

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
29. Juni 2017 (29.06.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/108256 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 27/407 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/077172
- (22) Internationales Anmeldedatum:
9. November 2016 (09.11.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 226 644.3
23. Dezember 2015 (23.12.2015) DE
- (71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder: **DEROMELAERE, Gaetan**; Pflugfelderstr. 7,
70806 Kornwestheim (DE). **PIWONSKI, Michael**; Am
Klingenbach 25, 70188 Stuttgart (DE). **SAHM, Thorsten**;
Hausweinberg 109, 71334 Waiblingen (DE). **RAFFELSTETTER, Peter**;
Sandweg 6/1, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE). **DIEHL, Lothar**;
Niedernbergweg 15, 74376 Gemmingen (DE). **LEHRE, Thilo**;
Reinsburgstr. 220, 70197 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SENSOR ELEMENT FOR DETECTING AT LEAST ONE PROPERTY OF A MEASURING GAS IN A MEASURING GAS CHAMBER

(54) Bezeichnung : SENSORELEMENT ZUR ERFASSUNG MINDESTENS EINER EIGENSCHAFT EINES MESSGASES IN EINEM MESSGASRAUM

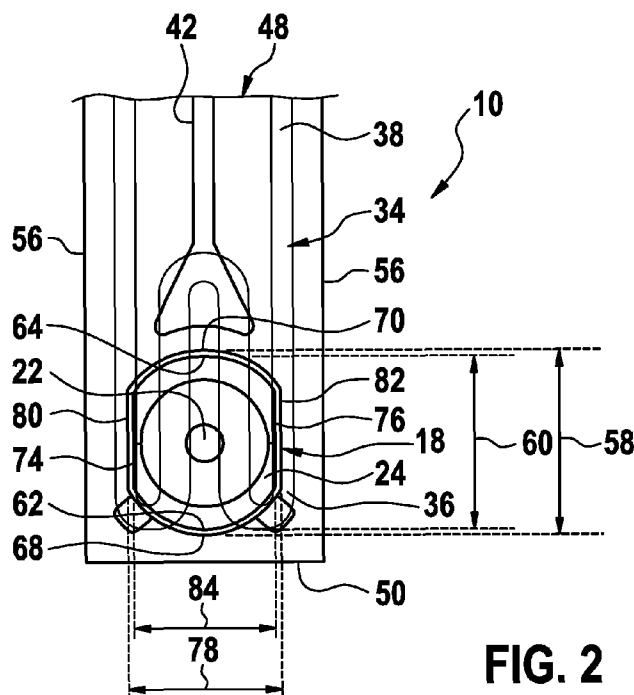


FIG. 2

(57) Abstract: The invention relates to a sensor element (10) for detecting at least one property of a measuring gas in a measuring gas chamber, in particular for detecting a proportion of the gas component in the measuring gas or a temperature of the measuring gas. The sensor element (10) comprises a ceramic layer structure (12) with at least one electrochemical cell, wherein the electrochemical cell has at least one first electrode (16), one second electrode (18), and at least one solid electrolyte (14) connecting the first electrode (16) and the second electrode (18). An electrode cavity (24) is formed in the layer structure (12). The second electrode (18) is arranged in the layer structure (12) such that the second electrode (18) faces the electrode cavity (24). The second electrode (18) has at least one first outer diameter (58) which is greater than a first outer diameter (60) of the electrode cavity (24).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Sensorelement (10) zur Erfassung mindestens einer Eigenschaft

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/108256 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

eines Messgases in einem Messgasraum, insbesondere zur Erfassung eines Anteils einer Gaskomponente in dem Messgas oder einer Temperatur des Messgases, vorgeschlagen. Das Sensorelement (10) umfasst einen keramischen Schichtaufbau (12) mit mindestens einer elektrochemischen Zelle, wobei die elektrochemische Zelle mindestens eine erste Elektrode (16), eine zweite Elektrode (18) und mindestens einen die erste Elektrode (16) und die zweite Elektrode (18) verbindenden Festelektrolyten (14) aufweist. In dem Schichtaufbau (12) ist ein Elektrodenhohlraum (24) ausgebildet. Die zweite Elektrode (18) ist so in dem Schichtaufbau (12) angeordnet, dass die zweite Elektrode (18) dem Elektrodenhohlraum (24) zuweist. Die zweite Elektrode (18) weist mindestens einen ersten Außendurchmesser (58) auf, der größer als ein erster Außendurchmesser (60) des Elektrodenhohlraums (24) ist.

5 Beschreibung

Titel

Sensorelement zur Erfassung mindestens einer Eigenschaft eines Messgases in einem Messgasraum

10

Stand der Technik

15

Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl von Sensorelementen und Verfahren zur Erfassung mindestens einer Eigenschaft eines Messgases in einem Messgasraum bekannt. Dabei kann es sich grundsätzlich um beliebige physikalische und/oder chemische Eigenschaften des Messgases handeln, wobei eine oder mehrere Eigenschaften erfasst werden können. Die Erfindung wird im Folgenden insbesondere unter Bezugnahme auf eine qualitative und/oder quantitative Erfassung eines Anteils einer Gaskomponente des Messgases beschrieben, insbesondere unter Bezugnahme auf eine Erfassung eines Sauerstoffanteils in dem Messgasteil. Der Sauerstoffanteil kann beispielsweise in Form eines Partialdrucks und/oder in Form eines Prozentsatzes erfasst werden. Alternativ oder zusätzlich sind jedoch auch andere Eigenschaften des Messgases erfassbar, wie beispielsweise die Temperatur.

25

Beispielsweise können derartige Sensorelemente als so genannte Lambdasonden ausgestaltet sein, wie sie beispielsweise aus Konrad Reif (Hrsg.): Sensoren im Kraftfahrzeug, 1. Auflage 2010, S. 160-165, bekannt sind. Mit Breitband-Lambdasonden, insbesondere mit planaren Breitband-Lambdasonden, kann beispielsweise die Sauerstoffkonzentration im Abgas in einem großen Bereich bestimmt und damit auf das Luft-Kraftstoff-Verhältnis im Brennraum geschlossen werden. Die Luftzahl λ beschreibt dieses Luft-Kraftstoff-Verhältnis.

35

Aus dem Stand der Technik sind insbesondere keramische Sensorelemente bekannt, welche auf der Verwendung von elektrolytischen Eigenschaften

bestimmter Festkörper basieren, also auf Ionen leitenden Eigenschaften dieser Festkörper. Insbesondere kann es sich bei diesen Festkörpern um keramische Festelektrolyte handeln, wie beispielsweise Zirkoniumdioxid (ZrO_2), insbesondere yttriumstabilisiertes Zirkoniumdioxid (YSZ) und scandiumdotiertes Zirkoniumdioxid (ScSZ), die geringe Zusätze an Aluminiumoxid (Al_2O_3) und/oder Siliziumoxid (SiO_2) enthalten können.

Trotz der Vorteile der aus dem Stand der Technik bekannten Sensorelemente beinhalten diese noch Verbesserungspotenzial. So werden zur Messung der Konzentration von Sauerstoff- und/oder Stickstoffen in Abgasen von Automobilen keramische Abgassensoren eingesetzt. Die keramischen Sensoren werden mit integrierten Heizern nach Motorstart innerhalb weniger Sekunden auf eine Betriebstemperatur von etwa 700 °C bis 800 °C erhitzt. Die Zeit bis zum Erreichen der Betriebstemperatur, die so genannte Fast-Light-Off-Zeit, hängt stark von der im Heizer umgesetzten Heizleistung ab. Außerdem sinkt die Fast-Light-Off-Zeit je lokaler die Heizenergie in der Nähe der Nernstelektroden eingebracht wird, da hier die Temperaturbestimmung über Innenwiderstandsmessung erfolgt. Die maximale Heizleistung, die im Heizer eingebracht werden kann, wird unter anderem durch die maximale Stromstärke der Endstufe im Motorsteuergerät, die maximal zulässige Temperatur im Heizer-Mäander ohne Materialschädigung und die maximal auftretenden thermomechanischen Spannungen aufgrund von Temperaturunterschieden innerhalb der Keramik ohne Rissbildung und Risswachstum limitiert. Die Funktion eines solchen Sensorelements bedingt einen inneren Elektrodenhohlraum. Dieser Hohlraum stellt eine Wärmebarriere dar, welche die Wärmeleitung zwischen Heizelement und äußerer Pumpelektrode hemmt. Die dem Heizelement zugewandte Hohlraumseite wird beim Aufheizen schneller heiß als die dem Heizelement abgewandte Seite. Dadurch entstehen besonders an der äußeren Hohlraumkante thermomechanische Spannungen, welche durch die Kerbwirkung der Hohlraumkante noch erhöht werden.

Offenbarung der Erfindung

Es wird daher ein Sensorelement zur Erfassung mindestens einer Eigenschaft eines Messgases in einem Messgasraum vorgeschlagen, welches die Nachteile

bekannter Sensorelemente zumindest weitgehend vermeidet und bei dem insbesondere ein besseres Aufheizverhalten vorliegt.

5 Ein erfindungsgemäßes Sensorelement zur Erfassung mindestens einer
Eigenschaft eines Messgases im Messgasraum, insbesondere zur Erfassung
eines Anteils einer Gaskomponente in dem Messgas oder einer Temperatur des
Messgases, umfasst einen keramischen Schichtaufbau mit mindestens einer
elektrochemischen Zelle. Die elektrochemische Zelle weist mindestens eine erste
Elektrode, eine zweite Elektrode und mindestens einen die erste Elektrode und
10 die zweite Elektrode verbindenden Festelektrolyten auf. In dem Schichtaufbau ist
ein Elektrodenhohlraum ausgebildet. Die zweite Elektrode ist dabei so in dem
Schichtaufbau angeordnet, dass die zweite Elektrode dem Elektrodenhohlraum
zuweist bzw. diesem ausgesetzt ist. Die zweite Elektrode weist mindestens einen
ersten Außendurchmesser auf, der größer als ein erster Außendurchmesser des
15 Elektrodenhohlraums ist.

Durch die Veränderung der Hohlraumgeometrie lässt sich ein den
Elektrodenhohlraum umgebender Dichtrahmen auf Höhe des
Elektrodenhohlraums verbreitern. Durch die Verbreiterung des Dichtrahmens
20 wird die Wärmeübertragungsfläche bei gegebener Gesamtbreite des
Sensorelements deutlich erhöht. Dies führt zu einer Absenkung des
Temperaturunterschieds zwischen Unterseite und Oberseite des Hohlraums und
damit zu verminderten thermomechanischen Spannungen. Die Reduzierung der
thermomechanischen Spannungen ermöglicht ein schnelleres Aufheizen mit
25 höheren Heizspannungen. Dadurch, dass der äußere Durchmesser der zweiten
Elektrode größer ist als der äußere Durchmesser des Elektrodenhohlraums ist,
wird eine Verfüllung der äußeren Hohlraumkante mit Platin erzielt, die die
Kerbspannung in diesem Bereich mindert und eine plastische Verformung vor
dem keramischen Riss erlaubt.

30 Der Elektrodenhohlraum kann ringförmig ausgebildet sein. Unter ringförmig ist
dabei eine in sich geschlossene Kontur zu verstehen, die nicht zwangsläufig
kreisringförmig sein muss. Der Elektrodenhohlraum weist mindestens zwei runde
Elektrodenhohlraumschnitte auf, die sich mit einem Mittelpunkt des
35 Elektrodenhohlraums dazwischen gegenüberliegen. Der erste
Außendurchmesser des Elektrodenhohlraums wird durch die zwei runden

Elektrodenhohlraumabschnitte definiert. Die zweite Elektrode kann ebenfalls ringförmig ausgebildet sein und mindestens zwei runde Elektrodenhohlraumabschnitte aufweisen, die sich mit einem Mittelpunkt der zweiten Elektrode dazwischen gegenüberliegen. Der erste Außendurchmesser der zweiten Elektrode kann durch die zwei runden Elektrodenabschnitte definiert sein. Die zwei runden Elektrodenhohlraumabschnitte und die zwei runden Elektrodenabschnitte können parallel zueinander angeordnet sein. Beispielsweise sind die jeweiligen Abschnitte parallel übereinander angeordnet. Die zwei runden Elektrodenhohlraumabschnitte können identische Radien aufweisen. Die zwei runden Elektrodenabschnitte können identische Radien aufweisen. Der Elektrodenhohlraum kann mindestens zwei gerade Elektrodenhohlraumabschnitte aufweisen, die sich mit einem Mittelpunkt des Elektrodenhohlraums dazwischen gegenüberliegen. Ein zweiter Außendurchmesser des Elektrodenhohlraums kann durch die zwei geraden Elektrodenhohlraumabschnitte definiert sein. Die zweite Elektrode kann mindestens zwei gerade Elektrodenabschnitte aufweisen, die sich mit einem Mittelpunkt der zweiten Elektrode dazwischen gegenüberliegen. Ein zweiter Außendurchmesser der zweiten Elektrode kann durch die zwei geraden Elektrodenabschnitte definiert sein. Der zweite Außendurchmesser der zweiten Elektrode kann größer als der zweite Außendurchmesser des Elektrodenhohlraums sein. Die zwei geraden Elektrodenhohlraumabschnitte und die zwei geraden Elektrodenabschnitte können parallel zueinander angeordnet sein. Der Schichtaufbau kann eine Anschlussseite, eine Stirnseite, eine Oberseite, eine Unterseite und zwei Seitenflächen aufweisen, wobei die Seitenflächen die Oberseite und die Unterseite verbinden. Die zwei geraden Elektrodenhohlraumabschnitte und die zwei geraden Elektrodenabschnitte können parallel zu den Seitenflächen angeordnet sein. Die zwei runden Elektrodenhohlraumabschnitte können unterschiedliche Radien aufweisen. Die zwei runden Elektrodenabschnitte können unterschiedliche Radien aufweisen. Der Elektrodenhohlraum kann mindestens zwei gerade Elektrodenhohlraumabschnitte aufweisen, die sich mit einem Mittelpunkt des Elektrodenhohlraums dazwischen gegenüberliegen. Ein zweiter Außendurchmesser des Elektrodenhohlraums kann durch die zwei geraden Elektrodenhohlraumabschnitte definiert sein. Die zweite Elektrode kann mindestens zwei gerade Elektrodenabschnitte aufweisen, die sich mit einem Mittelpunkt der zweiten Elektrode dazwischen gegenüberliegen. Die zwei

geraden Elektrodenhohlraumabschnitte und die zwei geraden Elektrodenabschnitte können parallel zueinander angeordnet sein. Ein zweiter Außendurchmesser der zweiten Elektrode kann durch die zwei geraden Elektrodenabschnitte definiert sein. Der zweite Außendurchmesser der zweiten Elektrode kann größer als der zweite Außendurchmesser des Elektrodenhohlraums sein. Der Schichtaufbau kann eine Anschlussseite, eine Stirnseite, eine Oberseite, eine Unterseite und zwei Seitenflächen aufweisen, wobei die Seitenflächen die Oberseite und die Unterseite verbinden. Ein erster runder Elektrodenhohlraumabschnitt kann der Stirnseite zugewandt sein und ein zweiter runder Elektrodenhohlraumabschnitt kann der Anschlussseite zugewandt sein. Der erste runde Elektrodenhohlraumabschnitt kann einen größeren Radius als der zweite Elektrodenhohlraumabschnitt aufweisen. Ein erster runder Elektrodenabschnitt kann der Stirnseite zugewandt sein und ein zweiter runder Elektrodenabschnitt kann der Anschlussseite zugewandt sein. Der erste runde Elektrodenabschnitt kann einen größeren Radius als der zweite Elektrodenabschnitt aufweisen.

Unter einem Schichtaufbau ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung allgemein ein Element zu verstehen, welches mindestens zwei übereinander angeordnete Schichten und/oder Schichtebenen aufweist. Die Schichten können dabei durch die Herstellung des Schichtaufbaus bedingt unterscheidbar und/oder aus unterschiedlichen Materialien und/oder Ausgangsstoffen hergestellt sein. Insbesondere kann der Schichtaufbau vollständig oder teilweise als keramischer Schichtaufbau ausgestaltet sein.

Unter einer Festelektrolytschicht ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Körper oder Gegenstand mit elektrolytischen Eigenschaften, also mit Ionen leitenden Eigenschaften, zu verstehen. Insbesondere kann es sich um einen keramischen Festelektrolyten handeln. Dies umfasst auch das Rohmaterial eines Festelektrolyten und daher die Ausbildung als so genannter Grünling oder Braunling, die erst nach einem Sintern zu einem Festelektrolyten wird. Insbesondere kann der Festelektrolyt als Festelektrolytschicht oder aus mehreren Festelektrolytschichten ausgebildet sei. Unter einer Schicht ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine einheitliche Masse in flächenhafter Ausdehnung einer gewissen Höhe zu verstehen, die über, unter oder zwischen anderen Elementen liegt.

5 Unter einer Elektrode ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung allgemein ein Element zu verstehen, welches in der Lage ist, den Festelektrolyten derart zu kontaktieren, dass durch den Festelektrolyten und die Elektrode ein Strom aufrechterhalten werden kann. Dementsprechend kann die Elektrode ein Element umfassen, an welchem die Ionen in den Festelektrolyten eingebaut und/oder aus dem Festelektrolyten ausgebaut werden können. Typischerweise umfassen die Elektroden eine Edelmetallelektrode, welche beispielsweise als Metall-Keramik-Elektrode auf dem Festelektrolyten aufgebracht sein kann oder 10 auf andere Weise mit dem Festelektrolyten in Verbindung stehen kann. Typische Elektrodenmaterialien sind Platin-Cermet-Elektroden. Auch andere Edelmetalle, wie beispielsweise Gold oder Palladium, sind jedoch grundsätzlich einsetzbar.

15 Unter einem Heizelement ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Element zu verstehen, das zum Erwärmen des Festelektrolyten und der Elektroden auf mindestens ihre Funktionstemperatur und vorzugsweise auf ihre Betriebstemperatur dient. Die Funktionstemperatur ist diejenige Temperatur, ab der der Festelektrolyt für Ionen leitend wird und ungefähr 350 °C beträgt. Davon ist die Betriebstemperatur zu unterscheiden, die diejenige Temperatur ist, bei der 20 das Sensorelement üblicherweise betrieben wird und die höher ist als die Funktionstemperatur. Die Betriebstemperatur kann beispielsweise von 700 °C bis 950 °C sein. Das Heizelement kann einen Heizbereich und mindestens eine Zuleitungsbahn umfassen. Unter einem Heizbereich ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung der Bereich des Heizelements zu verstehen, der in dem Schichtaufbau entlang einer zu der Oberfläche des Sensorelements senkrechten 25 Richtung mit einer Elektrode überlappt. Üblicherweise erwärmt sich der Heizbereich während des Betriebs stärker als die Zuleitungsbahn, so dass diese unterscheidbar sind. Die unterschiedliche Erwärmung kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass der Heizbereich einen höheren elektrischen Widerstand aufweist als die Zuleitungsbahn. Der Heizbereich und/oder die 30 Zuleitung sind beispielsweise als elektrische Widerstandsbahn ausgebildet und erwärmen sich durch Anlegen einer elektrischen Spannung. Das Heizelement kann beispielsweise aus einem Platin-Cermet hergestellt sein.

Unter einer Dicke eines Bauteils oder Elements ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Abmessung in der Richtung des Schichtaufbaus und somit senkrecht zu den einzelnen Schichtebenen des Schichtaufbaus zu verstehen.

5 Unter einer elektrochemischen Zelle ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Element zu verstehen, das ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Pumpzelle und Nernstzelle.

10 Unter einem Außendurchmesser einer Elektrode und eines Elektrodenhohlraums ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine äußere Abmessung der Elektrode und des Elektrodenhohlraums senkrecht zu einer Erstreckungsrichtung des Gaszutrittslochs zu verstehen. Diese Abmessung wird somit parallel zu den Schichten des Schichtaufbaus bestimmt.

15 Ein Grundgedanke der vorliegenden Erfindung ist im Vergleich zu herkömmlichen Sensorelementen die Verkleinerung des Elektrodenhohlraums, so dass sich der Dichtrahmenbereich vergrößern lässt. Durch die Verbreiterung des Dichtrahmens wird die Wärmeübertragungsfläche bei gegebener Gesamtbreite des Sensorelements vergrößert. Dies führt zu einer Absenkung
20 des Temperaturunterschieds zwischen Unterseite und Oberseite des Elektrodenhohlraums und damit zu verminderten thermomechanischen Spannungen. Die Reduzierung der thermomechanischen Spannungen ermöglicht ein schnelles Aufheizen mit höheren Heizspannungen.

25 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere optionale Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele, welche in den Figuren schematisch dargestellt sind.

30

Es zeigen:

Figur 1 eine Explosionsdarstellung eines Sensorelements,

35 Figur 2 eine Längsschnittansicht eines erfindungsgemäßen Sensorelements gemäß einer ersten Ausführungsform und

Figur 3 eine Längsschnittansicht eines erfindungsgemäßen
Sensorelements gemäß einer zweiten Ausführungsform.

5 Ausführungsformen der Erfindung

Das in Fig. 1 dargestellte Sensorelement 10 kann zum Nachweis von physikalischen und/oder chemischen Eigenschaften eines Messgases verwendet werden, wobei eine oder mehrere Eigenschaften erfasst werden können. Die
10 Erfindung wird im Folgenden insbesondere unter Bezugnahme auf eine qualitative und/oder quantitative Erfassung einer Gaskomponente des Messgases beschrieben, insbesondere unter Bezugnahme auf eine Erfassung eines Sauerstoffanteils in dem Messgas. Der Sauerstoffanteil kann
15 beispielsweise in Form eines Partialdrucks und/oder in Form eines Prozentsatzes erfasst werden. Grundsätzlich sind jedoch auch andere Arten von Gaskomponenten erfassbar, wie beispielsweise Stickoxide, Kohlenwasserstoffe und/oder Wasserstoff. Alternativ oder zusätzlich sind jedoch auch andere Eigenschaften des Messgases erfassbar. Die Erfindung ist insbesondere im Bereich der Kraftfahrzeugtechnik einsetzbar, so dass es sich bei dem
20 Messgasraum insbesondere um einen Abgastrakt einer Brennkraftmaschine handeln kann, bei dem Messgas insbesondere um ein Abgas.

Das Sensorelement 10 weist einen keramischen Schichtaufbau 12 auf, welcher einen Festelektrolyten 14 und mindestens zwei Elektroden 16, 18 umfasst. Der
25 Festelektrolyt 14 kann aus mehreren keramischen Schichten in Form von Festelektrolytschichten zusammengesetzt sein oder mehrere Festelektrolytschichten umfassen. Beispielsweise umfasst der Festelektrolyt 14 eine Pumpfolie oder Pumpschicht 14a, eine Zwischenfolie oder Zwischenschicht 14b und eine Heizfolie bzw. Heizschicht 14c, die übereinander bzw.
30 untereinander angeordnet sind und auf die nachstehend noch ausführlicher eingegangen wird. Die Elektroden 16, 18 werden auch als erste Elektrode 16 und zweite Elektrode 18 bezeichnet, ohne jedoch eine Gewichtung ihrer Bedeutung anzugeben, sondern lediglich, um diese begrifflich zu unterscheiden. Die erste Elektrode 16 und die zweite Elektrode 18 sind durch den Festelektrolyten 14 und
35 insbesondere die Pumpschicht 14a miteinander verbunden, insbesondere elektrisch verbunden.

Das Sensorelement 10 weist ferner einen Gaszutrittsweg 20 auf. Der Gaszutrittsweg 20 weist ein Gaszutrittsloch 22 auf, das sich von einer Oberfläche 23 des Festelektrolyten 14 ins Innere des Schichtaufbaus 12 erstreckt. In dem

5 Festelektrolyten 14 kann ein Elektrodenhohlraum 24 vorgesehen sein, der das Gaszutrittsloch 22 umgibt, beispielsweise ringförmig oder rechteckig. Der Elektrodenhohlraum 24 ist Teil des Gaszutrittswegs 20 und kann über das Gaszutrittsloch 22 mit dem Messgasraum in Verbindung stehen. Beispielsweise erstreckt sich das Gaszutrittsloch 22 als zylindrisches Sackloch senkrecht zu der

10 Oberfläche 23 des Festelektrolyten 14 in das Innere des Schichtaufbaus 12. Insbesondere ist der Elektrodenhohlraum 24 im Wesentlichen ringförmig oder rechteckig ausgebildet und von drei Seiten von dem Festelektrolyten 14 begrenzt. Zwischen dem Gaszutrittsloch 22 und dem Elektrodenhohlraum 24 ist ein Kanal 26 angeordnet, welcher ebenfalls Bestandteil des Gaszutrittswegs 20

15 ist. In diesem Kanal 26 ist eine Diffusionsbarriere 28 angeordnet, welche ein Nachströmen von Gas aus dem Messgasraum in den Elektrodenhohlraum 24 vermindert oder sogar verhindert und lediglich eine Diffusion ermöglicht. Der Elektrodenhohlraum 24 ist dem Festelektrolyten 14 sowie von einem Dichtrahmen 29 begrenzt. Der Dichtrahmen 29 kann grundsätzlich aus dem

20 gleichen Material wie der Festelektrolyt 14 hergestellt sein.

Der Schichtaufbau 12 umfasst ferner eine elektrochemische Zelle in Form einer Pumpzelle 30. Über diese Diffusionsbarriere 28 lässt sich ein Grenzstrom der Pumpzelle 30 einstellen. Die Pumpzelle 30 umfasst die auf der Oberfläche 23

25 des Festelektrolyten 14 angeordnete erste Elektrode 16, die das Gaszutrittsloch 22 ringförmig umgeben kann und von dem Messgasraum beispielsweise durch eine gasdurchlässige Schutzschicht 32 getrennt sein kann. Ferner umfasst die Pumpzelle 30 die zweite Elektrode 18, die in dem Elektrodenhohlraum 24 angeordnet ist. Die zweite Elektrode 18 kann ebenfalls ringförmig ausgestaltet

30 sein und rotationssymmetrisch um das Gaszutrittsloch 22 angeordnet sein. Beispielsweise sind die erste Elektrode 16 und die zweite Elektrode 18 koaxial zu dem Gaszutrittsloch 22 angeordnet. Der oben genannte Grenzstrom stellt somit einen Stromfluss zwischen der ersten Elektrode 16 und der zweiten Elektrode 18 über den Festelektrolyten 14 dar. In der Verlängerung der Erstreckungsrichtung

35 des Gaszutrittslochs ist ein Heizelement 34 in dem Schichtaufbau 12 angeordnet. Das Heizelement 34 weist einen Heizbereich 36 und elektrische

Zuleitungsbahnen 38 auf. Der Heizbereich 36 ist beispielsweise mäanderförmig ausgebildet. Das Heizelement 34 ist zwischen der Zwischenschicht 14b und der Heizschicht 14c angeordnet. Es wird ausdrücklich erwähnt, dass das Heizelement 34 beidseitig von einer dünnen Schicht aus einem elektrisch isolierenden Material, wie beispielsweise Aluminiumoxid, umgeben ist, auch wenn dies in den Figuren nicht näher dargestellt ist. Mit anderen Worten ist zwischen der Zwischenschicht 14b und dem Heizelement 34 sowie zwischen dem Heizelement 34 und der Heizschicht 14c die dünne Schicht aus dem elektrischen isolierenden Material angeordnet. Da eine derartige Schicht beispielsweise aus dem oben genannten Stand der Technik bekannt ist, wird diese nicht näher beschrieben. Für weitere Details bezüglich der Schicht aus dem elektrisch isolierenden Material wird daher auf den oben genannten Stand der Technik, verwiesen, dessen Inhalt betreffend die Schicht aus dem elektrischen Material durch Verweis herein eingeschlossen ist.

Ferner kann der Schichtaufbau 12 eine dritte Elektrode 40, eine vierte Elektrode 42 und einen Referenzgaskanal 44 umfassen. Der Referenzgaskanal 44 kann sich senkrecht zu einer Erstreckungsrichtung des Gaszutrittslochs 22 in das Innere des Festelektrolyten 14 erstrecken. Wie oben erwähnt, ist das Gaszutrittsloch 22 zylindrisch ausgebildet, so dass die Erstreckungsrichtung des Gaszutrittslochs 22 parallel zu einer Zylinderachse des Gaszutrittslochs 22 verläuft. In diesem Fall erstreckt sich der Referenzgaskanal 44 senkrecht zu der Zylinderachse des Gaszutrittslochs 22. Der Referenzgaskanal 44 kann sich beispielsweise parallel zu dem Kanal 26 erstrecken. Es wird ausdrücklich erwähnt, dass der Referenzgaskanal 44 auch in einer gedachten Verlängerung des Gaszutrittslochs 22 und somit weiter im Inneren des Festelektrolyten 14 angeordnet sein kann. Der Referenzgaskanal 44 muss nicht als makroskopischer Referenzgaskanal 44 ausgebildet sein. Beispielsweise kann der Referenzgaskanal 44 als so genannte gepumpte Referenz ausgeführt sein, das heißt als künstliche Referenz.

Die dritte Elektrode kann in dem Elektrodenhohlraum 24 angeordnet sein. Beispielsweise liegt die dritte Elektrode 40 der zweiten Elektrode 18 gegenüber. Die vierte Elektrode 42 kann in dem Referenzgaskanal 44 angeordnet sein. Die dritte Elektrode 40, die vierte Elektrode 42 und der Teil des Festelektrolyten 14 zwischen der dritten Elektrode 40 und der vierten Elektrode 42 bilden eine

elektrochemische Zelle, wie beispielsweise eine Nernstzelle 46. Mittels der Pumpzelle 30 kann beispielsweise ein Pumpstrom durch die Pumpzelle 30 derart eingestellt werden, dass in dem Elektrodenhohlraum 24 die Bedingung $\lambda = 1$ oder eine andere bekannte Zusammensetzung herrscht. Diese
5 Zusammensetzung wird wiederum von der Nernstzelle erfasst, indem eine Nernstspannung zwischen der dritten Elektrode und der vierten Elektrode gemessen wird. Da in dem Referenzgaskanal 44 eine bekannte Gaszusammensetzung vorliegt bzw. diese einem Sauerstoffüberschuss ausgesetzt ist, kann anhand der gemessenen Spannung auf die
10 Zusammensetzung in dem Elektrodenhohlraum 24 geschlossen werden.

Der so ausgebildete Schichtaufbau weist eine Anschlussseite 48, eine Stirnseite 50, eine Oberseite 52, eine Unterseite 54 und zwei Seitenflächen 56 auf, die die Oberseite 52 und die Unterseite 54 verbinden.

15

Fig. 2 zeigt eine Längsschnittansicht eines Sensorelements 10 gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Angedeutet ist dabei die Lage des Heizelements 34, des Elektrodenhohlraums 24, der zweiten Elektrode 18 und der vierten Elektrode 42. Die zweite Elektrode 18 weist mindestens einen ersten Außendurchmesser 58 auf, der größer als ein erster Außendurchmesser 60 des Elektrodenhohlraums 24 ist. Der Elektrodenhohlraum 24 ist ringförmig ausgebildet und weist mindestens zwei runde Elektrodenhohlraumabschnitte 62, 64 auf, die nachstehend als erster runder Elektrodenhohlraumabschnitt 62 und zweiter runder Elektrodenhohlraumabschnitt 64 bezeichnet werden. Die zwei
20 runden Elektrodenhohlraumabschnitte 62, 64 liegen sich mit einem Mittelpunkt 66 des Elektrodenhohlraums 24 dazwischen gegenüber. Der erste Außendurchmesser 60 des Elektrodenhohlraums 24 ist durch die zwei runden Elektrodenhohlraumabschnitte 62, 64 definiert. Die zweite Elektrode 18 ist ebenfalls ringförmig ausgebildet und weist mindestens zwei runde
25 Elektrodenabschnitte 68, 70 auf, die nachstehend als erster runder Elektrodenabschnitt 68 und zweiter runder Elektrodenabschnitt 70 bezeichnet werden. Die zwei runden Elektrodenabschnitte 68, 70 liegen sich mit einem Mittelpunkt 72 der zweiten Elektrode 18 dazwischen gegenüber. Der erste Außendurchmesser 58 der zweiten Elektrode 18 ist durch die zwei runden
30 Elektrodenabschnitte 68, 70 definiert. Die zwei runden Elektrodenhohlraumabschnitte 62, 64 und die zwei runden Elektrodenabschnitte

35

68, 70 sind dabei bezogen auf die Draufsicht parallel zueinander angeordnet. Die zwei runden Elektrodenhohlraumabschnitte 62, 64 und die zwei ersten runden Elektrodenabschnitte 68, 70 weisen jeweils identische Radien auf. Der erste Außendurchmesser 58 der zweiten Elektrode 18 ist beispielsweise 4000 μm und der erste Außendurchmesser 60 des Elektrodenhohlraums 24 ist beispielsweise 3800 μm . Dies macht deutlich, dass der Elektrodenhohlraum 24 kleiner als bei herkömmlichen Sensorelementen mit kreisringförmiger Ausbildung sowohl des Elektrodenhohlraums als auch der darin angeordneten Elektrode ausgeführt ist. So ist der Außendurchmesser des Elektrodenhohlraums bei herkömmlichen Sensorelementen 10 üblicherweise 4000 μm .

Wie weiter aus Fig. 2 zu erkennen ist, weist der Elektrodenhohlraum 24 mindestens zwei gerade Elektrodenhohlraumabschnitte 74, 76 auf, die sich mit dem Mittelpunkt 66 des Elektrodenhohlraums 24 dazwischen gegenüber liegen. Die zwei geraden Elektrodenhohlraumabschnitte 74, 76 definieren einen zweiten Außendurchmesser 78 des Elektrodenhohlraums 24. Die zweite Elektrode 18 weist ebenfalls mindestens zwei gerade Elektrodenabschnitte 80, 82 auf, die sich mit dem Mittelpunkt 72 der zweiten Elektrode 18 gegenüberliegen. Die zwei geraden Elektrodenabschnitte 80, 82 definieren einen zweiten Außendurchmesser 84 der zweiten Elektrode 18. Der zweite Außendurchmesser 84 der zweiten Elektrode 18 ist größer als der zweite Außendurchmesser 78 des Elektrodenhohlraums 24. Die zwei geraden Elektrodenhohlraumabschnitte 74, 76 sowie die zwei geraden Elektrodenabschnitte 80, 82 sind parallel zueinander angeordnet. Insbesondere sind die zwei geraden Elektrodenhohlraumabschnitte 74, 76 sowie die geraden Elektrodenabschnitte 80, 82 parallel zu den Seitenflächen 56 angeordnet. Durch die Verkleinerung des Elektrodenhohlraums 24 und das Vorsehen der zwei geraden Elektrodenhohlraumabschnitte 74, 76 parallel zu den Seitenflächen 56 bei dem erfindungsgemäßen Sensorelement 10 kann die Breite des Dichtrahmens 29 vergrößert werden. Die Breite des Dichtrahmens 29 ist eine Abmessung senkrecht zu den Seitenflächen 56. Die zweite Elektrode 18 ist dabei bedingt durch die Vergrößerung des Außendurchmessers teilweise auf oder an dem Dichtrahmen 29 angeordnet.

Fig. 3 zeigt eine Längsschnittansicht eines Sensorelements 10 gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Nachstehend werden lediglich die Unterschiede zu der vorhergehenden Ausführungsform beschrieben

und gleiche Bauteile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die zwei runden Elektrodenhohlraumabschnitte 62, 64 weisen unterschiedliche Radien auf. Analog weisen die zwei runden Elektrodenabschnitte 68, 70 unterschiedliche Radien auf. So weist der erste runde Elektrodenhohlraumabschnitt 62, der der Stirnseite 50 zugewandt ist, einen größeren Radius als der zweite runde Elektrodenabschnitt 64, der der Anschlussseite 48 zugewandt ist, auf.

5 Beispielsweise weist der erste runde Elektrodenhohlraumabschnitt 62 einen Radius von 1900 μm auf, wohingegen der zweite runde Elektrodenhohlraumabschnitt 64 einen Radius von 1600 μm aufweist. Analog

10 weist der erste runde Elektrodenabschnitt 68, der der Stirnseite 50 zugewandt ist, einen größeren Radius auf als der zweite runde Elektrodenabschnitt 70, der der Anschlussseite 48 zugewandt ist. Beispielsweise weist der erste runde Elektrodenabschnitt 68 einen Radius von 2000 μm auf, wohingegen der zweite runde Elektrodenabschnitt 70 einen Radius von 1700 μm aufweist. Die geraden Elektrodenhohlraumabschnitte 74, 76 sind nicht parallel zueinander. Analog sind

15 die geraden Elektrodenabschnitte 80, 82 nicht parallel zueinander. Allerdings sind wiederum die geraden Elektrodenhohlraumabschnitte 74, 76 und die geraden Elektrodenabschnitte 80, 82 parallel zueinander. Mit anderen Worten sind der gerade Elektrodenhohlraumabschnitt 74 und der gerade

20 Elektrodenabschnitt 80 parallel zueinander. Außerdem sind der gerade Elektrodenhohlraumabschnitt 76 und der gerade Elektrodenabschnitt 82 parallel zueinander. Auch hier ist der zweite Außendurchmesser 84 der zweiten Elektrode 18 größer als der zweite Außendurchmesser 78 des Elektrodenhohlraums 24. Die zweiten Außendurchmesser 78, 84 können dabei

25 jeweils ein über die Länge der geraden Elektrodenhohlraumabschnitte 74, 76 bzw. geraden Elektrodenabschnitte 80, 82 gemittelter Außendurchmesser senkrecht zu den Seitenflächen 56 sein.

5 Ansprüche

1. Sensorelement (10) zur Erfassung mindestens einer Eigenschaft eines Messgases in einem Messgasraum, insbesondere zur Erfassung eines Anteils einer Gaskomponente in dem Messgas oder einer Temperatur des Messgases, umfassend einen keramischen Schichtaufbau (12) mit mindestens einer elektrochemischen Zelle, wobei die elektrochemische Zelle mindestens eine erste Elektrode (16), eine zweite Elektrode (18) und mindestens einen die erste Elektrode (16) und die zweite Elektrode (18) verbindenden Festelektrolyten (14) aufweist, wobei in dem Schichtaufbau (12) ein Elektrodenhohlraum (24) ausgebildet ist, wobei die zweite Elektrode (18) so in dem Schichtaufbau (12) angeordnet ist, dass die zweite Elektrode (18) dem Elektrodenhohlraum (24) zuweist, wobei die zweite Elektrode (18) mindestens einen ersten Außendurchmesser (58) aufweist, der größer als ein erster Außendurchmesser (60) des Elektrodenhohlraums (24) ist.
2. Sensorelement (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Elektrodenhohlraum (24) ringförmig ausgebildet ist und mindestens zwei runde Elektrodenhohlraumabschnitte (62, 64) aufweist, die sich mit einem Mittelpunkt des Elektrodenhohlraums (66) dazwischen gegenüberliegen, wobei der erste Außendurchmesser des Elektrodenhohlraums (60) durch die zwei runden Elektrodenhohlraumabschnitte (62, 64) definiert ist, wobei die zweite Elektrode (18) ringförmig ausgebildet ist und mindestens zwei runde Elektrodenabschnitte (68, 70) aufweist, die sich mit einem Mittelpunkt der zweiten Elektrode (72) dazwischen gegenüberliegen, wobei der erste Außendurchmesser (58) der zweiten Elektrode (18) durch die zwei runden Elektrodenabschnitte (68, 70) definiert ist.
3. Sensorelement (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die zwei runden Elektrodenhohlraumabschnitte (62, 64) und die zwei runden Elektrodenabschnitte (68, 70) parallel zueinander angeordnet sind.

4. Sensorelement (10) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei die zwei runden Elektrodenhohlraumabschnitte (62, 64) identische Radien aufweisen, wobei die zwei runden Elektrodenabschnitte (68, 70) identische Radien aufweisen.
- 5
5. Sensorelement (10) nach einem der drei vorhergehenden Ansprüche, wobei der Elektrodenhohlraum (24) mindestens zwei gerade Elektrodenhohlraumabschnitte (74, 76) aufweist, die sich mit einem Mittelpunkt des Elektrodenhohlraums (66) dazwischen gegenüberliegen, wobei ein zweiter Außendurchmesser (78) des Elektrodenhohlraums (24) durch die zwei geraden Elektrodenhohlraumabschnitte (74, 76) definiert ist, wobei die zweite Elektrode (18) mindestens zwei gerade Elektrodenabschnitte (80, 82) aufweist, die sich mit einem Mittelpunkt der zweiten Elektrode (72) dazwischen gegenüberliegen, wobei ein zweiter Außendurchmesser (84) der zweiten Elektrode (18) durch die zwei geraden Elektrodenabschnitte (80, 82) definiert ist, wobei der zweite Außendurchmesser (84) der zweiten Elektrode (18) größer als der zweite Außendurchmesser (78) des Elektrodenhohlraums (24) ist.
- 10
- 15
- 20
6. Sensorelement (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die zwei geraden Elektrodenhohlraumabschnitte (74, 76) und die zwei geraden Elektrodenabschnitte (80, 82) parallel zueinander angeordnet sind.
- 25
7. Sensorelement (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Schichtaufbau (12) eine Anschlussseite (48), eine Stirnseite (50), eine Oberseite (52), eine Unterseite (54) und zwei Seitenflächen (56) aufweist, wobei die Seitenflächen (56) die Oberseite (52) und die Unterseite (54) verbinden, wobei die zwei geraden Elektrodenhohlraumabschnitte (74, 76) und die zwei geraden Elektrodenabschnitte (80, 82) parallel zu den
- 30
8. Sensorelement (10) nach Anspruch 2, wobei die zwei runden Elektrodenhohlraumabschnitte (62, 64) unterschiedliche Radien aufweisen, wobei die zwei runden Elektrodenabschnitte (68, 70) unterschiedliche Radien aufweisen.
- 35

9. Sensorelement (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Elektrodenhohlraum (24) mindestens zwei gerade Elektrodenhohlraumabschnitte (74, 76) aufweist, die sich mit einem Mittelpunkt des Elektrodenhohlraums (66) dazwischen gegenüberliegen, wobei ein zweiter Außendurchmesser des Elektrodenhohlraums (78) durch die zwei geraden Elektrodenhohlraumabschnitte (74, 76) definiert ist, wobei die zweite Elektrode (18) mindestens zwei gerade Elektrodenabschnitte (80, 82) aufweist, die sich mit einem Mittelpunkt der zweiten Elektrode (72) dazwischen gegenüberliegen, wobei die zwei geraden Elektrodenhohlraumabschnitte (74, 76) und die zwei geraden Elektrodenabschnitte (80, 82) parallel zueinander angeordnet sind, wobei ein zweiter Außendurchmesser (84) der zweiten Elektrode (18) durch die zwei geraden Elektrodenabschnitte (80, 82) definiert ist, wobei der zweite Außendurchmesser (84) der zweiten Elektrode (18) größer als der zweite Außendurchmesser des Elektrodenhohlraums (78) ist.
10. Sensorelement (10) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schichtaufbau (12) eine Anschlussseite (48), eine Stirnseite (50), eine Oberseite (52), eine Unterseite (54) und zwei Seitenflächen (56) aufweist, wobei die Seitenflächen (56) die Oberseite (52) und die Unterseite (54) verbinden, wobei ein erster runder Elektrodenhohlraumabschnitt (62) der Stirnseite (50) zugewandt ist und ein zweiter runder Elektrodenhohlraumabschnitt (64) der Anschlussseite (48) zugewandt ist, wobei der erste runde Elektrodenhohlraumabschnitt (62) einen größeren Radius als der zweite Elektrodenhohlraumabschnitt (64) aufweist, wobei ein erster runder Elektrodenabschnitt (68) der Stirnseite (50) zugewandt ist und ein zweiter runder Elektrodenabschnitt (70) der Anschlussseite (48) zugewandt ist, wobei der erste runde Elektrodenabschnitt (68) einen größeren Radius als der zweite Elektrodenabschnitt (70) aufweist.

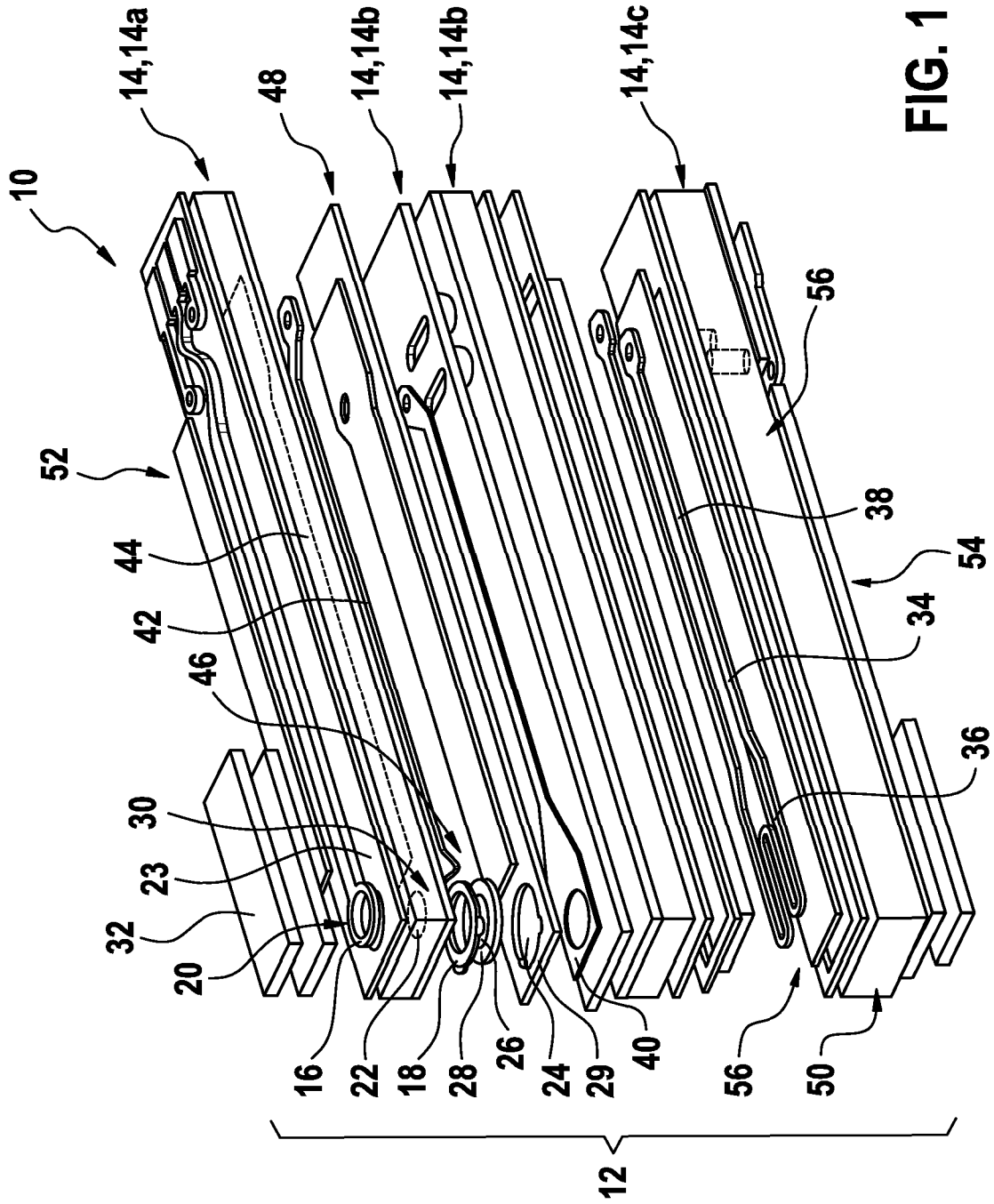


FIG. 1

2 / 2

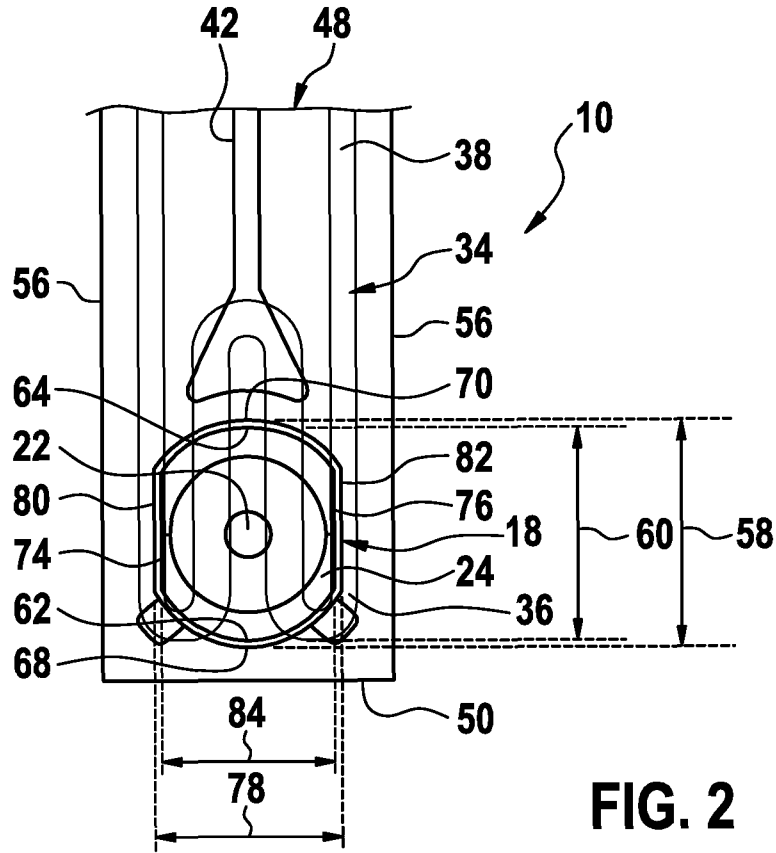


FIG. 2

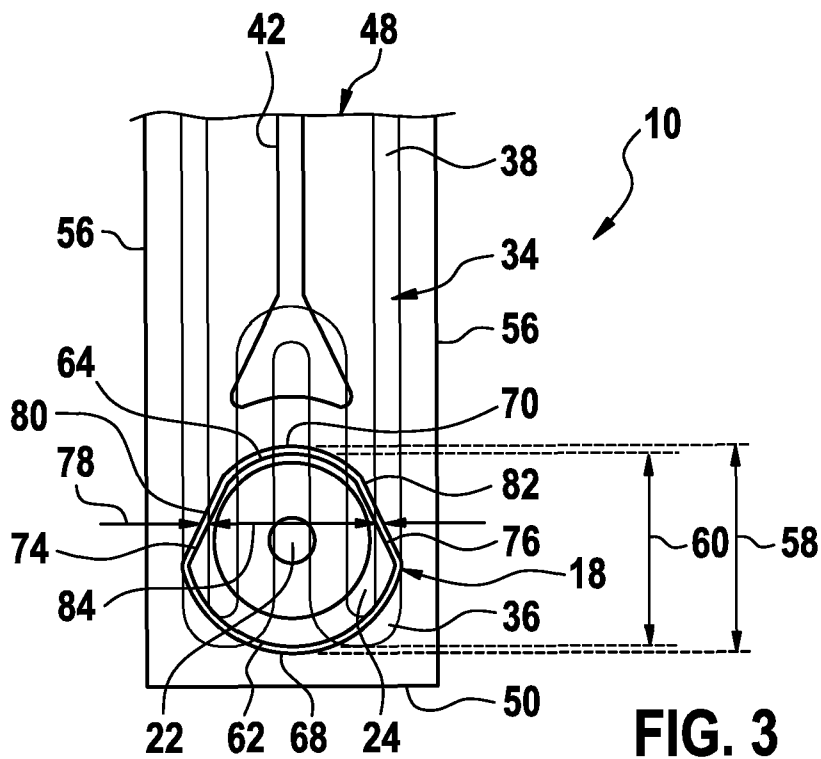


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/077172

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01N27/407
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2006 034365 A1 (NGK SPARK PLUG CO [JP]) 1 February 2007 (2007-02-01) Fig. 1 and corresponding text passages -----	1-10
X	DE 10 2007 049715 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3 July 2008 (2008-07-03) Fig. 1,2 and corresponding text passages, especially [0027-0029,0032] -----	1-10
A	DE 10 2013 212370 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31 December 2014 (2014-12-31) the whole document -----	1-10
X	US 4 797 194 A (MASE SYUNZO [JP] ET AL) 10 January 1989 (1989-01-10) Fig. 10 and corresponding text passages -----	1

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 January 2017

Date of mailing of the international search report

01/02/2017

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Klein, Marc-Oliver

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/077172

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006034365 A1	01-02-2007	CN 1904603 A	31-01-2007
		DE 102006034365 A1	01-02-2007
		FR 2888934 A1	26-01-2007
		JP 4430591 B2	10-03-2010
		JP 2007033114 A	08-02-2007
		US 2007017806 A1	25-01-2007

DE 102007049715 A1	03-07-2008	DE 102007049715 A1	03-07-2008
		WO 2008080676 A1	10-07-2008

DE 102013212370 A1	31-12-2014	DE 102013212370 A1	31-12-2014
		WO 2014206648 A1	31-12-2014

US 4797194 A	10-01-1989	DE 3684654 D1	07-05-1992
		EP 0218357 A2	15-04-1987
		JP H0623727 B2	30-03-1994
		JP S6252450 A	07-03-1987
		US 4797194 A	10-01-1989

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01N27/407
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01N

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2006 034365 A1 (NGK SPARK PLUG CO [JP]) 1. Februar 2007 (2007-02-01) Fig. 1 and corresponding text passages -----	1-10
X	DE 10 2007 049715 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. Juli 2008 (2008-07-03) Fig. 1,2 and corresponding text passages, especially [0027-0029,0032] -----	1-10
A	DE 10 2013 212370 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31. Dezember 2014 (2014-12-31) das ganze Dokument -----	1-10
X	US 4 797 194 A (MASE SYUNZO [JP] ET AL) 10. Januar 1989 (1989-01-10) Fig. 10 and corresponding text passages -----	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Januar 2017

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

01/02/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Klein, Marc-Oliver

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/077172

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006034365 A1	01-02-2007	CN 1904603 A	31-01-2007
		DE 102006034365 A1	01-02-2007
		FR 2888934 A1	26-01-2007
		JP 4430591 B2	10-03-2010
		JP 2007033114 A	08-02-2007
		US 2007017806 A1	25-01-2007

DE 102007049715 A1	03-07-2008	DE 102007049715 A1	03-07-2008
		WO 2008080676 A1	10-07-2008

DE 102013212370 A1	31-12-2014	DE 102013212370 A1	31-12-2014
		WO 2014206648 A1	31-12-2014

US 4797194 A	10-01-1989	DE 3684654 D1	07-05-1992
		EP 0218357 A2	15-04-1987
		JP H0623727 B2	30-03-1994
		JP S6252450 A	07-03-1987
		US 4797194 A	10-01-1989
