiert, das keine gesonderten Abscheideplatten aufweist, das keinen Rauchgasventilator benötigt, keine wesentliche Rauchgaskanal-Verengung mit sich bringt, und dessen Abscheidezone je nach Bedarf dimensioniert werden kann.

[0006] Nun ist es aber so, dass die mit so einem Elektrofilter ausgerüsteten Holzfeuerungen meistens nur sehr sporadisch in Betrieb genommen werden. Zu Heizzwecken laufen sie nur im Winterhalbjahr und sie werden je nach Bedarf stunden- oder tageweise betrieben und eher selten durchgehend über mehrere Wochen und Monate. Andererseits wird Holz auch in vielen Cheminées fast mehr zu dekorativen Zwecken verbrannt denn zum gezielten Heizen. Man will mit solchen Cheminées in erster Linie Wohnatmosphäre schaffen, wenngleich der Heizeffekt gleichzeitig genutzt wird.

[0007] Weil also diese Holzfeuerungen in sehr unregelmässigen Abständen und über unregelmässige Zeit-

perioden betrieben werden, ist es unzumutbar, die eingebaute Filter-Vorrichtung für die elektrostatische Partikelabscheidung dauerhaft eingeschaltet zu lassen und unter Netzspannung zu halten. Wird aber ein spezieller Schalter eingebaut, um sie bloss bedarfsweise einzuschalten, so kann davon ausgegangen werden, dass sie wohl von den meisten Betreibern oftmals vergessen wird einzuschalten. Während das Einschalten noch eher erfolgt, so gilt noch vielmehr, dass das Ausschalten vergessen wird, denn man lässt ja das Holz ausbrennen und den Ofen auskühlen, es sei denn, man lege Holz nach. Aus der GB 769 457 ist eine Regelung der Betriebsspannung von elektrostatischen Abscheidern während deren Betrieb offenbart, die aber nicht dem Ein- und Ausschalten des Abscheiders dient und auch nicht dafür geeignet ist. Sie hat nicht die Erkennung des Vorhandenseins von Rauchgas zwecks Ein- und Ausschalten der Filtereinrichtung zum Ziel, sondern vielmehr die blosse Regelung der Betriebsspannung. Hierzu wird als Führungsgrösse die Häufigkeit von Funkenüberschlägen zwischen den Elektroden verwendet. Es werden aber keinerlei Kapazitätsmessungen durchgeführt und auch keine anderen Eigenschaften des Dielektrikums werden ermittelt, welche dazu dienen könnten, den Abscheider ein- oder auszuschalten.

Aus der EP 1 277 928 A1, die als nachstliegende Stand der Technik eingesehen wird, ist es bekannt, zur Reinigung von Abgasen aus einem Verbrennungsmotor, zum Beispiel einem Dieselmotor, die darin enthaltenen Partikel elektrisch aufzuladen und hernach mittels elektrostatischer Kräfte an einem Katalysator abzuscheiden. Der Katalysator weist eine oxidative Aktivität auf. Weil die eingefangenen Teile auf dem Katalysator oxidieren und verbrennen, wird der Effekt unterdrückt, dass sie ihn rasch zusetzen, wie in Abschnitt [0019] dieser Anmeldung EP 1 277 928 A1 erläutert wird. Dennoch werden auf dem Katalysator mit der Zeit immer mehr Partikel angesammelt. Mit einem Entlader werden die Teile verbrannt und mittels plasma-elektrischer Entladungsenergie auf 10 bis 50 kV vom Katalysator entfernt, wie in Abschnitt [0046] beschrieben wird. Dieser Entlader (Discharger) wird nur wenn nötig aktiviert. Um die Beschlagung mit Partikeln zu messen, wird ein Partikelsensor eingesetzt. Er basiert auf einer Messung der Kapazitätsdifferenz zwischen der Aufladungselektrode und des Katalysators.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, das Ein- und Ausschalten einer Vorrichtung für die elektrostatische Partikelabscheidung im Rauchgasstrom von Holzfeuerungen automatisch zu gestalten und also ein Verfahren hierfür sowie die zugehörige Steuerungseinheit zum Betrieb des Verfahrens zu schaffen. Sobald die Holzfeuerung in Betrieb genommen wird, soll die Partikelabscheidung zuverlässig aktiviert werden, und sobald der Rauchgasstrom abklingt, soll sie mit ebensolcher Zuverlässigkeit ausgeschaltet werden.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst von einem Verfahren zur Steuerung einer Vorrichtung für die elektrostatische

Partikelabscheidung in Gasströmen, das sich dadurch auszeichnet, dass die Veränderungen der dielektrischen Eigenschaften innerhalb des Rauchgaskanals infolge der Verbrennung detektiert werden, indem die elektrische Kapazität zwischen dem Rauchgaskanal und einer im Rauchgasstrom befindlichen Sprüh- oder Messelektrode gemessen wird.

[0010] Die Aufgabe wird weiter gelöst von einer Steuerungseinheit für eine Vorrichtung für die elektrostatische Partikelabscheidung in Gasströmen, bestehend aus einer Sprüh- oder Messelektrode und einem elektrisch leitfähigen Rauchgaskanalabschnitt als Kollektorfläche, ferner einem Messgerät für die Messung der Kapazität zwischen dem Rauchgaskanal und der Sprüh- oder Messelektrode sowie einer elektronischen Steuerungseinheit für die Schaltung der Vorrichtung unter Verwendung der gemessenen Kapazität als Führungsgrösse.

[0011] In den Zeichnungen ist die Funktionsweise des Verfahrens illustriert und es wird nachfolgend beschrieben und erklärt. Ebenfalls beschrieben wird auch eine schematisch dargestellte Steuerungseinheit für die Vorrichtung zur elektrostatischen Partikelabscheidung in Gasströmen und besonders für die Rauchgasreinigung an Kleinfeuerungen.

Es zeigt:

Figur 1 : Eine Ausführung einer Vorrichtung zur elektrostatischen Partikelabscheidung in Gasströmen;

Figur 2 : Eine Messanordnung zur Vorschaltung vor eine Vorrichtung zur Partikelabscheidung, zur Messung der Kapazität zwischen einerseits einem Rauchgasrohrabschnitt, der im Innern eines Rauchgaskanals angeordnet ist, und andererseits dem Rauchgaskanal, mit zugehörigem beispielsweise Messdiagramm;

Figur 3 : Eine Steuerungseinheit für die Schaltung der Vorrichtung zur elektrostatischen Partikelabscheidung, die der Messanordnung nachgeschaltet ist.

[0012] Elektrofilter funktionieren grundsätzlich nach dem Prinzip, dass elektrisch geladene, feste oder flüssige Teilchen in einem elektrischen Feld abgelenkt werden. Die Russpartikel müssen daher zunächst elektrisch geladen werden. Die unipolar aufgeladenen Teilchen lagern sich hernach infolge der Wirkung des elektrostatischen Feldes an Abscheideplatten ab. Mit solchen Elektrofiltern lassen sich Stäube und Aerosole mit Korngrößen von 0.01 bis 60 µm abscheiden. Die Effizienz der Abscheidung hängt auch von der Anströmgeschwindigkeit der Partikel und von der Staubkonzentration im angeströmten Gas ab, sowie von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit im anströmenden Gas.

[0013] In Figur 1 ist eine mögliche Vorrichtung zur elek-

trostatischen Partikelabscheidung in Gasströmen gezeigt, die sich auch zur Rauchgasreinigung an Kleinf Feuerungen eignet. Sie ist für den Einbau in einem geraden Abschnitt eines bestehenden, elektrisch leitfähigen Ofenrohrs 1 ausgelegt. Die Vorrichtung weist eine Elektrodenfassung 6 aus Metall, vorzugsweise aus rostfreiem Stahl auf, die zur Aufnahme der Elektrode 4 mit einer Bohrung versehen ist. Die Fassung 6 weist bei einer Elektrodendicke von 0.3mm im Fassungsbereich einen Durchmesser von mehreren Millimetern auf und wird durch eine Klemm- oder Bajonettverbindung in einer metallischen Halterung 7 gehalten, wie das im vergrößert dargestellten Ausschnitt gezeigt ist. Die Halterung 7 ist an einem Haltestab 2 befestigt, der ebenfalls vorzugsweise aus nicht rostendem Stahl gefertigt ist. Der Haltestab 2 wird durch einen Isolator 3 in das Rauchgasrohr 1 geführt. Der Isolator 3 ist vorteilhaft aus einem Kunststoff gefertigt, wofür sich Polyetheretherketon (PEEK) eignet, weil dieses Material eine gewisse Ladungswanderung zulässt, sodass sich keine Ladungsnester bilden können, sondern Ladungen kontinuierlich abfließen. Im Gegensatz dazu entstehen bei einem Porzellan- oder Keramikisolator unter Gleichspannung Ladungsnester, die dann nach aussen wandern und zu spontanen Durchbrüchen (TE) führen. Der Isolator 3 ist fest mit dem Deckel 5 verbunden. Die Fassung 6 kann zylindrisch oder wie hier abgebildet kugelförmig gestaltet sein, mit einem Durchmesser von etwa 10mm und einer zentralen Bohrung, in welcher die Elektrode 4 sitzt und gehalten ist. Die Öffnung am Ofenrohr 1 ist so gross gestaltet, dass die Halterung 7 unter elastischer Biegung des Drahtes 4 in das Ofenrohr 1 einführbar ist, und hernach wird die Öffnung 1 mit dem Deckel 5 gasdicht verschlossen, wozu sich etwa geeignete Spannklemmen, Spannhebel oder Spannschrauben anbieten. Ein Hochspannungs-Erzeuger mit Gleichrichterfunktion ist sowohl elektrisch als auch thermisch vom Ofenrohr 1 isoliert und wird über ein Netzkabel mit Strom versorgt. Der Hochspannungsausgang wird durch den Isolator 3 über die Fassung 6 an die Sprühelektrode 4 geführt, welche vorteilhaft aus einem Wolframdraht besteht. Der andere Pol liegt auf Erdpotential und ist mit dem Ofenrohr 1 elektrisch leitend verbunden, welches gegenüber der Elektrode 4 als Abscheidefläche wirkt. Somit ist ein Elektrofilter gebildet, wobei der Draht 4 die Sprühelektrode bildet, und die Innenseite des Ofenrohrs 1 über die Länge des Elektrodendrahtes 4 hinaus die Niederschlagselektrode oder Kollektorfläche bildet, sodass also der gesamte Kamin, soweit er aus leitfähigem Material besteht, als Kollektorfläche wirken kann.

[0014] Zur regelmässigen Reinigung der Niederschlagselektrode, das heisst der Innenwand des Ofenrohrs 1, wird zunächst die Hochspannung ausgeschaltet. Dann wird die Halterung 7 mit der Elektrode 4 aus dem Ofenrohr 1 entfernt. Hernach kann die Innenseite des Ofenrohrs 1 mit einem feuchten Lappen abgerieben werden, wodurch die elektrisch zurückgehaltenen Teilchen weggewischt werden und am Lappen hängenbleiben.

Als Alternative können die eingesammelten Partikel auch mit der Staubsaugerbürste weggewischt und abgesaugt werden. Die Elektrode 4 wird dann wieder ins Ofenrohr 1 eingeführt und der Deckel 5 gasdicht auf die Öffnung aufgesetzt und verspannt. Die gereinigten Kollektorflächen sind nun wieder frei, um mit neuen Partikeln beschlagen zu werden, weil jetzt auch die elektrische Anziehungskraft wieder voll wirksam ist. Mit einer solchen Elektrode, nämlich einem verjüngten Wolframdraht, gelingt es, bis zu 90% der Partikel im Rauchgas abzuscheiden.

[0015] Eine solche oder ähnliche Vorrichtung gilt es nun, automatisch bei Bedarf in Betrieb zu setzen. Es erweist sich, dass eine Kapazitätsmessung zum Ziel führt. In Figur 2 ist eine Messanordnung zur Vorschaltung vor eine Vorrichtung zur Partikelabscheidung gezeigt, die praktisch erprobt wurde. Alle 30 Minuten wurde der Rauchgasstrom unterbrochen, was zu einem sehr deutlichen Abfall der gemessenen Kapazität führte. Die Messung erfolgte hier über 10 Stunden und zeigt eine zuverlässige reproduzierbare Kapazitätsänderung, welche mit der Anwesenheit des Rauchgasstromes korreliert. Ohne Rauchgas wird eine durchwegs tiefere Kapazität gemessen als mit Rauchgas. Deswegen kann der gemessene Wert für die Kapazität als Führungsgrösse für eine Steuerungseinheit verwendet werden. Die eigentliche Kapazitätsmessung kann durch Messung der Auf- oder Entladezeit des Kondensators geschehen, der aus den Elektroden gebildet wird - also entweder von Sprühelektrode und Rauchgaskanal oder von Rauchgasrohrabschnitt und Rauchgaskanal. Vorteilhaft ist es auch, die Kapazität dieses Kondensators so in einen Schwingkreis oder eine instabile Kippschaltung zu integrieren, dass sich die Kapazitätsänderungen in der Schwingungsfrequenz widerspiegeln. Eine Änderung der Schwingungsfrequenz ergibt dann das Signal zum Ein- bzw. Ausschalten der Betriebsspannung.

[0016] Die Figur 3 zeigt eine Vorrichtung zur elektrostatischen Partikelabscheidung in schematischer Darstellung, und die zugehörige Steuerungseinheit 9 zum Ein- und Ausschalten der Vorrichtung, welche an das Stromnetz angeschlossen wird. Diese Steuerungseinheit 9 ist geerdet und schliesst ein Messgerät 10 für die Kapazität ein sowie eine Steuerlogik 11 für die zugehörige Hochspannungsquelle 12 der Vorrichtung. Die Messanordnung für die Kapazitätsmessung wie in Figur 2 gezeigt ist dieser Vorrichtung vorgeschaltet, sodass also ein Rauchgas zunächst das elektrisch leitfähige Rauchgasrohr 7 im Innern des elektrisch leitfähigen Rauchgaskanals 1 durchströmt und dabei die Kapazität zwischen diesen beiden Teilen 1,7 beeinflusst. Die vom Messgerät 10 gemessenen Grössen werden dann von der Steuerlogik 11 in der Steuerungseinheit verarbeitet und entsprechend wird die Hochspannungsquelle 12 ein- oder ausgeschaltet, welche für die Ionisationsspannung an der Elektrode 4 gegenüber dem Rauchgaskanal 1 sorgt. Somit wird sichergestellt, dass die Vorrichtung für die elektrostatische Partikelabscheidung stets zuverlässig in

Betrieb gesetzt wird, sobald und solange Rauchgas den im Rauchgaskanal 1 vorgeschalteten Rauchgasrohrabschnitt 7 durchströmt, während nach dem Abklingen des Rauchgasstroms infolge der dann reduzierten gemessenen Kapazität die Vorrichtung ausgeschaltet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Vorrichtung für die elektrostatische Abscheidung von Partikeln unter 10 μm Durchmesser in Rauchgasen von Holz-Kleinfeuerungsanlagen, wobei die Veränderungen der dielektrischen Eigenschaften innerhalb des Rauchgaskanals (1) infolge der Verbrennung detektiert werden, indem die elektrische Kapazität zwischen einem elektrisch leitfähigen Abschnitt des Rauchgaskanal (1) und einer in diesem Abschnitt des Rauchgasstromes befindlichen Sprüh- oder Messelektrode (4) gemessen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapazität, bestimmt wird, indem die Auf- oder Entladezeit des Kondensators gemessen wird, wobei der Kondensator aus den Elektroden gebildet wird, das heisst entweder von der Sprühelektrode (4) und dem elektrisch leitfähigem Rauchgaskanalabschnitt (1) oder von einem elektrisch leitfähigen Rauchgasrohrabschnitt (7) und einem elektrisch leitfähigen Rauchgaskanalabschnitt (1).
2. Verfahren zur Steuerung einer Vorrichtung für die elektrostatische Abscheidung von Partikeln unter 10 μm Durchmesser in Rauchgasen von Holz-Kleinfeuerungsanlagen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapazität des Kondensators in einen Schwingkreis oder in eine instabile Kippschaltung integriert wird, sodass die Kapazitätsänderungen die Schwingungsfrequenz beeinflussen, und dass aufgrund der Änderung der Schwingungsfrequenz ein Signal zum Ein- bzw. Ausschalten der Betriebsspannung generiert wird.
3. Steuerungseinheit für eine Vorrichtung für die elektrostatische Abscheidung von Partikeln unter 10 μm Durchmesser in Rauchgasen von Holz-Kleinfeuerungsanlagen mit einer Sprüh- oder Messelektrode (4) und einem elektrisch leitfähigen Rauchgaskanalabschnitt (7) als Kollektorfläche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit aus einem Messgerät (10) für die Messung der Kapazität zwischen dem Rauchgaskanal (1) und der Sprüh- oder Messelektrode (4) besteht, sowie einer elektronischen Steuerlogik (11) für die Schaltung der Vorrichtung unter Verwendung der gemessenen Kapazität als Führungsgrösse.
4. Steuerungseinheit für eine Vorrichtung für die elektrostatische Abscheidung von Partikeln unter 10 μm

Durchmesser in Rauchgasen von Holz-Kleinfeuerungsanlagen nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messelektrode (4) gleichzeitig als die Sprühelektrode zu wirken bestimmt ist.

5. Steuerungseinheit für eine Vorrichtung für die elektrostatische Abscheidung von Partikeln unter 10 μm Durchmesser in Rauchgasen von Holz-Kleinfeuerungsanlagen nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messelektrode (4) einen elektrisch leitfähigen Rauchgasrohrabschnitt (7) bildet, welcher im Innern des ebenfalls elektrisch leitfähigen Rauchgaskanals (1) elektrisch isoliert angeordnet ist und durch denselben das Rauchgas zu strömen bestimmt ist, sowie dass ein Messgerät (10) für die Messung der Kapazität zwischen dem Rauchgasrohrabschnitt (7) und dem Rauchgaskanal (1) vorhanden ist, und eine elektronische Steuerlogik (11) für die Schaltung der Vorrichtung, welche die gemessene Kapazität als Führungsgrösse verwendet.
6. Steuerungseinheit für eine Vorrichtung für die elektrostatische Abscheidung von Partikeln unter 10 μm Durchmesser in Rauchgasen von Holz-Kleinfeuerungsanlagen nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrisch leitfähige Rauchgasrohrabschnitt (7) konzentrisch im Innern des elektrisch leitfähigen Rauchgaskanals (1) elektrisch isoliert angeordnet ist.
7. Steuereinheit für eine Vorrichtung für die elektrostatische Abscheidung von Partikeln unter 10 μm Durchmesser in Rauchgasen von Holz-Kleinfeuerungsanlagen nach einem der Ansprüche 5 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrisch leitfähige Rauchgasrohrabschnitt (7) bei einem Rauchgaskanal (1) von 130mm Innendurchmesser eine Länge von ca. 1m und einen Aussendurchmesser von ca. 100mm aufweist.
8. Steuereinheit für eine Vorrichtung für die elektrostatische Abscheidung von Partikeln unter 10 μm Durchmesser in Rauchgasen von Holz-Kleinfeuerungsanlagen nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapazität bestimmbar ist, indem Mittel für die Messung der Auf- oder Entladezeit des Kondensators vorhanden sind, wobei der Kondensator aus den Elektroden gebildet wird, das heisst entweder von Sprühelektrode (4) und Rauchgaskanal (1) oder von Rauchgasrohrabschnitt (7) und Rauchgaskanal (1).
9. Steuereinheit für eine Vorrichtung für die elektrostatische Abscheidung von Partikeln unter 10 μm Durchmesser in Rauchgasen von Holz-Kleinfeuerungsanlagen nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapazität des

Kondensators in einen Schwingkreis oder in eine instabile Kippschaltung integriert ist, wodurch die Kapazitätsänderungen die Schwingungsfrequenz beeinflussen, sodass durch eine Änderung der Schwingungsfrequenz ein Signal zum Ein- bzw. Ausschalten der Betriebsspannung generierbar ist.

Claims

1. Method for controlling a device for the electrostatic separation of particles having an diameter of less than 10 μm in the flue gas of small - scale wood furnaces, whereby the modifications of the dielectric properties in the flue gas channel (1) are detected due to the combustion, in measuring the electric capacity between an electric conductive section of the flue gas channel (1) and an emission or measuring electrode (4) situated in this section of the flue gas flow, **characterized in that** the capacity is determined in measuring the charging time and the discharging time of the capacitor, the capacitor being formed by the electrodes, i.e. either by the emission electrode (4) and the electric conductive section of the flue gas channel (1) or by an electric conductive flue gas pipe section (7) and an electric conductive section of the flue gas channel (1).
2. Method for controlling a device for the electrostatic separation of particles having an diameter of less than 10 μm in the flue gas of small - scale wood furnaces according to claim 1, **characterized in that** the capacity of the capacitor is integrated into an oscillating circuit or into an unstable flip - flop circuit, so that the modifications of the capacity effect the frequency of oscillation, and that, due to the modification of the frequency of oscillation, a signal is generated to connect respectively to disconnect the operating voltage.
3. Control unit for a device for the electrostatic separation of particles having an diameter of less than 10 μm in the flue gas of small - scale wood furnaces having an emission electrode or a measuring electrode (4) and with an electric conductive flue gas pipe section (7) as a collector surface, **characterized in that** the control unit consists of a measuring device (10) for measuring the capacity between the electric conductive section of the flue gas channel (1) and the emission electrode or the measuring electrode (4), and an electronic control logics (11) for switching the device in using the measured capacity as reference value.
4. Control unit for a device for the electrostatic separation of particles having an diameter of less than 10 μm in the flue gas of small - scale wood furnaces according to claim 3, **characterized in that** the measuring electrode (4) is intended to be used simultaneously as an emission electrode.
5. Control unit for a device for the electrostatic separation of particles having an diameter of less than 10 μm in the flue gas of small - scale wood furnaces according to claim 3, **characterized in that** the measuring electrode (4) realizes an electric conductive flue gas pipe section (7), which section is arranged in an electrically isolating manner inside the also electric conductive section of the flue gas channel (1) and through which section the flue gas is intended to flow, and that an measuring device (10) is also provided in order to measure capacitance between the flue gas pipe section (7) and the flue gas channel (1) and an electronic control logics (11) is provided for switching the device which uses the measured capacitance as a reference variable.
6. Control unit for a device for the electrostatic separation of particles having an diameter of less than 10 μm in the flue gas of small - scale wood furnaces according to claim 5, **characterized in that** the electric conductive flue gas pipe section (7) is arranged in an electrically isolated manner concentrically inside the electric conductive section of the flue gas channel (1).
7. Control unit for a device for the electrostatic separation of particles having an diameter of less than 10 μm in the flue gas of small - scale wood furnaces according to one of the claims 5 to 6, **characterized in that** the electric conductive flue gas pipe section (7) has for a flue gas channel (1) of an interior diameter of 130 mm a length of about 1 m and an exterior diameter of 100 mm.
8. Control unit for a device for the electrostatic separation of particles having an diameter of less than 10 μm in the flue gas of small - scale wood furnaces according to one of the claims 5 to 7, **characterized in that** the capacity is allowed to be determined in providing means for measuring the charging time and the discharging time of the capacitor, whereby the capacitor is realized by means of the electrodes, i.e. either by means of the emission electrode (4) and the flue gas channel (1) or by means of the flue gas pipe section (7) and the flue gas channel (1).
9. Control unit for a device for the electrostatic separation of particles having an diameter of less than 10 μm in the flue gas of small - scale wood furnaces according to one of the claims 5 to 8, **characterized in that** the capacity of the capacitor is integrated into an oscillating circuit or into an unstable flip - flop circuit, so that the modifications of the capacity effect the frequency of oscillation, and that, due to the mod-

ification of the frequency of oscillation, a signal is generated to connect respectively to disconnect the operating voltage.

Revendications

1. Procédé pour la commande d'un dispositif pour la séparation électrostatique de particules avec un diamètre de moins de 10 μm dans des gaz brûlés de fours à bois de petites dimensions, où les changements des propriétés diélectriques sont détectés à cause de la combustion à l'intérieur du canal de gaz brûlé, en mesurant la capacité électrique entre le tronçon à conduction électrique du canal de gaz brûlé (1) et une électrode de vaporisation ou de mesure (4) située dans ce tronçon du flux de gaz brûlé, **caractérisé en ce que** la capacité est déterminée en mesurant le temps de charge et de décharge du condensateur, où le condensateur est formé par les électrodes, c'est-à-dire soit par l'électrode de vaporisation (4) et le tronçon du canal de gaz brûlé (1) à conduction électrique ou par un tronçon de tube de gaz brûlé (7) à conduction électrique et un tronçon du canal de gaz brûlé (1) à conduction électrique.
2. Procédé pour la commande d'un dispositif pour la séparation électrostatique de particules avec un diamètre de moins de 10 μm dans des gaz brûlés de fours à bois de petites dimensions selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la capacité du condensateur est intégrée dans un circuit oscillant ou dans une bascule électronique instable, de manière à ce que les changements de capacité influencent la fréquence d'oscillation et **en ce qu'un** signal est généré pour la mise en service et la mise hors service de la tension de service à cause de la modification de la fréquence d'oscillation.
3. Unité de commande pour un dispositif pour la séparation électrostatique de particules avec un diamètre de moins de 10 μm dans des gaz brûlés de fours à bois de petites dimensions avec une électrode de vaporisation ou de mesure (4) et un tronçon de tube de gaz brûlé (7) à conduction électrique comme surface collectrice, **caractérisé en ce que** l'unité de commande est composée d'un instrument de mesure (10) pour mesurer la capacité entre le canal de gaz brûlé (1) et électrode de vaporisation ou de mesure (4), ainsi que d'une logique de commande (11) électronique pour la commutation du dispositif en utilisant la capacité mesurée comme grandeur de référence.
4. Unité de commande pour un dispositif pour la séparation électrostatique de particules avec un diamètre de moins de 10 μm dans des gaz brûlés de fours à bois de petites dimensions selon la revendication 3,

caractérisé en ce que l'électrode de mesure (4) est déterminée de manière à fonctionner également comme électrode de vaporisation.

5. Unité de commande pour un dispositif pour la séparation électrostatique de particules avec un diamètre de moins de 10 μm dans des gaz brûlés de fours à bois de petites dimensions selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'électrode de mesure (4) forme un tronçon de tube de gaz brûlé (7) à conduction électrique, lequel tronçon est disposé de façon électriquement isolée à l'intérieur du canal de gaz brûlé (1) également électriquement conducteur et lequel tronçon est destiné à être traversé par le gaz brûlé et **en ce qu'un** instrument de mesure (10) pour mesurer la capacité entre le canal de gaz brûlé (1) et électrode de vaporisation ou de mesure (4) existe et utilise une logique de commande (11) électronique pour la commutation du dispositif en utilisant la capacité mesurée comme grandeur de référence.
6. Unité de commande pour un dispositif pour la séparation électrostatique de particules avec un diamètre de moins de 10 μm dans des gaz brûlés de fours à bois de petites dimensions selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le tronçon de tube de gaz brûlé (7) à conduction électrique est disposé de façon concentrique et de façon électriquement isolée à l'intérieur du canal de gaz brûlé (1) électriquement conducteur.
7. Unité de commande pour un dispositif pour la séparation électrostatique de particules avec un diamètre de moins de 10 μm dans des gaz brûlés de fours à bois de petites dimensions selon une des revendications 5 à 6, **caractérisé en ce que** le tronçon de tube de gaz brûlé (7) à conduction électrique présente pour un canal de gaz brûlé (1) de 130 mm une longueur d'environ 1 m et un diamètre extérieur d'environ 100 mm.
8. Unité de commande pour un dispositif pour la séparation électrostatique de particules avec un diamètre de moins de 10 μm dans des gaz brûlés de fours à bois de petites dimensions selon une des revendications 3 à 7, **caractérisé en ce que** la capacité est susceptible d'être déterminée en mettant à disposition des moyens pour mesurer le temps de charge et de décharge du condensateur, où le condensateur est formé par les électrodes, c'est-à-dire soit par l'électrode de vaporisation (4) et le tronçon du canal de gaz brûlé (1) à conduction électrique ou par le tronçon de tube de gaz brûlé (7) et le canal de gaz brûlé (1).
9. Unité de commande pour un dispositif pour la séparation électrostatique de particules avec un diamètre de moins de 10 μm dans des gaz brûlés de fours à

bois de petites dimensions selon une des revendications 3 à 8, **caractérisé en ce que** la capacité du condensateur est intégrée dans un circuit oscillant ou dans une bascule électronique instable, de manière à ce que les changements de capacité influencent la fréquence d'oscillation et **en ce qu'**un signal est susceptible d'être généré pour la mise en service et la mise hors service de la tension de service à cause de la modification de la fréquence d'oscillation.

5

10

15

20

25

30

35

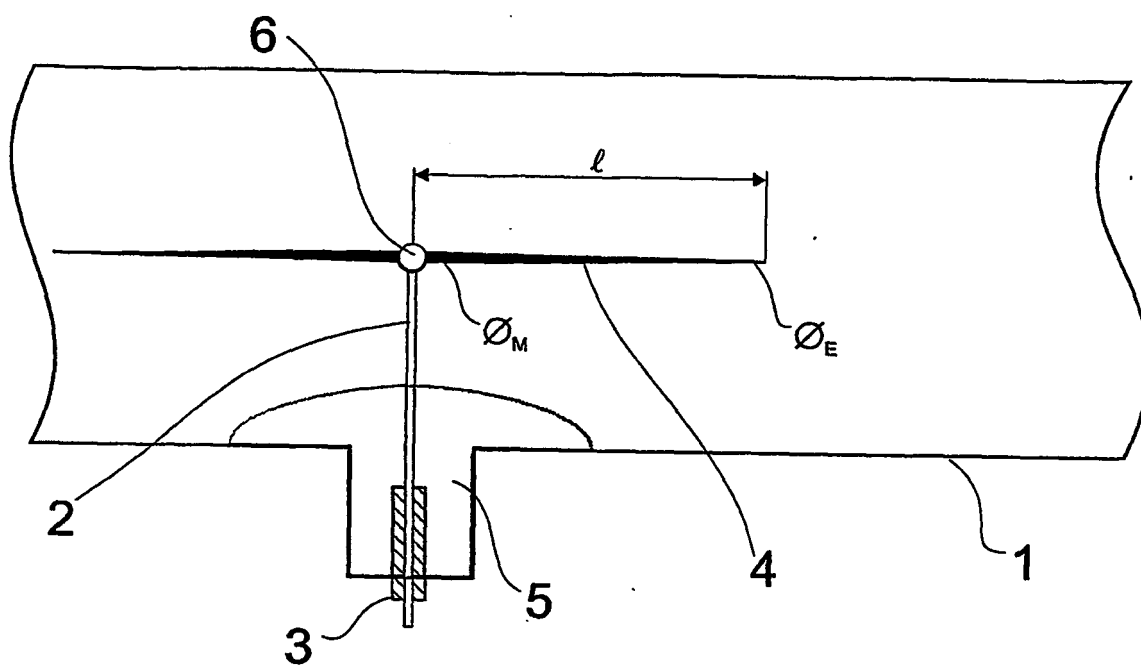
40

45

50

55

FIG 1



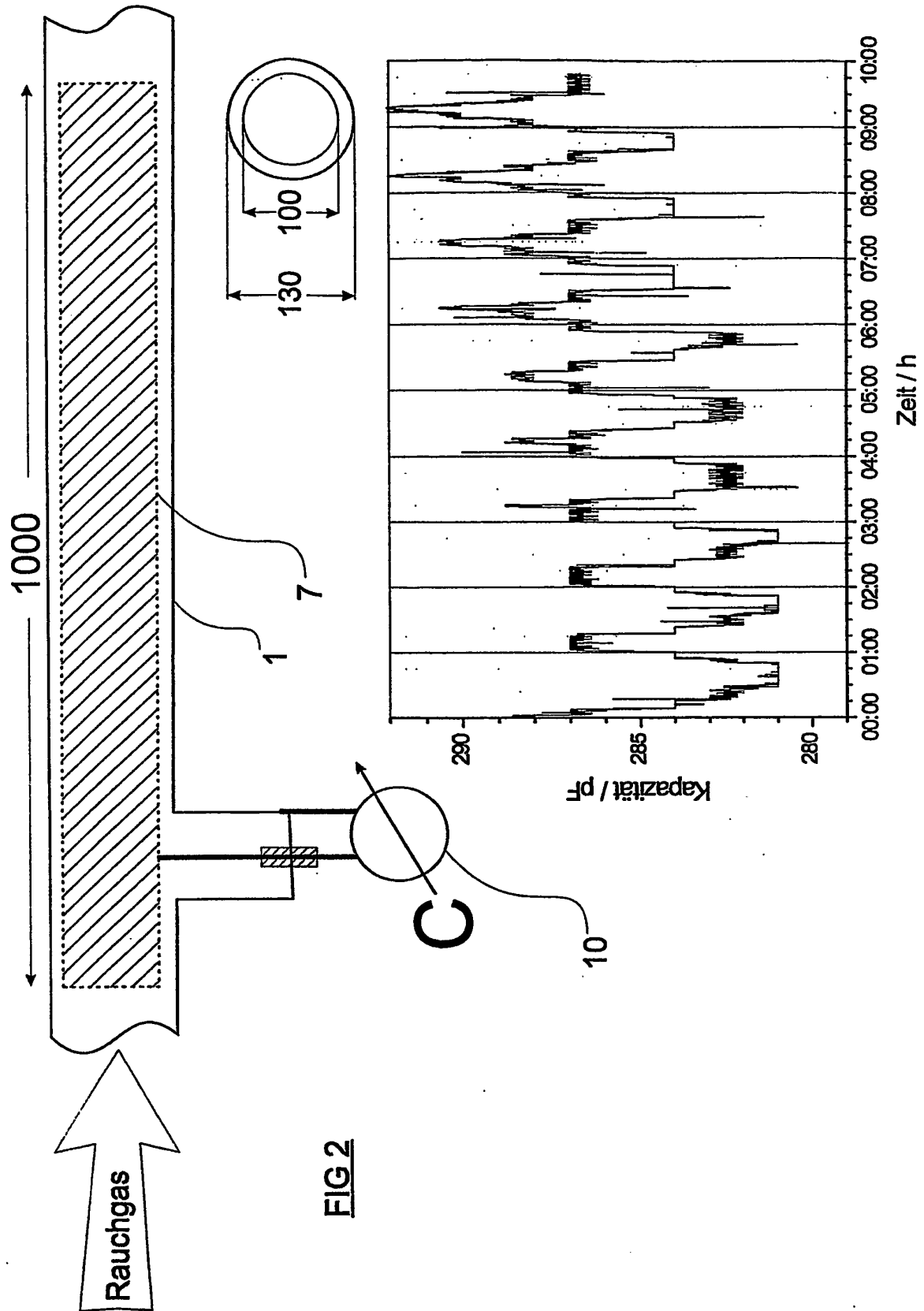
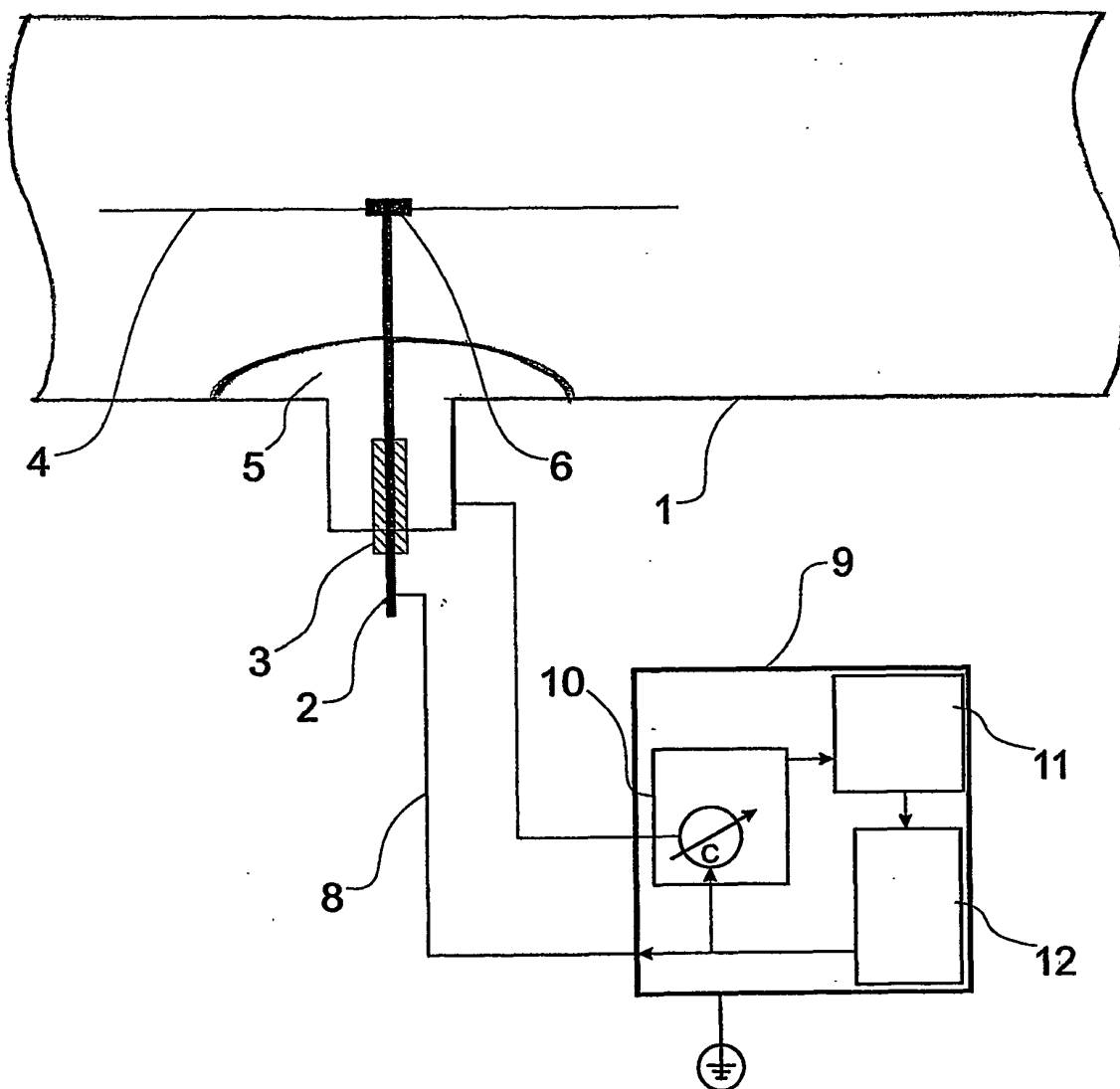


FIG 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1193445 A2 [0004]
- GB 769457 A [0007]
- EP 1277928 A1 [0007] [0007]