



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 297 345 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) B 03 C 3/02
F 01 N 3/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD B 03 C / 337 682 6	(22)	08.02.90	(44)	09.01.92
(31)	47637A89	(32)	10.02.89	(33)	IT

(71) siehe (73)
(72) Colletta, Angelo; Giromella, Gian P.; Pinti, Medaro, IT
(73) Centro Sviluppo Materiali S. p. A., Rom, IT
(74) Felke und Walter, Patentanwälte, Am Stadtpark 2-3, O - 1156 Berlin, DE

(54) Gerät zur Entfernung von aus Teilchen bestehenden Abgasen und Rauchgasen

(55) Abgasreinigung; Rauchgasreinigung;
Feststoffentfernung; Umweltschutz; Feststoffemission;
Elektrofilter; Dieselabgas; Kohleverbrennung;
Kraftfahrzeugabgas

(57) Bei der Verbrennung kohlenstoffreicher Substanzen kommt es aufgrund von Luftmangel in der verbrannten Mischung oder sogar aufgrund schlechten Vermischens zu einer starken Emission von Kohlenstoffteilchen (Feststoffen). Erfindungsgemäß werden Feststoffe mittels eines Systems von Stromleitern entfernt, zwischen denen ein hoher Potentialunterschied besteht. Wenn die Kohlenstoffteilchen sich zwischen diesen Stromleitern hindurchbewegen, verursachen sie eine Entladung, durch die sie weißglühend werden, und sie werden verbrannt.

Fig. 3

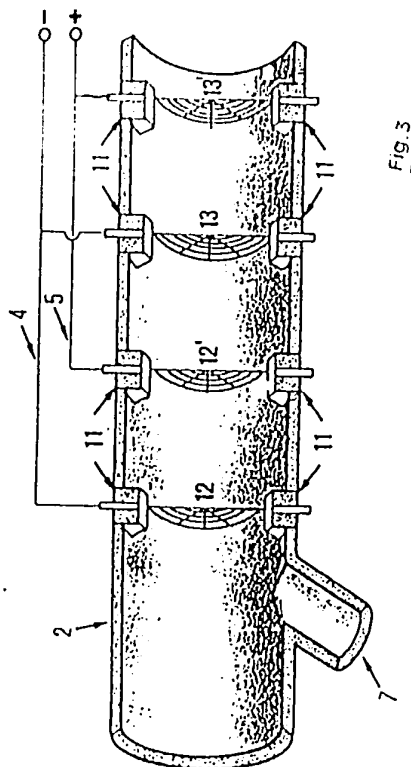


Fig. 3

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Entfernung von Feststoffen aus Abgasen und Rauchgasen aus einem Abgasrohr, **gekennzeichnet durch die entsprechende Kombination der folgenden Teile:**
 - ein zweipoliger Hochspannungsgenerator
 - eine Anzahl von abwechselnd an den einen oder den anderen der Pole angeschlossenen Stromleitern
 - Mittel zum Einleiten von Luft in das Rohr oberhalb der Stromleiter
 - Mittel zur Regulierung des Mittels zum Einleiten der Luft.
2. Vorrichtung zur Reduzierung von Feststoffen in Abgasen nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch, daß jeder der Stromleiter aus einem leitfähigen Metallgitter besteht, das im Inneren des Rohrs senkrecht zur allgemeinen Strömungsrichtung der genannten Abgase angeordnet ist.**
3. Vorrichtung zur Reduzierung von Feststoffen nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis zwischen der Querschnittsfläche jedes Gitters und dem Rohrquerschnitt kleiner als 50% und größer als 10% ist.**
4. Vorrichtung zur Reduzierung von Feststoffen nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis kleiner als 35% ist.**
5. Vorrichtung zur Reduzierung von Feststoffen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß die Stromleiter die Form von Gittern und/oder Platten und/oder Drähten besitzen, die parallel zur allgemeinen Strömungsrichtung der Abgase angeordnet sind.**
6. Vorrichtung zur Reduzierung von Feststoffen nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis zwischen der gesamten Querschnittsfläche der genannten Stromleiter und dem Querschnitt des Rohres zwischen 35 und 4% liegt, wobei sich die genannten Leiter über eine maximal dem Zehnfachen des Rohrdurchmessers entsprechende Länge parallel zur Achse des genannten Rohrs erstrecken.**
7. Vorrichtung zur Reduzierung von Feststoffen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Stromleiter eine große Anzahl vorstehender Spitzen besitzt.**
8. Vorrichtung zur Reduzierung von Feststoffen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß der Hochspannungsgenerator die genannten Stromleiter speist, so daß sich ein elektrisches Feld bildet, dessen Stärke zwischen 50 und 98% der Stärke liegt, die notwendig ist, um eine Entladung zwischen den Stromleitern unter Betriebsbedingungen zu verursachen.**

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Entfernung von Feststoffen aus Abgasen und Rauchgasen, insbesondere ein System zur Eliminierung oder zumindest zur wesentlichen Reduzierung der Emission von Feststoffen in Abgasen von Dieselmotoren oder in Rauchgasen. Diese Gase ergeben sich aus allen Anwendungsfällen, die mit der Verbrennung von Dieselmotoren oder schweren Ölen, selbst Mischungen mit aromatischen Fraktionen, (Heizungsanlagen, tragbare Stromversorgungsgeräte, große Kraftwerke usw.) oder Kohle verbunden sind.

Bekannte technische Lösungen

Durch die Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, beginnend mit Molekülen mit etwa zehn Kohlenstoffatomen oder einfachen aromatischen Molekülen, entstehen nicht nur die herkömmlichen Verbrennungsprodukte, wie zum Beispiel CO, CO₂ und H₂O, sondern auch Produkte wie unverbrannte organische Verbindungen, Ruß und Stickoxide. Dasselbe gilt für die Verbrennung von Kohle, zumindest sofern dies Ruß betrifft.

Die Zusammensetzung von Abgas kann in Abhängigkeit von der für die Verbrennung verwendeten Luftmenge sehr unterschiedlich sein. Für eine gute Prozeßausbeute (z. B. um eine ausreichende Leistung zu erzielen) ist jedoch das Luft-Kraftstoff-Verhältnis in der Nähe bestimmter Werte festgelegt, was die Vermeidung der Feststoffemission schwierig macht. Die Erscheinung ist für den Beobachter im Fall von Kraftfahrzeugdieselmotoren besonders offensichtlich, die infolgedessen den Eindruck erwecken, eine starke Umweltverschmutzung hervorzurufen und die Gesundheit der Menschen schwerwiegend zu schädigen.

Im großen und ganzen sind diese Beschuldigungen unbegründet. Tatsächlich stoßen Dieselmotoren im Vergleich zu Benzinmotoren vier- bis sechsmal weniger Kohlenmonoxid (das ein starkes Gift ist, weil es den Sauerstoffaustausch im Blut hemmt), ungefähr die halbe Menge an unverbrannten Kohlenwasserstoffen (die in hohem Maße krebserregend sind) und etwa die Hälfte Stickoxide (die zu den Verbindungen gehören, die für den sauren Regen verantwortlich sind) aus. Dieselmotoren stoßen jedoch ungefähr vierzigmal mehr Kohlenstoffteilchen (die auf lange Sicht Bronchitis und andere Erkrankungen des

Atmungssysteme hervorrufen können) sowie Schwefeloxide (die ebenfalls für den sauren Regen verantwortlich sind, aber eliminiert werden könnten, wenn der Dieselmotorkraftstoff entschwefelt würde, wie dies bei Ottomotorkraftstoff erfolgt) aus. Es sollte auch beachtet werden, daß Ruß unverbrannte Kohlenwasserstoffe absorbiert und somit als Vektor für diese krebserregenden Stoffe wirkt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß kein Zweifel daran bestehen kann, daß der durch die Verbrennung von Dieselmotorkraftstoff, Heizöl und ähnlichem entwickelte Ruß äußerst unangenehm ist und solche Emissionen demzufolge beseitigt oder zumindest wesentlich verringert werden sollten.

Eine gewisse Verringerung der durch die Verbrennung von Kohlenwasserstoffen hervorgerufenen Feststoffemission kann durch Einstellung der Verbrennung mit elektronischen Mitteln erzielt werden. Diese Einstellung bewirkt jedoch nur eine Reduzierung der Feststoffmenge um etwa 20%, was für ein breites Anwendungsspektrum nicht ausreicht. Infolgedessen sind viele Anstrengungen zur Lösung dieses Problems unternommen worden.

Zahlreiche Patente (z. B. J 63-232817, EP 283240 und 114696, US-Patente 4622810, 4604868 und 4571938 usw.) verwenden Keramikfilter mit unterschiedlicher Beschreibung, die die Feststoffe mechanisch auffangen und regelmäßig, beispielsweise durch Verbrennung unter Verwendung von durch einen speziellen Brenner erzeugten heißen Gasen oder einem Strom vorgewärmter Luft, regeneriert werden. Der Filter ist auch häufig mit einem Katalysator – gewöhnlich Platin – imprägniert, um die Verbrennung zu erleichtern.

Auf diese Art und Weise wird die Feststoffemission wesentlich verringert. Die Kompliziertheit der bisher gewählten Lösungen, die Kosten und die Zerbrechlichkeit der Keramikfilter sowie die Kosten und die Verschlechterung der Wirksamkeit der Katalysatoren (beispielsweise durch Vergiftung) haben bisher die Verwendung solcher Filter, insbesondere bei Fahrzeugen, unökonomisch gemacht.

Die US-Patentschrift 4741746 schlägt die Verwendung eines elektrostatischen Abscheiders mit Koronaentladung zur Ausfällung der Kohlenstoffteilchen aus Dieselmotorgasen vor.

Die US-Patentschrift 4587808, die ebenfalls Dieselmotoren betrifft, sieht die Verwendung eines Molekulardissoziationsgeräts vor, das mit einer Ladung bis zu 150 kV den Zerfall der CO-, CO₂- und NO_x-Moleküle und der unverbrannten Kohlenwasserstoffe in die chemischen Elementarbestandteile bewirkt und anschließend die auf diese Weise erzeugten Kohlenstoffteilchen sowie die bereits im Abgas enthaltenen Kohlenstoffpartikel mit Hilfe eines elektrostatischen Abscheiders und eines Zyklons beseitigt. Auf dem Kongreß „Transportverursachte Luftverschmutzung“ 1987 in Paris wurde jedoch berichtet, daß bei Einbau von aus der Industrie übernommenen Systemen in Kraftfahrzeuge deren Effektivität zweifelhaft (wie im Fall von Zyklonen) ist, sie zu groß sind oder ihre Kompliziertheit (elektrostatische Abscheider) hinderlich ist. (Vgl. Pollution Atmosphérique, Sondernummer, Dezember 1987, S. 268–285).

Die vorstehenden Ausführungen machen deutlich, daß die mit der Verringerung des Feststoffgehalts von Gasen als Ergebnis der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen verbundenen technischen und ökonomischen Probleme in Anwendungen mit Größenbegrenzung (wie beispielsweise in Kraftfahrzeugdieselmotoren usw. oder in Hausheizungsanlagen) noch lange nicht gelöst sind.

Ziel der Erfindung

Das Ziel dieser Erfindung besteht darin, die existierenden Systemen zur Feststoffbeseitigung anhaftenden Nachteile durch Schaffung einer einfachen, billigen, kompakten Vorrichtung zur Reduzierung von Feststoffemissionen in durch die Verbrennung von Kohlenwasserstoffen erzeugten Gasen zu beseitigen.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Entfernung von Feststoffen aus Abgasen bzw. Rauchgasen mittels elektrisch leitfähiger Einbauten zu entwickeln.

Erfindungsgemäß besteht die Vorrichtung aus einem zweipoligen Hochspannungsgenerator, mehrere abwechselnd mit dem einen oder anderen Pol verbundenen Stromleitern, die in ein Abgasrohr eingebaut sind, durch das die Verbrennungsprodukte von Kohlenwasserstoffen strömen, Mitteln zum Einleiten von Luft in das Abgasrohr oberhalb der Stromleiter und Mitteln zur Regulierung der Lufteinleitungsmittel.

Jeder der genannten Stromleiter besteht aus einem leitfähigen Metallgitter im Inneren des genannten Rohres, wobei das Gitter senkrecht zur allgemeinen Strömungsrichtung der genannten Abgase eingesetzt ist.

Die Größe des Gitters (oder das prozentuale Verhältnis zwischen der Querschnittsfläche der das Gitter bildenden Fäden und dem Querschnitt des Rohrs) muß weniger als 50% und vorzugsweise weniger als 35%, jedoch mehr als 10% betragen.

Diese Werte ergeben sich aus der Notwendigkeit, ein gut ausgewogenes Verhältnis zwischen einer nicht übermäßigen Versperrung des Rohrquerschnitts und der Abdeckung einer ausreichenden Fläche durch die elektrische Entladungsvorrichtung zu erzielen.

Als weitere Möglichkeit können die genannten Stromleiter aus Gittern und/oder Platten und/oder Drähten bestehen, die so angeordnet sind, daß sie parallel zur allgemeinen Strömungsrichtung der genannten Abgase liegende flache Schichten oder Rohre bilden.

In diesem Fall kann der von den genannten Stromleitern eingenommene Raum wie oben definiert kleiner als 35% und größer als 4% sein, während das Gitter und/oder die Platten und/oder die Drähte über eine Länge, die maximal dem Zehnfachen des Rohrdurchmessers entspricht, parallel zur Achse des genannten Rohrs verlaufen können. Bei diesen beiden Varianten können die genannten Stromleiter mit Spitzen versehen sein, die rechtwinklig aus ihrer Oberfläche herausragen.

Die Spannungszufuhr zu den Stromleitern muß so ausgelegt sein, daß ein elektrisches Feld entsteht, dessen Stärke zwischen 50 und 98% der Stärke des Feldes beträgt, das eine Entladung im Gas bei Betriebstemperatur und unter den jeweiligen Betriebsbedingungen bewirken würde.

Die erwähnten Mittel zum Einleiten von Luft in das genannte Rohr umfassen eine Ventilleitung und ein Rohr.

Die erwähnten Mittel zur Steuerung der Mittel zur Lufteinleitung bestehen aus einem Meßfühler, der das Abgas analysiert und die Ergebnisse zu einem Mikroprozessor überträgt, der die Pumpe und das Ventil zur Einleitung der gewünschten Luftmenge in das Rohr oberhalb der genannten Stromleiter steuert.

Die vorliegende Erfindung wird nun in detaillierterer Form unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung beschrieben, die sie lediglich in Form eines Beispiels veranschaulicht, jedoch in keinerlei Weise die Ziele und den Umfang der Erfindung einschränkt:

- Abb. 1 zeigt die allgemeine schematische Anordnung
- Abb. 2 gibt eine Schnittsicht eines Ausführungsbeispiels, bei dem die Leiter parallel zur allgemeinen Gasströmungsrichtung angeordnet sind
- Abb. 3 ist eine perspektivische Schnittansicht eines Ausführungsbeispiels, bei dem die Leiter senkrecht zur allgemeinen Gasströmungsrichtung angeordnet sind.

Unter Bezugnahme auf Abb. 1 wird eine Leitung 2 in ein Abgas führendes Rohr 1 eingeführt. Die genannte Leitung ist vollständig mit Stromleitern (nicht dargestellt), die über die Kabel 4 und 5 an den Spannungserzeuger 3 angeschlossen sind. Ein Mikroprozessor 9 verarbeitet die Signale bezüglich der Zusammensetzung des durch den Meßfühler 6 analysierten Gases und steuert das Ventil 8 in der an die Rohrleitung 2 angeschlossenen Leitung 7, um in die Rohrleitung 2 die gewünschte Menge Luft einzuleiten, die über die Pumpe 10 zugeführt wird.

Während des Betriebs analysiert der Meßfühler 6 das Gas, insbesondere hinsichtlich seines Gehalts an CO, CO₂ und O₂. Die Signale werden zum Mikroprozessor 9 geleitet, der – auf der Grundlage von vorher erarbeiteten Programmen und weiteren Angaben zum spezifischen Kraftstoffverbrauch – die Menge an unverbranntem Material und Ruß und folglich die für ihre Verbrennung erforderliche Luftmenge ermittelt und somit die Pumpe 10 und das Ventil 8 steuert.

Gleichzeitig wird durch den Spannungserzeuger 3 eine Hochspannung zwischen den Stromleitern aufgebaut.

Wenn das Gas zwischen den Elektroden fließt, senkt der darin enthaltene Ruß die Dielektrizitätskonstante des Systems, es wird ein starker Funke erzeugt, der sich auf die Kohlenstoffteilchen entlädt und sie zum Glühen bringt, so daß sie verbrannt werden. Die Anreicherung des Gases mit Luft und die erreichte hohe Temperatur ermöglichen die Verbrennung der meisten Kohlenstoffteilchen, wohingegen die Erzeugung von hauptsächlich Kohlendioxid gewährleistet wird. Auf diese Art und Weise wird beispielsweise der sehr niedrige Kohlenmonoxidgehalt von Dieselmotorabgasen gehalten und in einigen Fällen sogar gesenkt.

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Abbildungen 2 und 3 veranschaulicht.

In Abb. 2 sind die Stromleiter in Form flacher Platten 12, 12' und 13 parallel zur allgemeinen Strömungsrichtung des Gases von links nach rechts eingesetzt; die Kabel 4 bzw. 5 speisen die Platten 12, 12' und 13, das Kabel 5 wird über den isolierten Abschnitt 11 durch die Wandung der Rohrleitung 2 hindurchgeführt. Zur Unterstützung der Erzeugung elektrischer Entladungen zwischen den Kohlenstoffteilchen und den Platten selbst können die Platten hervorstehende Spitzen 14 besitzen.

In Abb. 3 sind die Stromleiter in Form kreisförmiger Gitter 12, 12', 13 und 13' senkrecht zur allgemeinen Strömungsrichtung des Gases eingesetzt, sie werden über die Kabel 4 und 5 gespeist, während sie von Isolatoren 11 isoliert werden, die auch die Durchführung der Kabel 4 und 5 durch die Wandung der Rohrleitung 2 gestatten.

Natürlich können auch ohne nachteilige Wirkung auf den durch die Erfindung gebotenen Schutz andere Formen und Anordnungen der Stromleiter 12 und 13 verwendet werden.

Die vorliegende Erfindung wurde am Abgassystem eines Dieselmotoraggregats mit einem Motor mit 3860 cm³ Hubraum und einem Generator mit einer Leistung von 40 kW bei 1500 U/min getestet. Der Motor wurde während der Tests mit einer Drehzahl von 1400 U/min betrieben.

Die Leiter, wie in Abb. 3 in Form eines Gitters, wurden in Abständen von 3 cm eingesetzt. Der Durchmesser der vier Leiterpaare war 20% kleiner als der Innendurchmesser des Auspuffrohrs. Die Spannung zwischen den Leitern eines Leiterpaares lag zwischen 50 und 65 kV. Der wie vorstehend definierte, in Querrichtung von jedem Gitter eingenommene Raum, betrug 22% der Querschnittsfläche des Rohrs.

Der Motor wurde bei jedem Test eine Stunde lang betrieben, und die Vorrichtung zur Feststoffeliminierung war über festgelegte Zeiträume in Betrieb. Gleichzeitig wurden von den Abgasen Proben genommen, und die Probe wurde durch einen eingewogenen Filter gegeben. Nach dem Hindurchleiten von einem Kubikmeter Gas wurde der Filter mit seiner Ladung an Feststoffen erneut gewogen.

Die durchschnittliche Menge von Feststoffen, die in dem nicht gemäß dieser Erfindung behandelten Abgas enthalten war, betrug 17,2 mg/m³ mit einer Schwankung zwischen -3 und +4 mg/m.

Das nacheinander erfolgende Einsetzen der Gitterpaare führte zu einer Abnahme des Feststoffgehalts des behandelten Gases, die zwischen ungefähr 15% (bei einem Gitterpaar mit einer Spannung von 52 kV) und annähernd 70% (mit vier Gitterpaaren und einer Spannung von 60 kV) betrug.

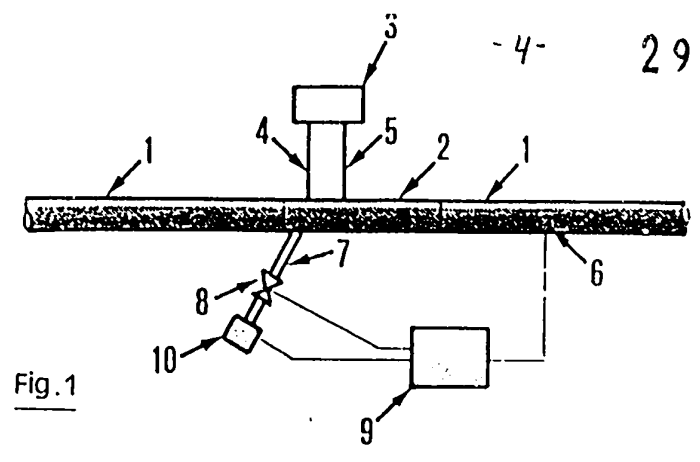


Fig. 1

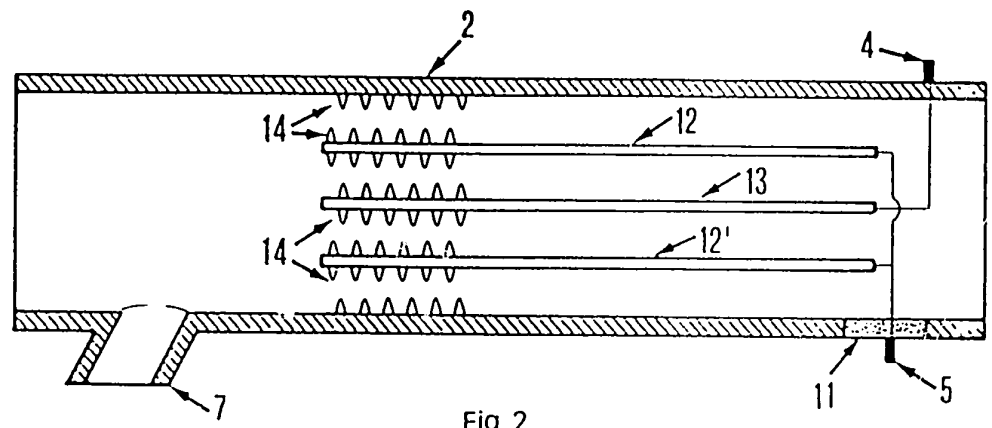


Fig. 2

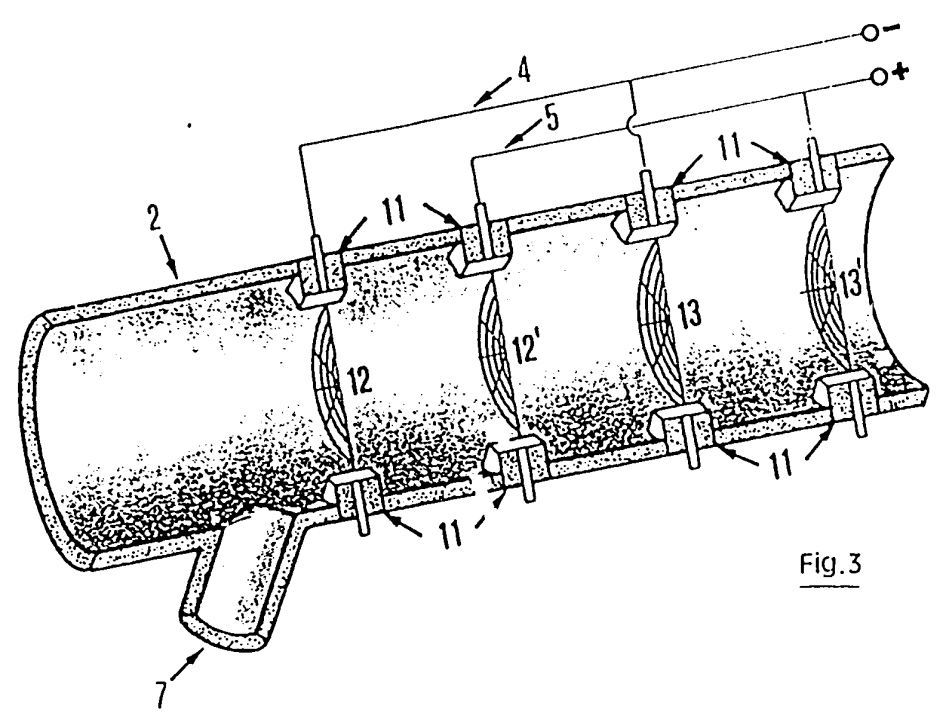


Fig. 3