



(10) **DE 10 2016 211 237 B4** 2023.09.21

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 211 237.6**
(22) Anmeldetag: **23.06.2016**
(43) Offenlegungstag: **28.12.2017**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **21.09.2023**

(51) Int Cl.: **G01N 15/06** (2006.01)
G01N 27/04 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**EmiSense Technologies LLC, Ladera Ranch, CA,
US**

(74) Vertreter:
HGF Europe LLP, 81673 München, DE

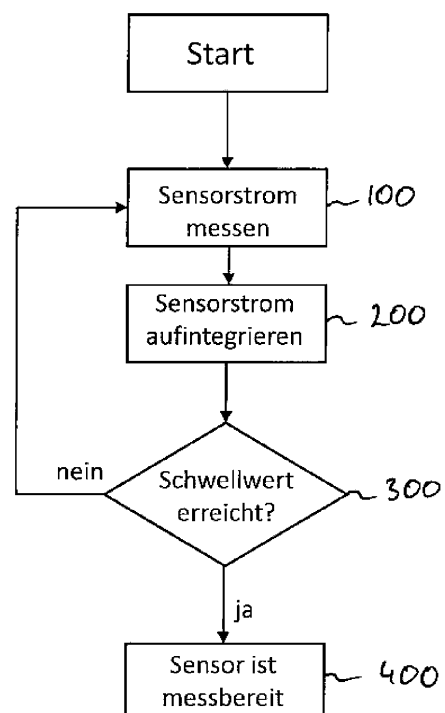
(72) Erfinder:
**Reiß, Sebastian, Dr., 93138 Lappersdorf, DE;
Eberl-Neumaier, Patrick, 84169 Altfraunhofen, DE;
Koller, Florian, 93138 Lappersdorf, DE; Stahl,
Christian, 93083 Obertraubling, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2005 040 790	A1
DE	10 2006 018 956	A1
DE	10 2011 004 119	A1
DE	10 2011 087 924	A1
DE	11 2010 003 670	T9
US	2013 / 0 000 280	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben eines elektrostatischen Partikelsensors und elektrostatischer Partikelsensor**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Betreiben eines elektrostatischen Partikelsensors (9) zur Sensierung von Rußpartikeln in Abgasen, wobei der elektrostatische Partikelsensor (9) eine erste Elektrode (13) und eine zweite Elektrode (15) aufweist, wobei zwischen den Elektroden (13, 15) ein von dem Abgas durchströmter Spalt (17) vorgesehen ist und die Elektroden (13, 15) eine Potentialdifferenz aufweisen, wobei sich an den Elektrode (13, 15) Rußpartikel anlagern und sich nach einer von einer Vorbeladung der Elektroden (13) mit Rußpartikeln abhängigen Verweilzeit zu der jeweils anderen Elektrode (15, 13) bewegen, so dass ein Stromfluss erzeugt wird, der als Sensorstrom als Maß für die Rußmenge im Abgasstrom gemessen wird, wobei der Sensorstrom durch ein zwischen den Elektroden (15, 13) angeschlossenes Strommessgerät (23) gemessen wird, wobei zur Feststellung einer Messbereitschaft des elektrostatischen Partikelsensors (9) der Sensorstrom über einen Zeitraum T gemessen und aufintegriert wird und eine Messbereitschaft des elektrostatischen Partikelsensors (9) festgestellt wird, wenn das Integral des Sensorstroms über die Zeit einen festgelegten Schwellwert überschreitet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines elektrostatischen Partikelsensors zur Sensierung von Rußpartikeln in Abgasen, insbesondere in Abgasen von Kraftfahrzeugen. Sie betrifft ferner einen elektrostatischen Partikelsensor zur Sensierung von Rußpartikeln in Abgasen.

[0002] Es gibt derzeit verschiedene Konzepte für Rußsensoren, die im Abgastrakt von Fahrzeugen beispielsweise die Funktion eines Partikelfilters überwachen und somit zur Reduzierung von Emissionen beitragen sollen.

[0003] Aus der DE 10 2011 004 119 A1 sowie aus der DE 10 2006 018 956 A1 sind sogenannte sammelnde Abgassensoren zur Bestimmung der Rußbelastung des Abgases bekannt. Derartige resistive Sensoren messen eine Änderung eines Widerstands oder einer Impedanz, die durch im Sensor aufgebaute Rußbrücken hervorgerufen wird.

[0004] Es sind auch elektrostatische Partikelsensoren bekannt, bei denen sich Rußpartikel in einem von zumindest zwei Elektroden erzeugten elektrischen Feld bewegen und ihr Auftreffen auf eine der Elektroden als Stromfluss gemessen wird.

[0005] Ein derartiger elektrostatischer Partikelsensor ist beispielsweise aus der DE 10 2005 039 915 A1 bekannt.

[0006] Bei einem abgewandelten Konzept dieses elektrostatischen Partikelsensors durchströmt das Abgas einen Spalt zwischen einer zylindrischen inneren Elektrode und einer ebenfalls zylindrischen äußeren Mantelelektrode, die die innere Elektrode koaxial umgibt. Die innere Elektrode liegt dabei auf einem Potential von beispielsweise 1000 Volt, während die äußere Elektrode auf Masse liegt. Sich durch den Spalt bewegend Rußpartikel lagern sich zunächst an der inneren Elektrode an, auf der dadurch eine dendritische Struktur aus Rußpartikeln aufwachsen kann. Werden diese Dendriten lang genug bzw. ist die Schicht aus angelagertem Ruß dick genug um eine kritische Distanz zur äußeren Mantelelektrode zu unterschreiten, so reißen die Rußpartikel aufgrund der elektrostatischen Kräfte ab und bewegen sich zur Mantelelektrode, wodurch ein Stromfluss zwischen den beiden Elektroden erfolgt, der als Sensorstrom als Maß für im Abgas befindliches Ruß gemessen wird.

[0007] Bei diesem Sensortyp ist problematisch, dass der gemessene Sensorstrom erst ab einer gewissen Vorbelastung der inneren Elektrode mit Ruß zuverlässige Werte liefert, die tatsächlich als Maß für die im Abgas befindliche Rußmenge verwendet werden können. Bevor eine derart ausreichende

Vorbelastung der inneren Elektrode erreicht ist, fließt kein oder lediglich ein niedriger Sensorstrom, obwohl Rußpartikel im Abgas vorhanden sind. Diese lagern sich auch an die innere Elektrode an, können jedoch die Mantelelektrode noch nicht erreichen, da ihre Entfernung zur Mantelelektrode zu groß ist, als dass die wirkenden elektrostatischen Kräfte ein Abreißen der Rußpartikel bewirken könnten.

[0008] Es ist somit eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Verfahren zum Betreiben bekannter elektrostatischer Partikelsensoren derart weiterzubilden, dass eine zuverlässige Interpretation des Sensorsignals möglich ist. Ferner soll ein elektrostatischer Partikelsensor angegeben werden, der die oben genannten Nachteile nicht aufweist.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche.

[0010] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben eines elektrostatischen Partikelsensors zur Sensierung von Rußpartikeln in Abgasen angegeben, wobei der Partikelsensor eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode aufweist, wobei zwischen den Elektroden ein von dem Abgas durchströmter Spalt vorgesehen ist und die Elektroden eine Potentialdifferenz aufweisen, wobei sich an den Elektroden Rußpartikel anlagern und sich nach einer unter anderem von einer Vorbelastung der Elektroden mit Rußpartikeln abhängigen Verweilzeit zu der jeweils anderen Elektrode bewegen, so dass ein Stromfluss erzeugt wird, der als Sensorstrom als Maß für die Rußmenge im Abgasstrom gemessen wird, wobei zur Feststellung einer Messbereitschaft des Partikelsensors der Sensorstrom über einen Zeitraum T gemessen und aufintegriert wird und eine Messbereitschaft des Sensors festgestellt wird, wenn das Integral des Sensorstroms über die Zeit einen festgelegten Schwellwert überschreitet.

[0012] Bei einem derartigen Sensor wächst auf den Elektroden eine dendritische Struktur oder Schicht aus Rußpartikeln auf. Je dicker diese Schicht ist, desto eher reißen Partikel aus der Schicht ab und bewegen sich zur jeweils anderen Elektrode. Somit hängt die Verweilzeit von Partikeln auf einer der Elektroden unter anderem von der Vorbelastung dieser Elektrode mit Rußpartikeln ab.

[0013] Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass ein Zeitpunkt festgestellt werden kann, ab dem der gemessene Sensorstrom zuverlässig als Maß für die Rußmenge im Abgasstrom verwendet werden kann. Zu diesem Zeitpunkt ist somit die Vorbelastung der ersten Elektrode mit Rußpartikeln ausreichend.

Zu diesem Zeitpunkt wird demnach von einer „Messbereitschaft“ des Partikelsensors ausgegangen. Die Messbereitschaft des Partikelsensors ist somit definiert als ein Zustand des Partikelsensors, in dem eine ausreichende Vorbeladung der ersten Elektrode sicherstellt, dass der gemessene Sensorstrom zuverlässig als Maß für die Rußmenge im Abgasstrom verwendet werden kann.

[0014] Gemäß der Erfindung wird der gemessene Sensorstrom über einen Zeitraum T aufintegriert, wobei typischerweise die Messung nicht kontinuierlich erfolgt, sondern in Zeitabständen von beispielsweise 50 ms, so dass das Integral des Sensorstroms durch eine Addition der einzelnen diskreten Messwerte gebildet wird.

[0015] Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass die Messbereitschaft des Partikelsensors zuverlässig bestimmt werden kann. Das Integral des Sensorstroms beinhaltet sowohl die bereits auf den Elektroden deponierte Rußmenge als auch die jeweilige Sensorempfindlichkeit und bietet daher eine praktikable und zuverlässige Möglichkeit, die Messbereitschaft des Partikelsensors zu erkennen.

[0016] Dabei wird die Messbereitschaft des Sensors festgestellt, wenn das Integral des Sensorstroms über die Zeit einen festgelegten Schwellwert überschreitet. Dieser Schwellwert kann beispielsweise in einer Testphase experimentell ermittelt werden oder anhand eines Modells festgelegt werden.

[0017] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung beginnt der Zeitraum T mit einer Inbetriebnahme oder einer Regeneration des Partikelsensors. Dabei wird unter einer Inbetriebnahme des Partikelsensors seine erstmalige Inbetriebnahme verstanden und unter einer Regeneration des Partikelsensors wird ein Ereignis verstanden, bei dem auf den Elektroden vorhandener Ruß im Wesentlichen vollständig entfernt wird. In beiden Fällen muss somit die notwendige Vorbeladung des Partikelsensors erst aufgebaut werden, bevor der Sensor messbereit ist.

[0018] Gemäß einer Ausführungsform beträgt die Potentialdifferenz zwischen den beiden Elektroden mindestens 500 Volt. Insbesondere kann die Potentialdifferenz 1000 Volt betragen.

[0019] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Computerprogrammprodukt angegeben, aufweisend ein computerlesbares Medium und auf dem computerlesbaren Medium abgespeicherten Programmcode, der, wenn er auf einer Recheneinheit ausgeführt wird, die Recheneinheit anleitet, das beschriebene Verfahren durchzuführen. Bei der Recheneinheit kann es sich dabei insbesondere um eine Motorsteuerung eines Kraftfahrzeugs handeln

oder um ein Sensorsteuergerät des elektrostatischen Partikelsensors.

[0020] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein elektrostatischer Partikelsensor zur Sensierung von Rußpartikeln in Abgasen angegeben, wobei dem Partikelsensor ein Steuergerät zugeordnet ist, das zum Betreiben des Partikelsensors zur Sensierung von Rußpartikeln in einem Abgastrakt eines Kraftfahrzeugs eingerichtet ist, wobei der Partikelsensor eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode aufweist, wobei zwischen den Elektroden ein von dem Abgas durchströmter Spalt vorgesehen ist und die Elektroden eine Potentialdifferenz aufweisen, wobei das Steuergerät dazu eingerichtet ist, sich an den Elektroden anlagernde und sich nach einer von einer Vorbeladung der Elektroden mit Rußpartikeln abhängigen Verweilzeit zu der jeweils anderen Elektrode bewegend Rußpartikel als Sensorstrom als Maß für die Rußmenge im Abgasstrom zu messen, wobei zur Feststellung einer Messbereitschaft des Partikelsensors der Sensorstrom über einen Zeitraum T gemessen und aufintegriert wird und eine Messbereitschaft des Sensors festgestellt wird, wenn das Integral des Sensorstroms über die Zeit einen festgelegten Schwellwert überschreitet.

[0021] Dieser elektrostatische Partikelsensor weist die bereits im Zusammenhang mit dem Verfahren zum Betreiben des elektrostatischen Partikelsensors genannten Vorteile auf.

[0022] Gemäß einer Ausführungsform ist das dem Partikelsensor zugeordnete Steuergerät dazu eingerichtet, das beschriebene Verfahren durchzuführen.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der elektrostatische Partikelsensor als Zylinderkondensator ausgebildet, wobei die erste Elektrode als zylindrische innere Elektrode und die zweite Elektrode als die innere Elektrode coaxial umgebende, ebenfalls zylindrische Mantelelektrode ausgebildet ist, zwischen denen ein Spalt von wenigen Millimetern Breite angeordnet ist, den ein Abgasstrom in Längsrichtung durchströmt.

[0024] Dabei kann es sich bei dem Abgasstrom auch um einen aus dem eigentlichen Abgasstrom abgezweigten Teilstrom handeln.

[0025] Der elektrostatische Partikelsensor ist beispielsweise geeignet, die Funktion eines Partikelfilters eines Dieselmotors zu überwachen. Zu diesem Zweck kann der elektrostatische Partikelsensor vor oder hinter dem Partikelfilter angeordnet sein. Es ist auch möglich, jeweils einen elektrostatischen Partikelsensor vor und hinter dem Partikelfilter anzuordnen.

[0026] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 schematisch die Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit einem elektrostatischen Partikelsensor gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 schematisch einen Querschnitt durch eine Ausführungsform des Partikelsensors gemäß **Fig. 1** und

Fig. 3 schematisch ein Ablaufdiagramm mit Verfahrensschritten eines Verfahrens zum Betreiben eines elektrostatischen Partikelsensors gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0027] Das Kraftfahrzeug 1 gemäß **Fig. 1** weist eine Brennkraftmaschine 3 auf, die als Dieselmotor ausgebildet ist. Der Brennkraftmaschine 3 ist ein Abgasstrakt 5 zugeordnet, über den ein Abgasstrom der Brennkraftmaschine 3 abgeführt wird. In dem Abgasstrakt 5 ist ein Partikelfilter 7 zur Reinigung des Abgases angeordnet, sowie ein dem Partikelfilter nachgeschalteter elektrostatischer Partikelsensor 9.

[0028] Ein Motorsteuergerät 11 ist über Signalleitungen sowohl mit der Brennkraftmaschine 3 als auch mit dem elektrostatischen Partikelsensor 9 verbunden.

[0029] Der Partikelsensor 9 hat insbesondere die Aufgabe, die Funktion des Partikelfilters 7 zu überwachen. In nicht gezeigten Ausführungsformen kann ein derartiger Partikelsensor 9 auch vor dem Partikelfilter 7 angeordnet sein oder es sind zwei Partikelsensoren 9 vorgesehen, von denen einer vor und einer hinter dem Partikelfilter 7 angeordnet ist.

[0030] Um die Funktion des Partikelfilters 7 zu überprüfen, misst der Partikelsensor 9 die Beladung des Abgasstroms mit Rußpartikeln. Dazu ist er wie in **Fig. 2** gezeigt aufgebaut.

[0031] **Fig. 2** zeigt einen Querschnitt durch Teile eines Partikelsensors 9, der als elektrostatischer Partikelsensor ausgebildet ist und im Wesentlichen die Form eines Zylinderkondensators aufweist.

[0032] Der elektrostatische Partikelsensor 9 weist eine zylinderförmige innere Elektrode 13 sowie eine äußere Mantelelektrode 15 auf, die ebenfalls zylinderförmig ausgebildet ist. Die innere Elektrode 13 und die Mantelelektrode 15 sind coaxial zu der Längsachse 14 angeordnet. Zwischen der inneren Elektrode 13 und der Mantelelektrode 15 ist ein Spalt 17 gebildet, der in der gezeigten Ausführungsform eine Breite d von 1,3 mm aufweist.

[0033] Im Betrieb des Partikelsensors 9 wird eine Potentialdifferenz zwischen der inneren Elektrode 13 und der Mantelelektrode 15 durch Anlegen einer Spannung von beispielsweise 1000 Volt an die innere Elektrode 13 erzeugt. Die Mantelelektrode 15 liegt auf Masse.

[0034] Im Betrieb durchstreicht der Abgasstrom den Spalt 17 zwischen den Elektroden 13, 15. Negativ bzw. positiv geladene Rußpartikel setzen sich dabei aus dem Abgasstrom auf der inneren Elektrode 13 bzw. der Mantelelektrode 15 ab. Dadurch wachsen im Laufe der Betriebszeit des Partikelsensors 9 Schichten 19 bzw. 20 aus Rußpartikeln auf den Elektroden 13, 15 auf, wobei die Schichten im Wesentlichen aus einzelnen Dendriten bestehen.

[0035] Aufgrund des im Spalt 17 anliegenden radialen elektrischen Feldes bewegen sich positiv geladene Rußteilchen aus der Schicht 19 zur äußeren Mantelelektrode 15 hin, falls sie der Mantelelektrode 15 nahe genug kommen. Dies ist dann der Fall, wenn sie die kritische Distanz d_0 zu der Mantelelektrode 15 unterschreiten, d.h. wenn die Dicke der Schicht 19 lokal den Betrag $d - d_0$ überschreitet. Die kritische Distanz d_0 ist in der **Fig. 2** durch die gestrichelte Kreislinie 21 angedeutet. Falls diese Distanz unterschritten wird, können Rußpartikel aus der Schicht 19 abreißen und sich zur äußeren Mantelelektrode 15 bewegen, wo sie einen Stromfluss auslösen, der durch das Strommessgerät 23 gemessen werden kann.

[0036] Umgekehrt reißen auch Partikel aus der Schicht 20 ab und bewegen sich zur inneren Elektrode 13, wenn die Dicke der Schicht 20 lokal derart groß geworden ist, dass die Partikel die Entfernung d_0 zur inneren Elektrode 13 unterschreiten.

[0037] In der schematischen Darstellung in **Fig. 2** sind die Größenverhältnisse nicht maßstäblich dargestellt. Während d , wie bereits angegeben, typischerweise im Millimeterbereich liegt, liegt d_0 ebenfalls in dieser Größenordnung. Die Dicke der aufwachsenden Schichten 19, 20 liegt im Mikrometerbereich, typischerweise bei wenigen Mikrometern.

[0038] Damit der elektrostatische Partikelsensor 9 ausreichend zuverlässige Ergebnisse liefert, d.h. damit der mit dem Strommessgerät 23 gemessene Sensorstrom tatsächlich ein Maß für die Rußbeladung des Abgasstroms ist, ist eine gewisse Vorbeladung der Elektroden 13, 15 mit Ruß notwendig, d.h. eine gewisse Dicke der Schichten 19, 20 ist Voraussetzung für eine besonders zuverlässige und aussagekräftige Messung des Partikelsensors 9. Um eine derartige ausreichende Vorbeladung des Partikelsensors 9 festzustellen, wird gemäß einer Ausführungsform der Erfindung das in **Fig. 3** gezeigte Verfahren verwendet.

[0039] Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens, mit dem eine Messbereitschaft des Partikelsensors 9 festgestellt werden kann. Nach einem Start des Verfahrens wird in einem Schritt 100 der Sensorstrom mit Hilfe des Strommessgeräts 23 gemessen, beispielsweise in Zeitintervallen von 50 ms.

[0040] Diese gemessenen Sensorströme werden in einem Schritt 200 aufintegriert bzw. aufaddiert.

[0041] In einem Schritt 300 wird abgefragt, ob das Integral des Sensorstroms bereits einen vorgegebenen Schwellwert überschritten hat. Falls dieser vorgegebene Schwellwert überschritten ist, wird eine Messbereitschaft des Sensors in einem Schritt 400 festgestellt. Die Messwerte des Partikelsensors 9 können nun zuverlässig als Maß für die Rußbelastung im Abgasstrom verwendet werden. Falls der Schwellwert noch nicht überschritten ist, wird die Messung und Integration des Sensorstroms fortgesetzt, bis der Schwellwert überschritten ist.

[0042] Das Verfahren gemäß Fig. 3 kann insbesondere mit Hilfe von Programmcode in einem Computerprogrammprodukt implementiert sein, das beispielsweise in einem Speicher der Motorsteuerung 11 abgelegt ist. Das Verfahren stellt sicher, dass Messwerte des Partikelsensors 9 erst dann als Maß für die Rußbelastung des Abgasstroms verwendet werden, wenn der Sensor eine ausreichende Vorbelastung mit Ruß aufweist und somit messbereit ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines elektrostatischen Partikelsensors (9) zur Sensierung von Rußpartikeln in Abgasen, wobei der elektrostatische Partikelsensor (9) eine erste Elektrode (13) und eine zweite Elektrode (15) aufweist, wobei zwischen den Elektroden (13, 15) ein von dem Abgas durchströmter Spalt (17) vorgesehen ist und die Elektroden (13, 15) eine Potentialdifferenz aufweisen, wobei sich an den Elektrode (13, 15) Rußpartikel anlagern und sich nach einer von einer Vorbelastung der Elektroden (13) mit Rußpartikeln abhängigen Verweilzeit zu der jeweils anderen Elektrode (15, 13) bewegen, so dass ein Stromfluss erzeugt wird, der als Sensorstrom als Maß für die Rußmenge im Abgasstrom gemessen wird, wobei der Sensorstrom durch ein zwischen den Elektroden (15, 13) angeschlossenes Strommessgerät (23) gemessen wird, wobei zur Feststellung einer Messbereitschaft des elektrostatischen Partikelsensors (9) der Sensorstrom über einen Zeitraum T gemessen und aufintegriert wird und eine Messbereitschaft des elektrostatischen Partikelsensors (9) festgestellt wird, wenn das Integral des Sensorstroms über die Zeit einen festgelegten Schwellwert überschreitet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Zeitraum T mit einer Inbetriebnahme oder einer Regeneration des elektrostatischen Partikelsensors (9) beginnt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Potentialdifferenz zwischen den beiden Elektroden (13, 15) mindestens 500V beträgt.

4. Computerprogrammprodukt aufweisend ein computerlesbares Medium und auf dem computerlesbaren Medium abgespeicherten Programmcode, der, wenn er auf einer Recheneinheit (11) ausgeführt wird, die Recheneinheit (11) anleitet, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 auszuführen.

5. Elektrostatischer Partikelsensor (9) zur Sensierung von Rußpartikeln in Abgasen, wobei dem elektrostatischen Partikelsensor (9) ein Steuergerät (11) zugeordnet ist, das zum Betreiben des elektrostatischen Partikelsensors (9) zur Sensierung von Rußpartikeln in einem Abgastrakt (5) eines Kraftfahrzeugs (1) eingerichtet ist, wobei der elektrostatische Partikelsensor (9) eine erste Elektrode (13) und eine zweite Elektrode (15) aufweist, wobei zwischen den Elektroden (13, 15) ein von dem Abgas durchströmter Spalt (17) vorgesehen ist und die Elektroden (13, 15) eine Potentialdifferenz aufweisen, wobei das Steuergerät (11) dazu eingerichtet ist, sich an den Elektroden (13, 15) anlagernde und sich nach einer von einer Vorbelastung der Elektroden (13, 15) mit Rußpartikeln abhängigen Verweilzeit zu der jeweils anderen Elektrode (15, 13) bewegende Rußpartikel als Sensorstrom eines zwischen den beiden Elektroden (13, 15) angeschlossenen Strommessgeräts (23) als Maß für die Rußmenge im Abgasstrom zu messen, wobei zur Feststellung einer Messbereitschaft des elektrostatischen Partikelsensors (9) der Sensorstrom über einen Zeitraum T gemessen und aufintegriert wird und eine Messbereitschaft des elektrostatischen Partikelsensors (9) festgestellt wird, wenn das Integral des Sensorstroms über die Zeit einen festgelegten Schwellwert überschreitet.

6. Elektrostatischer Partikelsensor (9) nach Anspruch 5, wobei das dem elektrostatischen Partikelsensor (9) zugeordnete Steuergerät (11) dazu eingerichtet ist, ein Verfahren nach Anspruch 2 oder 3 durchzuführen.

7. Elektrostatischer Partikelsensor (9) nach Anspruch 5 oder 6, der als Zylinderkondensator ausgebildet ist, wobei die erste Elektrode als zylindrische innere Elektrode (13) und die zweite Elektrode als die innere Elektrode coaxial umgebende, ebenfalls zylindrische Mantelelektrode (15) ausgebildet ist, zwischen denen ein Spalt (17) von wenigen Mil-

limetern Breite angeordnet ist, den ein Abgasstrom
in Längsrichtung durchströmt.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

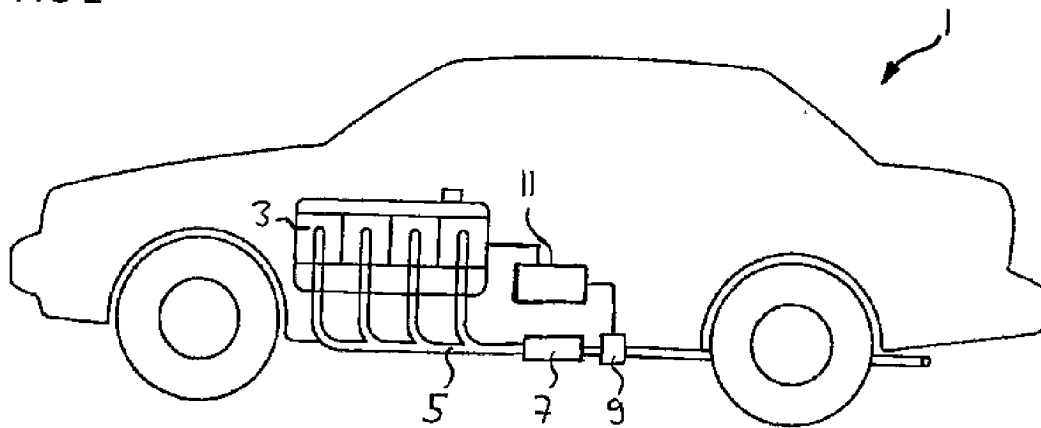


FIG 2

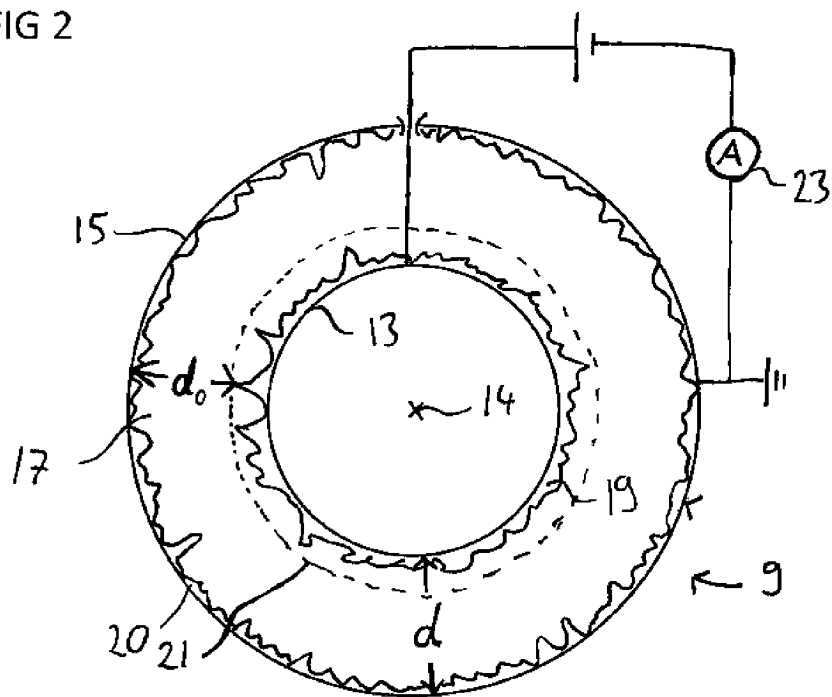


FIG 3

