

(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
4. September 2008 (04.09.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/104189 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01L 19/06 (2006.01) **G01N 27/26** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/001661
- (22) Internationales Anmeldedatum:
27. Februar 2007 (27.02.2007)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DAIMLER AG** [DE/DE]; Mercedesstrasse 137, 70327 Stuttgart (DE). **FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, LLC** [US/US]; 330 Town Center Drive, Suite 800 South, Dearborn, MI 48126 (US).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BUCHAUER, Bernd** [DE/DE]; Bruckwiesenstrasse 6/2, 73110 Hattenhofen (DE). **MAURER, Wolfgang** [DE/DE]; Eugenstr. 19, 71088 Holzgerlingen (DE). **SCHERRBACHER, Klaus** [DE/DE]; Schulstrasse 58, 73326 Deggingen (DE).
- (74) Anwälte: **KOCHER, Klaus-Peter** usw.; Daimler AG, Intellectual Property and Technology Management, GR/VI - C106, 70546 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PROCESS GAS PLANT WITH A SENSOR FOR MEASURING A MEASURED VARIABLE OF A PROCESS GAS

(54) Bezeichnung: PROZESSGASANLAGE MIT EINEM SENSOR ZUR ERFASSUNG EINER MESSGRÖSSE EINES PROZESSGASES

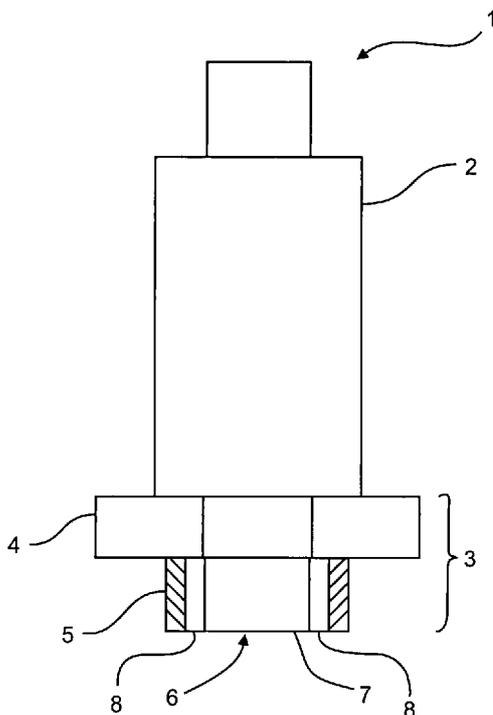


Fig. 1

(57) Abstract: The problem addressed by the invention is that of providing a process gas plant, with a sensor for measuring a measured variable of a process gas, which ensures reliable functioning. Proposed is a process gas plant, preferably formed as a gas supply arrangement of a fuel cell device, with a sensor (1) for measuring a measured variable of a process gas, wherein the sensor comprises a sensor housing which has a gas connecting duct (6) with a gas-side opening (7) for conducting the process gas to a measured variable pickup, wherein the gas connecting duct (6) and/or the measured variable pickup have/has a surface which is provided with a hydrophilic (8) and/or a hydrophobic layer (9).

(57) Zusammenfassung: Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Prozessgasanlage mit einem Sensor zur Erfassung einer Messgröße eines Prozessgases bereitzustellen, die eine zuverlässige Funktion gewährleistet. Es wird eine Prozessgasanlage, vorzugsweise ausgebildet als eine Gasversorgungsanordnung einer Brennstoff Zellenvorrichtung, mit einem Sensor (1) zur Erfassung einer Messgröße eines Prozessgases vorgeschlagen, wobei der Sensor ein Sensorgehäuse umfasst, welches einen Gasanschlusskanal (6) mit einer gasseitigen Öffnung (7) zur Zuleitung des Prozessgases an einen Messgrößenaufnehmer aufweist, wobei der Gasanschlusskanal (6) und/oder der Messgrößenaufnehmer eine Oberfläche aufweisen/aufweist, die mit einer hydrophilen (8) und/oder einer hydrophoben Schicht (9) versehen ist.

WO 2008/104189 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Prozessgasanlage mit einem Sensor zur Erfassung einer
Messgröße eines Prozessgases

Die Erfindung betrifft eine Prozessgasanlage, vorzugsweise ausgebildet als eine Gasversorgungsanordnung einer Brennstoffzellenvorrichtung, mit einem Sensor zur Erfassung einer Messgröße eines Prozessgases, wobei der Sensor ein Sensorgehäuse umfasst, welches einen Gasanschlusskanal mit einer gasseitigen Öffnung zur Zuleitung des Prozessgases an einen Messgrößenaufnehmer aufweist.

Derartige Sensoren sind Messinstrumente, die eine messbare physikalische Größe eines gasförmigen Mediums, wie z.B. den Druck eines Gases oder eines Gasgemisches (Drucksensor) oder eine bestimmte Gaskonzentration eines Gases in einem Gasgemisch (Gassensor), mit einem geeigneten Messgrößenaufnehmer erfassen und mit einem Messgrößenwandler in eine elektrische Ausgangsgröße umwandeln.

Messgrößenaufnehmer und Messgrößenwandler sind oftmals geschützt in einem Sensorgehäuse integriert, welches einen einseitig offenen Gasanschlusskanal zur Zuleitung des Gases zum Messgrößenaufnehmer aufweist. Der Gasanschlusskanal schließt an seinem geschlossenen Ende mit dem integrierten Messgrößenaufnehmer ab, welcher beispielsweise bei der Gestaltung als Drucksensor durch eine Membran oder eine Platte vom Messgas getrennt ist, um die empfindliche mikromechanische Messeinrichtung und die umgebende Elektronik

gegenüber äußeren Einflüssen zu schützen. Zur Erfassung des Druckes können verschiedene physikalische Effekte genutzt werden, wonach im Wesentlichen piezoresistive, piezoelektrische und kapazitive Drucksensoren unterschieden werden. Bei einem Gassensor bildet der Messgrößenaufnehmer eine Kontaktfläche zum Messgas, die meist aus einem Halbleitermaterial, wie beispielsweise Zinkoxid, Titandioxid oder aus organischen Halbleitermaterial wie MePTCDI gebildet ist. Das Halbleitermaterial verändert seine elektrische Leitfähigkeit, sobald ein bestimmtes Gas auf ihn einwirkt. Je nach Selektivität auf bestimmte Gase werden unterschiedliche Halbleitermaterialien eingesetzt. Die vom Messgrößenwandler des Sensors erzeugten Ausgangssignale stehen in entsprechenden Auswerteeinheiten zur Steuerung, Regelung oder Überwachung einer technischen Funktionseinheit zur Verfügung, welche mit dem Messgas in direkter Beziehung stehen.

Beispielsweise werden derartige Sensoren oftmals in Gasversorgungsanordnungen von Brennstoffzellensystemen eingesetzt, um einen Systemdruck oder eine Gaskonzentration als Messgrößen des Prozessgases zu erfassen.

Aus der Druckschrift DE 103 46 626 A1 ist ein Drucksensor mit einem Drucksensorgehäuse zur Seitenaufprall-Detektion in Seitentüren eines Fahrzeuges bekannt, der den Luftdruck in einem Innenraum der Seitentür zur Seitenaufprallerkennung erfasst und somit Messgrößen von der Umgebungsluft aufnimmt. Nachdem dieser Drucksensor in einer Umweltatmosphäre arbeiten muss, in der Schmutz, Feuchte, Salzwasser und andere mehr oder weniger aggressive Medien vorhanden sein können, sind Teile des Drucksensorgehäuses, u.a. auch der Druckeinlasskanal, mit einer wasserabweisenden Schicht versehen. Das sorgt dafür, dass gegebenenfalls aus der Umweltatmosphäre abgegebene Feuchtigkeit, welche auf dem

Drucksensorgehäuse kondensiert, aufgrund der wasserabweisenden Schicht von dem Drucksensorgehäuse abperlt. Gleichermaßen bleiben Verschmutzungen weniger haften und werden mit den abperlenden Tröpfchen abgeführt.

Nachdem die genannte Druckschrift sich mit einem Drucksensor beschäftigt, der Messwerte der Umgebungsluft und nicht von Prozessgasen aufnimmt, bilden wohl die bekannten Gasversorgungsanordnungen von Brennstoffzellensystemen den nächstkommenden Stand der Technik.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Prozessgasanlage mit einem Sensor zur Erfassung einer Messgröße eines Prozessgases bereitzustellen, die eine zuverlässige Funktion gewährleistet.

Die Aufgabe wird durch eine Prozessgasanlage mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind durch die abhängigen Unteransprüche, die nachfolgende Beschreibung und die beigefügten Zeichnungen offenbart.

Die erfindungsgemäße Prozessgasanlage ist geeignet und/oder ausgebildet, um ein Prozessgas zu einem Prozessort zu führen und/oder von einem Prozessort abzuführen, wobei das zugeführte oder abgeführte Prozessgas in dem Prozessort in einem verfahrenstechnischen Prozess mitwirkt und insbesondere zumindest zum Teil umgesetzt und/oder verbraucht wird. Die Umsetzung oder der Verbrauch erfolgt vorzugsweise in einem Verbrennungsprozess oder in einem elektrochemischen Prozess. Bevorzugt ist die Prozessgasanlage ausgebildet, um im Betrieb mit einem vom Normaldruck (1013 mbar) unterschiedlichen Druck zu arbeiten, welcher insbesondere als Überdruck oder

Unterdruck mit mindestens 100 mbar, 200 mbar oder 400 mbar Unterschied zu dem Normaldruck ausgebildet ist.

Zur Erfassung einer Messgröße ist ein Sensor mit einem Gasanschlusskanal vorgesehen, der in offener Verbindung mit den Prozessgas führenden Komponenten der Prozessgasanlage steht und eine Zuleitung des Prozessgases an einen in dem Sensor angeordneten Messgrößenaufnehmer bildet. Der Sensor ist für die Erfassung von Messgrößen des Prozessgases ausgebildet, welches an dem verfahrenstechnischen Prozess mitwirkt, und vorzugsweise als Drucksensor, Gassensor, Feuchtigkeitssensor oder Gaskonzentrationssensor ausgebildet. Bei alternativen Ausführungsformen kann dieser auch als Temperatursensor, Durchflusssensor, Massenstromsensor, Leitfähigkeitssensor oder dergleichen realisiert sein.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass der Gasanschlusskanal und/oder der Messgrößenaufnehmer des Sensors eine Oberfläche aufweisen/aufweist, die mit einer hydrophilen und/oder einer hydrophoben Schicht versehen ist.

Durch diese Beschichtung wird sichergestellt, dass auch in z.B. geschlossenen Systemen auftretendes Kondensat sicher von empfindlichen Bereichen des Sensors ferngehalten wird und die Funktionsfähigkeit des Sensors und damit die Betriebssicherheit der Prozessgasanlage erhöht werden kann. Dies ist insbesondere bei Prozessgasanlagen vorteilhaft, die auf Temperaturen unterhalb des Gefrierpunkts abgekühlt werden, da bei diesen Prozessanlagen die Gefahr nicht auszuschließen ist, dass durch Wasserkondensat in den Sensoren irreversible Schädigungen der Sensoren auftreten können. Vorzugsweise ist die Schicht als zusätzlich aufgebrauchte Beschichtung ausgebildet und wird insbesondere

nicht durch das Grundmaterial des Gasanschlusskanals und/oder des Messgrößenaufnehmers gebildet.

Die jeweilige Beschichtung beeinflusst die Tröpfchenbildung beim Auskondensieren der Feuchtigkeit aus dem Prozessgas derart, dass sich keine Flüssigkeitsansammlungen und Schmutzablagerungen in einer Form und Größe bilden können, die zur Blockade des Gasanschlusskanals oder beim Einfrieren der Feuchtigkeit zur Beschädigung des Sensors führen. Vorzugsweise wird demnach die innenwandige Oberfläche des Gasanschlusskanals und gegebenenfalls, je nach Einsatzcharakteristik des Sensors, auch die Oberfläche des Messgrößenaufnehmers nach erfinderischer Maßgabe behandelt.

Dabei geht die Erfindung davon aus, dass einerseits eine hydrophobe, wasserabweisende Schicht eine hohe Oberflächenenergie aufweist, so dass die Oberfläche der Schicht in Beziehung zur Oberflächenspannung des kondensierenden Wassers einen Kontaktwinkel von mehr als 90° , vorzugsweise mehr als 130° , insbesondere von mehr als 160° erzeugt. Als Kontaktwinkel wird der Winkel bezeichnet, den die Oberfläche eines anhaftender Flüssigkeitstropfen gegenüber der Haftoberfläche bildet. Ein Kontaktwinkel von mehr als 90° bedeutet, dass das kondensierende Wasser auf der hydrophoben Schicht eine kugelige Form einnimmt, die leicht von dieser Oberfläche abperlt. Eine geeignete hydrophobe Schicht wird beispielsweise durch eine Beschichtung mit einem perfluoriertem Polymer, wie Polytetrafluorethylen PTFE (auch als Teflon bekannt), erzielt.

Ist die innere Oberfläche des Gasanschlusskanals mit dieser hydrophoben Schicht versehen, kann Feuchtigkeit aus dem Prozessgas, die in den Gasanschlusskanal gelangt oder dort kondensiert, frühzeitig abperlen und aus dem Prozessgas

niederschlagende Schmutzpartikel mitreißen, wodurch eine funktionsbeeinträchtigende Querschnittsverengung oder Vereisung des Gasanschlusskanals vermieden wird. Dieser Vorgang wird auf technischen Flächen oftmals auch als „Lotuseffekt“ bezeichnet. Das Abperlen der Tröpfchen wird hierbei durch eine günstige Einbaulage des Sensors, vorzugsweise mit senkrecht nach unten gerichtetem Gasanschlusskanal, unterstützt.

Andererseits hat sich auch gezeigt, dass mit einer hydrophilen, Wasser annehmenden Beschichtung eine vorteilhafte Wirkung im Sinne einer zuverlässigen Funktionssicherheit des Sensors erzielbar ist. Bei einer hydrophilen Schicht bildet sich bei geringer Oberflächenenergie ein Kontaktwinkel gegenüber Wasser von weniger als 90° , vorzugsweise weniger als 70° , insbesondere weniger als 50° heraus. Tropfen auf der Oberfläche bilden also eine flach gewölbte Kappe oder verlaufen bei einem Kontaktwinkel gegen 0° nahezu flächig auf der Oberfläche. Hydrophile Eigenschaften weisen zum Beispiel Verbindungen mit wasserlöslichen Salzen, aber auch bestimmte metallische Schichten auf.

Diese hydrophile Beschichtung bewirkt eine Reduzierung der Wassertröpfchengröße bis hin zu einer gleichmäßige Verteilung des auskondensierenden Wassers in einem dünnen Wasserfilm auf der Oberfläche des derart behandelten Gasanschlusskanals oder Messgrößenaufnehmers. Die Schichtstärke, die das Wasser dabei bildet, ist so gering, dass auch bei erheblichem Kondensatanfall der Querschnitt des Gasanschlusskanals nur unwesentlich eingeengt wird und beim Gefrieren der außerordentlich dünnen Schicht keine derartigen Spannungen auftreten, die Schäden am Sensor verursachen können. Darüber hinaus zieht eine hydrophil beschichtete

Oberfläche die anfallende Feuchtigkeit aus dem Prozessgas an, so dass bei einer differenzierten Beschichtung, beispielsweise lediglich der inneren Oberfläche des Gasanschlusskanals, die Feuchtigkeit von der besonders empfindlichen Oberfläche des Messgrößenaufnehmers abgelenkt wird. Der Effekt der differenzierten Feuchtigkeitsaufnahme erhöht sich, wenn eine partielle hydrophile Beschichtung in direkter Nachbarschaft mit einer partiellen hydrophoben Beschichtung kombiniert wird, beispielsweise bei einer hydrophoben Beschichtung der Oberfläche des Messgrößenaufnehmers neben einer hydrophilen Beschichtung der inneren Oberfläche des Gasanschlusskanals oder vice versa oder bei einer alternierenden Beschichtung der inneren Oberfläche des Gasanschlusskanals mit hydrophiler und hydrophober Beschichtung oder bei einer alternierenden Beschichtung des Messgrößenaufnehmers.

Im Ergebnis weist die erfindungsgemäß gestaltete Prozessgasanlage mit dem Sensor eine geringere Anfälligkeit gegenüber dem anfallenden Kondensat und Verschmutzungen des Prozessgases auf und ist für einen Einsatz unter Frostbedingungen geeignet, was auch als Freezing-Fähigkeit bezeichnet wird.

Eine bevorzugte Anwendung betrifft den Einsatz der Prozessgasanlage als Gasversorgungsanlage in einer Brennstoffzellenvorrichtung. Hierbei sind an die Sensoren unter den Bedingungen der dynamischen Prozessparameter und der damit verbundenen veränderlichen Gaseigenschaften und -zusammensetzung besonders hohe Anforderungen hinsichtlich einer genauen und zuverlässigen Wirkungsweise gestellt.

In der Brennstoffzellenvorrichtung ist eine Vielzahl von Brennstoffzellen als Brennstoffzellenstapel vereint, um die

erforderliche elektrische Leistung, zum Beispiel zum Antrieb eines Fahrzeuges, bereitzustellen. In vorzugsweise verwendeten Brennstoffzellen (PEMFC) sind ein Anodenraum und ein Kathodenraum der Brennstoffzellen voneinander durch eine protonenleitende Polymermembran getrennt. Der in den Brennstoffzellen stattfindende elektrochemische Prozess zwischen einem auf der Anodenseite aufgenommenen Brennstoff, z.B. Wasserstoff, und einem auf der Kathodenseite aufgenommenen Oxidationsmittel, meist Sauerstoff, bei dem unter Bildung von Wasser elektrische Energie erzeugt wird, erfordert auf der Kathodenseite, wie auch auf der Anodenseite eine dosierte Zuführung der Prozessgase zu den Brennstoffzellen mittels einer geregelten Gasversorgung. Auf der Kathodenseite wird meist Umgebungsluft, als Träger des prozessnotwendigen Sauerstoffanteils, über eine Zuleitung zum Brennstoffzellenstapel gefördert. Nach der Durchleitung durch den Kathodenraum wird die nur teilweise verbrauchte Luft, optional in einem geschlossenen Rezirkulationskreislauf unter Beimischung von Frischluft erneut der Kathodenseite zugeführt oder über eine Abgasleitung an die Umgebung abgegeben, wobei im Rezirkulationskreislauf, wie auch in der Abgasleitung das gebildete Wasser enthalten sein kann. Auf der Anodenseite des Brennstoffzellenstapels wird ein Anodengas, welches das Brennstoffgas enthält, gefördert, wobei sich das Brennstoffgas bei der Durchleitung durch den Anodenraum ebenfalls nicht vollständig verbraucht und optional in einem geschlossenen Rezirkulationskreislauf gefördert wird, wobei unverbrauchtes Brennstoffgas beigemischt wird. Der Druck oder die Gaskonzentration oder die Wasserkonzentration des Prozessgases in der anoden- und kathodenseitigen Gasversorgungsanordnung der Brennstoffzellenvorrichtung, insbesondere bei der Zu- und/oder Abführung des Prozessgases, wird mittels mindestens einem der Sensoren erfasst, wobei diese an die Leitungskomponenten der Gasversorgungsanordnung

gasdicht angeschlossen werden, z.B. mittels eines Gewindeflansches mit integriertem Gasanschlusskanal, so dass eine gasseitige Verbindung zwischen der Prozessgasleitung und dem Gasanschlusskanal des Sensors realisiert ist. Der Druckmesswert wird als Messsignal einer Steuereinheit zugeführt, um den Druck in den Brennstoffzellen bzw. den kathoden- und/oder anodenseitigen Gasvolumenstrom in Anpassung an den elektrischen Leistungsbedarf der Brennstoffzellenvorrichtung zu regeln. Für eine ausreichende Befeuchtung der Polymermembran ist außerdem eine bestimmte relative Feuchte der Prozessgase im Brennstoffzellenstapel erforderlich, die ein entsprechendes Gasversorgungsmanagement verlangt, regelbar über den Gasdruck oder die Gaskonzentration der Prozessgase.

Im Leistungsschwachlastbetrieb, wie auch nach einer Abschaltung der Brennstoffzellenvorrichtung kühlen unter ungünstigen Umgebungsbedingungen der Brennstoffzellenvorrichtung die Wasserdampf enthaltenden Prozessgase auf ein niedrigeres Temperaturniveau herunter und kondensieren Wasser in den Prozessgasleitungen aus. Dabei gefährden Ablagerungen von Wassertröpfchen und mitgeführten Schmutzpartikeln die Funktionsfähigkeit der bekannten Sensoren, da die Ablagerungen leicht in den Gasanschlusskanal des Sensors geraten und den Kanalquerschnitt verengen oder gar verstopfen. Bei Witterungsbedingungen unter 0° kann der Gasanschlusskanal zudem zufrieren, wodurch zum einen eine temporäre Beeinträchtigung der Messfähigkeit (Messwertfehler oder Messwertausfall) auftritt und zum anderen eine irreversible Beschädigung von Komponenten des Sensors erfolgen kann. Diese Fehlerquelle wird durch die Innenbeschichtung des Sensors an den Prozessgas führenden Oberflächen ausgeschlossen oder zumindest verkleinert.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist der Gasanschlusskanal ein Leitelement auf. Das Leitelement bewirkt mit den zusätzlich geschaffenen Oberflächen eine vorteilhafte Oberflächenvergrößerung des Gasanschlusskanals bei annähernd gleich bleibendem Querschnitt des Gasanschlusskanals und dient so zur weiteren Aufnahme und Verteilung des anfallenden Kondensates und eventueller Schmutzpartikel in der Art eines Feuchtigkeits- bzw. Schmutzfängers. Ist das Leitelement zudem mit einer hydrophilen oder einer hydrophoben Schicht versehen, ergibt sich im Gasanschlusskanal eine weitere Möglichkeit der Kombination differenzierter Schichten einerseits für den Gasanschlusskanal und andererseits für das Leitelement mit den zuvor genannten Vorteilen.

Die vorteilhafte Wirkung des Leitelementes wird dadurch erhöht, dass ein freies Ende des Leitelementes die gasseitige Öffnung des Gasanschlusskanals überragt. Vertikal ablaufende Tröpfchen, die durch die bestehenden Adhäsionskräfte zur Oberfläche des Leitelementes am freien Ende des Leitelementes haften bleiben, rufen an dieser Stelle keine Querschnittsminderung des Gasanschlusskanals hervor.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist die hydrophobe Schicht aus nanostrukturierten Fluorpolymeren gebildet. Hierbei sind die Wasser abweisenden fluorierten Polymere zusätzlich mit winzigen gehärteten Partikelstrukturen im Nanometerbereich versehen, so dass die Oberfläche mit nanofeiner Rauigkeit eine superhydrophobe, extrem wasserabweisende Eigenschaft erreicht. Superhydrophobe Oberflächen weisen Kontaktwinkel von weit mehr als 90° auf. Bei einem Kontaktwinkel von ca. 160° sind die kugelförmigen Wassertröpfchen fast rund und es findet kaum noch eine Benetzung der Oberfläche statt, so dass das Wasser bei

geringster Neigung der Oberfläche abrollt, wobei es Schmutzpartikel an der Tropfenoberfläche anlagert und mitreißt. Dieser Effekt entspricht dem Selbstreinigungseffekt des Lotusblattes, weshalb er auch als Lotuseffekt bezeichnet wird. Eine derartige hydrophobe Schicht mit superhydrophoben Eigenschaften erhöht den Selbstschutz und die Funktionssicherheit des Sensors um ein Weiteres.

Die erfindungsgemäß ausgeführte Prozessgasanlage eignet sich nicht nur hervorragend für den Einsatz in einer Gasversorgungsanordnung einer Brennstoffzellenvorrichtung, in der feuchte Prozessgase wie Wasserstoffgas oder Luft-Wasserdampfgemisch betrieben werden, sondern ist wegen der beschriebenen Vorzüge auch potentiell für den Einsatz in einer Abgasanlage eines Verbrennungsmotor geeignet, in der besonders stark verschmutzte Prozessgase, wie z.B. Dieselaabgase, vorkommen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels und den beigefügten Zeichnungen. Dabei zeigen die beiden Figuren:

Fig. 1 einen Sensor als Drucksensor mit einem Sensorgehäuse in einer Seitenansicht für eine erfindungsgemäße Prozessgasanlage und

Fig. 2 einen Sensor in gleicher Ansicht wie in Figur 1 mit einem zusätzlichen Leitelement, ebenfalls für eine erfindungsgemäße Prozessgasanlage.

Gleiche Bezugszeichen bezeichnen jeweils gleiche oder entsprechende Teile.

In Fig. 1 und 2 wird jeweils ein Drucksensor 1 dargestellt, wie er bei einer Gasversorgungsanordnung in einer Brennstoffzellenvorrichtung zur Messung des Gasdruckes von brennstoffhaltigem Anodengas oder lufthaltigem Kathodengas, als die Prozessgase des elektrochemischen Brennstoffzellenprozesses, verwendet werden kann.

In einem Sensorgehäuse 2 sind die empfindlichen mechanischen und elektronischen Komponenten eines nicht sichtbaren Druckaufnehmers und Messwertwandlers integriert. Das Sensorgehäuse 2 weist einen Port 3 für den Anschluss des Sensorgehäuses 2 an eine Prozessgas führende Gasleitung, z.B. eine Abluftleitung, oder an einen Prozessgasbehälter, z.B. einen Druckluftbehälter, auf, wobei die genannten Anschlussmöglichkeiten nicht dargestellt sind. Im Port 3, der neben einem Schraubflansch 4 einen Anschlussstutzen 5 umfasst, ist ein hohlzylindrischer Gasanschlusskanal 6, ausgebildet. Selbstverständlich ist auch eine andere Kanalform des Gasanschlusskanals 6, z.B. als ein Konus, möglich. Zur besseren Verdeutlichung des Gasanschlusskanals 6 ist der Anschlussstutzen 5 geschnitten dargestellt.

Eine gasseitige Öffnung 7 des Gasanschlusskanals 6 schafft die Verbindung, über die das Prozessgas auf den integrierten Druckaufnehmer einwirken kann, welcher im Inneren des Sensorgehäuses 2 den Gasanschlusskanal 6 abschließt. Die Oberfläche des Gasanschlusskanals 6 - gemäß dem Ausführungsbeispiel die innere Zylindermantelfläche des hohlzylindrischen Gasanschlusskanals 6 - ist mit einer hydrophilen Schicht 8 versehen. Alternativ kann die Oberfläche auch mit einer hydrophoben Schicht 9, vorzugsweise aus nanostrukturierten Fluorpolymeren mit Lotuseffekt, versehen sein. Beide Beschichtungsarten bewirken auf verschiedene Weise, dass sich beim Auskondensieren des

Wasserdampfes aus dem Prozessgas keine Tröpfchen oder Schmutzansammlungen in einer Form und Größe bilden können, die zur Blockade des Gasanschlusskanals 6 führen und bei niedrigen Gastemperaturen, etwa während des Stillstandes der Brennstoffzellenvorrichtung in kalter Umgebung, Frostschäden am Anschlussstutzen 5 oder am Druckaufnehmer verursachen.

So bewirkt die hydrophile Beschichtung 8 eine gleichmäßige Verteilung des Wassers auf der Oberfläche des Gasanschlusskanals 6 bei geringster Schichtdicke, wogegen die (super)hydrophobe Beschichtung 9 ein frühzeitiges Abperlen der kugeligen Wassertröpfchen erreicht, was durch eine Ausrichtung des angeschlossenen Drucksensors 1 mit senkrecht nach unten gerichteter Öffnung 7 des Gasanschlusskanals 6 unterstützt wird. Bei beiden Schichtarten 8, 9 wird der Querschnitt des Gasanschlusskanals 6 weitestgehend von Wasser- und Schmutzansammlungen freigehalten, so dass bei der Druckmessung des Prozessgases keine Messwertverfälschung oder gar ein Messwertausfall eintritt. Zugleich entwickelt der verbleibende hauchdünne Wasserfilm auf der hydrophilen Schicht 8 beim Erstarren keine derartigen gefährlichen Spannungenkräfte, die Gefrierschäden am Drucksensor 1 bewirken können.

In einer weiterführenden Gestaltung des Drucksensors 1 nach Fig. 2 ist im Gasanschlusskanal 6 ein axial gerichtetes Leitelement 10 integriert, das mit seinem freien Ende 11 die gasseitige Öffnung 7 des Gasanschlusskanals 6 überragt. Die beidseitigen Oberflächen des Leitelementes 10 sind beispielsweise mit der hydrophoben Schicht 9 versehen. Dazu gegensätzlich ist die innere Zylindermantelfläche des Gasanschlusskanals 6 mit der hydrophilen Schicht 8 versehen. Das auskondensierende Wasser wird besonders von dieser Schicht 8 angezogen und bildet auf ihr einen dünnen

Wasserfilm. Auskondensierendes Wasser auf der hydrophoben Schicht 9 der vertikal ausgerichteten Oberflächen des Leitelementes 10 rollt dagegen als kugelförmige Tröpfchen an dieser ab und reißt dabei die vom Leitelement 10 aufgefangenen Schmutzteilchen mit. Sofern die Tröpfchen am freien Ende 11 des Leitelementes 10 wegen der vorhandenen minimalen Adhäsionskräfte haften bleiben, bilden sie keine störende Querschnittsverengung des Gasanschlusskanals 6.

Als weitere Ausführungsalternative kann auch die innere Zylinderfläche des Gasanschlusskanals 6 mit der hydrophoben Schicht 9 und das Leitelement 10 mit einer hydrophilen Schicht 8 beschichtet sein, um einen vorteilhaften Kondensatabfluss zu gewährleisten.

Patentansprüche

1. Prozessgasanlage, vorzugsweise ausgebildet als eine Gasversorgungsanordnung einer Brennstoffzellenvorrichtung, mit einem Sensor (1) zur Erfassung einer Messgröße eines Prozessgases, wobei der Sensor ein Sensorgehäuse (2) umfasst, welches einen Gasanschlusskanal (6) mit einer gasseitigen Öffnung (7) zur Zuleitung des Prozessgases an einen Messgrößenaufnehmer aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass

der Gasanschlusskanal (6) und/oder der Messgrößenaufnehmer eine Oberfläche aufweisen/aufweist, die mit einer hydrophilen (8) und/oder einer hydrophoben Schicht (9) versehen ist.
2. Prozessgasanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor als Drucksensor (1) zur Erfassung eines Absolut- oder Differenzdruckes des Prozessgases oder als ein Gassensor zur Erfassung einer Gaskonzentration des Prozessgases ausgebildet ist.
3. Prozessgasanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasanschlusskanal (6) ein Leitelement (10) aufweist.

4. Prozessgasanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Oberfläche des Leitelementes (10) mit einer hydrophilen (8) oder einer hydrophoben Schicht (9) versehen ist.
5. Prozessgasanlage nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Leitelement (10) ein freies Ende (11) aufweist, welches die gasseitige Öffnung (7) des Gasanschlusskanals (6) überragt.
6. Prozessgasanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die hydrophile Schicht (8) aus hydrophil wirkenden Polymeren gebildet ist.
7. Prozessgasanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die hydrophobe Schicht (9) aus einem oder mehreren nanostrukturierten Fluorpolymeren gebildet ist.
8. Prozessgasanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasversorgungsanlage als kathodenseitige Gasversorgungsanordnung oder als anodenseitige Gasversorgungsanordnung der Brennstoffzellenvorrichtung ausgebildet ist.
9. Prozessgasanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch eine Ausbildung als Abgasanlage eines Verbrennungsmotors.

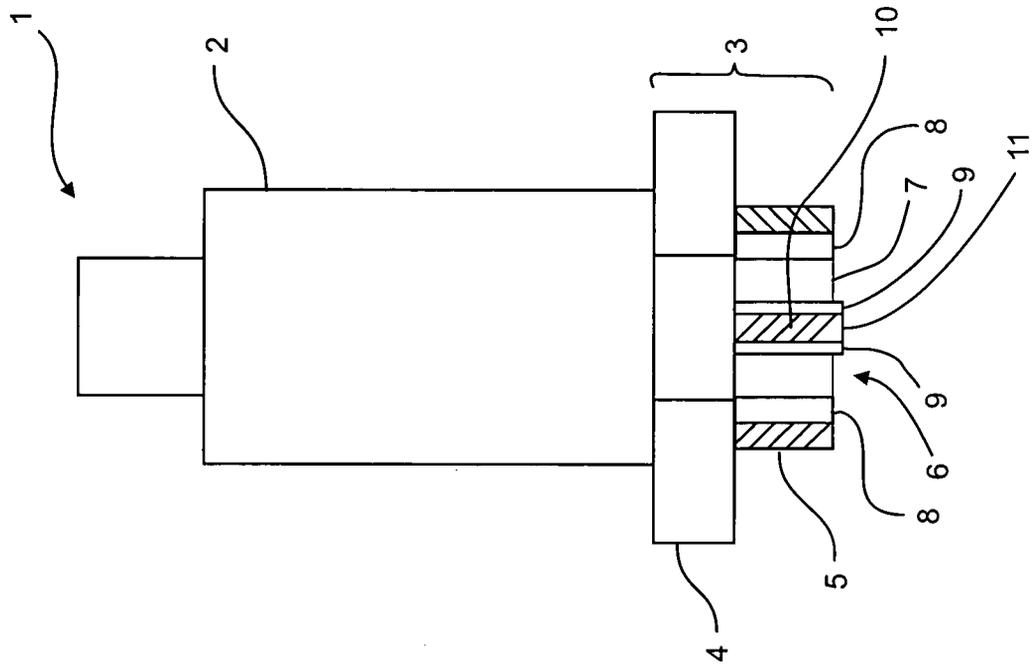


Fig. 2

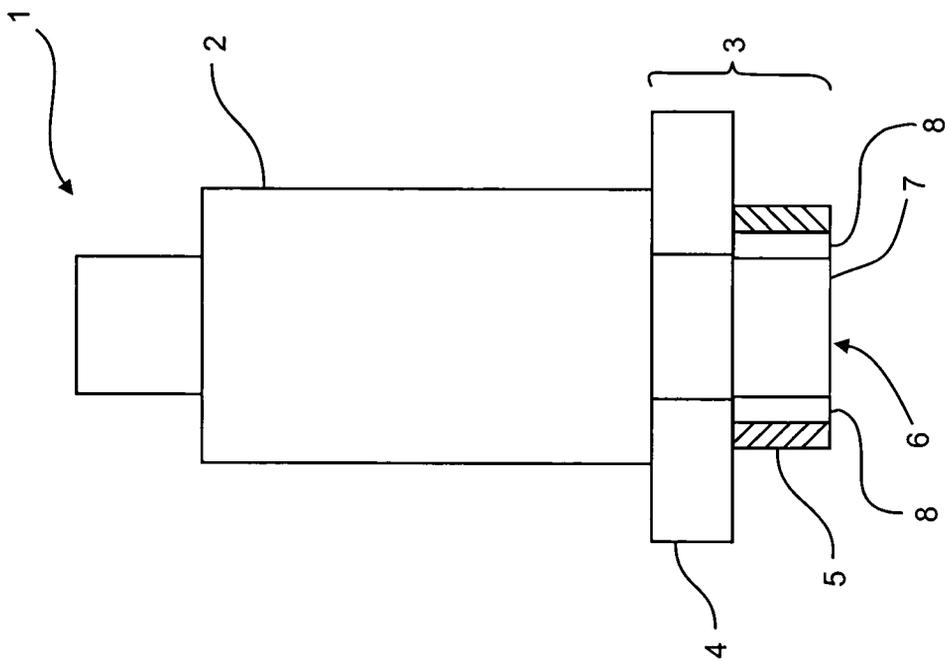


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/001661

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01L19/06 G01N27/26

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 G01L

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 practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/108222 A1 (YAMADA KOHEI [JP] ET AL) 25 May 2006 (2006-05-25) paragraph [0016] - paragraph [0045] paragraph [0064] - paragraph [0105] figures 1,2,8-11	1-5,8,9
X	US 2005/022594 A1 (PADMANABHAN ARAVIND [US] ET AL) 3 February 2005 (2005-02-03) paragraph [0005] paragraph [0038] - paragraph [0091]; figures 10-17	1,2,6,7
X	DE 103 40 690 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 14 April 2005 (2005-04-14) paragraph [0019] - paragraph [0022]; figures 1,2	1-5,7,9
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*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)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>*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</p> <p>*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</p> <p>*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.</p> <p>*&* document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search 16 November 2007	Date of mailing of the international search report 26/11/2007
--	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Gruss, Christian
---	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/001661

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 440 014 A (HATTORI TADASHI [JP] ET AL) 3 April 1984 (1984-04-03) column 2, line 15 - column 4, line 59; figures 2-4	1,2,9
X	----- DE 196 21 997 C1 (SIEMENS AG [DE]) 31 July 1997 (1997-07-31) column 1, line 51 - column 4, line 40; figures 1-3 -----	1,2,7,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2007/001661

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006108222 A1	25-05-2006	JP 2007033425 A	08-02-2007
US 2005022594 A1	03-02-2005	NONE	
DE 10340690 A1	14-04-2005	NONE	
US 4440014 A	03-04-1984	JP 58042723 U JP 62037151 Y2	22-03-1983 22-09-1987
DE 19621997 C1	31-07-1997	EP 0810431 A1 JP 10062383 A US 5900128 A	03-12-1997 06-03-1998 04-05-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/001661

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01L19/06 G01N27/26

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G01N G01L

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2006/108222 A1 (YAMADA KOHEI [JP] ET AL) 25. Mai 2006 (2006-05-25) Absatz [0016] - Absatz [0045] Absatz [0064] - Absatz [0105] Abbildungen 1,2,8-11	1-5,8,9
X	US 2005/022594 A1 (PADMANABHAN ARAVIND [US] ET AL) 3. Februar 2005 (2005-02-03) Absatz [0005] Absatz [0038] - Absatz [0091]; Abbildungen 10-17	1,2,6,7
X	DE 103 40 690 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 14. April 2005 (2005-04-14) Absatz [0019] - Absatz [0022]; Abbildungen 1,2	1-5,7,9
	----- -/--	



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 älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. November 2007

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/11/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gruss, Christian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/001661

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 440 014 A (HATTORI TADASHI [JP] ET AL) 3. April 1984 (1984-04-03) Spalte 2, Zeile 15 - Spalte 4, Zeile 59; Abbildungen 2-4	1,2,9
X	----- DE 196 21 997 C1 (SIEMENS AG [DE]) 31. Juli 1997 (1997-07-31) Spalte 1, Zeile 51 - Spalte 4, Zeile 40; Abbildungen 1-3 -----	1,2,7,8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/001661

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2006108222 A1	25-05-2006	JP 2007033425 A	08-02-2007
US 2005022594 A1	03-02-2005	KEINE	
DE 10340690 A1	14-04-2005	KEINE	
US 4440014 A	03-04-1984	JP 58042723 U	22-03-1983
		JP 62037151 Y2	22-09-1987
DE 19621997 C1	31-07-1997	EP 0810431 A1	03-12-1997
		JP 10062383 A	06-03-1998
		US 5900128 A	04-05-1999