



(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2012 201 977.4

(51) Int Cl.: G01N 27/403 (2012.01)

(22) Anmeldetag: 10.02.2012

(43) Offenlegungstag: 14.08.2013

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

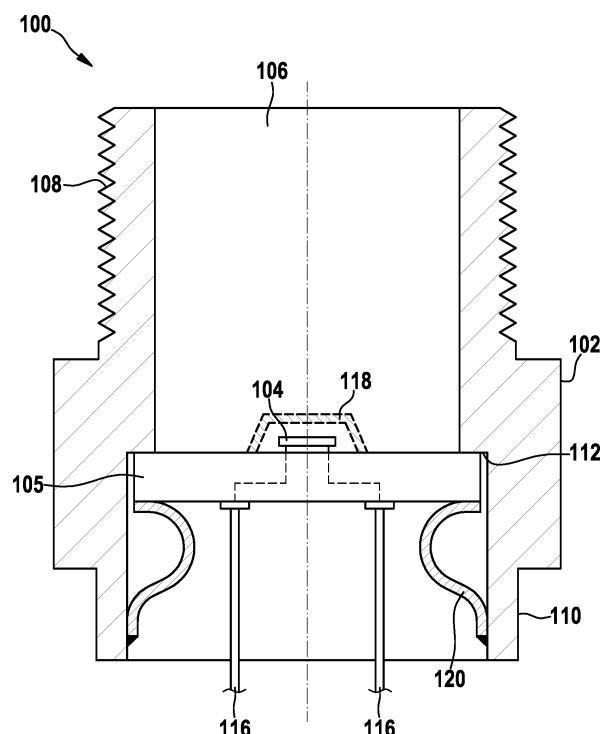
(72) Erfinder:

Fix, Richard, 70839, Gerlingen, DE; Henneck, Stefan, 71229, Leonberg, DE; Martin, Alexander, Dr., 93053, Regensburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Sensor und Verfahren zum Bestimmen einer Konzentration eines Bestandteils eines zu analysierenden Fluids

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Sensor (100) zum Bestimmen einer Konzentration eines Bestandteils eines zu analysierenden Fluids. Der Sensor (100) weist einen Grundkörper (102) und ein Sensorelement (104) auf. Der Grundkörper (102) weist einen innenliegenden Sensorraum (106) und eine Eintrittsöffnung für das Fluid in den Sensorraum (106) auf. Das Sensorelement (104) ist dazu ausgebildet, das Fluid zu analysieren. Das Sensorelement (104) ist in dem Sensorraum (106) von dem Fluid beaufschlagbar angeordnet, um die Konzentration des Bestandteils zu bestimmen.



**Beschreibung****Stand der Technik**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Sensor zum Bestimmen einer Konzentration eines Bestandteils eines zu analysierenden Fluids, auf ein Verfahren zum Bestimmen einer Konzentration eines Bestandteils eines zu analysierenden Fluids sowie auf ein Verfahren zur Herstellung eines Sensors.

**[0002]** Ein keramischer Gassensor kann eine keramische Presspackung in einem metallischen Einschraubkörper aufweisen. Die sensitive Spalte dieser Sensoren muss funktionsbedingt auf höhere Temperaturen (600–800°C) geheizt werden und wird in einem Schutzrohr in den Abgasstrang hineinragend montiert. So zeigt die DE 10 2005 062 774 A1 eine Sensoreinheit zur Bestimmung eines physikalischen Parameters eines Messgases. Insbesondere eine Sensoreinheit zum Bestimmen eines Sauerstoffgehaltes in einem Abgas einer Brennkraftmaschine. Die Sensoreinheit weist ein Sensorelement sowie ein als Halter des Sensorelements ausgebildetes Sorgehäuse auf. Das Sensorelement umfasst einen Festelektrolyt und ist zumindest in einem von einem Messgas anströmbar Bereich beheizbar. Ein metallischer Schutzmantel ist um das Sensorelement angeordnet.

**Offenbarung der Erfindung**

**[0003]** Vor diesem Hintergrund wird mit der vorliegenden Erfindung ein Sensor zum Bestimmen einer Konzentration eines Bestandteils eines zu analysierenden Fluids, ein Verfahren zum Bestimmen einer Konzentration eines Bestandteils eines zu analysierenden Fluids sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Sensors gemäß den Hauptansprüchen vorgestellt. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den jeweiligen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

**[0004]** Keramische Gassensoren, wie beispielsweise die  $\lambda$ -Sonde (Lambda-Sonde) eines Fahrzeugs, aus  $ZrO_2$  können als stabförmige Elemente mit einer keramischen Presspackung aus Steatit/Bornitrid in einem metallischen Einschraubkörper verbaut werden. Die sensitive Spalte dieser Sensoren benötigt funktionsbedingt eine Heizung auf höhere Temperaturen, beispielsweise 600 bis 800°C, und wird in einem Schutzrohr, welches in der Startphase z. B. vor auftreffenden Kondenswassertropfen schützt, in den Abgasstrang hineinragend montiert. Die auf  $ZrO_2$  basierenden Sensoren werden auf eine Temperatur beheizt, die über dem Temperaturniveau des Abgases liegt, sodass die Abgastemperatur hier keine thermische Belastung darstellt.

**[0005]** Halbleiter als Sensoren (z. B. ChemFET's, chemikaliensensitive Feldeffekttransistoren) können bei Temperaturen bis zu 500°C über einen längeren Zeitraum betrieben werden, sofern sie aus hochtemperaturbeständigen Materialien, wie SiC oder GaN hergestellt werden. Bei der maximal möglichen Betriebstemperatur lässt sich voraussichtlich die für ein Kfz geforderte hohe Lebensdauer mit geringer Degeneration der Sensoreigenschaften nicht erreichen.

**[0006]** Um die geforderte Lebensdauer zu erreichen, kann die Dauerbetriebstemperatur des Sensors so weit wie funktionsbedingt möglich, unter 500°C abgesenkt werden. Dazu kann der Sensor zurückversetzt zum Abgasstrang platziert werden. Dies ist möglich, da für einen Sensor, der nur Gasbestandteile oder z. B. den Gasdruck oder Partialdruck der Gasbestandteile und keine Partikel wie Ruß messen soll, ein unmittelbares Einbringen in den Gasstrom nicht unbedingt erforderlich ist.

**[0007]** Zwischen einem Sensor und einem Abgasführenden Rohr kann ein Raum angeordnet sein, in dem das Abgas an Temperatur verlieren kann, um die Betriebstemperatur des Sensors unterhalb der Abgastemperatur zu halten und vor Überhitzung zu schützen.

**[0008]** Der hier vorgestellte Sensor kann sowohl in einem Fahrzeug als auch in anderen Anwendungsfällen verwendet werden. Zielanwendungen können neben dem Kraftfahrzeugbereich auch Brandmelder, stationäre Motoren usw. sein. Insbesondere bei einem Fluid mit einer höheren Temperatur als eine Betriebstemperatur des Sensors kann das Fluid in dem Raum vor dem Sensor abgekühlt werden.

**[0009]** Ein Sensor zum Bestimmen einer Konzentration eines Bestandteils eines zu analysierenden Fluids weist die folgenden Merkmale auf: einen Grundkörper mit einem innenliegenden Sensorraum und einer Eintrittsöffnung für das Fluid in den Sensorraum; und ein Sensorelement zum Analysieren des Fluids, das in dem Sensorraum von dem Fluid beaufschlagbar angeordnet ist, um die Konzentration des Bestandteils zu bestimmen.

**[0010]** Unter einem Sensor kann insbesondere ein Gassensor verstanden werden. Ein Fluid kann eine Mehrzahl an Bestandteilen aufweisen. Die Bestandteile können in mehreren Aggregatzuständen vorliegen. Das Fluid kann bei einer Verbrennung entstehen. Beispielsweise kann das Fluid ein Abgas, beispielsweise eines Motors sein. Ein Grundkörper kann ein temperaturbeständiges Fitting sein. Der Grundkörper kann aus einem Metall, beispielsweise Stahl sein. Der Grundkörper kann eine Schnittstelle zum Befestigen des Gassensors an einer Gasleitung oder einem Gasbehälter aufweisen. Beispielsweise kann

die Schnittstelle ein Flansch oder ein Gewinde sein. Der Grundkörper kann eine Schnittstelle zu einem Verbinder einer Datenleitung aufweisen. Beispielsweise kann der Grundkörper eine Kontur zum Befestigen einer Kabeltülle aufweisen. An der Schnittstelle zu dem Verbinder kann auch eine Einrichtung zum Verarbeiten eines Signals des Gassensors befestigt werden. Ein Sensorraum kann ein Hohlraum im Inneren des Grundkörpers sein. Beispielsweise kann der Sensorraum zylindrisch ausgeführt sein. Ein Sensorelement kann ein Halbleiterbauelement sein, das dazu ausgebildet ist, Atome des Bestandteils in dem Fluid zu quantifizieren. Das Sensorelement kann dazu ausgebildet sein, mehr als einen Bestandteil des Fluids zu analysieren.

**[0011]** Der Grundkörper kann zwischen der Eintrittsöffnung und dem Sensorelement eine Temperierfläche zum Temperieren des Gases in dem Sensorraum aufweisen. Unter einer Temperierfläche kann eine Wärmeübergangsfläche zum Abkühlen des Fluids verstanden werden. An der Temperierfläche kann das Gas einen vorbestimmten Anteil Wärmeenergie abgeben und dabei auf eine Betriebstemperatur des Sensorelements abkühlen.

**[0012]** Der Sensorraum kann als axiale Bohrung durch den Grundkörper ausgeführt sein. Das Sensorelement kann in einem der Eintrittsöffnungen gegenüberliegenden Bereich der Bohrung angeordnet sein. Das Sensorelement kann quer zu der Bohrung ausgerichtet sein. Die Bohrung kann das Sensorelement vor Beschädigung durch Partikel im Fluid schützen, da innerhalb der Bohrung das Fluid nur eine geringe Strömungsgeschwindigkeit aufweist.

**[0013]** Der Sensor kann eine Schutzeinrichtung aufweisen, die das Sensorelement überspannt und dazu ausgebildet ist, das Sensorelement von zumindest einem weiteren Bestandteil des Gases abzuschirmen und/oder eine Konzentration von zumindest einem weiteren Bestandteil des Fluids zu verringern. Unter einer Schutzeinrichtung kann ein, zumindest für den zu bestimmenden Bestandteil durchlässiger Filter verstanden werden, der beispielsweise Verschmutzungen zurückhält und/oder undurchlässig für schädliche Gase / Bestandteile ist, die zu einer Vergiftung des Sensors führen könnten. Die Schutzeinrichtung kann als Schutzkappe ausgeführt sein. Ebenso kann die Schutzeinrichtung als Schicht auf dem Sensorelement ausgeführt sein. Die Schutzeinrichtung kann dazu ausgebildet sein, die Konzentration eines schädlichen Bestandteils soweit zuzunehmen, dass das Sensorelement davon unbeeinflusst ist. Die Schutzeinrichtung kann dazu ausgebildet sein, die Konzentration des schädlichen Bestandteils auf ein tolerables Niveau abzusenken. Beispielsweise kann die Schutzeinrichtung ausgebildet sein, um eine Absenkung einer Verschmutzung des Sensorelements

auf ein tolerables Niveau oder einen vollständigen Ausschluss der Verschmutzung zu bewirken.

**[0014]** Die Schutzeinrichtung kann ein Heizelement aufweisen. Die Schutzeinrichtung kann beispielsweise zumindest eine chemisch aktive Komponente aufweisen, die eine höhere Betriebstemperatur benötigt. Dazu kann das Heizelement die Schutzeinrichtung erwärmen. Somit wird durch das Heizelement primär nicht das Gas temperiert, sondern das Sensorelement. Eine Heizfläche des Heizelements kann nicht im Grundkörper, sondern entweder unterhalb des Sensorelementes oder in der Schutzeinrichtung angeordnet sein. Das Heizelement kann zur konstanten Temperierung des Sensorchips dienen. Eine Temperierfläche des Heizelements befindet sich an der Schutzeinrichtung. Alternativ oder zusätzlich kann eine entsprechende Temperierfläche in einem Träger des Sensorelements angeordnet sein.

**[0015]** Der Sensor kann einen Sensorträger aufweisen, der in dem Sensorraum angeordnet ist und elektrische Leiterbahnen zum Kontaktieren des Sensorelements aufweist, wobei das Sensorelement auf einer der Einströmöffnung zugewandten Seite des Sensorträgers angeordnet ist. Die elektrischen Leiterbahnen können in den Sensorträger eingebettet sein. Der Sensorträger kann als Scheibe aus Mehrlagenkeramikmaterial ausgeführt sein. Die Leiterbahnen können zwischen Schichten aus Keramik verlaufen. Senkrecht zu den Schichten können die Leiterbahnen als Durchkontakteierungen ausgeführt sein. Durchkontakteierungen können auch als Wärmeleiter ausgebildet sein, um das Sensorelement von einer Rückseite des Sensorelements zu kühlen.

**[0016]** Der Sensorträger kann ein Heizelement für das Sensorelement aufweisen. Das Heizelement kann in den Sensorträger eingebettet sein. Ein Heizelement kann aus Leiterbahnen mit erhöhtem Widerstand aufgebaut sein. Mit dem Heizelement kann das Sensorelement auf Betriebstemperatur gebracht werden, wenn das Fluid zu kalt ist.

**[0017]** Der Sensor kann ein Befestigungselement aufweisen, das dazu ausgebildet ist, den Sensorträger und den Grundkörper gasdicht zu verbinden und/oder den Sensorträger an dem Grundkörper zu befestigen, wobei der Sensorraum einen umlaufenden Vorsprung aufweist und das Befestigungselement dazu ausgebildet ist, den Sensorträger an den Vorsprung anzudrücken. Das Befestigungselement kann einen Zwischenraum zwischen dem Grundkörper und dem Sensorträger überbrücken. Das Befestigungselement kann aus einem thermisch widerstandsfähigen Material bestehen. Das Befestigungselement kann thermische Längenänderungsunterschiede zwischen dem Grundkörper und dem Sensorträger ausgleichen. Der Sensorträger kann auf dem Vorsprung schwimmend gelagert sein und

so Unterschiede im Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen dem Grundkörper und dem Sensorträger ausgleichen. Dadurch kann der Sensorträger nahezu spannungsfrei gelagert sein, wodurch eine Lebenserwartung des Sensors vergrößert werden kann. Das Befestigungselement kann auf einer gasbeaufschlagten Seite des Sensorträgers oder auf einer nicht gasbeaufschlagten Seite des Sensors angeordnet sein. Das Befestigungselement kann gasdicht mit dem Grundkörper und dem Sensorträger verbunden sein. Das Befestigungselement kann stoffschlüssig mit dem Grundkörper und/oder dem Sensorträger verbunden sein. Beispielsweise kann das Befestigungselement angelötet oder angeschweißt sein.

**[0018]** Der Sensor kann zumindest ein Dichtelement aufweisen, das zwischen dem Sensorträger und dem Grundkörper und zusätzlich oder alternativ zwischen dem Sensorträger und dem Befestigungselement angeordnet sein kann. Als Dichtelement kann ein Dichtring eingesetzt werden. Das Dichtelement kann aus Metall sein. Mittels des zumindest einem Dichtelement können Fertigungstoleranzen ausgeglichen werden.

**[0019]** Das Befestigungselement kann als Federelement ausgebildet sein. Das Federelement kann mittels einer elastischen Verformung die Wärmeausdehnungsunterschiede ausgleichen. Das Federelement kann als um den Sensorträger umlaufende gasdichte Sicke ausgebildet sein.

**[0020]** Der Sensorträger und das Federelement können aufeinander angepasste Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen. Beispielsweise können die Wärmeausdehnungskoeffizienten eine Abweichung kleiner als 15 %, insbesondere 10 %, insbesondere 5 % aufweisen. Durch einen kleinen Unterschied der Wärmeausdehnungskoeffizienten ergeben sich geringe thermische Spannungen zwischen den Bauteilen. Dadurch wird die Fügestelle zwischen den Bau teilen nur gering belastet.

**[0021]** Der Sensor kann eine Einrichtung zur Verarbeitung eines Signals des Sensorelements aufweisen. Die Einrichtung zum Verarbeiten kann auf einer, dem Sensorelement gegenüberliegenden, Seite des Sensorträgers angeordnet sein. Die Einrichtung zum Verarbeiten kann über die elektrischen Leiterbahnen mit dem Sensorelement verbunden sein. Die Einrichtung kann beispielsweise ein rückseitig angeordneter Chip sein, der beispielsweise dazu ausgebildet ist, ein analoges Signal des Sensorelements zu digitalisieren. Die Einrichtung zum Verarbeiten kann auch direkt in das Sensorelement integriert sein. So mit kann die Auswertung onboard auf dem Sensorelement selbst, d. h. auf demselben Chip erfolgen.

**[0022]** Der Sensor kann eine Steuereinrichtung aufweisen, die dazu ausgebildet ist beispielsweise einen

Reinigungszyklus des Sensorelements anzusteuern, indem beispielsweise das Heizelement eine höhere Temperatur als die Betriebstemperatur erzeugt, um beispielsweise einen Katalysator auf dem Sensorelement zu regenerieren.

**[0023]** Ein Verfahren zum Bestimmen einer Konzentration eines Bestandteils eines zu analysierenden Fluids weist die folgenden Schritte auf:  
Bereitstellen eines Sensorraums mit einer Eintrittsöffnung für das Fluid in den Sensorraum; Einleiten des Fluids in den Sensorraum; und Analysieren des Fluids mittels eines Sensorelements, das in dem Sensorraum von dem Fluid beaufschlagbar angeordnet ist, um die Konzentration des Bestandteils zu bestimmen.

**[0024]** Ein Verfahren zum Herstellen eines Sensors zum Bestimmen einer Konzentration eines Bestandteils eines zu analysierenden Fluids weist die folgenden Schritte auf:

Bereitstellen eines Grundkörpers, der eine von einer Einströmöffnung axial durch den Grundkörper verlaufende Durchgangsöffnung mit einem umlaufenden Vorsprung aufweist, wobei zwischen der Einströmöffnung und dem umlaufenden Vorsprung ein Sensorraum ausgebildet wird;  
Bereitstellen eines Sensorträgers, der ein Sensorelement aufweist und eines Befestigungselementes; Einführen des Sensorträgers und des Befestigungselementes in die Durchgangsöffnung, bis der Sensorträger an dem Vorsprung anliegt, wobei das Sensorelement auf die Einströmöffnung ausgerichtet ist, und das Befestigungselement auf einer der Einströmöffnung gegenüberliegenden Seite des Sensorträgers angeordnet ist; und  
Verbinden des Befestigungselementes mit dem Grundkörper.

**[0025]** Das Einführen des Sensorträgers und des Befestigungselementes kann von der der Einströmöffnung gegenüberliegenden Öffnung der Durchgangsöffnung aus erfolgen. Der Sensorträger und das Befestigungselement können als eine Einheit in die Durchgangsöffnung eingeführt werden. In diesem Fall kann ein Ende des Befestigungselements bereits mit dem Sensorträger verbunden sein. Alternativ können der Sensorträger und das Befestigungselement als getrennte Elemente eingeführt werden, wobei der Sensorträger zuerst eingeführt werden kann. In diesem Fall kann ein an dem Sensorträger anliegendes Ende des Befestigungselements im Schritt des Verbindens mit dem Sensorträger verbunden werden.

**[0026]** Die Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

[0027] [Fig. 1](#) eine Darstellung eines Sensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0028] [Fig. 2](#) ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Bestimmen einer Konzentration eines Bestandteils eines zu analysierenden Fluids gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0029] [Fig. 3](#) ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen eines Sensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0030] [Fig. 4](#) eine Darstellung eines Sensorträgers mit einem Sensorelement für einen Sensor gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0031] [Fig. 5](#) eine Darstellung eines Ausschnitts eines Sensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0032] [Fig. 6](#) eine Darstellung eines Heizelements als Teil eines Sensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

[0033] [Fig. 7](#) eine Darstellung eines Sensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung mit Peripherie.

[0034] In der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden für die in den verschiedenen Figuren dargestellten und ähnlich wirkenden Elemente gleiche oder ähnliche Bezugszeichen verwendet, wobei auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente verzichtet wird.

[0035] [Fig. 1](#) zeigt eine Darstellung eines Sensors **100** gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Der Gassensor **100** weist einen Grundkörper **102** und ein Sensorelement **104** auf. Der Sensor **100** kann beispielsweise in einem Abgasstrang eines Verbrennungsmotors oder in einem Sensorbereich eines Brandmelders eingesetzt werden. Der Grundkörper **102** ist von einer Durchgangsöffnung durchbrochen. Ein Träger **105** für das Sensorelement **104** teilt die Durchgangsöffnung in zwei Abschnitte. Ein in [Fig. 1](#) oben dargestellter Abschnitt bildet einen Sensorraum **106** aus. Der Sensorraum weist eine Einströmöffnung für ein zu analysierendes Fluid auf. Das Sensorelement **104** ist auf einer der Einströmöffnung gegenüberliegenden Seite des Sensorraums **106** angeordnet. Der Träger **105** bildet einen Boden des Sensorraums **106**. Das Sensorelement **104** ist somit gegenüber der Einströmöffnung rückversetzt angeordnet. Zwischen der Einströmöffnung und einer der der Einströmöffnung zugewandten Oberfläche des Sensorelements **104** erstreckt sich der Sensorraum **106**. Ein Abstand zwischen der

Einströmöffnung und der der Einströmöffnung zugewandten Oberfläche des Sensorelements **104** kann ein Mehrfaches einer Dicke des Sensorelements **104** oder ein Mehrfaches einer Dicke des Trägers entsprechen, und beispielsweise eine Abmessung von einem oder mehrere Millimeter aufweisen. Eine durch den Grundkörper **102** gebildete Wand des Sensorraums **106** kann eine Höhe aufweisen, die gleich oder größer als ein Durchmesser der Durchgangsöffnung durch den Grundkörper **102** kann auf der dem Sensorraum **106** zugewandten Seite des Trägers **105** kleiner als auf einer dem Sensorraum **106** abgewandten Seite des Trägers **105** sein. Aufgrund der von der Einströmöffnung entfernten Anordnung des Sensorelements **104** kann das Sensorelement **104** als ein Halbleitersensor mit begrenzter Maximaltemperatur ausgeführt sein.

[0036] Im Folgenden wird der Sensor **100** anhand eines Ausführungsbeispieles beschrieben, bei dem der Sensor **100** zur Analyse eines Gases eines Abgasstrangs, beispielsweise eines Fahrzeugs eingesetzt wird.

[0037] Durch bereits genannte Einströmöffnung kann das Gas des Abgasstrangs in den Sensorraum **106** im Inneren des Grundkörpers **102** einströmen und in Kontakt mit einer Oberfläche des Sensorelements **104** treten. Der Sensorraum **106** ist damit offen zum Abgasstrang. Der Sensorraum **106** ist als zylindrische Aussparung axial durch den Grundkörper **102** ausgebildet. Der Grundkörper **102** ist in diesem Ausführungsbeispiel als hohles Schraubfitting ausgeführt. Konzentrisch zu dem Sensorraum **106** ist auf dem Grundkörper **102** ein Außengewinde **108** als Schnittstelle angeordnet, um den Gassensor **100** in ein gasführendes Rohr oder einen gasführenden Behälter einschrauben zu können. Die Schnittstelle kann auch beispielsweise als Flansch ausgeführt sein. An einem dem Gewinde **108** gegenüberliegenden Ende, einer „kalten Rückseite“ weist der Grundkörper **102** außen einen Absatz **110** auf, der dazu ausgebildet ist, einen Verbinder zu einer Datenleitung, beispielsweise eine Kabeltülle, aufzunehmen. Ebenso kann dort ein Kabelbaum befestigt werden, beispielsweise über eine Schweißverbindung oder eine Quetschverbindung.

[0038] Der Grundkörper **102** weist im Sensorraum **106** einen Absatz **112** auf. An dem Absatz **112** erweitert sich ein Durchmesser des Sensorraums **106** zu einer von der Einströmöffnung abgewandten Seite. Auf dem Absatz **112** ist quer zu einer Erstreckungsrichtung des Sensorraums **106** der Sensorträger **105** angeordnet. Auf einer der Einströmöffnung zugewandten Seite des Sensorträgers **105** ist das Sensorelement **104** mittig angeordnet. In dem Sensorträger **105**, der aus einem mehrschichtig angeordneten Keramikmaterial aufgebaut ist, erstrecken sich elektrische Leiterbahnen in und/oder zwischen den

Schichten des Sensorträgers **105**. Die Leiterbahnen verbinden das Sensorelement **104** mit einer Rückseite des Sensorträgers **105** über Durchkontaktierungen (Vias). Gemäß einem Ausführungsbeispiel sind die Leiterbahnen teilweise als Heizelemente ausgebildet, um das Sensorelement **104** auf Betriebstemperatur zu erwärmen. Von Kontaktpins auf der Rückseite des Sensorträgers **105** führen elektrische Leiter **116**, beispielsweise zu einem Anschlusskabel. Die elektrischen Leiter können gelötet oder gebondet sein.

**[0039]** Zum Schutz des Sensorelements **104** vor Verschmutzung und/oder Vergiftung ist über dem Sensorelement **104** eine Schutzkappe **118** angeordnet. Die Schutzkappe **118** besteht aus porösem Keramikmaterial, das als Filter für Partikel ausgebildet sein kann. Zusätzlich oder alternativ kann das Keramikmaterial katalytisch wirksam ausgerüstet sein, um für das Sensorelement schädliche Gasbestandteile in unschädliche Bestandteile reagieren zu lassen. Dabei wird das Keramikmaterial selbst nicht katalytisch wirksam sein. Das Keramikmaterial kann jedoch modifiziert sein, damit es katalytisch wirksam ist.

**[0040]** Der Sensorträger **105** ist auf dem Absatz **112** schwimmend gelagert, um von temperaturbedingten Größenänderungen des Grundkörpers **102** entkoppelt zu sein. Der Sensorträger wird von einem ringförmigen, mit einer Sicke ausgebildeten, Federelement **120** gegen den Absatz **112** gepresst, um unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten des Keramikträgers **105** und des Stahls des Einschraubkörpers **102** auszugleichen. Anstelle des Federelements **120** können, wie in den nachfolgenden Figuren gezeigt, auch andere Befestigungselemente eingesetzt werden. Das Federelement **120** ist mit dem Grundkörper **102** über eine Schweißnaht verbunden, beispielsweise über ein Laserschweißen. Das Federelement **120** ist auf den Sensorträger **105** beispielsweise mittels Hartlot oder Aktivlot aufgelötet. Durch die zwei stoffschlüssigen Verbindungen ist der Gasensor **100** gasdicht ausgeführt.

**[0041]** Im Folgenden wird anhand von [Fig. 1](#) ein Ausführungsbeispiel eines Halbleiter-Sensors **100** im Abgasstrang einer Verbrennungskraftmaschine beschrieben. Der Halbleiter-Sensor **100** ist so fixiert und kontaktiert, dass er eine Betriebstemperatur unter 500°C erreicht. Gezeigt ist eine Möglichkeit die Temperatur am Gassensor **104** über den gesamten Betriebszeitraum auf eine Temperatur deutlich unter der Spitzentemperatur des Abgases konstant zu halten. Der Aufbau ist thermowechselfest und stoßfest gestaltet, sodass über die Lebensdauer des Sensors **100** eine hermetisch abgedichtete Durchführung der elektrischen Kontakte **116** zum rückseitig anschließenden Kontaktierungsbereich **110** und Kabelbaum möglich ist. Zudem ist der Sensor **104** vor Feststoffablagerungen aus dem Abgas geschützt.

**[0042]** Beschrieben ist eine Lösung, mit der thermisch weniger belastbare Halbleiter-Sensoren **104** durch einen vom Gasstrom zurückversetzten Einbau im Abgasstrang genutzt werden können. Weiterhin wird eine alternative, platzsparende, gasdichte und spannungsarme Verbindung einer Trägerkeramik **105** mit einem Einschraubkörper **102** über eine Metallmembran **120**, anstatt einer Presspackung, gezeigt.

**[0043]** Durch eine nicht dargestellte Schutzrohrkonstruktion kann das heiße Abgas in den Einschraubkörper **102** beispielsweise aufgrund eines strömungsmechanisch erzeugten Unterdrucks eingezogen werden. Das Gas gelangt somit passiv zu dem Sensorelement **104**. Dabei gibt das Abgas an der Wandung des Einschraubkörpers **102** einen Teil seiner Wärmeenergie ab, sodass beim Auftreffen des Abgases auf den Sensor **104** eine Temperatur des Abgases von deutlich unter 500°C erreicht wird. Der Halbleitersensor **104** benötigt eine konstante Betriebstemperatur. Auch in den Zeiträumen, in denen die Abgastemperatur niedriger ist. Dies wird durch einen in der Keramikscheibe **105** integrierten Heizwiderstand ermöglicht, der über elektrische Kontakte **116** betrieben werden kann, die auf die Rückseite herausgeführt sind. Ein entsprechender Heizer kann auch in eine Schutzkappe des Sensors **104** integriert sein. Die von der Abgasseite kommenden elektrischen Kontakte des Sensors **104** sind über Vias und interne Leiterbahnen der Keramikscheibe **105** ebenso auf die gegenüberliegende Seite zur Kontaktierung am Kabel geführt und ermöglichen durch die Einbettung in einer dichten Keramik **105** eine hermetische und elektrisch isolierte Durchführung der Kontakte **116**. Auf der Rückseite wird der Übergang zum Kabel z. B. durch aufgelötete Pins fortgeführt. Optional ist die Verschaltung der durchgeführten Kontakte mit einem auf der Rückseite montierten Chip möglich, der analoge Signale des Sensors **104** digital aufbereitet und an die Kabelkontakte **116** weiterleitet, was wiederum über Vias und Leiterbahnen in der Keramikscheibe **105** realisiert werden kann.

**[0044]** In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Sensorchip **104** auf einer planen Scheibe **105** aus einer Mehrlagenkeramik, z. B. Low Temperature Cofired Ceramics (LTCC) oder Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Keramik, mechanisch und elektrisch angebunden. Die Herstellung der Mehrlagenkeramik **105** kann entsprechend den Technologien der Herstellung von LTCC-Platten erfolgen, jedoch mit speziell für diesen Einsatzzweck entwickelten Zusammensetzungen des Keramikmaterials und der Leiter bzw. Widerstandspasten. Diese Trägerscheibe **105** wird in einer bzw. über eine flexible, ringförmige Membran **120** aus einer Metalllegierung, beispielsweise Invar- oder Kovar, fixiert, welche im Wärmeausdehnungskoeffizienten (WAK) an die Keramik **105** angepasst ist. Die Geometrie dieser ringförmigen metallischen Membran **120** ermöglicht

den Ausgleich des Unterschieds in der thermischen Dehnung zu dem Einschraubkörper 102 aus Stahl, welcher einen wesentlich höheren WAK im Vergleich zur Keramik 105 und der Membran 120 aufweist. Eine feste Einspannung der vorgesehenen Keramikscheibe 105 in einer Presspackung würde hingegen zu deren Bruch führen, sobald der Temperaturanstieg zu einer höheren Dehnung des Einschraubkörpers 102 gegenüber der Keramik 105 führt. Die Keramikscheibe kann auf den niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten des für den Sensor bevorzugten Halbleitermaterials SiC angepasst werden, was die Notwendigkeit der thermomechanisch weitgehend entkoppelten Aufhängung noch steigern kann. Die geringe Wandstärke der Metallmembran 120 führt auch zu einer guten Entkopplung des Wärmeaustausches zwischen der Keramikscheibe 105 und dem massiven Einschraubkörper 102 aus Metall, was eine möglichst autonome Temperaturregelung im Bereich des Sensorchips 104 ermöglicht. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel kann der Übergang von der Keramikscheibe 105 zum Membranring 120 entweder über eine aufgesinterte Metallisierung zusammen mit einem Hartlot oder mittels eines Aktivlates, welches direkt mit der Keramik 105 reagiert, hergestellt werden. Die Verbindung der Metallmembran 120 zum Einschraubkörper 102 kann als Schweißverbindung, z. B. mittels Laserschweißen, oder als Lötverbindung ausgeführt werden, womit eine vollständige Gasdichtigkeit erreicht wird. Die Montage des Sensorchips 104 kann auf der zum Abgasraum 106 gerichteten Fläche der Keramikscheibe 105 mit einer Au-Glas-Postfiring-Paste in FlipChip-Technik erfolgen. Ebenso kann auf der Rückseite der Keramikscheibe 105 zusätzlich ein Hochtemperatur-Halbleiterchip montiert werden, der die Auswerteschaltung für die digitale Signalaufbereitung in der Nähe des Sensors 104 ermöglicht. Die Abscheidung von Schmutzpartikeln aus dem Abgas kann durch eine poröse Keramik-Schutzkappe 118 verhindert werden, die mittels eines Glasloches auf der Keramikträgerscheibe 105 über dem Sensorchip 104 befestigt werden kann. Die poröse Schutzkappe 118 kann zudem Materialien enthalten, die unerwünschte Substanzen aus dem Abgas, wie z. B. Silikone, katalytisch zersetzen und chemisch abbinden können, damit diese den Sensor 104 nicht vergiften können.

**[0045]** Mit dem hier vorgestellten Ansatz kann beispielsweise ein ChemFET-NOx-Sensor oder ein Drucksensor für hohe Einsatztemperaturen, z. B. auf SiC- oder GaN-Basis bereitgestellt werden. Die gezeigte Geometrie ist nur exemplarisch. Es sind auch andere Bauformen, unter Umständen mit anderen Formgebungsverfahren oder Verbindungsverfahren möglich.

**[0046]** [Fig. 2](#) zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens 200 zum Bestimmen einer Konzentration eines Bestandteils eines zu analysierenden Fluids ge-

mäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Das Verfahren 200 kann mit einem Gassensor, wie er in [Fig. 1](#) dargestellt ist, ausgeführt werden. Das Verfahren weist einen Schritt des Bereitstellens 202, einen Schritt des Einleitens 204 und einen Schritt des Analysierens 206 auf. Im Schritt des Bereitstellens 202 wird ein Sensorraum mit einer Einfahrtsöffnung für das Fluid in den Sensorraum bereitgestellt. Im Schritt des Einleitens 204 wird das Fluid in den Sensorraum eingeleitet und dabei gegebenenfalls abgekühlt. Im Schritt des Analysierens 206 wird das Fluid mittels eines Sensorelements, das in dem Sensorraum von dem Fluid beaufschlagbar angeordnet ist, analysiert, um die Konzentration des Bestandteils zu bestimmen. Dabei kann ein Sensorsignal erzeugt und ausgeben werden, dass ein Analyseergebnis bezüglich des Bestandteils des Fluids repräsentiert.

**[0047]** [Fig. 3](#) zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens 300 zum Herstellen eines Gassensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Das Verfahren weist zwei Schritte des Bereitstellens 302, 304, einen Schritt des Einführens 306 und einen Schritt des Verbindens 308 auf. Die Schritte des Bereitstellens 302, 304 können zeitgleich ausgeführt werden.

**[0048]** Im Schritt des Bereitstellens 302 wird ein Grundkörper bereitgestellt. Der Grundkörper weist eine von einer Einströmöffnung axial durch den Grundkörper verlaufende Durchgangsöffnung auf. An einer Wand der Durchgangsöffnung weist der Grundkörper einen umlaufenden Vorsprung auf. Im Schritt des Bereitstellens 304 werden ein Sensorträger und ein Befestigungselement bereitgestellt. Der Sensorträger weist ein Sensorelement auf und ist dazu ausgebildet, auf dem Vorsprung angeordnet zu werden. Im Schritt des Einführens 306 werden der Sensorträger und das Befestigungselement in den Sensorraum eingeführt, bis der Sensorträger an dem Vorsprung anliegt. Dabei ist das Sensorelement auf die Einströmöffnung ausgerichtet. Das Befestigungselement liegt an dem Sensorträger und dem Grundkörper an. Im Schritt des Verbindens 308 wird das Befestigungselement mit dem Grundkörper und, sofern es nicht im Verbund mit dem Sensorträger bereitgestellt wurde, mit dem Sensorträger verbunden, um den Sensorraum gasdicht zu verschließen.

**[0049]** [Fig. 4](#) zeigt eine Darstellung eines Sensorträgers 105 mit einem Sensorelement 104 für einen Sensor, wie er beispielsweise in [Fig. 1](#) gezeigt ist, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Das Sensorelement 104 auf einer Vorderseite des Sensorträgers 105 ist durch eine Schutzkappe 118 gegen eine unzulässig hohe Konzentration von Schadfluid und zusätzlich oder alternativ Feststoffen in einem zu analysierenden Fluid geschützt. Der Sensorträger 105 ist als Mehrlagen Composite Material

ausgeführt. Im Inneren des Sensorträgers **105** sind, in verschiedenen Lagen übereinander und elektrisch voneinander isoliert, Leiterbahnen **400** aus elektrisch leitfähigem Material, beispielsweise Gold, angeordnet. Elektrische Leiter **116** sind als Pins aus Hochtemperatur(HT)-Edelstahldraht ausgeformt und in sacklochförmige Aussparungen **402** von einer Rückseite des Sensorträgers **105** bis auf die jeweilige Ebene der zu kontaktierenden Leiterbahn **400** eingeführt. In den Sacklöchern sind die Pins **116** mit gesinterter Edelmetallpaste kontaktiert und fixiert. In einer weiteren Lage des Sensorträgers **105** ist eine Heizerwiderstandsschicht **404** angeordnet. Die Heizerwiderstandsschicht **404** ist beispielsweise aus einem RuO<sub>2</sub>-Glas-Komposit aufgebaut und ist über Leiterbahnen **400** kontaktiert, um das Sensorelement **104** rückseitig beheizen zu können. Das Sensorelement **104** ist rückwärtig mit einer gesinterten Edelmetallpaste **406** auf dem Sensorträger **105** befestigt und über Durchkontaktierungen zu weiteren Leiterbahnen **400** mit den weiteren Leiterbahnen **400** elektrisch verbunden.

**[0050]** Mit anderen Worten zeigt [Fig. 4](#) ein Ausführungsbeispiel einer Anbindung der elektrischen Kontaktpins **116** auf der Rückseite des Keramikträgers **105** für den Übergang auf die Kabelkontakteierung. Die Kontaktpins **116** können am anderen Ende der Messsonde im thermisch weniger belasteten hinteren Bereich, durch beispielsweise Löten, Laserschweißen oder Quetschverbinden mit den Adern eines Kabels verbunden werden. Am Übergang der elektrischen Kontakte von der beheizten Keramikscheibe **105** auf die Kontaktpins **116** können metallische Lote wie bei der Anbindung des Federelements am Rand der Keramikscheibe **105** in speziellen Situationen angewandt werden.

**[0051]** Auch hier ist die hohe Prozesstemperatur (über 1000–1200°C) der geeigneten Lote für den hohen Betriebstemperaturbereich der Verbindung schwierig zu vereinbaren mit der Temperaturbeständigkeit (max. 950°C) der LTCC-Keramik. Zudem sind stumpf auf Kontaktspuren aufgelötete Metallpins mechanisch empfindlich, weshalb diese sturzseitig eine Verdickung ähnlich einem Nagelkopf aufweisen können, um die Anbindungsfläche zu erhöhen. Die gesamten Zugkräfte, welche prozessbedingt auftreten können (z. B. Handling bei Anbindung an das Kabel), wird dadurch auf eine größere Fläche konzentriert, um die kritische Grenzfläche Keramik-Metall zu entlasten.

**[0052]** Eine Fixierung der Metallpins **116** und die gleichzeitige Kontaktierung, der im Inneren der Trägerkeramik **105** liegenden Leiterbahnen **400** können durch die gleiche Edelmetallpaste, welche auch für die Kontaktierung des Sensorchips **104** entwickelt wurde, erreicht werden. Dafür können die Sacklochbohrungen **402** in die, von der dem Gas abgewandten

Seite der Trägerkeramikscheibe **105** bis in die Ebenen der Leiterbahnen **400** eingebracht werden, in die diese Metallpins **116** mit der Paste eingeklebt werden und im gleichen Prozess der Chip- und Schutzkappen-Fixierung eingebrannt werden können. Als Material für die Metallpins **116** kann vergoldeter Hochtemperaturstahldraht verwendet werden. Der Einbrennprozess kann unter Luft oder, zum Ausschluss der Oxidation des Stahldrahtes, auch unter Schutzgasatmosphäre erfolgen. Die so in die Keramikscheibe **105** versenkten Metallpins **116** sind mechanisch sehr lastbar und für das weitere Handling unempfindlich. Die gesinterte Edelmetall-Glas-Paste ergibt die gewünschte elektrische Kontaktierung der Leiterbahnen **400** und der vergoldeten Oberfläche der Stahlpins **116**, sowie eine mechanisch stabile Anbindung an die Keramikflächen im Inneren der Sacklöcher **402**.

**[0053]** [Fig. 5](#) zeigt eine Darstellung eines Ausschnitts eines Sensors **100** gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Der Sensor **100** entspricht im Wesentlichen dem in [Fig. 1](#) gezeigten Sensor. Der Grundkörper **102** weist den Sensorraum **106** auf, zu dessen Hauptstreckungsrichtung der Sensorträger **105** quer, als Abschluss angeordnet ist. Im Unterschied zu [Fig. 1](#) weist der Sensorträger eine Aussparung auf, in der das Halbleiter-Sensorelement **104** angeordnet ist. Die Aussparung ist in diesem Ausführungsbeispiel von einer porösen Keramikscheibe als Schutzeinrichtung **118** mit integriertem Heizer bedeckt. Der Heizer ist von der Rückseite des Sensorträgers **105** elektrisch kontaktiert. Der Grundkörper **102** weist einen um den Sensorraum **106** umlaufenden Vorsprung **500** auf, an dem der Sensorträger **105** mittels eines Befestigungselementes **120** flüssig dicht angedrückt wird. Das Befestigungselement **120** weist als metallisches Gegenstück einen höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten (WAK) gegenüber dem Gehäusematerial auf. In Verbindung mit zwei metallischen Dichtringen **502** und dem Sensorträger **105** aus Keramik, der einen geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist, ergänzen sich die Wärmeausdehnungskoeffizienten zu einem Gesamt-Wärmeausdehnungskoeffizienten, der dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Grundkörpers entspricht. Die zwei metallischen Dichtringe **502** sind auf gegenüberliegenden Seiten des Sensorträgers **105** angeordnet. Sie sind aus einem duktilen Material, beispielsweise einer Weichmetalllegierung. Die Dichtringe **502** sind dazu ausgebildet, Fertigungstoleranzen zwischen dem Sensorträger **105** und dem Grundkörper **102** über eine plastische Verformung auszugleichen. Das Befestigungselement **120** ist für eine kraftschlüssige Abdichtung mittels einer Laserschweißnaht **504** an dem Grundkörper **102** befestigt.

**[0054]** Die materialschlüssige Verbindung der LTCC-Keramikscheibe **105** mit dem in [Fig. 1](#) beschriebenen Federelement ist unter besonderen Vor-

aussetzungen günstig, da die infrage kommenden metallischen Lote für den von der LTCC-Keramik tolerierten Temperaturbereich (bis ca. 950°C) meistens silberhaltig sind. Da Silber (Ag) jedoch sehr leicht migriert, wenn erhöhte Temperaturen und Wasserdampf vorliegen, wie das im z. B. Motor-Abgas der Fall ist, und Silber zur Vergiftung des Gassensors führen kann, ist eine Verwendung dieser Lote beschränkt möglich. Silber freie Lote (z. B. auf Ni-Basis) haben deutlich höhere Prozesstemperaturen, die zu Veränderungen der Keramikscheibe 105 führen können, sofern diese aus LTCC besteht. Lote auf Basis von Zinn (Sn) weisen eine niedrigere Schmelztemperatur auf, als die spätere Betriebstemperatur des Sensors. Mit einem Speziallot, welches alle Anforderungen erfüllt, kann das Befestigungselement 120 an dem Sensorträger 105 angelötet werden.

**[0055]** Als alternatives Abdichtkonzept der Keramikscheibe 105 zum Metallgehäuse 102 kann eine kraftschlüssige Abdichtung der Keramikscheibe 105 mit Dichtringen 502 aus einem duktilen Metall, z. B. Kupfer (Cu) oder Aluminium (Al), oder Stahlringen mit einer beidseitigen Beschichtung aus einem solchen duktilen Metall verwendet werden. Die kraftschlüssige Verbindung kann beispielsweise durch eine Verschraubung hergestellt werden, oder durch ein Verstemmen mit Fixierung unter Anpressdruck über eine Laserschweißnaht. Da die Anpresskraft der Dichtringe über den Einsatztemperaturbereich von -40°C bis max. 500°C erhalten bleiben soll, kann der Unterschied zwischen der niedrigen thermischen Dehnung der Keramikscheibe 105 und der deutlich höheren Dehnung des Metallgehäuses 102 durch das verschraubte bzw. verstemmte Gegenstück ausgeglichen werden. Durch die Wahl des Materials und die Dimension des Gegenstücks kann der Minderbetrag der thermischen Dehnung der Keramik gegenüber dem Metall des Gehäuses 102 ausgeglichen werden, d. h., das Gegenstück weist einen höheren Ausdehnungskoeffizienten, als das Gehäuse 102 auf.

**[0056]** Die Unterschiede der thermischen Dehnung von Keramikscheibe 105 und Metallgehäuse 102 in radialer Richtung werden durch Relativbewegungen an den Dichtflächen und die Duktilität der metallischen Dichtungen 502 ausgeglichen, ohne dass die Dichtwirkung davon beeinflusst wird, da in axialer Richtung der beschriebene Ansatz der abgestimmten Ausdehnungskoeffizienten den Anpressdruck nahezu konstant hält.

**[0057]** Bei einem alternativen Schutzkonzept des Gassensors vor unerwünschten Gaskomponenten kann die poröse Schutzkappe 118 des Gassensors eine höhere Betriebstemperatur benötigen, um ihre katalytische Wirkung auf gasförmige Bestandteile entfalten zu können. Dabei können bestimmte Substanzen, wie z. B. Si aus Si-organischen Verbindungen erfolgreich absorbiert werden. Die ideale Be-

triebstemperatur des Sensorelements 104 liegt dagegen ungefähr um 50–100K niedriger. Um diesen Umstand berücksichtigen zu können, kann einerseits die poröse Schutzkappe 118 selbst beheizt werden, oder eine Zone in der Keramikträgerscheibe 105 außerhalb der Chip-Montagefläche kann beheizt werden, wodurch der Chip 104 indirekt auf einem niedrigeren Temperaturniveau mitbeheizt werden kann. Falls die Beheizung durch einen auf die poröse Keramik aufgebrachte Heizerstruktur, z. B. metallischer Mäander, erfolgt, ist die Form dieses porösen Bauteils als plane Scheibe vorteilhaft, da dies die Möglichkeiten der Druckverfahren bei der Herstellung des Sensorträgers 105 weniger einschränkt, als die dreidimensionale Schutzkappe 118, wie sie in [Fig. 1](#) und [Fig. 4](#) dargestellt ist. Um die planare Form der porösen Keramik zu ermöglichen, ist eine versenkte Montage des Chips 104 in einer Vertiefung der keramischen Trägerscheibe 105 möglich, die dann mit der porösen Scheibe abgedeckt und durch eine Glaslotverbindung fixiert werden kann. Die elektrischen Durchkontaktierungen aus der Trägerscheibe 105 werden in diesem Ausführungsbeispiel mit aufgetragenen Punkten aus einer Edelmetallpaste mit den elektrischen Kontakten des Heizers verbunden, der sich auf der porösen Keramikscheibe befindet, und zusammen mit der Chip-Anbindung und der Glaslotabdichtung im selben Prozess eingebrannt.

**[0058]** [Fig. 6](#) zeigt eine Darstellung eines Heizelements 600 als Teil eines Sensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Das Heizelement 600 ist an einer Verbindungsstelle eines Sensorträgers und einer Schutzeinrichtung angeordnet, wie sie in den [Fig. 1](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) dargestellt sind. Das Heizelement 600 weist in diesem Ausführungsbeispiel eine linienartige Form auf, die einer rechteckigen Außenkontur 602 einer nicht dargestellten Schutzeinrichtung folgt. Die Außenkontur 602 ist in diesem Ausführungsbeispiel eine Aufstandsfläche einer Schutzkappe für den Sensorchip. Eine Außenkontur 604 eines Sensorchips ist ebenfalls rechteckig und innerhalb des Heizelements 600 abgebildet. Das Heizelement 600 ist als Heizerwiderstandsschicht mit einem hohen spezifischen Widerstand ausgebildet. Das Heizelement 600 ist entlang seiner Erstreckung von zwei Leiterbahnen 606 mit einem niedrigen spezifischen Widerstand flankiert. Die Leiterbahnen 606 sind dazu ausgebildet, das Heizelement 600 elektrisch zu kontaktieren. Je ein Ende der Leiterbahnen 606 ist von dem Heizelement 600 weggeführt und mit Pin-Kontakt-Bohrungen 608 durch den Sensorträger verbunden. Wenn an die Pins 608 eine elektrische Spannung angelegt wird, fällt die Spannung am Heizelement 600 ab und das Heizelement 600 erwärmt die Schutzeinrichtung vom Rand her.

**[0059]** Die Möglichkeit durch die Heizeranordnung in der Keramikträgerscheibe die Schutzkappenform beizubehalten und die gewünschte höhere Betriebs-

temperatur der Kappe zu erhalten hat den Vorteil, dass die elektrische Anbindung des Heizers einfacher zu realisieren ist und keine Heizerstruktur die Gaspermeabilität der porösen Keramik beeinträchtigt. Hier sind diverse ring- oder streifenförmige Heizflächen in der Keramikscheibe auf den Flächen außerhalb des Chip-Montagebereichs denkbar, womit primär der Rand der Schutzkappe erhitzt werden könnte. Die geringe Wärmeleitfähigkeit der vorgesehenen LTCC-Trägerkeramik und die hohe Wärmeleitfähigkeit der porösen SiC-Keramik der Schutzkappe ermöglichen eine um 50–100K höhere Kappentemperatur / Temperatur der Schutzeinrichtung gegenüber der Chiptemperatur. Beide vorgestellten Konzepte sind zielführend. Der in der Trägerkeramik integrierte Heizer ist dabei die kostengünstigere und robustere Lösung, da hier die Einbringung einer Vertiefung in den Träger nicht benötigt wird.

**[0060]** [Fig. 7](#) zeigt eine Darstellung eines Sensors **100** gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung mit Peripherie. Die Darstellung in [Fig. 7](#) entspricht einer Gesamtansicht des Sensors **100** aus [Fig. 5](#). Zusätzlich zu [Fig. 5](#) ist hier eine Schnittstelle **700** zu einem Kabel **702** dargestellt. An der Schnittstelle **700** gehen die Stahlpins **116**, beispielsweise aus vergoldetem Hochtemperaturstahl, über eine Löt-, Schweiß- oder Quetschverbindung auf das Kabel **702** über. Der Grundkörper **102** ist in ein Volumen **704**, in dem ein Abgasstrom fließt, eingeschraubt dargestellt. Von dem Sensorraum in den Abgasstrom hineinragend, ist eine Leiteinrichtung **706** dargestellt, die dazu ausgebildet ist, frisches Abgas, wie durch die Pfeile gekennzeichnet, aus dem Abgasstrom in den Sensorraum einzuleiten und analysiertes Abgas aus dem Sensorraum abzuleiten. Die Leiteinrichtung **706** weist einen Zulaufkanal und einen Ablaufkanal mit konzentrischen Querschnitten auf. Der Zulaufkanal umschließt dabei den Ablaufkanal. Der Zulaufkanal kann einen ringförmigen Querschnitt aufweisen. Der Ablaufkanal kann einen runden Querschnitt aufweisen. Eine Außenwand des Zulaufkanals kann eine erheblich größere Fläche als eine Außenwand des Ablaufkanals aufweisen. Eine Länge des Zulaufkanals und eine Länge des Ablaufkanals können beispielsweise mindestens einem Dreifachen oder Vierfachen eines Querschnitts des Sensorraums entsprechen. Durch den Zulaufkanal wird das frische Abgas in den Sensorraum geführt, wo es an der Temperierfläche des Sensorraums entlanggeführt wird, um abzukühlen, bis es die Betriebstemperatur des Sensors **100** erreicht hat. Das abgekühlte Abgas wird am Boden des Sensorraums von der umlaufenden Außenwand des Sensorraums her seitlich über das Sensorelement **104** geleitet und nach der Analyse durch die zentral über dem Sensorelement **104** angeordnete Öffnung des Ablaufkanals wieder in das Volumen **704** zurückgesaugt. Die Leiteinrichtung **706** kann dazu ausgebildet sein, Abgas von außerhalb der Grenzschicht in den Sensorraum

einzuleiten. Der Gasstrom innerhalb der Leiteinrichtung **706** kann durch die Bewegung des Gasstroms innerhalb des Volumens **704** angetrieben werden.

**[0061]** Die beschriebenen und in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele sind nur beispielhaft gewählt. Unterschiedliche Ausführungsbeispiele können vollständig oder in Bezug auf einzelne Merkmale miteinander kombiniert werden. Auch kann ein Ausführungsbeispiel durch Merkmale eines weiteren Ausführungsbeispiels ergänzt werden. Ferner können erfindungsgemäße Verfahrensschritte wiederholt sowie in einer anderen als in der beschriebenen Reihenfolge ausgeführt werden.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102005062774 A1 [[0002](#)]

## Patentansprüche

1. Sensor (100) zum Bestimmen einer Konzentration eines Bestandteils eines zu analysierenden Fluids, wobei der Sensor (100) die folgenden Merkmale aufweist:  
 einen Grundkörper (102) mit einem innenliegenden Sensorraum (106) und einer Eintrittsöffnung für das Fluid in den Sensorraum (106); und  
 ein Sensorelement (104) zum Analysieren des Fluids, das in dem Sensorraum (106) von dem Fluid beaufschlagbar angeordnet ist, um die Konzentration des Bestandteils zu bestimmen.

2. Sensor (100) gemäß Anspruch 1, bei dem der Grundkörper (102) zwischen der Eintrittsöffnung und dem Sensorelement (104) eine Temperierfläche zum Abkühlen des Fluids in dem Sensorraum (106) aufweist.

3. Sensor (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, mit einer Schutzeinrichtung (118), die das Sensorelement (104) überspannt und dazu ausgebildet ist, eine Konzentration von zumindest einem weiteren festen, flüssigen oder gasförmigen Bestandteil des Fluids zumindest zu verringern..

4. Sensor (100) gemäß Anspruch 3, bei dem die Schutzeinrichtung (118) ein Heizelement aufweist.

5. Sensor (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, mit einem Sensorträger (105), der in dem Sensorraum (106) angeordnet ist und elektrische Leiterbahnen zum Kontaktieren des Sensorelements (104) aufweist, wobei das Sensorelement (104) auf einer der Einströmöffnung zugewandten Seite des Sensorträgers (105) angeordnet ist.

6. Sensor (100) gemäß Anspruch 5, bei dem der Sensorträger (105) ein Heizelement für das Sensorelement (104) aufweist.

7. Sensor (100) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 6, mit einem Befestigungselement (120) das dazu ausgebildet ist, den Sensorträger (105) und den Grundkörper (102) gasdicht zu verbinden und/oder den Sensorträger (105) an dem Grundkörper (102) zu befestigen, wobei der Sensorraum (106) einen umlaufenden Vorsprung (112) aufweist und das Befestigungselement (120) dazu ausgebildet ist, den Sensorträger (105) an den Vorsprung (112) anzudrücken.

8. Sensor (100) gemäß Anspruch 7, bei dem das Befestigungselement (120) als Federelement (120) ausgebildet ist.

9. Gassensor (100) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 8, mit einer Einrichtung zur Verarbeitung eines Signals des Sensorelements (104).

10. Verfahren (200) zum Bestimmen einer Konzentration eines Bestandteils eines zu analysierenden Fluids, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Bereitstellen (202) eines Sensorraums (106) mit einer Eintrittsöffnung für das Fluid in den Sensorraum (106);

Einleiten (204) des Fluids in den Sensorraum (106); und

Analysieren (206) des Fluids mittels eines Sensorelements (104), das in dem Sensorraum (106) von dem Fluid beaufschlagbar angeordnet ist, um die Konzentration des Bestandteils zu bestimmen.

11. Verfahren (300) zum Herstellen eines Sensors (100) zum Bestimmen einer Konzentration eines Bestandteils eines zu analysierenden Fluids, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Bereitstellen (302) eines Grundkörpers (102), der eine von einer Einströmöffnung axial durch den Grundkörper (102) verlaufende Durchgangsöffnung mit einem umlaufenden Vorsprung (112) aufweist, wobei zwischen der Einströmöffnung und dem umlaufenden Vorsprung (112) ein Sensorraum (106) ausgebildet wird;

Bereitstellen (304) eines Sensorträgers (105), der ein Sensorelement (104) aufweist und eines Befestigungselementes (120);

Einführen (306) des Sensorträgers (105) und des Befestigungselementes (120) in die Durchgangsöffnung, bis der Sensorträger (105) an dem Vorsprung (112) anliegt, wobei das Sensorelement (104) auf die Einströmöffnung ausgerichtet ist, und das Befestigungselement (120) auf einer der Einströmöffnung gegenüberliegenden Seite des Sensorträgers (105) angeordnet ist; und

Verbinden (308) des Befestigungselementes (120) mit dem Grundkörper (102).

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

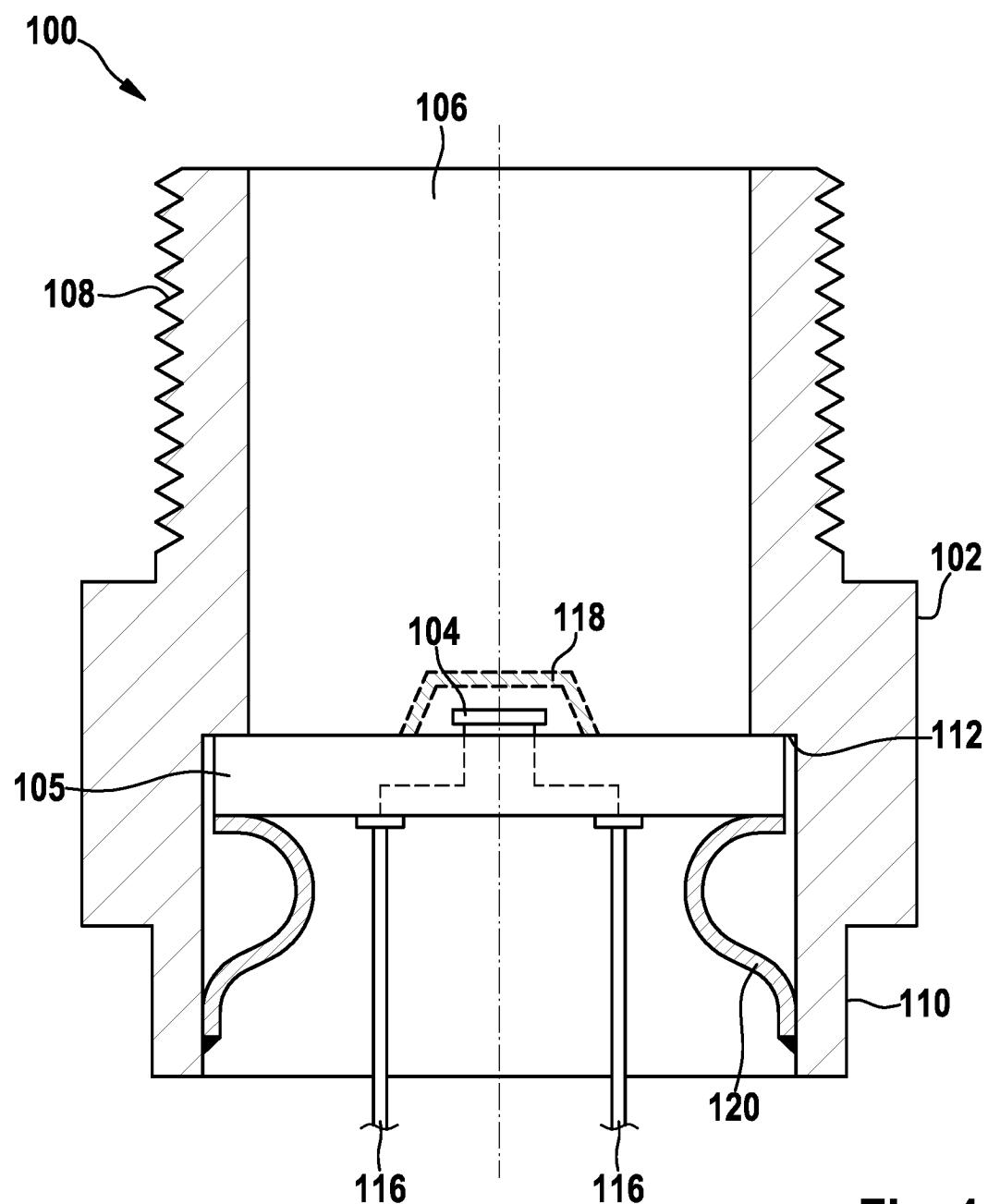
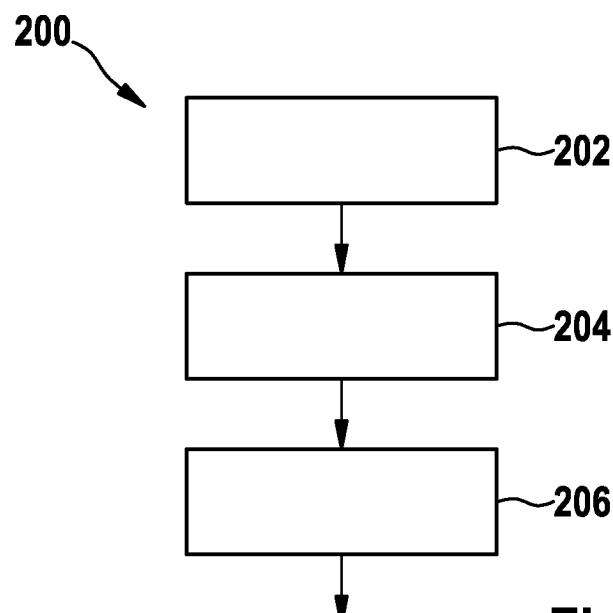
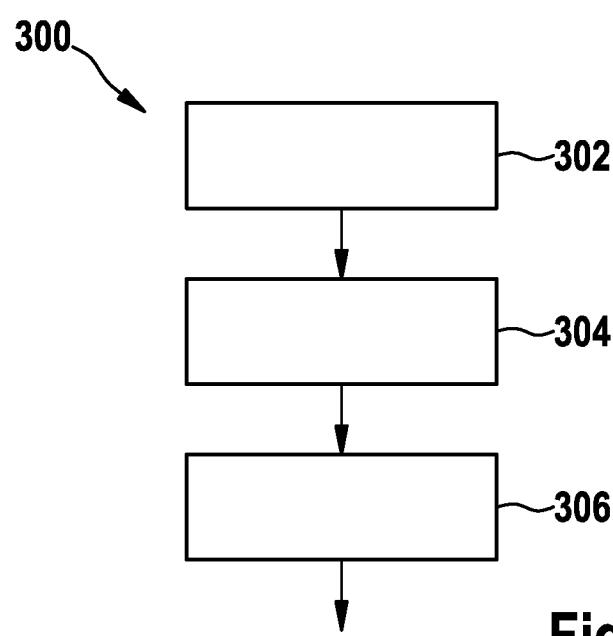


Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**

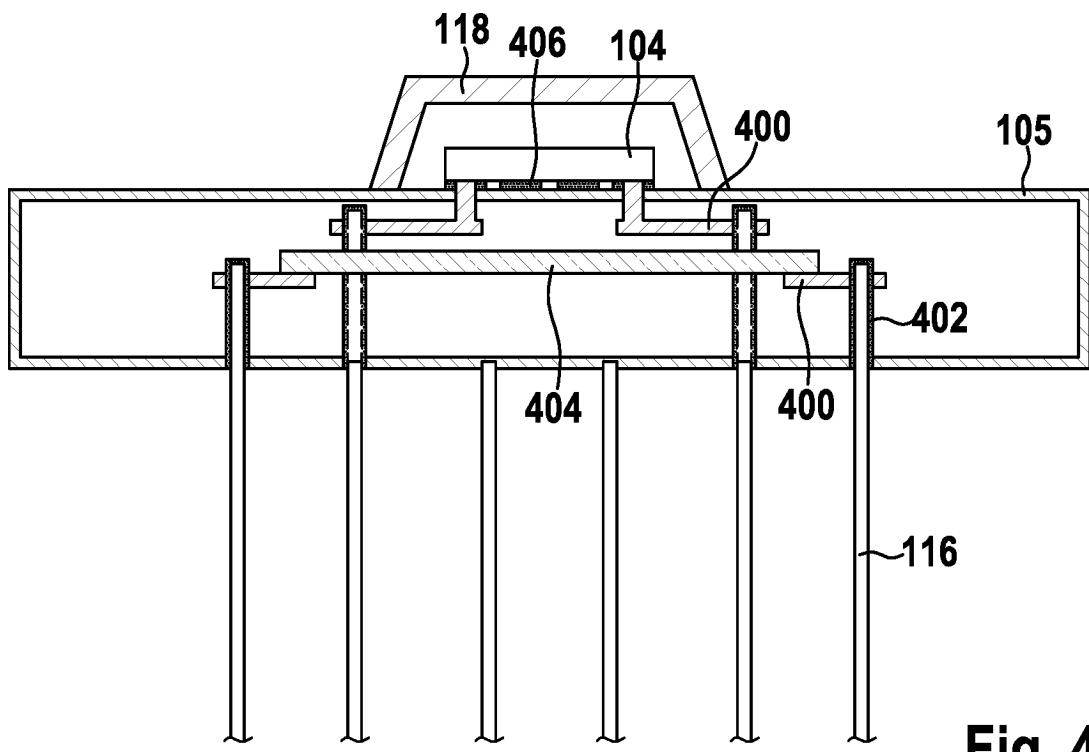


Fig. 4

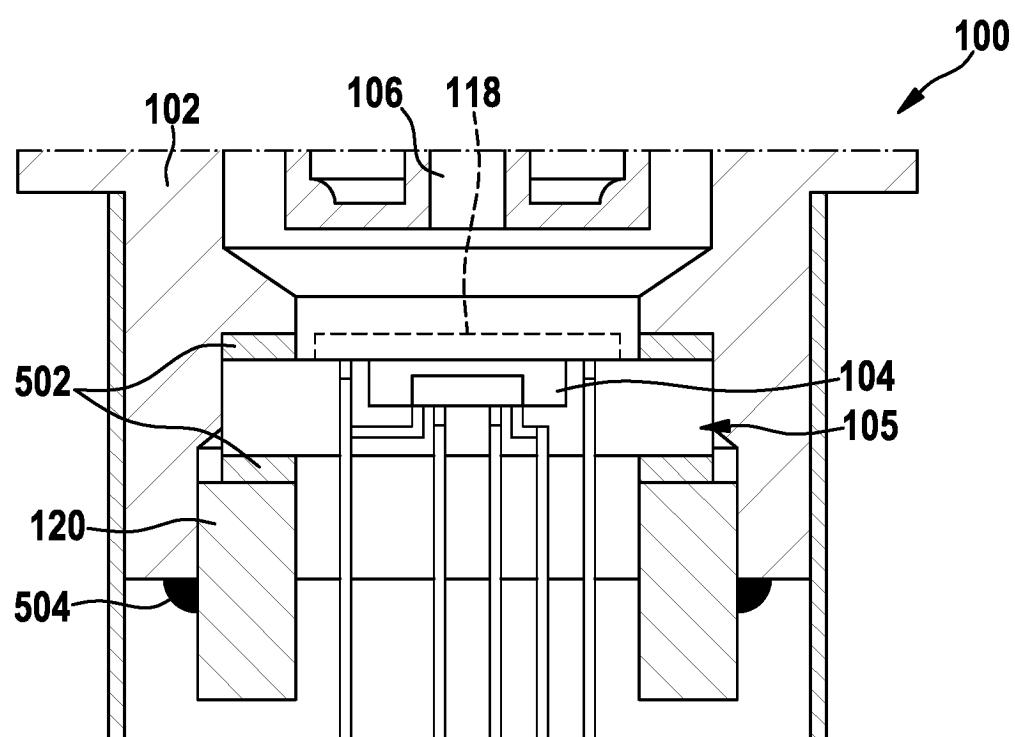
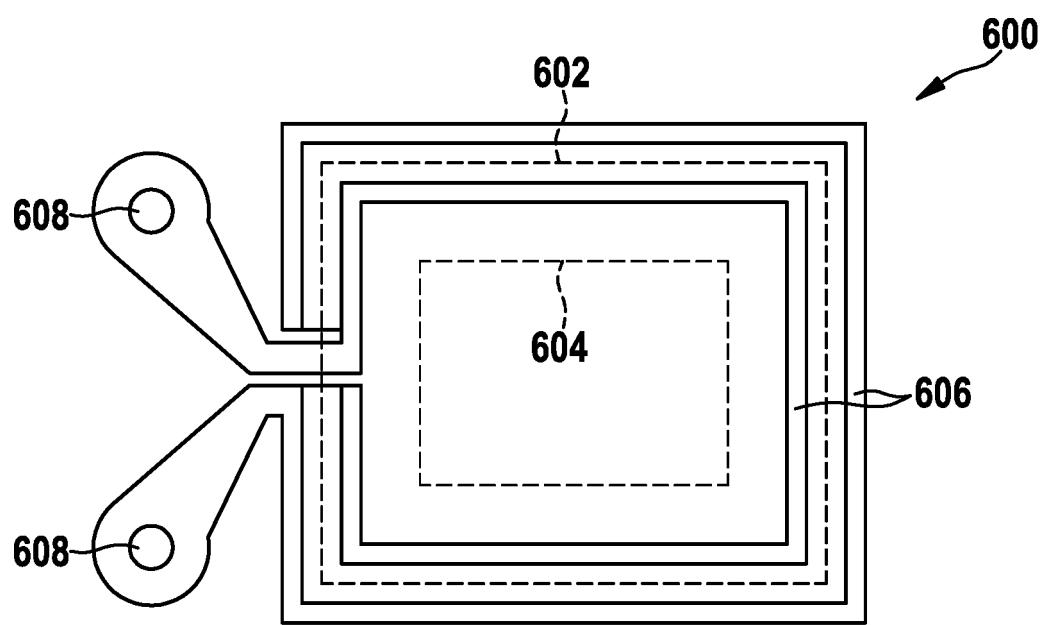


Fig. 5



**Fig. 6**

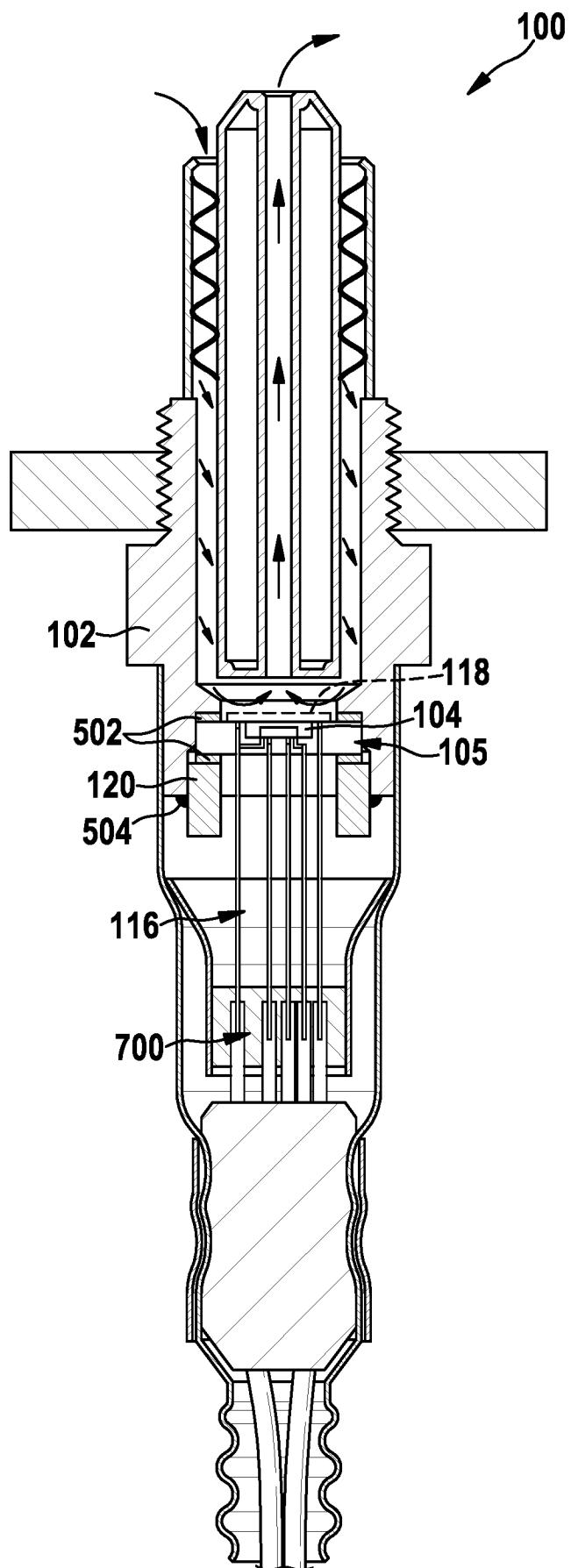


Fig. 7