



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 018 838 A1** 2006.11.30

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 018 838.9**

(22) Anmeldetag: **22.04.2005**

(43) Offenlegungstag: **30.11.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G01N 27/04** (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

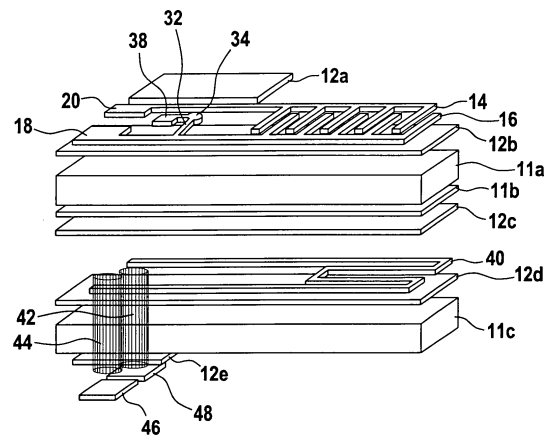
(72) Erfinder:

**Diehl, Lothar, 70839 Gerlingen, DE; Runge,
Henrico, 70435 Stuttgart, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Sensorelement für Partikelsensoren und Verfahren zum Betrieb desselben**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Sensorelement für Gassensoren, insbesondere zur Bestimmung von Partikeln in Gasgemischen, mit mindestens einem dem zu bestimmenden Gas ausgesetzten Messelement und mindestens einem in das Sensorelement integrierten Temperaturelement (30) beschrieben, wobei das Temperaturelement (30) als Thermoelement ausgeführt ist.



Beschreibung**Vorteile der Erfindung**

[0001] Die Erfindung geht von einem Sensorelement und einem Verfahren zur Bestimmung von Partikeln in Gasgemischen sowie deren Verwendung gemäß der im Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche definierten Art aus.

Stand der Technik

[0002] Um die Funktionstüchtigkeit aktueller in Kraftfahrzeugen eingesetzter Abgasnachbehandlungssysteme zu überprüfen bzw. zu überwachen, werden Sensoren benötigt, mit denen auch im Langzeitbetrieb eine genaue Ermittlung der in einem Verbrennungsabgas vorliegenden Partikelkonzentration ermöglicht werden kann. Darüber hinaus soll mittels derartiger Sensoren eine Beladungsprognose beispielsweise eines in einem Abgassystem vorgesehenen Dieselpartikelfilters ermöglicht werden, um eine hohe Systemsicherheit zu erreichen und dadurch kostengünstigere Filtermaterialien einsetzen zu können.

[0003] So ist aus der DE 10 2005 003118 ein Sensor zur Detektion von Partikeln in einem Fluidstrom bekannt, der auf der Basis eines keramischen Mehrlagensubstrats ausgeführt ist. Er umfasst zwei voneinander beabstandete Messelektroden, die dem zu untersuchenden Verbrennungsabgas ausgesetzt sind. Lagert sich zwischen den beiden Messelektroden Ruß ab, so kommt es beim Anlegen einer Spannung an die Messelektroden zu einem Stromfluss zwischen den Messelektroden. Ein schichtförmig ausgeführtes Heizelement ermöglicht es, die Elektroden bzw. deren Umgebung auf thermischem Wege von abgelagerten Rußpartikeln zu befreien. Der Sensor umfasst weiterhin ein Temperaturmesselement, mit dem die Temperatur des Sensors detektiert werden kann. Das Heizelement befindet sich innerhalb des Schichtverbundes des Sensors zwischen dem Temperaturmesselement und den Messelektroden. Nachteilig ist dabei der relativ aufwändige Aufbau des Sensors, da für die Messelektroden, das Temperaturmess- und das Heizelement jeweils separate und voneinander isolierte Schichtebenen im Sensor vorgesehen sein müssen.

Aufgabenstellung

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Sensorelement für Sensoren und ein Verfahren zur Bestimmung der Konzentration von Partikeln in Gasgemischen bereitzustellen, das eine genaue Temperaturregelung gestattet und dennoch auf einen einfachen Gesamtaufbau des Sensorelementes zurückgreift.

[0005] Das Sensorelement bzw. das Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen der unabhängigen Ansprüche hat den Vorteil, dass die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe in vorteilhafter Weise gelöst wird. Dies beruht insbesondere auf dem einfachen Aufbau des Sensorelementes und auf einer geringeren Anzahl benötigter elektrischer Kontakte zur Steuerung des Sensorelementes. Das Sensorelement umfasst mindestens ein dem zu bestimmenden Gas ausgesetztes Messelement, mindestens ein in das Sensorelement integriertes Heizelement und mindestens ein in das Sensorelement integriertes Temperaturmesselement. Dabei ist insbesondere eine Zusammenlegung eines elektrischen Kontaktes des Temperaturmesselementes mit einem elektrischen Kontakt eines der beiden anderen Elemente vorgesehen.

[0006] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist das Temperaturmesselement als Thermoelement ausgeführt. Dabei werden unter Ausnutzung des sogenannten Seebeck-Effektes zwei metallische Leiterbahnen unterschiedlicher Thermospannung im Bereich der zu messenden Temperatur miteinander in elektrischen Kontakt gebracht und es wird die sich an den offenen, einer Referenztemperatur ausgesetzten Enden der Leiterbahnen einstellende Potentialdifferenz bestimmt. Die Potentialdifferenz stellt ein Maß für die zu messende Temperatur dar. Der Vorteil besteht darin, dass als erste Leiterbahn des Thermoelementes eine Leiterbahn herangezogen werden kann, die zur elektrischen Kontaktierung des Mess- oder des Heizelementes vorgesehen ist.

[0007] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen des vorliegenden Sensorelementes bzw. Verfahrens zum Betrieb desselben ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0008] So ist von Vorteil, wenn das Thermoelement eine Leiterbahn aus einer Platin-Rhodium-Legierung insbesondere mit der Zusammensetzung Pt13Rh aufweist, da diese Legierung eine Temperaturbestimmung bis 1600°C gestattet.

[0009] Weiterhin ist von Vorteil, wenn das Sensorelement zwei Messelemente aufweist, die auf sich gegenüberliegenden Außenflächen des Sensorelementes angeordnet sind, da die resultierenden Messergebnisse dann auf zwei voneinander unabhängigen Messungen basieren und somit an Genauigkeit gewinnen.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Auswertevorrichtung vorgesehen, die eine Veränderung des zwischen den Messelektroden des Messelementes anliegenden Stromflusses ermittelt und dies als Maß

für die Partikelkonzentration aus gibt.

[0011] Das Sensorelement bzw. das Verfahren zum Betrieb desselben ist in vorteilhafter Weise geeignet zur Überwachung der Betriebsweise eines Dieselmotors bzw. zur Überprüfung der Funktionstüchtigkeit oder des Beladungszustands eines Partikelfilters.

Ausführungsbeispiel

Zeichnung

[0012] Drei Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Sensorelementes sind in der Zeichnung schematisch vereinfacht dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Dabei zeigt

[0013] [Fig. 1](#) ein Sensorelement gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel in einer Explosionsdarstellung,

[0014] [Fig. 2](#) einen Ausschnitt des in [Fig. 1](#) dargestellten Sensorelementes in einer Aufsicht,

[0015] [Fig. 3](#) ein Sensorelement gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel in einer Explosionsdarstellung,

[0016] [Fig. 4](#) ein Sensorelement gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel in einer Explosionsdarstellung und

[0017] [Fig. 5](#) eine Korrelation der Thermospannung eines Pt13Rh-Thermoelementes mit der zu bestimmenden Temperatur in °C.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0018] In [Fig. 1](#) ist ein prinzipieller Aufbau einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Mit **10** ist ein keramisches Sensorelement bezeichnet, das der Bestimmung von Partikeln, wie beispielsweise Rußpartikeln, in einem das Sensorelement umgebenden Gasgemisch dient. Das Sensorelement **10** umfasst beispielsweise eine Mehrzahl von sauerstoffionenleitenden Festelektrolytschichten **11a**, **11b** und **11c**. Die Festelektrolytschichten **11a** und **11c** werden dabei als keramische Folien ausgeführt und bilden einen planaren keramischen Körper. Sie bestehen vorzugsweise aus einem sauerstoffionenleitenden Festelektrolytmaterial, wie beispielsweise mit Y_2O_3 stabilisiertem oder teilstabilisiertem ZrO_2 .

[0019] Die Festelektrolytschicht **11b** wird dagegen mittels Siebdruck eines pastösen keramischen Materials beispielsweise auf der Festelektrolytschicht **11a** erzeugt. Als keramische Komponente des pastösen Materials wird dabei bevorzugt dasselbe Festelektro-

lytmaterial verwendet, aus dem auch die Festelektrolytschichten **11a**, **11c** bestehen.

[0020] Weiterhin weist das Sensorelement **10** beispielsweise eine Vielzahl von elektrisch isolierenden keramischen Schichten **12a**, **12b**, **12c**, **12d**, **12e** und **12f** auf. Die Schichten **12a–12f** werden dabei ebenfalls mittels Siebdruck eines pastösen keramischen Materials beispielsweise auf den Festelektrolytschichten **11a**, **11b**, **11c** erzeugt. Als keramische Komponente des pastösen Materials wird dabei beispielsweise bariumhaltiges Aluminiumoxid verwendet, da dieses auch bei Temperaturwechselbeanspruchungen über einen langen Zeitraum einen weitgehend konstant hohen elektrischen Widerstand aufweist. Alternativ ist auch die Verwendung von Cerdi-oxid bzw. der Zusatz anderer Erdalkalioxide möglich.

[0021] Die integrierte Form des planaren keramischen Körpers des Sensorelementes **10** wird durch Zusammenlaminiieren der mit den Festelektrolytschicht **11b** und mit Funktionsschichten sowie den keramischen Schichten **12a–12f** bedruckten keramischen Folien und anschließendem Sintern der laminierten Struktur in an sich bekannter Weise hergestellt.

[0022] Das Sensorelement **10** weist weiterhin ein keramisches Heizelement **40** auf, das in Form einer elektrischen Widerstandsleiterbahn ausgeführt ist und der Aufheizung des Sensorelementes **10** insbesondere auf die Temperatur des zu bestimmenden Gasgemischs bzw. dem Abbrand der auf den Großflächen des Sensorelementes **10** abgelagerten Rußpartikel dient. Die Widerstandsleiterbahn ist vorzugsweise aus einem Cermet-Material ausgeführt; vorzugsweise als Mischung von Platin oder einem Platinmetall mit keramischen Anteilen, wie beispielsweise Aluminiumoxid. Die Widerstandsleiterbahn ist weiterhin vorzugsweise in Form eines Mäanders ausgebildet und weist an beiden Enden Durchkontaktierungen **42**, **44** sowie elektrische Kontakte **46**, **48** auf. Durch Anlegen einer entsprechenden Heizspannung an die Kontakte **46**, **48** der Widerstandsleiterbahn kann die Heizleistung des Heizelementes **40** entsprechend reguliert werden.

[0023] Auf einer Großfläche des Sensorelementes **10** sind beispielsweise zwei Messelektroden **14**, **16** aufgebracht, die vorzugsweise als ineinander verzahnte Interdigitalelektroden ausgebildet sind und ein Messelement bilden. Die Verwendung von Interdigitalelektroden als Messelektroden **14**, **16** ermöglicht vorteilhafterweise eine besonders genaue Bestimmung des elektrischen Widerstandes bzw. der elektrischen Leitfähigkeit des sich zwischen den Messelektroden **14**, **16** befindenden Oberflächenmaterials. Zur Kontaktierung der Messelektroden **14**, **16** sind im Bereich eines dem Gasgemisch abgewandten Endes des Sensorelementes Kontakte **18**, **20** vor-

gesehen. Dabei sind die Zuleitungsbereiche der Elektroden **14**, **16** vorzugsweise durch die elektrisch isolierende Schicht **12a** gegenüber den Einflüssen eines das Sensorelement **10** umgebenden Gasgemischs abgeschirmt.

[0024] Auf der mit den Messelektroden **14**, **16** versehenen Großfläche des Sensorelementes **10** kann zusätzlich eine aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellte poröse Deck- oder Schutzschicht vorgesehen sein, die die Messelektroden **14**, **16** in ihrem ineinander verzahnten Bereich gegenüber einem direkten Kontakt mit dem zu bestimmenden Gasgemisch abschirmt. Dabei ist die Schichtdicke der porösen Schutzschicht vorzugsweise größer als die Schichtdicke der Messelektroden **14**, **16**. Die poröse Schutzschicht ist vorzugsweise offenporös ausgeführt, wobei die Porengröße so gewählt wird, dass die zu bestimmenden Partikel im Gasgemisch in die Poren der porösen Schutzschicht eindiffundieren können. Die Porengröße der porösen Schutzschicht liegt dabei vorzugsweise in einem Bereich von 2 bis 10 μm . Die poröse Schutzschicht ist aus einem keramischen Material ausgeführt, das vorzugsweise dem Material der Schicht **12a** ähnlich ist oder diesem entspricht und kann mittels Siebdruck hergestellt werden. Die Porosität der porösen Schutzschicht kann durch Zusatz von Porenbildnern zu der Siebdruckpaste entsprechend eingestellt werden.

[0025] Während des Betriebs des Sensorelementes **10** wird an die Messelektroden **14**, **16** eine Spannung angelegt. Da die Messelektroden **14**, **16** auf der Oberfläche der elektrisch isolierenden Schicht **12b** angeordnet sind, kommt es zunächst im wesentlichen zu keinem Stromfluss zwischen den Messelektroden **14**, **16**.

[0026] Enthält ein das Sensorelement **10** umströmendes Gasgemisch Partikel, insbesondere Ruß, so lagert sich dieser auf der Oberfläche des Sensorelementes **10** ab. Da Ruß eine merkliche elektrische Leitfähigkeit aufweist, kommt es bei ausreichender Beladung der Oberfläche des Sensorelementes **10** bzw. der porösen Schutzschicht mit Ruß zu einem ansteigenden Stromfluss zwischen den Messelektroden **14**, **16**, der mit dem Ausmaß der Beladung korreliert.

[0027] Wird nun an die Messelektroden **14**, **16** eine vorzugsweise konstante Gleich- oder Wechselspannung angelegt und der zwischen den Messelektroden **14**, **16** auftretende Stromfluss bzw. der Anstieg des Stromflusses über der Zeit ermittelt, so kann aus dem Quotienten aus Stromflussanstieg und Zeit bzw. aus dem Differentialquotienten des Stromflusses nach der Zeit auf die abgelagerte Partikelmasse bzw. auf den aktuellen Partikelmassenstrom, insbesondere Rußmassenstrom, und auf die Partikelkonzentration im Gasgemisch geschlossen werden. Eine Be-

rechnung der Partikelkonzentration ist auf der Basis der Messwerte möglich, sofern die Strömungsgeschwindigkeit des Gasgemisches bekannt ist. Diese bzw. der Volumenstrom des Gasgemisches kann bspw. mittels eines geeigneten weiteren Sensors bestimmt werden.

[0028] Darüber hinaus umfasst das Sensorelement **10** ein Temperaturmeselement **30**, das in Form eines Thermoelementes ausgeführt ist. Dessen Funktion beruht auf dem sogenannten Seebeck-Effekt, bei dem zwei Leiterbahnen aus zwei Metallen oder metallischen Werkstoffen, die unterschiedliche Thermospannungen aufweisen, miteinander in geeigneter Weise verbunden sind. Wird diese Verbindungs- oder Lötstelle einer ersten Temperatur ausgesetzt und werden die freien Enden der beiden Leiterbahnen einer zweiten Temperatur ausgesetzt, die von der ersten Temperatur verschieden ist, so kann zwischen den beiden freien Enden der Leiterbahnen eine Spannung in Form einer Thermospannung oder Thermokraft gemessen werden.

[0029] Eine Darstellung des Thermoelementes **30** ist [Fig. 2](#) zu entnehmen. Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Bauteilkomponenten wie in [Fig. 1](#).

[0030] Um die Zahl der nötigen Kontakte des Sensorelementes **10** gering zu halten, wird vorzugsweise eine der Messelektroden **14**, **16** als erste Leiterbahn des Thermoelementes **30** herangezogen. Diese ist aus einem ersten Metall oder metallischen Werkstoff ausgeführt, insbesondere aus Platin. Weiterhin weist die Messelektrode **16** beispielsweise eine Verzweigung **32** auf, die zu einer Lötstelle **34** führt. An der Lötstelle **34** steht die Verzweigung **32** vorzugsweise in einem flächigen Kontakt zu einer zweiten Leiterbahn **36** des Thermoelementes **30**. Diese ist aus einem zweiten Metall oder metallischen Werkstoff ausgeführt, der ungleich dem ersten Metall oder metallischen Werkstoff ist. Dabei wird vorzugsweise als zweiter metallischer Werkstoff eine Edelmetalllegierung, insbesondere eine Platinlegierung wie Pt_xRh eingesetzt, wobei x eine Zahl von 6 bis 30, vorzugsweise von 6 bis 20 und insbesondere von 10 bis 18 darstellt. Ein wesentlicher Vorteil der Verwendung dieser metallischen Materialien ist darin zu sehen, dass sie hohen Temperaturen von über 1000°C dauerhaft standhalten können. Alternative Thermolemente können auf der Basis von Nickel-Chromlegierungen, die in Kontakt mit einer Leiterbahn aus Nickel stehen, ausgeführt sein oder als Kupfer-Konstantan-Thermolemente.

[0031] Die zweite Leiterbahn **36** des Thermoelementes **30** ist vorzugsweise in einem dem zu bestimmenden Gas abgewandten Bereich des Sensorelementes über einen weiteren elektrischen Kontakt **38** elektrisch kontaktiert. Der weitere elektrische Kontakt

38 ist beispielsweise aus dem Material der zweiten Leiterbahn **36** ausgeführt, dies gilt auch für die nicht dargestellte weitere elektrische Verbindung zwischen dem weiteren elektrischen Kontakt **38** und einer nicht dargestellten Auswertevorrichtung, mittels der eine zwischen der ersten und der zweiten Leiterbahn **32**, **36** auftretende Thermospannung bestimmt und mittels eines Kennfeldes einer Temperatur des Gasgemisches zugeordnet wird. Eine kostengünstigere Lösung besteht darin, den Kontakt **18** und/oder die elektrische Verbindung des Kontaktes **18** mit der Auswerteeinheit aus einem metallischen Material auszuführen, das einen vergleichbaren Seebeck-Koeffizienten aufweist wie das Material der Verzweigung **32**, jedoch geringere Materialkosten bedingt. Gleiches gilt für den weiteren elektrischen Kontakt **38** bzw. die elektrische Verbindung des weiteren elektrischen Kontaktes **38** mit der Auswerteeinheit

[0032] Die Bestimmung der an der Lötstelle **34** vorherrschenden Temperatur erfolgt, indem mittels der Auswerteeinheit die zwischen den beiden freien Enden der ersten und zweiten Leiterbahn **32**, **26** gemessene Potentialdifferenz mit einer entsprechenden Messtemperatur korreliert wird. Dazu ist beispielsweise in der Auswerteeinheit eine Korrelation möglicher Messtemperaturen mit zu erwartenden Spannungswerten bezogen auf ein Thermoelement mit festgelegter Ausführung hinterlegt. Ein Beispiel einer derartigen Korrelation ist in [Fig. 5](#) abgebildet. Dort sind für Thermoelemente, die als Pt13Rh/Pt-Thermoelemente ausgeführt sind, die bei bestimmten Messtemperaturen im Bereich von 0–ca. 1700°C zu erwartenden Potentialdifferenzen in Millivolt aufgeführt. Die einer bestimmten Temperatur zuzuordnende Potentialdifferenz ergibt sich, indem die als Spaltenüberschrift der betrachteten Potentialdifferenz genannte Temperatur in °C zu der als Zeilenüberschrift der betrachteten Potentialdifferenz genannten Temperatur in °C addiert wird. Es zeigt sich, dass Pt13Rh/Pt-Thermoelemente im gesamten Temperaturmessbereich für die jeweiligen Messtemperaturen charakteristische Spannungswerte zeigen.

[0033] Dabei wird die am Thermoelement gemessene Thermospannung willkürlich für eine Messtemperatur von 0°C gleich 0 mV gesetzt. Um zu vermeiden, dass die gemessene Thermospannung von der Umgebungstemperatur abhängig ist, die im Bereich der Auswerteeinheit herrscht, wird mittels einer Kompensation in Form einer sogenannten Cold-Junction-Compensation der Einfluss der Umgebungstemperatur rechnerisch aus der gemessenen Thermospannung eliminiert. Die Cold-Junction-Compensation ist dabei vorzugsweise in die Auswerteeinheit integriert.

[0034] In [Fig. 3](#) ist ein Sensorelement gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dargestellt. Dabei bezeichnen weiterhin gleiche Bezugszeichen gleiche

Bauteilkomponenten wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#).

[0035] Das in einer Explosionsdarstellung dargestellte Sensorelement gemäß zweitem Ausführungsbeispiel stellt eine weitere Möglichkeit dar, wie ein Thermoelement als Temperaturmesselement **30** in das Sensorelement integriert werden kann. Dabei ist das Temperaturmesselement **30** gleichzeitig als Heizelement **40** ausgestaltet. Dazu weist das Thermoelement **30** eine erste und eine zweite Leiterbahn **36**, **37** auf, wobei die Leiterbahnen **36**, **37** vorzugsweise aus den bereits bei [Fig. 1](#) für die zweite Leiterbahn **36** bzw. die Verzweigung **32** beschriebenen Materialien ausgeführt sind. Die Kontaktierung der ersten und zweiten Leiterbahn erfolgt über die Durchkontaktierungen **42**, **44** bzw. die Kontakte **46**, **48**.

[0036] Wird eine Beheizung des Sensorelementes benötigt, so wird das Temperaturmesselement **30** temporär als Heizelement geschaltet. Dazu wird an die Kontakte **46**, **48** in diesem Zeitraum eine entsprechende Heizspannung angelegt.

[0037] Da die zweite Leiterbahn **36** vorzugsweise aus einer Platin-Rhodium-Legierung ausgeführt ist, weist diese bedingt durch den sogenannten Legierungseffekt einen höheren spezifischen Widerstand auf als eine gleich dimensionierte Leiterbahn aus Platin. Um eine einseitige Erwärmung des Sensorelementes während der Beheizung zu verhindern, wird daher die zweite Leiterbahn **36**, die aus einer Platin-Rhodium-Legierung ausgeführt ist, mit einem vergleichsweise größeren Querschnitt versehen als die erste Leiterbahn **37** aus Platin, sodass beide Leiterbahnen **36**, **37** einen vergleichbaren elektrischen Widerstand aufweisen.

[0038] Alternativ kann eine der Leiterbahnen **36**, **37** mittels einer geeigneten Durchkontaktierung anstatt mit den Kontakten **46**, **48** auch mit einem der Kontakte **18**, **20** der Messelektroden **14**, **16** verbunden sein. Auf diese Weise verringert sich die Anzahl der nötigen elektrischen Kontakte des Sensorelementes auf drei Kontakte. Die Kontaktierung des Thermoelementes erfolgt vorzugsweise in einer Weise, dass sich bei Verwendung des Thermoelementes als Heizelementes **40** zusätzlich zur Jouleschen Erwärmung aufgrund des elektrischen Widerstandes der Leiterbahnen **36**, **37** eine Erwärmung durch den Peltier-Effekt ergibt.

[0039] Ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Sensorelementes ist in [Fig. 4](#) dargestellt. Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen weiterhin gleiche Bauteilkomponenten wie in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#).

[0040] Bei dem in [Fig. 4](#) dargestellten Ausführungsbeispiel ist wie bei dem in [Fig. 3](#) abgebildeten Sensorelement das Temperaturmesselement **30** zusätzlich als Heizelement ausgebildet. Um der letztgenannten

Funktion besonders gut gerecht werden zu können, sind vorzugsweise beide Leiterbahnen **36**, **37** im Bereich einer erwünschtermaßen guten Beheizung des Sensorelementes mäanderförmig ausgebildet.

[0041] Weiterhin weist das in **Fig. 4** dargestellte Sensorelement ein zweites Messelement auf, das die weiteren Messelektroden **14'**, **16'** umfasst und das vorzugsweise auf einer dem ersten Messelement gegenüberliegenden Großfläche des Sensorelementes beispielsweise auf der keramischen Schicht **12e** vorgesehen ist. Das zweite Messelement weist dabei vorzugsweise einen weiteren elektrischen Kontakt **50** auf. Durch die Verwendung zweier voneinander unabhängig ausgestalteter Messelemente erhöht sich die Messgenauigkeit des Sensorelementes und dessen Messergebnisse sind weitgehend von Strömungsverhältnissen in einem das Sensorelement umgebenden Gasgemisch unabhängig.

[0042] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die in den **Fig. 1** bis **Fig. 5** dargestellten Ausführungsformen eines Sensorelementes beschränkt, sondern es können zahlreiche Abwandlungen dieses Sensorelementes vorgenommen werden. So ist es beispielsweise möglich, zusätzliche keramische Schichten im Sensorelement vorzusehen oder den Mehrschichtaufbau des Sensorelementes anwendungsbezogen zu vereinfachen, sowie weitere Messelektroden vorzusehen. Auch die Verwendung mehrerer Heiz- und Temperaturmesselemente ist möglich.

[0043] Die Anwendung des beschriebenen Sensorelementes ist nicht auf die Bestimmung von Rußpartikeln in Abgasen von Verbrennungsmotoren beschränkt, sondern es kann allgemein zur Bestimmung der Konzentration von Partikeln, die die elektrische Leitfähigkeit eines keramischen Substrats bei Einlagerung verändern, beispielsweise in chemischen Herstellungsprozessen oder Abluftnachbehandlungsanlagen, eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Sensorelement für Gassensoren, insbesondere zur Bestimmung von Partikeln in Gasgemischen, mit mindestens einem dem zu bestimmenden Gas ausgesetzten Messelement und mindestens einem in das Sensorelement integrierten Temperaturmesselement (**30**), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Temperaturmesselement (**30**) als Thermoelement ausgeführt ist.

2. Sensorelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Thermoelement aus einer ersten und einer zweiten miteinander in Kontakt stehenden Leiterbahn (**32**, **36**, **37**) ausgeführt ist, wobei die erste Leiterbahn als metallische Komponente eine Platin-Rhodium-Legierung oder eine Nickel-Chrom-Legierung enthält.

3. Sensorelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Platin-Rhodium-Legierung einen Rhodiumgehalt von 6 bis 30 Gew.% aufweist.

4. Sensorelement nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Platin-Rhodium-Legierung die Zusammensetzung Pt10Rh oder Pt13Rh hat.

5. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Leiterbahn als metallische Komponente Platin enthält.

6. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Messelement eine erste und eine zweite Messelektrode (**14**, **16**) umfasst, wobei eine der Messelektroden (**14**, **16**) mit dem Thermoelement in elektrischem Kontakt steht.

7. Sensorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein elektrisches Heizelement (**40**) vorgesehen ist, wobei das Thermoelement mit einem der elektrischen Anschlüsse des Heizelementes (**40**) in elektrischem Kontakt steht.

8. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Messelemente (**14**, **16**) auf sich gegenüberliegenden Außenflächen des Sensorelementes vorgesehen sind.

9. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Auswertevorrichtung vorgesehen ist, die eine Veränderung des zwischen den Messelektroden (**14**, **16**) anliegenden Stromflusses und/oder Widerstandes ermittelt und dies als Maß für die Partikelkonzentration ausgibt.

10. Verfahren zur Bestimmung von Partikeln in Gasgemischen, insbesondere von Ruß in Abgasen von Verbrennungsmotoren, mittels eines Sensorelementes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei an mindestens zwei Messelektroden (**14**, **16**) eine Spannung angelegt wird und der sich zwischen den Messelektroden (**14**, **16**) einstellende Stromfluss oder elektrische Widerstand bestimmt wird und als Maß für die Partikelkonzentration oder den Partikelmassenstrom ausgegeben wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der sich zwischen den Messelektroden (**14**, **16**) einstellende Stromfluss oder elektrische Widerstand mit einer über ein Thermoelement (**30**) bestimmten Temperatur korreliert wird und durch Auswertung eines Kennfeldes, in dem die Temperaturabhängigkeit des sich zwischen den Messelektroden (**14**, **16**) einstellenden Stromflusses oder elektri-

schen Widerstandes in Abhängigkeit von der Partikelbeladung hinterlegt ist, ein Maß für die Partikelkonzentration oder den Partikelmassenstrom ausgegeben wird.

12. Gassensor zur Bestimmung von Partikeln in Gasgemischen, insbesondere Rußsensor, mit einem Sensorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Auswerteeinheit enthalten ist, in die eine Korrelation zwischen einer mittels dem Sensorelement bestimmten Thermospannung und einer zu bestimmenden am Sensorelement herrschenden Messtemperatur integriert ist.

13. Verwendung eines Sensorelementes nach einem der Ansprüche 1 bis 9, eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 10 oder 11 oder eines Sensors nach Anspruch 12 zur Überwachung der Betriebsweise eines Dieselmotors oder zur Überwachung der Funktionstüchtigkeit und/oder des Beladungszustands eines Partikelfilters.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

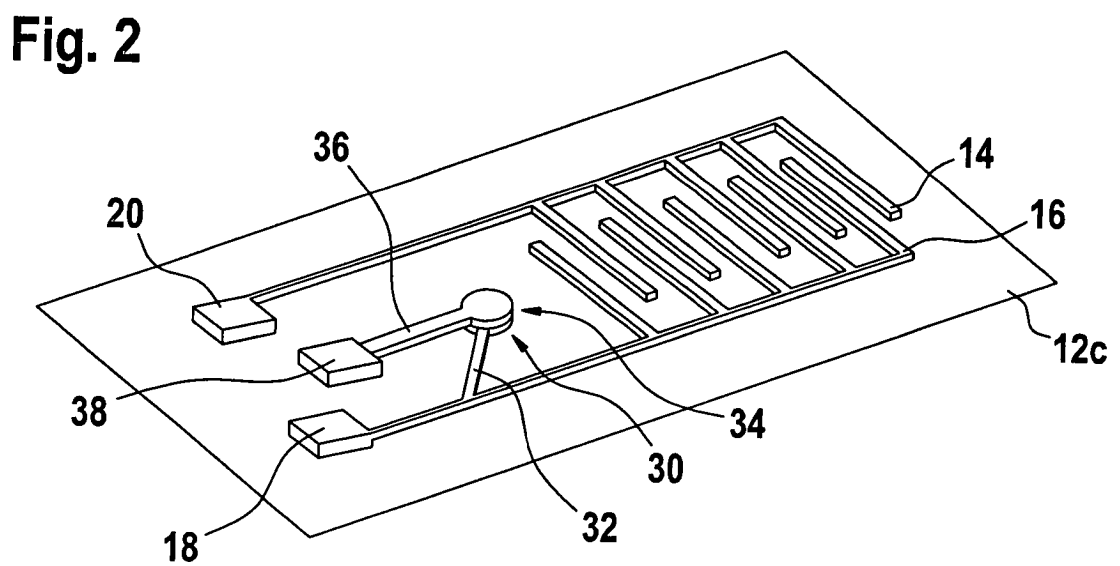
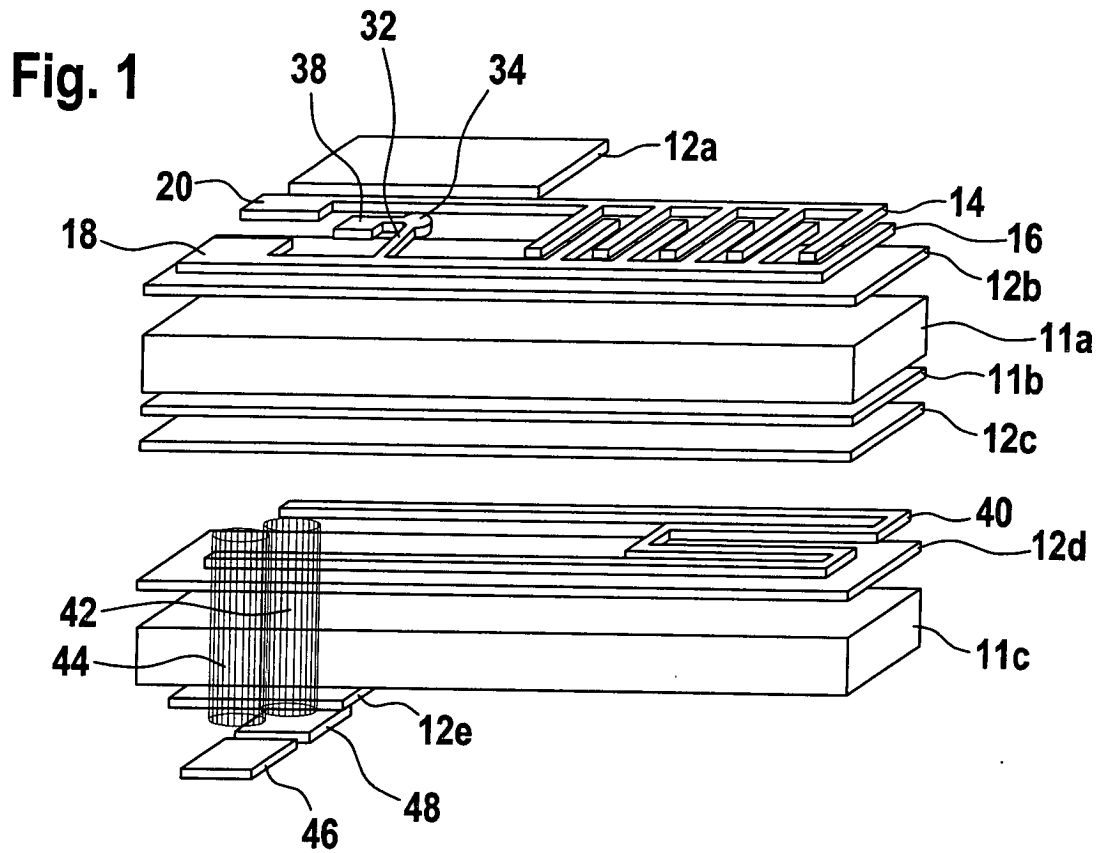


Fig. 3

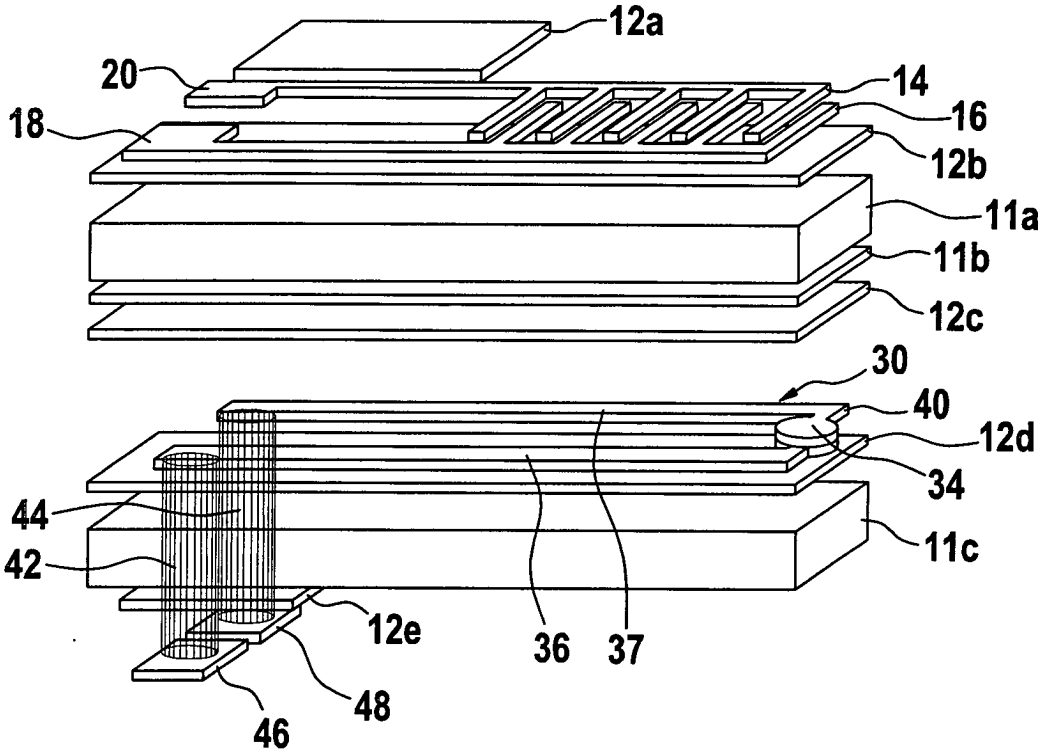
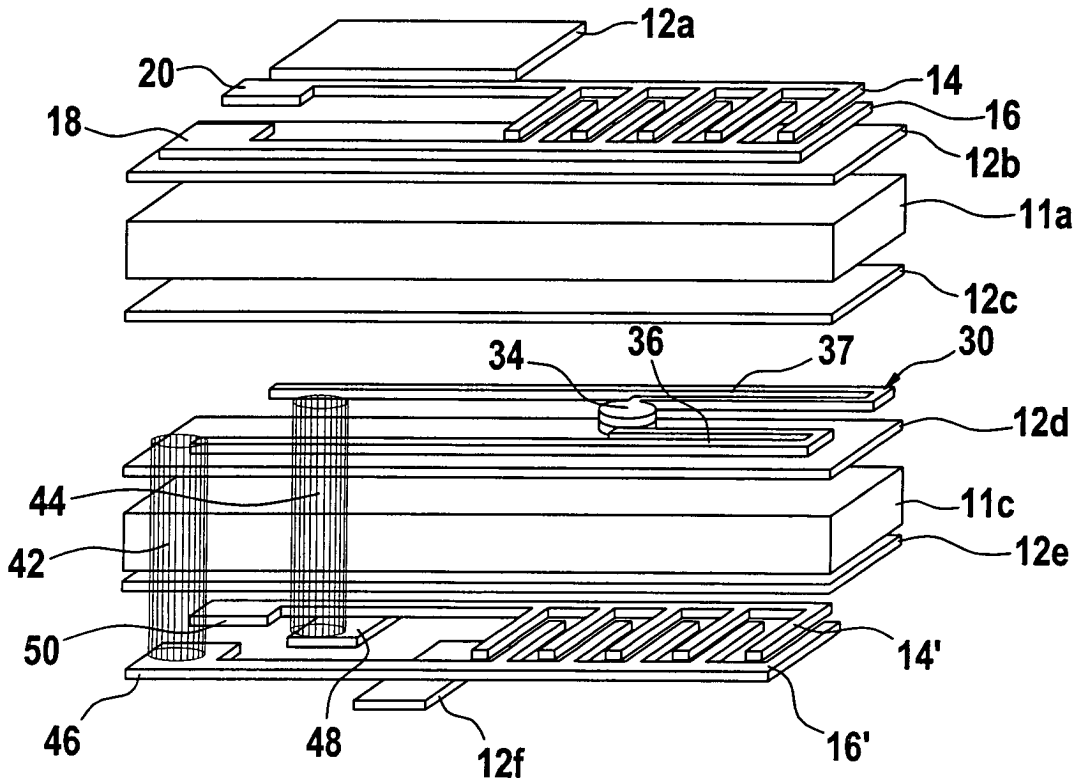


Fig. 4



Pt13Rh-Pt"R"	
°C	
0	0
100	0.647
200	1.468
300	2.400
400	3.407
500	4.471
600	5.582
700	6.741
800	7.949
900	9.203
1000	10.503
1100	11.846
1200	13.224
1300	14.624
1400	16.035
1500	17.445
1600	18.842
0	0.054
10	0.723
20	1.557
30	2.498
40	3.511
50	4.580
60	5.696
70	6.860
80	8.072
90	9.460
100	10.636
110	11.983
120	13.363
130	14.765
140	16.176
150	17.585
160	18.981
0	0.111
10	0.800
20	1.647
30	2.596
40	3.616
50	4.689
60	5.810
70	6.979
80	8.196
90	9.331
100	10.768
110	12.119
120	13.502
130	14.906
140	16.317
150	17.726
160	19.119
0	0.171
10	0.879
20	1.738
30	2.695
40	3.721
50	4.799
60	5.952
70	7.098
80	8.320
90	9.460
100	10.902
110	12.257
120	13.642
130	15.074
140	16.458
150	17.866
160	19.752
0	0.232
10	0.959
20	1.830
30	2.795
40	3.826
50	4.910
60	6.040
70	7.218
80	8.445
90	9.589
100	11.035
110	12.394
120	13.782
130	15.188
140	16.599
150	18.006
160	19.365
0	0.296
10	1.041
20	1.923
30	2.896
40	3.933
50	5.021
60	6.155
70	7.339
80	8.570
90	9.718
100	11.170
110	12.532
120	13.922
130	15.329
140	16.741
150	18.146
160	19.533
0	0.363
10	1.124
20	2.017
30	2.997
40	4.039
50	5.132
60	6.272
70	7.460
80	8.696
90	9.848
100	11.304
110	12.669
120	14.062
130	15.470
140	16.882
150	18.286
160	19.670
0	0.431
10	1.208
20	2.111
30	3.099
40	4.146
50	5.244
60	6.388
70	7.582
80	8.822
90	9.978
100	11.439
110	12.808
120	14.202
130	15.611
140	17.022
150	18.425
160	19.807
0	0.501
10	1.294
20	2.207
30	3.201
40	4.254
50	5.356
60	6.505
70	7.703
80	8.949
90	10.240
100	11.574
110	12.946
120	14.343
130	15.752
140	17.163
150	18.564
160	19.994
0	0.573
10	1.380
20	2.303
30	3.304
40	4.362
50	5.469
60	6.623
70	7.826
80	9.076
90	10.371
100	11.710
110	13.085
120	14.483
130	15.893
140	17.304
150	18.703
160	20.080

Fig. 5