



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.04.2002 Patentblatt 2002/14

(51) Int Cl.7: **F23J 15/02**

(21) Anmeldenummer: **01810897.7**

(22) Anmeldetag: **17.09.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Brenn, Jürg**
8044 Zürich (CH)
• **Schmatloch, Volker**
8603 Schwerzenbach (CH)

(30) Priorität: **02.10.2000 CH 19292000**

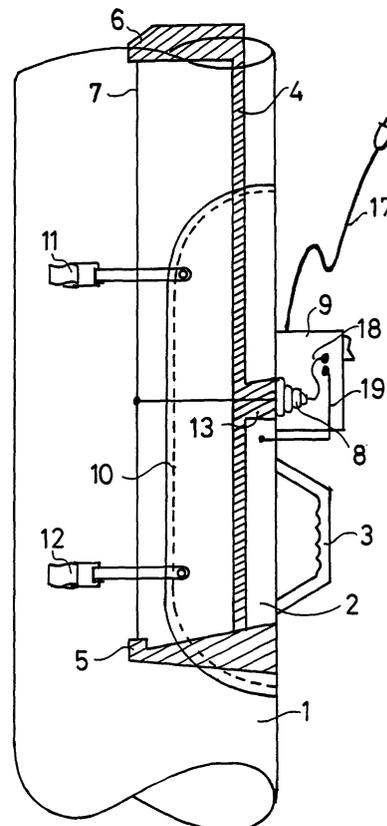
(74) Vertreter: **Felber, Josef**
Felber & Partner AG
Dufourstrasse 116
Postfach 105
8034 Zürich (CH)

(71) Anmelder: **Eidgenössische Materialprüfungs-
und Forschungsanstalt Empa**
8600 Dübendorf (CH)

(54) **Vorrichtung zur Rauchgasreinigung an Kleinfeuerungen**

(57) Die Vorrichtung ist in einen Rauchgaskanal (1) einbaubar und weist hierzu einen Deckel (2) auf, der gasdicht auf eine zugehörige Öffnung (10) an einem Rauchgaskanal aufsetzbar ist. An der Innenseite des Deckels (2) ist über eine isolierende Halterung (4) eine Sprühelektrode (7), zum Beispiel in Form eines gespannten Stabes, gehalten. Ein Hochspannungs-Transformator (9) mit Gleichrichterfunktion erlaubt den Aufbau einer hohen Gleichspannung zwischen dem Draht (7) und dem Deckel (2), welcher elektrisch leitend mit dem Ofenrohr verbunden ist, sodass dieses als Kollektorelektrode wirkt.

FIG. 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Reinigen oder Filtern des Rauchgases von Kleinf Feuerungen. 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 Chemineeöfen, Kachelöfen, Zimmeröfen, Kochherde und Heizkessel, die mit Holz befeuert werden, dazu.

[0002] Die Nutzung von Holz als nachwachsender Brennstoff nimmt seit einigen Jahren wieder stetig zu. In der Schweiz zum Beispiel nahm gemäss der Schweizerischen Holzenergiestatistik [EDMZ] die jährlich genutzte Holzenergiemenge innerhalb des Jahrzehnts von 1990 bis 2000 stark zu. Die Anzahl von Einzelraumheizungen nimmt in der Schweiz tendenziell zu, während jene von ganzen Gebäudeheizungen abnimmt. Die moderne, hochwärmedämmende Bauweise wird künftig diesen Trend noch verstärken. Bei Niedrigenergiehäusern muss nämlich nur noch ein kleiner Restwärmebedarf durch eine Zusatzheizung gedeckt werden und immer öfter kommt hierzu ein zentraler Holz-, Cheminée- oder Speicherofen zum Einsatz, also eine Kleinf Feuerung.

[0003] Bei all diesen 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. Und deshalb entlassen diese Kleinf Feuerungen gemessen am gesamten Rauchemissionsaufkommen unverhältnismässig viele Schadstoffe in den Atmosphäre. Dazu kommt, dass infolge der missbräuchlichen Abfallbeseitigung, zu der solche Kleinf Feuerungen die Betreiber oft verleiten, indem die Betreiber darin Plastik, Karton, Papier und Altholz verbrennen, allein aus diesen Kleinf Feuerungen im Fall der Schweiz landesweit mehr als doppelt so viele Dioxine und Furane entweichen als in allen Sondermüll- und Kehrlichtverbrennungsanlagen zusammengenommen! Beim zuständigen Schweizer Bundesamt rechnet man, dass im Jahr 2000 die Staubemissionen aus Kleinf Feuerungen bereits 5 bis 6% der jährlichen Gesamtstaubemissionen ausmachen. Das entspricht immerhin etwa einem Drittel der Partikelemissionen des gesamten Motorfahrzeugverkehrs, und diese Staubteile aus Kleinf Feuerungen treten vor allem in städtischen Bezirken und Agglomerationen auf, wo derartige Kleinf Feuerungen eben in grosser Anzahl vorhanden sind.

[0004] Lufthygienisch relevant für die Gesundheit des Menschen sind Teilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser von deutlich weniger als 10µm, weil sich Teilchen ab einer solchen Kleinheit in der Lunge festsetzen können. In der Schweiz ist deswegen seit 1998 ein Immissionsgrenzwert für Teilchen bis maximal diese Grösse festgesetzt worden, welcher jedoch an mehreren Messstellen überschritten wird. Diese Partikel binden auch Dioxine, welche nach der Partikeldeposition

auf Boden und Pflanzen über die Nahrungskette von den Menschen aufgenommen werden. Nun haben an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) durchgeführte Messungen des Grössenspektrums der von Kleinf Feuerungen ausgestossenen Partikel aufgezeigt, dass die emittierten Partikel von Holzfeuerungen im kritischen Bereich von unter 10 µm Durchmesser liegen. Es ist deshalb notwendig, auch im Bereich von einfachen Holzfeuerungsanlagen geeignete Rauchgaseinrichtungen einzubauen, um diese Kleinstpartikel zurückzuhalten.

[0005] Gegenwärtig ist keine brauchbare Rauchgasreinigungsvorrichtung für Kleinholzfeuerungen erhältlich. Gründe dafür sind darin zu sehen, dass bei einem Rauchgasfilter für solche Kleinf Feuerungen nur ein geringer Druckverlust tolerierbar ist, sodass eigentlich nur ein Elektrofilter in Frage kommt. Ein solches Elektrofilter ist aber in den bisher bekannten Ausführungen zu kompliziert, zu gross, zu wartungsintensiv und nicht zuletzt auch zu teuer für eine Kleinf Feuerung.

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, eine Vorrichtung zur Rauchgasreinigung von Kleinf Feuerungen zu schaffen, welche die folgenden Erfordernisse erfüllt: Sie muss eine effiziente Abscheidung der feinsten Partikel sicherstellen, das heisst von solchen mit einem Durchmesser <10µm, und hierbei eine Effizienz von über 80% aufweisen. Weiter soll diese Vorrichtung mit zumutbaren Anschaffungs- und Betriebskosten aufwarten und vom Betreiber selbst in hinreichend langen Intervallen leicht zu überwachen und zu reinigen sein. Sie soll auch nachträglich in einen Rauchgaskanal einbaubar sein und dies auch im Wohnbereich, wo ja viele derartige Feuerungen stehen.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst von einer Vorrichtung zur Rauchgasreinigung an Kleinf Feuerungen, welche in den Rauchgaskanal einbaubar ist, und sich dadurch auszeichnet, dass sie einen Deckel aufweist, der gasdicht und leitend auf eine zugehörige Öffnung am Rauchgaskanal aufsetzbar ist, und an dessen Innenseite ein über Isolatoren gespannter oder ein von einem Isolator gehaltener, selbsttragender Stab als Sprühelektrode vorhanden ist, sowie dass sie einen Hochspannungs-Transformator mit Gleichrichterfunktion zum Aufbau einer Gleichspannung zwischen der Sprühelektrode und dem Rauchgaskanal aufweist.

[0008] Die Vorrichtung macht sich zunutze, dass bei Kleinf Feuerungen bisher der Kamin ohnehin als Abscheidefläche wirkte, jedoch durchwegs nicht infolge einer elektrischen Ladung. Im Falle von Rauchgaskanälen in Stahlblech, Chromstahl oder Aluminium, wie sie heute verbreitet gebaut werden, verfügt man aber bereits über eine elektrisch leitfähige Abscheidefläche. Bei Kaminen aus Stein oder Kunststoff kann über eine bestimmte Wegstrecke ein Chromstahlrohr nachträglich längs in den Rauchgaskanal montiert werden. Die sofort ins Auge springenden Vorteile dieser Vorrichtung sind, dass es sich um ein Elektrofilter handelt, das keine gesonderten Abscheideplatten aufweist, das keinen Ventilator

benötigt, keine wesentliche Rauchgaskanal-Verengung mit sich bringt, und dessen Abscheidezone je nach Bedarf dimensioniert werden kann.

[0009] In den Zeichnungen sind vier Ausführungsbeispiele einer solchen Vorrichtung zur Rauchgasreinigung an Kleinf Feuerungen dargestellt und sie werden in der nachfolgenden Beschreibung erklärt.

[0010] Es zeigt:

Figur 1 : Eine Vorrichtung zum Einbau in einen geraden, vertikalen Abschnitt eines elektrisch leitfähigen Ofenrohres;

Figur 2 : Eine Vorrichtung zum Einbau in einen horizontalen, elektrisch leitfähigen Ofenrohrabschnitt an der Stelle einer 90°-Krümmung des Ofenrohres;

Figur 3 : Eine Variante der Vorrichtung nach Figur 2 mit einem geraden Stab als Sprühelektrode;

Figur 4 : Eine Vorrichtung zum Einbau in einen vertikalen, elektrisch nicht leitfähigen Ofenrohrabschnitt an der Stelle einer 90°-Krümmung des Ofenrohres.

[0011] 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 60µm 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.

[0012] Die hier vorgestellte Vorrichtung für Kleinf Feuerungen ist in den bestehenden Rauchgaskanal einer solchen Feuerung einbaubar. Entweder ist dieser Rauchgaskanal bereits 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-Transformator zum Aufbau einer Gleichspannung zwischen dieser Sprühelektrode und der Innenwand des bereits elektrisch leitfähigen Rauchgaskanalabschnittes. Im zweiten Fall wird ein Abschnitt eines elektrisch leitfähigen Rohres an den Deckel montiert, um eine Kollektorfläche zu bilden.

[0013] In der Figur 1 ist eine erste Ausführung darge-

stellt. Sie ist für den Einbau in einem geraden Abschnitt eines bestehenden, elektrisch leitfähigen Ofenrohres 1 ausgelegt. Die Vorrichtung weist einen Deckel 2 aus Chromstahl mit einem Handgriff 3 auf. Auf der Innenseite des Deckels 2 ist eine bogenförmige, isolierende Halterung 4 mit ihren beiden Enden 5,6 angebaut. Zur Verstärkung ist dieser isolierende und wärmefeste Bogen 4 noch über einen weiteren Stützfuss 13 mit dem Deckel 2 verbunden. Zwischen diesen beiden Enden 5,6 der Halterung 4 ist ein Elektrodendraht 7 als Sprühelektrode gespannt. Dieser Elektrodendraht 7 ist über einen Isolator 8 durch den Deckel 4 hindurchgeführt und somit ist eine Spannung gegenüber dem Deckel 2 an ihn anlegbar. Die Öffnung 10 am Ofenrohr 1 ist so gross gestaltet, dass beim Wegheben des Deckels 2 der daran montierte Bogen 4 und Draht 7 mühelos aus dem Ofenrohr 1 ausfahrbar ist. Der Deckel 2 wird mit geeigneten Spannmitteln 11,12 gasdicht auf dem Rand der Öffnung 10 am Ofenrohr 1 gehalten. Die gasdichte Dichtung darf dabei elektrisch leitfähig sein. In jedem Fall erfolgt eine elektrische Verbindung von Deckel 2 und Ofenrohr 1 über die Spannmittel 11,12, welche elektrisch leitfähig sind. Der Hochspannungs-Transformator 9 mit Gleichrichterfunktion wird vorteilhaft fest an die Aussenseite des Deckels 2 angebaut, sodass die ganze Vorrichtung eine Baueinheit bildet. Hierzu muss er selbstverständlich sowohl elektrisch als auch thermisch vom Deckel 2 isoliert angebaut sein. Über ein Netzkabel 17 wird er mit Strom versorgt.

[0014] Der Hochspannungsausgang des Trafos wird durch den Isolator 8 hindurch an die Sprühelektrode 7 geführt. Der andere Pol 19 liegt auf Erdpotential und wird über den Deckel 2 mit der Abscheidefläche elektrisch leitend verbunden. Das Ofenrohr 1 wird an geeigneter Stelle geerdet. Somit ist ein Elektrofilter gebildet, wobei der Draht 7 die Sprühelektrode bildet, und die Innenseite des Deckels 2 wie auch die Innenseite des Ofenrohres 1 über die Länge des Elektrodendrahtes 7 hinaus die Niederschlagslektrode oder Kollektorfläche bildet, sodass also der gesamte Kamin, soweit er aus leitfähigem Material besteht, als Kollektorfläche wirken kann. Zur regelmässigen Reinigung der Niederschlagslektrode, das heisst der Innenwand des Ofenrohres 1 und des Deckels 2, wird zunächst der Transformator 9 ausgeschaltet. Dann werden die Spannmittel 11,12 gelöst und der Deckel 2 wird mit einer Hand am Griff 3 ergriffen und vom Ofenrohr 1 weggehoben, und er wird unter Ausfahren des Bogens 4 und des Elektrodendrahtes 7 vom Ofenrohr 1 entfernt. Hernach kann sowohl die Innenseite des Deckels 1 wie auch die Innenseite des Ofenrohres 1 mit einem feuchten Lappen abgerieben werden, wodurch die elektrisch zurückgehaltenen Teilchen weggewischt werden und am Lappen hängen bleiben. Als Alternative können die eingesammelten Partikel auch mit der Staubsaugerbürste weggewischt und abgesaugt werden. Der Bogen 4 mit dem Elektrodendraht 7 wird dann wieder ins Ofenrohr 1 eingeführt und der Deckel 2 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.

[0015] In Figur 2 ist eine Variante der Vorrichtung gezeigt, wie sie an der Krümmung eines Ofenrohres 1 einbaubar ist und sich über einen horizontalen Abschnitt des Rauchgaskanals erstreckt. Der Deckel 2 hat hier die Form einer schalenförmigen Kappe, auf dessen Innenseite sich die bogenförmige Halterung 4 mit dem auf sie aufgespannten Draht 7 etwa in einem Winkel von 45° zur allgemeinen Montageebene des Deckels 2 längs des Ofenrohres erstreckt. Der Bogen 4 und der von ihm gehaltene Elektrodendraht 7, welcher als Sprühelektrode wirkt, erstrecken sich axial längs des Ofenrohres 1. Das Ofenrohr 1 wirkt infolge seiner Leitfähigkeit als Niederschlagselektrode. Der Hochspannungstrafo 9 mit Gleichrichterfunktion sitzt auf dem Deckel 2, welcher wiederum mittels elektrisch leitender Spannmittel 11, 12 gasdicht ans Ofenrohr 1 montiert ist, sodass dieses selbst über die Länge des Elektrodendrahtes 7 als Niederschlagselektrode wirkt.

[0016] Die Figur 3 zeigt eine Variante der Vorrichtung nach Figur 2, wobei hier anstelle eines zwischen zwei Enden eines Bogens gespannten Elektrodendrahtes eine selbsttragende Stabelektrode zum Einsatz kommt. Eine solche Stabelektrode kann wie hier gezeigt aus einem Blechstreifen bestehen, der stark genug ist, dass er sich selbst tragen kann. Er wird zum Beispiel mittels Stanzens hergestellt, sodass er wie hier gezeigt eine Vielzahl von abstehenden Zacken 22 aufweist, die der besseren Ablösung der Elektronen förderlich sind. Anstelle eines solchen Blechstreifens kann aber auch ein Draht von genügender Stärke eingesetzt werden, der Stacheln wie jene an einem üblichen Stacheldraht aufweist, an deren Spitzen die Elektronen leichter abgelöst werden, oder es können Drahtstücke quer an diesem Stab angeschweisst sein. Das entscheidende Merkmal der Sprühelektrode ist das Vorhandensein vieler sehr kleiner Radien, bei denen hohe lokale Feldstärken auftreten.

[0017] Wo ein Rauchgaskanal eine Richtungsänderung erfährt und nicht aus leitfähigem Material gebaut ist, kann die Vorrichtung zum Reinigen des Rauchgases als Baueinheit hergestellt werden, welche selbst auch eine Niederschlagselektrode einschliesst. Diese Niederschlagselektrode wird als Rauchgaskanalabschnitt ausgeführt. In Figur 4 ist ein Beispiel einer solchen Baueinheit gezeigt. Ein Kunststoff-Kamin 15 ist hier rechtwinklig abgebogen. Die Vorrichtung zur Rauchgasreinigung schliesst einen von unten aufgesetzten Deckel 2 ein, an dessen Innenseite ein sich nach oben erstreckendes Blechrohr 16 angebaut ist. Dieses elektrisch leitende, vorzugsweise aus Chromstahlblech hergestellte Blechrohr 16 ist knapp in den Rauchgaskanal einpassend dimensioniert und konzentrisch zum Draht 7 angeordnet. Der Deckel 2 und dieses Blechrohr 16 sind elektrisch leitend verbunden und das Blechrohr 16 wirkt

im Innern des Kamins als Niederschlagselektrode. An seinem in der Zeichnung unteren Ende ist es auf seiner einen Seite ausgeschnitten, sodass die Rauchgase durch diese Ausnehmung 14 einströmen können und dann wie hier gezeigt horizontal durch den Kamin weiterströmen können. Zentral im Blechrohr 16 verläuft die gespannte Sprühelektrode 7 in Form eines Drahtes 7, der auf der bogenförmigen Halterung 4 aufgespannt ist. Der Deckel 2 ist mit einem Griff 3 ausgerüstet und trägt auch den Hochspannungstrafo 9. Der eine Pol 18 ist über den Isolator 8 mit dem gespannten Elektrodendraht 7 verbunden, während der andere Pol 19 mit dem Deckel 2 und dem an ihm angebauten Blechrohr 16 sowie der Erde verbunden ist. Zur Befestigung des Blechrohres 16 am Deckel 2 kann dieser auf seiner Innenseite einen Kragen 21 aufweisen, über den das Blechrohr 16 stülplbar ist. Der obere Blechrohr 16 kann mit dem Kragen 21 sodann einen Bajonettverschluss 20 bilden, sodass das Blechrohr 16 mühelos vom Deckel 2 entfernt werden kann. Zum Reinigen kann man es einfach in ein Wasserbad legen oder unter fließendem Wasser mit einem Lappen reinigen.

[0018] Der Hochspannungstransformator 9 mit Gleichrichterfunktion für den Betrieb einer solchen Vorrichtung für Kleinf Feuerungen weist einen typischen Anschlusswert von zwischen 20 und 200VA auf und 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 7 mit der Halterung 4 problemlos von Hand unter Zuhilfenahme von Wasser oder speziellen Reinigungsmitteln erfolgen. Bei üblichem Betrieb einer Kleinf Feuerung als Hauptwärmeerzeuger sollte diese Reinigung während der Heizperiode je nach Grösse der Abscheidefläche etwa alle 1 bis 2 Monate durch den Betreiber erfolgen, bei sporadischem Betrieb in entsprechend längeren Zyklen. Alle ein bis zwei Jahre sollte zudem eine Generalreinigung durch den Kaminfeger durchgeführt werden, welcher hierzu spezielle Reinigungsmittel einsetzen kann.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Rauchgasreinigung an Kleinf Feuerungen, welche in den Rauchgaskanal einbaubar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Deckel (2) aufweist, der gasdicht und leitend auf eine zugehörige Öffnung (10) am Rauchgaskanal (1) aufsetzbar ist, und an dessen Innenseite ein über Isolatoren (8) gespannter Elektrodendraht (7) oder ein von einem Isolator gehaltener, selbsttragender Stab (7) als Sprühelektrode vorhanden ist, sowie dass sie einen Hochspannungs-Transformator mit Gleichrichterfunktion zum Aufbau einer Gleichspannung zwischen der Sprühelektrode (7) und dem Rauchgaskanal (1) aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Innenseite des Deckels (2) eine bogenförmige Halterung (4) aus isolierendem Material vorhanden ist, zwischen deren Enden (5,6) der Elektrodendraht (7) der Sprühelektrode gespannt ist. 5
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sprühelektrode (7) sich bei auf die Öffnung (10) aufgesetztem Deckel (2) zentral und axial längs des Rauchgaskanals (1) erstreckt. 10
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sprühelektrode (7) sich bei auf die Öffnung (10) aufgesetztem Deckel (2) zentral und axial längs des Rauchgaskanals (1) erstreckt und konzentrisch zum Elektrodendraht (7) angeordnet ein diesen umschliessendes, elektrisch leitfähiges Rohr (16) auf der Innenseite des Deckels (2) angebaut ist, welches knapp in den Rauchgaskanal (1) einpassend dimensioniert ist und elektrisch leitend mit dem Deckel (2) verbunden ist, sodass es eine Entladungselektrode bildet, und dass dieses Rohr eine seitliche Eintrittsöffnung (14) aufweist. 15
20
25
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das umschliessende, elektrisch leitfähige Rohr (16) lösbar auf der Innenseite des Deckels (2) angebaut ist. 30
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das umschliessende, elektrisch leitfähige Rohr (16) auf einen an der Innenseite des Deckels (2) abstehenden Kragen stülplbar ist und darauf mittels eines Bajonettverschlusses (20) gesichert ist. 35

40

45

50

55

FIG. 1

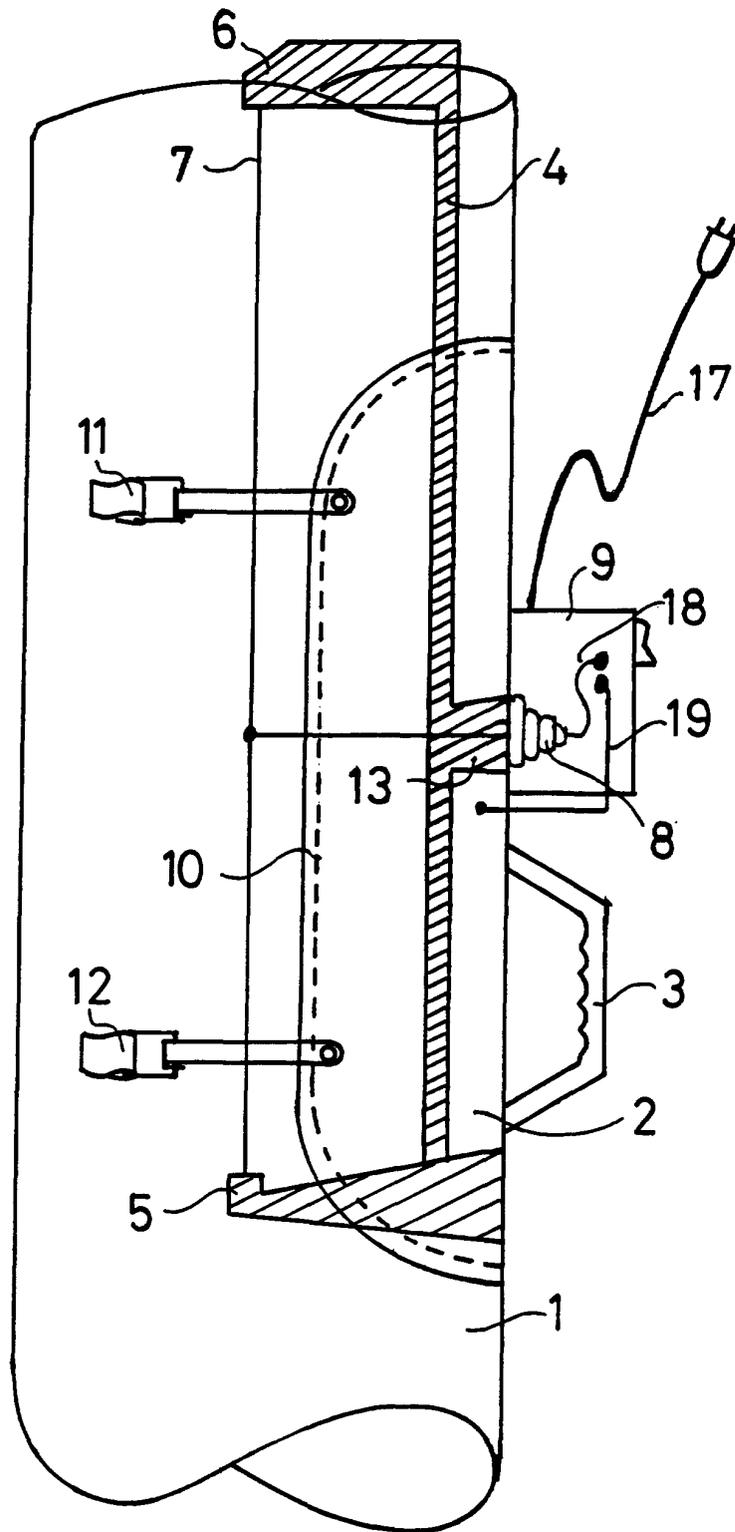


FIG. 2

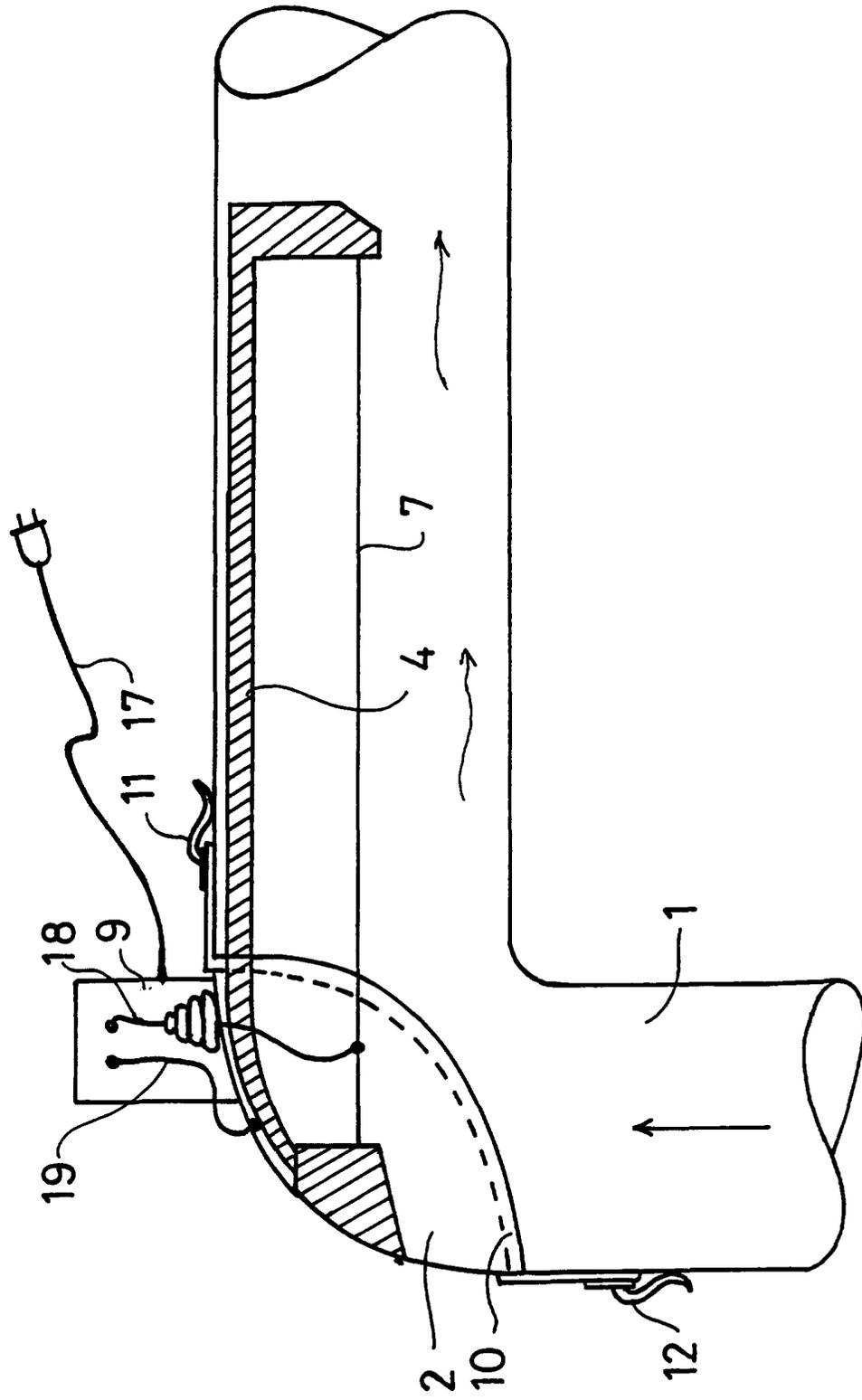


FIG. 3

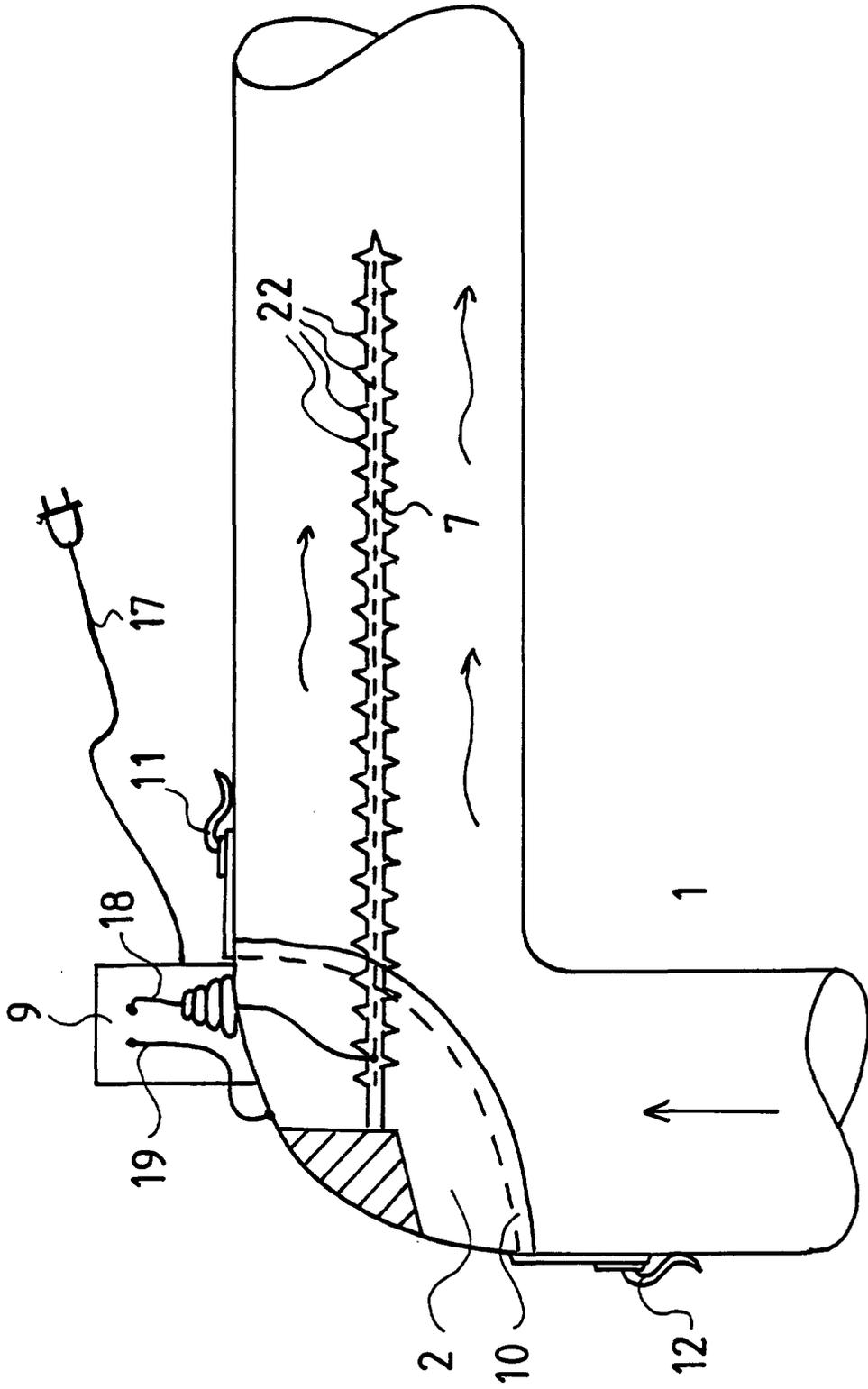


FIG. 4

