

(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
5. März 2015 (05.03.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/028655 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 27/406 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/068483

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. September 2014 (01.09.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 217 466.7
2. September 2013 (02.09.2013) DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: ANTE, Johannes; Droste-Hülshoff-Weg 1,
93055 Regensburg (DE). HIEN, Markus; Schleifmühlweg
43, 92436 Bruck i. d. OPf. (DE). MOOS, Ralf;
Hegelstraße 28a, 95447 Bayreuth (DE). SCHÖNAUER-
KAMIN, Daniela; Am Berg 19, 95500 Heinersreuth (DE).
HAGEN, Gunter; Türkengrundstraße 13, 95131
Schwarzenbach a. Wald (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, 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, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: GAS SENSOR ELEMENT AND USE OF SAME

(54) Bezeichnung : GASSENSORELEMENT UND VERWENDUNG DESSELBEN

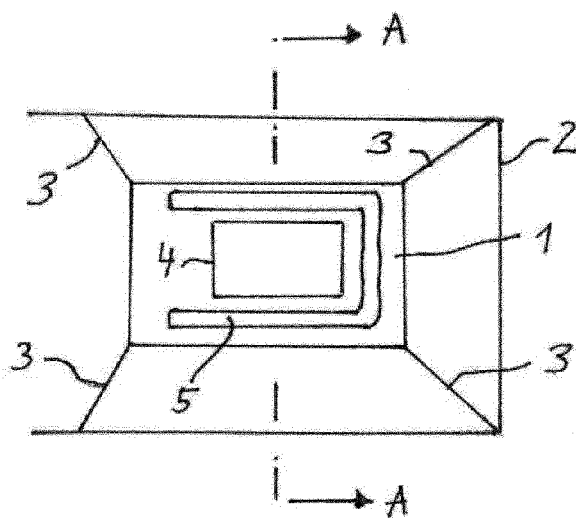


FIG. 1

(57) Abstract: A gas sensor element having a hot-plate is described. The hot-plate is fastened to the remaining part of the element with the aid of one or more narrow arms (3), has the electrical and sensor functional components required for gas detection and has electrodes (4, 7), a gas-sensitive functional layer (6), a diffusion barrier (1) and a heating system (5). A positive electrode and a negative electrode are arranged on both sides of a substrate formed by the gas-sensitive functional layer, and the heating system extends circularly or semi-circularly around the negative electrode. The gas sensor element is distinguished by a particularly good and low-energy method of operation.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Gassensorelement mit einer Hot-Plate beschrieben. Die Hot-Plate ist mithilfe von einem oder mehreren schmalen Armen (3) am restlichen Teil des Elementes befestigt, weist die zur Gaskdetektion erforderlichen elektrischen und sensorischen Funktionskomponenten auf und besitzt Elektroden (4,7), eine gassensitive

Funktionsschicht (6), eine Diffusionsbarriere (1) und eine Heizung (5). Eine positive und eine negative Elektrode sind beidseitig eines von der gassensitiven Funktionsschicht gebildeten Substrates angeordnet, und die Heizung erstreckt sich ringförmig oder teiltringförmig um die negative Elektrode. Das Gassensorelement zeichnet sich durch eine besonders gute und energiearme Funktionsweise aus.

WO 2015/028655 A1

Beschreibung

Gassensorelement und Verwendung desselben

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Gassensorelement mit einer Hot-Plate, die mithilfe von einem oder mehreren schmalen Armen am restlichen Teil des Elementes befestigt ist, die zur Gasdetektion erforderlichen elektrischen und sensorischen Funktionskomponenten aufweist und Elektroden, eine gassensitive
10 Funktionsschicht, eine Diffusionsbarriere und eine Heizung besitzt.

Gassensorelemente werden beispielsweise als Sauerstoffsensoren im Ansaugtrakt von Verbrennungsmotoren eingesetzt und dienen
15 dort der Erfassung der Abgasrückführungsrate. Ohne Abgasrückführung beträgt der Sauerstoffgehalt in der Ansaugluft etwa 21 %. Mit zunehmendem Abgasrückführungsanteil sinkt dieser. Es ist bekannt, als Sauerstoffsensoren herkömmliche lineare Lambdasonden zu verwenden. Alle herkömmlichen Sauerstoffsensoren haben eine Kathode P-, d. h. eine Elektrode, an der der Sauerstoff eindiffundiert. Der Kathode ist eine Diffusionsbarriere vorgeschaltet. Hierbei handelt es sich in der Regel um eine poröse Schicht. Die eigentliche gassensitive Funktionsschicht des Sensors, d. h. der Festkörperelektrolyt, besteht
20 üblicherweise aus Yttrium-stabilisiertem Zirkonoxid YSZ, einem Sauerstoffleiter. Ferner weist der Sensor eine Anode P+ auf, an der der Sauerstoff austritt. Diese ist in der Regel gegen Schmutzbelag mehr oder weniger grobporig abgedeckt, ohne hierbei das Austreten des Sauerstoffes wesentlich zu behindern. Da die
30 gassensitive Funktionsschicht (in der Regel aus YSZ) für eine ausreichende Ionenleitfähigkeit eine erhöhte Temperatur erfordert und das als Elektrodenmaterial eingesetzte Platin nur bei erhöhter Temperatur hinreichend katalytisch aktiv ist, weisen derartige Sensoren eine Heizung, beispielsweise einen elektrisch betriebenen Heizwiderstand, auf und werden hiermit auf Temperaturen in einem Bereich von 600-850 °C gebracht.
35

Bei solchen Gassensorelementen besteht das Problem, dass mit der Aufheizung des eigentlichen Sensorelementes infolge der Wärmeleitung vom Sensorelement in das Gehäuse eine Erwärmung des Gehäuses verbunden ist. Bei Abgassensoren ist eine derartige Erwärmung nicht störend, da der Auspuff ohnehin heiß ist. Im Ansaugsystem eines Verbrennungsmotors werden jedoch häufig Kunststoffkomponenten eingesetzt, auf die sich eine derartige Erwärmung negativ auswirkt. So ist beispielsweise bei solchen Kunststoffkomponenten eine Erwärmung auf über 140 °C schädlich. Die üblichen Lambdasonden werden daher für einen Betrieb in einem Kunststoffansaugrohr zu heiß.

Ferner sind bereits YSZ-Sauerstoffsensoren nach dem Limited-Current-Prinzip entwickelt worden, die mit einer geringen Heizleistung auskommen. Solche Sauerstoffsensoren weisen ein kleines, meist quadratisches oder rundes mehrlagiges Keramikplättchen auf, das die notwendigen Strukturen für die YSZ-Pumplayer, Elektroden, Barriere und Heizung enthält. Es ist an Platindrähten in einem Gehäuse frei aufgehängt und zum Teil zusätzlich mit Keramikfasern gegen das Gehäuse isoliert. Dadurch ist die Wärmeableitung sehr gering. Solche Sensoren sind jedoch aufgrund der in Kraftfahrzeugen auftretenden Vibrationen für derartige Einsatzzwecke wenig geeignet und haben dort eine entsprechend geringe Lebensdauer.

Es ist daher ein Aufbau erforderlich, der die beheizte Sensorstruktur steif und wärmeentkoppelt in einem Rahmen oder Gehäuse so hält, dass freier Gaszutritt und elektrische Kontaktierung möglich sind. Dabei dürfen sich Rahmen bzw. Gehäuse nicht wesentlich erwärmen. Ein solches Gassensorelement ist aus der DE 102 47 857 A1 bekannt. Dieses Gassensorelement besitzt eine sogenannte Hot-Plate, d. h. ein Plättchen, das mithilfe von einem oder mehreren schmalen Armen, insbesondere vier Armen, am restlichen Teil des Elementes befestigt ist. Auf dem Plättchen sind die zur Gasdetektion erforderlichen elektrischen und sensorischen Funktionskomponenten angeordnet. Auf der einen Seite des Plättchens befindet sich eine sensitive Schicht,

während die Heizung auf der anderen Seite angeordnet ist. Die elektrischen Zuleitungen zur Sensorstruktur befinden sich auf der Oberseite, die Zuleitungen zur Heizung auf der Unterseite.

- 5 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Gassensorelement der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, das sich durch eine besonders gute und energiearme Funktionsweise auszeichnet.
- 10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Gassensorelement der angegebenen Art dadurch gelöst, dass eine positive und eine negative Elektrode beidseitig eines von der gassensitiven Funktionsschicht gebildeten Substrates angeordnet sind und dass sich die Heizung ringförmig oder teilringförmig um die negative
- 15 Elektrode erstreckt.

Die vorliegende Erfindung sieht ein Gassensorelement vor, das als Hot-Plate-Sensorelement ausgebildet ist. Das Sensorelement ist hinsichtlich seiner Funktion einem in Stäbchenform ausgebildeten

20 Sensor gleichwertig, erfordert jedoch eine viel geringere Heizleistung. Dies bietet neben einer Energieeinsparung erhebliche Vorteile in Bezug auf die Ausbildung des Gehäuses, da dieses überwiegend aus Kunststoff ausgeführt werden kann und so eine Kombination mit einem Drucksensor, eventuell sogar mit einem

25 Temperatursensor ermöglicht.

Die Hot-Plate ist beidseitig mit Elektroden ausgestattet. Das Substratmaterial der Hot-Plate ist gleichzeitig Funktionsmaterial für das als Ionenpumpen-Gassensor wirkende Gassensor-

30 element.

Um trotz der eine schlechte Wärmeleitung aufweisenden gas-sensitiven Funktionsschicht eine gleichmäßige Temperatur zu erreichen, ist die vorgesehene Heizung ringförmig oder teil-

35 ringförmig um die negative Elektrode ausgebildet. Dadurch wird auf dem gesamten Weg des zu detektierenden Gases

Diffusionsbarriere → negative Elektrode P- → Substrat als
gassensitive Funktionsschicht → positive Elektrode P+

eine ausreichend hohe Temperatur sichergestellt.

5

Zur mechanischen Anbindung und Kontaktierung ist die Hot-Plate
analog zu dem aus der DE 102 47 857 A1 bekannten System mithilfe
von einem oder mehreren schalen Armen an einem Rahmen oder einem
Gehäuse aufgehängt, wobei die elektrischen Zu- und Ableitungen
10 in die vorgesehenen Arme integriert sein können.

Vorzugsweise ist das Substrat als YSZ-Keramikplatte ausgebildet.
Trotz der relativ schlechten Wärmeleitung des Materials YSZ wird
mithilfe der erfindungsgemäß vorgesehen Heizung eine gleich-
15 mäßige Temperatur erreicht.

Die Hot-Plate ist zweckmäßigerweise an vier Armen aufgehängt. Die
Arme sind gegenseitig beabstandet und gehen vorzugsweise von den
Eckbereichen der Hot-Plate aus. Sie sind insbesondere mit der
20 Hot-Plate monolithisch verbunden. Mithilfe einer derartigen
Anordnung wird die Wärmeübertragung von der Hot-Plate auf das
umgebende Gehäuse bzw. den Rahmen des Gassensorelementes mi-
nimiert. Die Dimensionierung der Arme ist so ausgeführt, dass die
mechanische Stabilität der Arme möglichst groß, die Wärme-
25 übertragung jedoch möglichst gering ist.

Die beiden Elektroden (negative Elektrode P- und positive
Elektrode P+) sind vorzugsweise schichtförmig auf beiden Seiten
des Substrates angeordnet. Das zu detektierende Gas dringt über
30 die negative Elektrode P- in das Funktionsmaterial (YSZ) des
Substrates ein und verlässt das Substrat über die positive
Elektrode P+.

Die vorgesehene Diffusionsbarriere ist vorzugsweise ebenfalls
35 als Schicht ausgebildet, die die negative Elektrode abdeckt. Die
Diffusionsbarriere ist empfindlich und benötigt eine gleich-
mäßige Temperatur, die durch die sich ringförmig oder teil-

ringförmig um die negative Elektrode erstreckende Heizung sichergestellt wird. Um eine Auskühlung, Verschmutzung oder Zerstörung der Diffusionsbarriere durch Wasserschlag zu vermeiden, ist bei einer speziellen Ausführungsform der Erfindung die Diffusionsbarriere von einer porösen Schutzschicht abgedeckt. Eine derartige poröse Schutzschicht kann auch die positive Elektrode abdecken.

Zweckmäßigerweise ist die vorgesehene Heizung U-förmig ausgebildet. Es handelt sich hierbei vorzugsweise um eine elektrische Widerstandsheizung, wobei die entsprechenden Anschlussdrähte von den Enden der Schenkel des U ausgehen und vorzugsweise in die entsprechenden Arme der Hot-Plate integriert sein können.

Die Heizung ist auf der Seite der negativen Elektrode P- über eine entsprechende Isolation auf dem Substrat angeordnet und weist insbesondere zusätzlich eine Abdeckung auf.

Das erfindungsgemäß ausgebildete Gassensorelement wird vorzugsweise so angeordnet bzw. eingebaut, dass die negative Elektrode mit Diffusionsbarriere und Heizung auf der Unterseite der Hot-Plate angeordnet ist, während sich die positive Elektrode auf der Oberseite befindet.

Der restliche Teil des Gassensorelementes (abgesehen von der Hot-Plate) besteht vorzugsweise vollständig oder zum überwiegenden Teil aus Kunststoff. Dieser Vorteil ergibt sich, weil das Sensorelement eine besonders geringe Heizleistung erfordert.

Das Gassensorelement ist daher als Limited-Current-Gassensor bzw. -Sauerstoffsensor ausgebildet.

Eine besonders bevorzugte Verwendungsmöglichkeit des erfindungsgemäß ausgebildeten Gassensorelementes besteht im Einbau desselben in den Luftansaugtrakt eines Verbrennungsmotors. Da bei einem derartigen Ansaugtrakt vielfach Kunststoffkomponenten

eingesetzt werden, ist das erfindungsgemäß ausgebildete Gassensorelement hierfür besonders geeignet, da es eine geringe Heizleistung erfordert und insbesondere nicht auf über 140 °C erwärmt werden muss.

5

Die Erfindung betrifft daher insbesondere einen Ionenpumpen-Sauerstoffsensor, bei dem nach dem Grenzstromprinzip Sauerstoffionen durch das vorgesehene Funktionsmaterial YSZ gepumpt werden. Ein solcher YSZ-Limited-Current-Sauerstoffsensor wird als Hot-Plate-Sensor für das Ansaugsystem eines Verbrennungsmotors eingesetzt.

Die Herstellung des erfindungsgemäß ausgebildeten Gassensorelementes kann beispielsweise in Dickschichttechnik durch Bedrucken von Keramiksubstratplatten, insbesondere YSZ-Keramiksubstratplatten, und anschließendes Laserschneiden erfolgen. Für eine Serienproduktion kann die Fertigung aus ungebrannten Keramikfolien (Green Tape) durchgeführt werden, wozu mehrere Layer Green Tapes jeweils mit den erforderlichen Strukturen bedruckt, gestanzt, exakt positioniert übereinandergelegt, laminiert und gesintert werden.

Die Erfindung wird nachfolgen anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung im Einzelnen erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine schematische Unteransicht eines Hot-Plate-Gassensorelementes; und
- 30 Figur 2 einen Schnitt entlang Linie A-A in Figur 1 durch die Hot-Plate des Sensorelementes der Figur 1.

Bei dem in den Figuren dargestellten Gassensorelement handelt es sich um ein Limited-Current-Sauerstoffsensorelement, das eine Hot-Plate 1 aufweist, welche mithilfe von vier Armen 3 an einem nur schematisch dargestellten Gehäuse 2 aufgehängt ist. Die

35

Hot-Plate 1 weist die zur Sauerstoffdetektion erforderlichen elektrischen und sensorischen Funktionskomponenten auf, die hier nur schematisch dargestellt sind. Wesentlich ist, dass zum Betrieb des Sensorelementes ein Aufheizen der entsprechenden Funktionskomponenten erforderlich ist und dass aufgrund der Aufhängung der die Funktionskomponenten tragenden Hot-Plate mithilfe der dargestellten vier Arme 3 nur eine relativ geringe Wärmeübertragung auf das umgebende Gehäuse 2 stattfindet, so dass das Gehäuse 2 aus Materialien hergestellt sein kann, die nur eine relativ geringe Wärmefestigkeit besitzen, wie dies bei entsprechenden Kunststoffen der Fall ist. Auch der Einbauort für das hier beschriebene Sauerstoffsensorelement kann aus solchen Materialien bestehen, wie dies beispielsweise im Ansaugtrakt von Verbrennungsmotoren der Fall ist.

Die die Hot-Plate 1 haltenden Arme 3 weisen daher einen möglichst geringen Querschnitt auf, besitzen jedoch andererseits die erforderliche mechanische Stabilität, um die Hot-Plate sicher zu halten. In den Armen 3 sind die entsprechenden elektrischen Zu- und Ableitungen für das Sensorelement mit der zugehörigen Heizung untergebracht.

Figur 2 zeigt einen Schnitt entlang Linie A-A in Figur 1 durch die Hot-Plate 1. Das Sauerstoffsensorelement funktioniert als Ionenpumpen-Sauerstoffsensor und pumpt nach dem Grenzstromprinzip Sauerstoffionen durch ein Funktionsmaterial, das hier von einem Substrat 6 gebildet wird. Bei dem Substrat 6 handelt es sich um eine Platte aus einer YSZ-Keramik (Yttrium-stabilisierter Zirkonoxid-Keramik). Auf der Oberseite des Substrates 6 befindet sich eine schichtförmig ausgebildete positive Elektrode 7, während sich auf der Unterseite des Substrates 6 eine schichtförmig ausgebildete negative Elektrode 4 befindet. Die Hot-Plate wird von unten nach oben von dem zu detektierenden Gas durchströmt, wie durch den Pfeil in Figur 2 angedeutet.

Die auf der Unterseite des Substrates 6 angeordnete negative Elektrode 4 ist von einer Diffusionsbarriere 10 bedeckt. Um die

negative Elektrode 4 herum erstreckt sich eine U-förmig ausgebildete Heizung 5, die über eine Isolation 8 an der Unterseite des Substrates 6 angeordnet ist. Die Heizung 5 weist eine entsprechende Abdeckung 9 auf. Sowohl die Diffusionsbarriere 10
5 als auch die positive Elektrode 7 sind von einer porösen Schutzschicht 11, 12 bedeckt.

Die Diffusionsschicht 10, die Schutzschicht 11 und die Heizungsabdeckung 9 sind in Figur 1 nicht dargestellt.
10

Die in den Figuren dargestellte Ausführungsform zeigt einen YSZ-Limited-Current-Sauerstoffsensor als Hot-Plate-Sensor, der als nach dem Grenzstromprinzip arbeitender Ionenpumpen-Sauerstoffsensor ausgebildet ist und sich durch eine besonders gute
15 und energiearme Funktionsweise auszeichnet.

Patentansprüche

1. Gassensorelement mit einer Hot-Plate, die mithilfe von
einem oder mehreren schmalen Armen am restlichen Teil des
Elementes befestigt ist, die zur Gasdetektion erforder-
lichen elektrischen und sensorischen Funktionskomponenten
aufweist und Elektroden, eine gassensitive Funktions-
schicht, eine Diffusionsbarriere und eine Heizung besitzt,
dadurch gekennzeichnet, dass eine po-
sitive und eine negative Elektrode (4, 7) beidseitig eines
von der gassensitiven Funktionsschicht gebildeten Sub-
strates (6) angeordnet sind und dass sich die Heizung (5)
ringförmig oder teilringförmig um die negative Elektrode
(4) erstreckt.
2. Gassensorelement nach Anspruch 1, dadurch ge-
kennzeichnet, dass das Substrat (6) als
YSZ-Keramikplatte ausgebildet ist.
3. Gassensorelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass die Hot-Plate (1) an vier
Armen (3) aufgehängt ist.
4. Gassensorelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die beiden
Elektroden (4, 7) schichtförmig auf beiden Seiten des
Substrates (6) angeordnet sind.
5. Gassensorelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Dif-
fusionsbarriere (10) als Schicht die negative Elektrode (4)
abdeckt.
6. Gassensorelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Dif-
fusionsbarriere (10) und/oder die positive Elektrode (7)
von einer porösen Schutzschicht (11, 12) abgedeckt sind.

7. Gassensorelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Heizung
(5) U-förmig ausgebildet ist.
- 5 8. Gassensorelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Heizung
(5) eine Isolation (8) gegenüber dem Substrat (6) besitzt.
- 10 9. Gassensorelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Heizung
(5) eine Abdeckung (9) aufweist.
- 15 10. Gassensorelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die ne-
gative Elektrode (4) mit Diffusionsbarriere (10) und
Heizung (5) auf der Unterseite der Hot-Plate (1) angeordnet
ist.
- 20 11. Gassensorelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der
restliche Teil des Gassensorelementes vollständig oder zum
überwiegenden Teil aus Kunststoff besteht.
- 25 12. Gassensorelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass es als
Limited-Current-Sauerstoffsensor ausgebildet ist.
- 30 13. Verwendung eines Gassensorelementes nach einem der vo-
rangehenden Ansprüche zum Einbau in den Luftansaugtrakt
eines Verbrennungsmotors.

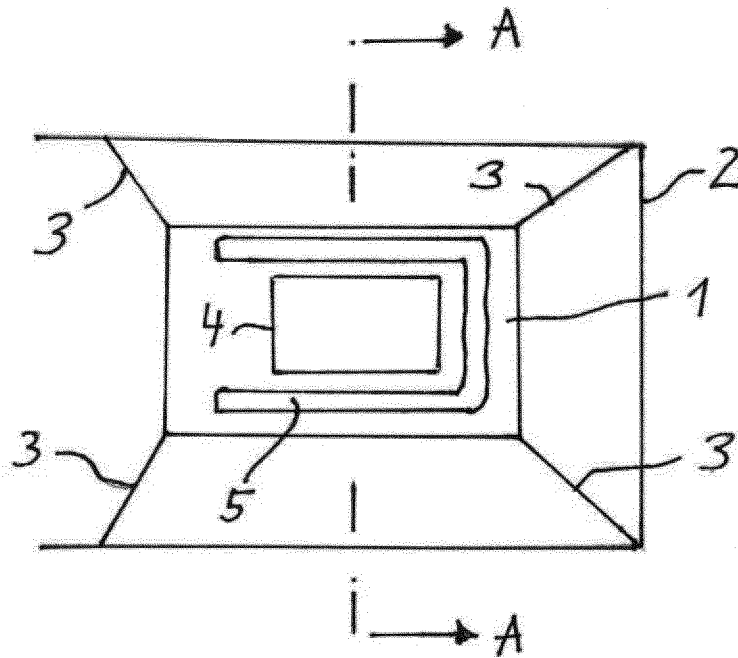


FIG. 1

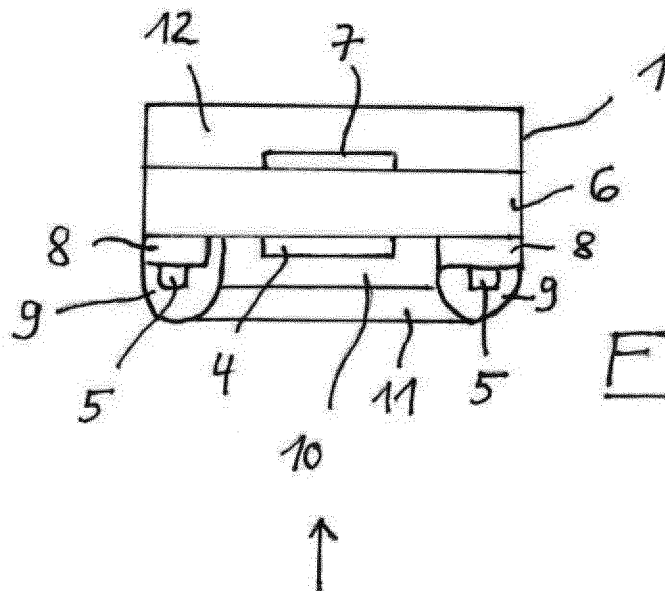


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/068483

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. G01N27/406
 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.
Y	DE 38 02 051 A1 (NGK INSULATORS LTD [JP]) 4 August 1988 (1988-08-04) column 6, line 57 - column 9, line 30; figures 1,2,4,5 -----	1-4,7, 10,12,13
Y	DE 102 47 857 A1 (MOOS RALF [DE]; RETTIG FRANK [DE]) 22 April 2004 (2004-04-22) cited in the application paragraph [0026]; figures 1,14 -----	1-4,7, 10,12
A	US 4 803 866 A (MIKI MASAYUKI [JP] ET AL) 14 February 1989 (1989-02-14) column 7, line 12 - line 36; figure 8 column 2, line 58 - column 3, line 7 -----	5,6,8,9, 11
Y	US 2011/209523 A1 (OTSUBO MASANORI [JP] ET AL) 1 September 2011 (2011-09-01) page 1 -----	13



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

3 December 2014

Date of mailing of the international search report

11/12/2014

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

Purdie, Douglas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/068483

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3802051	A1	04-08-1988	DE 3802051 A1 04-08-1988
		JP 2505459 B2 12-06-1996	
		JP S63302356 A 09-12-1988	

DE 10247857	A1	22-04-2004	NONE

US 4803866	A	14-02-1989	DE 3715461 A1 12-11-1987
		JP H0697220 B2 30-11-1994	
		JP S62261953 A 14-11-1987	
		US 4803866 A 14-02-1989	

US 2011209523	A1	01-09-2011	EP 2341334 A1 06-07-2011
		JP 5156099 B2 06-03-2013	
		JP 5291232 B2 18-09-2013	
		JP 2013033059 A 14-02-2013	
		US 2011209523 A1 01-09-2011	
		WO 2010050146 A1 06-05-2010	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01N27/406
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.
Y	DE 38 02 051 A1 (NGK INSULATORS LTD [JP]) 4. August 1988 (1988-08-04) Spalte 6, Zeile 57 - Spalte 9, Zeile 30; Abbildungen 1,2,4,5 -----	1-4,7, 10,12,13
Y	DE 102 47 857 A1 (MOOS RALF [DE]; RETTIG FRANK [DE]) 22. April 2004 (2004-04-22) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0026]; Abbildungen 1,14 -----	1-4,7, 10,12
A	US 4 803 866 A (MIKI MASAYUKI [JP] ET AL) 14. Februar 1989 (1989-02-14) Spalte 7, Zeile 12 - Zeile 36; Abbildung 8 Spalte 2, Zeile 58 - Spalte 3, Zeile 7 -----	5,6,8,9, 11
Y	US 2011/209523 A1 (OTSUBO MASANORI [JP] ET AL) 1. September 2011 (2011-09-01) Seite 1 -----	13



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 er-
scheinen 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

3. Dezember 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/12/2014

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

Purdie, Douglas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/068483

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3802051	A1	04-08-1988	DE 3802051 A1 04-08-1988
			JP 2505459 B2 12-06-1996
			JP S63302356 A 09-12-1988

DE 10247857	A1	22-04-2004	KEINE

US 4803866	A	14-02-1989	DE 3715461 A1 12-11-1987
			JP H0697220 B2 30-11-1994
			JP S62261953 A 14-11-1987
			US 4803866 A 14-02-1989

US 2011209523	A1	01-09-2011	EP 2341334 A1 06-07-2011
			JP 5156099 B2 06-03-2013
			JP 5291232 B2 18-09-2013
			JP 2013033059 A 14-02-2013
			US 2011209523 A1 01-09-2011
			WO 2010050146 A1 06-05-2010
