

(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
12. Mai 2016 (12.05.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/071509 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 27/407 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/075964

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. November 2015 (06.11.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 222 748.8
7. November 2014 (07.11.2014) DE

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

(72) Erfinder: REITMEIER, Torsten; Hauptstraße 2, 92442
Wackersdorf (DE). SCHIESSL, Sabrina; Schachten 4,
93458 Eschlkam (DE).

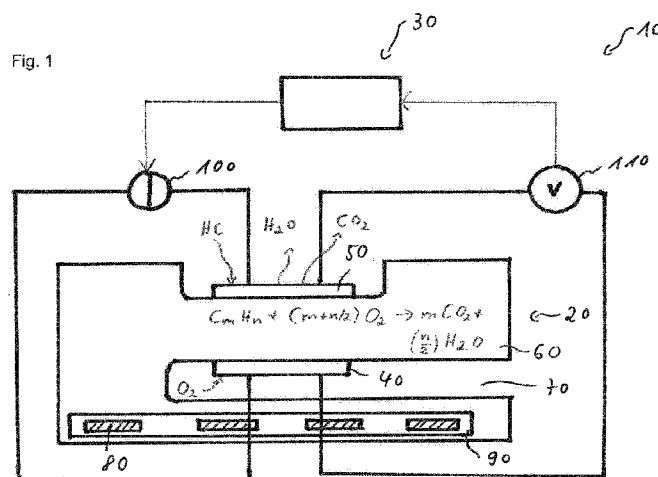
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD, APPARATUS, SYSTEM, COMPUTER PROGRAM AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT FOR OPERATING A SENSOR ELEMENT FOR RECORDING A GAS CONCENTRATION

(54) Bezeichnung : VERFAHREN, VORRICHTUNG, SYSTEM, COMPUTERPROGRAMM UND COMPUTERPROGRAMMPRODUKT ZUM BETREIBEN EINES SENSORELEMENTS ZUM ERFASSEN EINER GASKONZENTRATION



(57) Abstract: The sensor element comprises a reference electrode (40) and a measuring electrode (50) which comprises at least one mixed-potential electrode which is sensitive to a gas, the concentration of which is to be recorded. The sensor element (20) also has a transport layer (60) for transporting ions, which transport layer is conductive for the ions above a predefined temperature and is arranged in such a manner that said layer is coupled to the reference electrode (40) and to the measuring electrode (50). In a preparation phase, a current is impressed between the measuring electrode (50) and the reference electrode (40) on the basis of a provided measurement variable which is representative of an oxygen concentration in the gas space. In a measuring phase following the preparation phase, preferably in a measuring phase immediately following the preparation phase, a measurement variable representative of the gas concentration in the gas space is recorded between the measuring electrode (50) and the reference electrode (40).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/071509 A1

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)

Das Sensorelement umfasst eine Referenzelektrode (40) und eine Messelektrode (50), die mindestens eine Mischpotentialelektrode umfasst, die sensitiv ist gegenüber einem Gas, dessen Konzentration zu erfassen ist. Ferner weist das Sensorelement (20) eine Transportschicht (60) zum Transport von Ionen auf, die ab einer vorgegebenen Temperatur für die Ionen leitfähig ist und die so angeordnet ist, dass sie mit der Referenzelektrode (40) und mit der Messelektrode (50) gekoppelt ist. In einer Vorbereitungsphase wird ein Strom zwischen der Messelektrode (50) und der Referenzelektrode (40) eingepreßt abhängig von einer bereitgestellten Messgröße, die repräsentativ ist für eine Sauerstoffkonzentration in dem Gasraum. In einer auf die Vorbereitungsphase folgenden Messphase, vorzugsweise in einer unmittelbar auf die Vorbereitungsphase folgenden Messphase, wird eine Messgröße zwischen der Messelektrode (50) und der Referenzelektrode (40) erfasst, die repräsentativ ist für die Gaskonzentration im Gasraum.

Beschreibung

Verfahren, Vorrichtung, System, Computerprogramm und Computerprogrammprodukt zum Betreiben eines Sensorelements zum Erfassen einer Gaskonzentration

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, eine Vorrichtung, ein System, ein Computerprogramm und ein Computerprogrammprodukt zum Betreiben eines Sensorelements zum Erfassen einer Gaskonzentration in einem Gasraum, insbesondere in einem Abgastrakt eines Fahrzeugs.

Immer strengere gesetzliche Vorschriften bezüglich zulässiger Schadstoffemissionen in Kraftfahrzeugen, in denen Brennkraftmaschinen angeordnet sind, machen es erforderlich, die Schadstoffemissionen bei einem Betrieb der Brennkraftmaschine so gering wie möglich zu halten. Hierdurch ist es insbesondere für den Einsatz von Abgasnachbehandlungssystemen, wie Katalysatoren, erforderlich, die Schadstoffkomponenten im Abgastrakt sehr genau zu bestimmen. Für das Erfassen von Kohlenwasserstoffen in Abgasen sind Festkörperelektrolytsensoren erfolgsversprechend. Dies gilt insbesondere für potentiometrische Mischpotentialsensoren, die durch einen einfachen Aufbau gekennzeichnet sind. Das Ausgangsmesssignal solcher Mischpotentialsensoren zeigen jedoch bei geringen Sauerstoffkonzentrationen (zum Beispiel $< 5\%$ beziehungsweise $\lambda < 1,3$) eine nicht zu vernachlässigende Empfindlichkeit gegenüber Sauerstoff.

Die Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, ist es, ein Verfahren, eine Vorrichtung, ein System, ein Computerprogramm und ein Computerprogrammprodukt zum Betreiben eines Sensorelements zum Erfassen einer Gaskonzentration in einem Gasraum zu schaffen, die einen Beitrag leisten, die Gaskonzentration in dem Gasraum einfach und präzise zu ermitteln.

35

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

5 Gemäß einem ersten und zweiten Aspekt zeichnet sich die Erfindung aus durch ein Verfahren und eine korrespondierende Vorrichtung zum Betreiben eines Sensorelements zum Erfassen einer Gas-
konzentration in einem Gasraum. Das Sensorelement umfasst eine Referenzelektrode und eine Messelektrode, die mindestens eine
10 Mischpotentialelektrode umfasst, die sensitiv ist gegenüber einem Gas, dessen Konzentration zu erfassen ist. Ferner weist das Sensorelement eine Transportschicht zum Transport von Ionen auf, die ab einer vorgegebenen Temperatur für die Ionen leitfähig ist und die so angeordnet ist, dass sie mit der Referenzelektrode und
15 mit der Messelektrode gekoppelt ist. In einer Vorbereitungsphase wird ein Strom zwischen der Messelektrode und der Referenzelektrode eingepreßt abhängig von einer bereitgestellten Messgröße, die repräsentativ ist für eine Sauerstoffkonzentration in dem Gasraum. In einer auf die Vorbereitungsphase
20 folgenden Messphase, vorzugsweise in einer unmittelbar auf die Vorbereitungsphase folgenden Messphase, wird eine Messgröße zwischen der Messelektrode und der Referenzelektrode erfasst, die repräsentativ ist für die Gaskonzentration im Gasraum.

25 Dies hat den Vorteil, dass auf eine rechnerische Kompensation einer Sauerstoff-Querempfindlichkeit verzichtet werden kann. Unter Querempfindlichkeit ist hierbei die Eigenschaft eines Stoffes zu verstehen, einen anderen Stoff im Messverfahren zu beeinflussen und so das Messergebnis zu verfälschen.

30

Der Gasraum weist vorzugsweise ein Gasgemisch auf. Das Gasgemisch umfasst vorzugsweise auch ein Messgas, dessen Konzentration durch das Sensorelement zu erfassen ist. Das Sensorelement ist ausgebildet zum Erfassen der Konzentration des Messgases,
35 beispielweise einer Kohlenwasserstoffkonzentration, in dem Gasraum. Unterschiedliche Sauerstoffkonzentrationen in dem Gasgemisch, verursachen eine Änderung eines Verlaufs einer

Kennlinie des Sensorelements, insbesondere eine Änderung eines Kennlinienanstiegs, auch Gain genannt, und eines Offsets. Die erfasste Messgröße umfasst vorzugsweise eine Spannung. Die Kennlinie repräsentiert vorzugsweise eine Spannung, die zwischen
5 der Messelektrode und der Referenzelektrode erfasst wird, aufgetragen über der Gaskonzentration.

Das Anlegen des Stromes zwischen der Messelektrode und der Referenzelektrode, dessen Stromstärke in Abhängigkeit von der
10 Sauerstoffkonzentration des Gasgemisches eingestellt wird, können die Kennlinien des Sensorelements so verschoben werden, dass sie für alle Sauerstoffkonzentrationen deckungsgleich oder näherungsweise deckungsgleich sind. Auf diese Weise kann eine Kompensation der Sauerstoff-Querempfindlichkeit ohne rechne-
15 rische Schritte erfolgen. Das Sensorelement kann universell eingesetzt werden in verschiedenen Fahrzeugkonfigurationen sowohl bei Diesel- als auch Benzinfahrzeugen. Ferner kann so eine Änderung der Empfindlichkeit des Sensorelements auf unterschiedliche Gase erfolgen.

20 Die Transportschicht ist insbesondere mechanisch gekoppelt mit der Referenzelektrode und der Messelektrode. Die Transportschicht umfasst vorzugsweise einen Festkörperelektrolyt oder besteht aus einem Festkörperelektrolyten. Die Transportschicht
25 ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass sie in einem spezifischen Betriebstemperaturbereich Sauerstoffionen elektrolitisch transportieren kann.

Beispielsweise kann die Vorbereitungsphase eine vorgegebene
30 konstante erste Zeitdauer und die Messphase eine konstante vorgegebene zweite Zeitdauer aufweisen und die Vorbereitungsphase und die Messphase zyklisch wiederholt werden. Vorzugsweise dauert die Vorbereitungsphase zeitlich länger an als die eigentliche Messphase.

35 In einer vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem ersten und dem zweiten Aspekt ist die Messelektrode sensitiv gegenüber zu-

mindest einer Kohlenwasserstoffverbindung und die erfasste Messgröße ist repräsentativ für eine Konzentration der zumindest einen Kohlenwasserstoffverbindung. Dies ermöglicht, das Sensorelement als Kohlenwasserstoffsensor zu nutzen. Beispielsweise
5 kann das Sensorelement für eine Überwachung eines Katalysators in einem Kraftfahrzeug genutzt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem ersten und dem zweiten Aspekt weist das Sensorelement eine Erwärmungseinrichtung auf zur Erwärmung der Transportschicht. In der
10 Messphase wird die Erwärmungseinrichtung im Sinne eines Abschaltens angesteuert. Während der Vorbereitungsphase wird die Erwärmungseinrichtung derart angesteuert, dass sich die Transportschicht auf eine vorgegebene Betriebstemperatur erwärmt, bei der die Transportschicht für die Ionen leitfähig ist.
15 Die Transportschicht kann beispielsweise Yttrium-dotiertes Zirkonoxid aufweisen und die Betriebstemperatur kann beispielsweise in einem Bereich von 550 °C bis 800 °C liegen. Durch das Abschalten der Erwärmungseinrichtung während der Messphase
20 kann verhindert werden, dass das Messergebnis verfälscht wird, insbesondere wenn eine Isolation zwischen Transportschicht und Erwärmungseinrichtung nicht optimal ausgebildet ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem ersten
25 und dem zweiten Aspekt ist das Sensorelement in einem Abgastrakt eines Fahrzeugs angeordnet. Dies ermöglicht eine einfache Abgasüberwachung des Fahrzeugs insbesondere im Hinblick auf zukünftige und/oder geltende gesetzliche Vorschriften wie der Europäischen Norm EURO-6 oder der US-Norm SULFE.

30 Gemäß einem dritten Aspekt zeichnet sich die Erfindung aus durch ein System, das die Vorrichtung zum Betreiben eines Sensorelements zum Erfassen einer Gaskonzentration in einem Gasraum und das Sensorelement zum Erfassen der Gaskonzentration umfasst.

35 Gemäß einem vierten Aspekt zeichnet sich die Erfindung aus durch ein Computerprogramm, wobei das Computerprogramm ausgebildet

ist, das Verfahren zum Betreiben eines Sensorelements zum Erfassen einer Gaskonzentration in einem Gasraum oder eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens zum Betreiben des Sensorelements zum Erfassen der Gaskonzentration auf einer
5 Datenverarbeitungsvorrichtung durchzuführen.

Gemäß einem fünften Aspekt zeichnet sich die Erfindung aus durch ein Computerprogrammprodukt, das einen ausführbaren Programmcode umfasst, wobei der Programmcode bei Ausführung durch eine
10 Datenverarbeitungsvorrichtung das Verfahren zum Betreiben eines Sensorelements zum Erfassen einer Gaskonzentration in einem Gasraum oder eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens zum Betreiben des Sensorelements zum Erfassen der Gaskonzentration ausführt.

15 Das Computerprogrammprodukt umfasst insbesondere ein von der Datenverarbeitungsvorrichtung lesbares Medium, auf dem der Programmcode gespeichert ist.

20 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert.

Es zeigen:

25 Figur 1 ein System aufweisend ein Sensorelement zum Erfassen einer Gaskonzentration in einem Gasraum und eine Steuervorrichtung,

30 Figur 2 ein beispielhaftes Ablaufdiagramm für ein Programm zum Betreiben des Sensorelements zum Erfassen der Gaskonzentration,

Figur 3 ein erstes Kennliniendiagramm und

35 Figur 4 ein weiteres Kennliniendiagramm.

Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Figur 1 zeigt ein System 10. Das System 10 umfasst zumindest ein
5 Sensorelement 20 zum Erfassen einer Gaskonzentration in einem Gasraum und eine Steuervorrichtung 30.

Figur 1 zeigt ferner eine Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels für das Sensorelement 20 zum Erfassen der
10 Gaskonzentration in dem Gasraum.

Das Sensorelement 20 kann beispielsweise in einem Kraftfahrzeug an einer oder mehreren Stellen angeordnet sein. Beispielsweise kann das Sensorelement 20 in einem Abgastrakt eines Fahrzeugs
15 angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich kann das Sensorelement 20 an einer Stelle in einem Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine des Fahrzeugs angeordnet sein, zum Beispiel in einem Ansaugraum des Ansaugtrakts.

Das Sensorelement 20 weist beispielsweise eine Messelektrode 50 und eine Referenzelektrode 40 auf. Die Messelektrode 50 umfasst mindestens eine Mischpotentialelektrode, die sensitiv ist gegenüber dem Gas, dessen Konzentration zu erfassen ist. Die
20 Messelektrode 50 umfasst beispielsweise eine speziell dotierte Elektrode. Die Referenzelektrode 40 umfasst beispielsweise eine Platinelektrode.

Ferner weist das Sensorelement 20 eine Transportschicht 60 zum Transport von Ionen auf. Die Transportschicht 60 ist ab einer
30 vorgegebenen Temperatur für die Ionen leitfähig. Die Transportschicht 60 ist derart angeordnet, dass sie mit der Referenzelektrode 40 und mit der Messelektrode 50 gekoppelt ist. Das Sensorelement 20 kann beispielsweise eine Transportschicht 60 aus Yttrium-dotiertem Zirkonoxid aufweisen, das ab der vor-
35 gegebenen Temperatur sauerstoffionenleitfähig ist.

Bei dem in Figur 1 gezeigten Sensorelement 20 sind die Referenzelektrode 40 und die Messelektrode 50 beispielhaft auf gegenüberliegenden Seiten der Transportschicht 60 angeordnet.

5 Beim Betreiben des Sensorelements 20, beispielsweise in dem Abgastrakt des Fahrzeugs, ist die Messelektrode 50 derart angeordnet, dass sie mit einem Gasgemisch des Gasraums beaufschlagt wird. die Referenzelektrode 40 ist in einer Kammer 70 angeordnet. Die Referenzelektrode 40 ist somit abgeschirmt von
10 dem Gasraum angeordnet, so dass sich eine Referenzumgebung in einem vorgegebenen Bereich um die Referenzelektrode 40 ausbilden kann.

Zur Erwärmung der Transportschicht 60 ist beispielsweise eine
15 Erwärmungseinrichtung 80 vorgesehen, die durch eine Isolations-
schicht 90 von der Transportschicht 60 getrennt ist.

Zum Betreiben der Erwärmungseinrichtung 80 wird beispielsweise eine Steuerspannung an die Erwärmungseinrichtung 80 angelegt. In
20 Abhängigkeit von der angelegten Steuerspannung lässt sich die Temperatur der Erwärmungseinrichtung 80 regeln. Die Erwärmungseinrichtung 80 kann beispielsweise genutzt werden, eine Betriebstemperatur des Festkörperelektrolyten einzustellen.

25 Die Mischpotentialelektrode ist beispielsweise sensitiv gegenüber zumindest einer Kohlenwasserstoffverbindung. Das Sensorelement 20 kann so beispielsweise genutzt werden, eine Kohlenwasserstoffkonzentration zu ermitteln in dem Abgasstrang der Brennkraftmaschine.

30 Bei Mischpotentialelektroden, auch Brenngas-sensitive Elektroden oder Elektroden mit nicht-Nernstschem Verhalten genannt, ist die Elektrodenfunktion nicht mehr thermodynamisch, sondern kinetisch bestimmt. Je nach Gasgemisch-Zusammensetzung ent-
35 stehen Mischpotentiale, die in direkter Korrelation zu Nicht-Gleichgewichtsabgasen, wie zum Beispiel Kohlenwasserstoffverbindungen oder Kohlenmonoxid, stehen. Als Referenz im

potentiometrischen Betrieb dient die Referenzelektrode 40, die abgeschirmt gegenüber dem Gasgemisch im Gasraum angeordnet ist.

Da die Reaktion an der Mischpotentialelektrode hauptsächlich auf
5 einer Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse der Gaskomponenten
mit Sauerstoff basiert, hat das Signal eine Vielzahl von
Querempfindlichkeiten zu fast allen reduzierenden und oxidi-
dierenden Gasbestandteilen, also neben der Querempfindlichkeit
zu Sauerstoff O₂, auch zu CO, NO₂, NH₃, und so weiter. Dies führt
10 zu einem großen Toleranzspektrum. Unterschiedliche Medien
erzeugen unterschiedliche elektrische Spannungen bei gleicher
Konzentration.

Um ein ausreichend genaues Messergebnis bei der Erfassung der
15 Gaskonzentration, insbesondere der Kohlenwasserstoffkonzent-
ration, zu erhalten, muss die Sauerstoff-Querempfindlichkeit
kompensiert werden. Dies kann beispielsweise mit Hilfe eines
Programms, das von der Steuervorrichtung 30 ausgeführt wird,
erfolgen. Die Steuervorrichtung 30 kann auch als Vorrichtung zum
20 Betreiben eines Sensorelements 20 zum Erfassen einer Gaskonzent-
ration in einem Gasraum bezeichnet werden.

Auf einem Daten- und Programmspeicher der Steuervorrichtung 30
ist hierfür insbesondere ein Programm zum Betreiben eines
25 Sensorelements 20 zum Erfassen einer Gaskonzentration in einem
Gasraum gespeichert.

Die Steuervorrichtung 30 kann beispielsweise als Bestandteil des
Sensorelements 20 ausgebildet sein und/oder als separates
30 Bauteil.

Die Steuervorrichtung 30 umfasst beispielsweise eine Stromquelle
100, insbesondere eine steuerbare Stromquelle, mittels derer die
Mess- und Referenzelektrode 50, 40 während einer Vorbereitungs-
35 phase mit einem Strom beaufschlagt werden. Der Strom wird
abhängig von einer erfassten und/oder ermittelten Sauerstoff-

konzentration und/oder eine Messgröße, die repräsentativ ist für die Sauerstoffkonzentration in dem Gasraum, eingestellt.

Die Sauerstoffkonzentration und/oder die zumindest eine
5 Messgröße, die repräsentativ ist für die Sauerstoffkonzentration in dem Gasraum, wird beispielsweise von einem geeignet ausgebildeten weiteren Sensorelement für die Steuervorrichtung 30 bereitgestellt.

10 An der Messelektrode 50 reagieren die Kohlenwasserstoffe mit Sauerstoff. Die Transportschicht, die Messelektrode und der Gasraum bilden eine Dreiphasengrenzschicht. Die Reaktion der Kohlenwasserstoffe mit Sauerstoff erfolgt insbesondere an dieser Dreiphasengrenzschicht. Um eine effektive Fläche der Dreiphasen-
15 grenzschicht zu erhöhen, weist die Messelektrode ein Cermet auf, beispielsweise auf Basis von Zirconiumdioxid. Bei der chemischen Reaktion entsteht Wasser und Kohlendioxid. Die Stromzufuhr bewirkt, dass Sauerstoffionen (O^{2-}), die durch die Transportschicht 60 an die Messelektrode 50 gelangen, Elektronen abgeben
20 und so weiterer Sauerstoff an der Messelektrode 50 bereitgestellt werden kann. Auf Seiten der Referenzelektrode 40 bewirken die zugeführten Elektronen, dass der Sauerstoff die Elektronen aufnimmt und zusätzliche Sauerstoffionen entstehen, die über die Transportschicht 60 zur Messelektrode 50 gelangen. Es kann so das
25 Angebot an Sauerstoff an der Messelektrode 50, unabhängig von einer Sauerstoffkonzentration des Gasgemisches im Gasraum, konstant gehalten werden.

Ferner weist die Steuervorrichtung 30 beispielsweise eine
30 Messeinrichtung auf, die ausgebildet ist, eine Messgröße, vorzugsweise eine Spannung, zwischen der Referenzelektrode 40 und der Messelektrode 50 zu erfassen, die repräsentativ ist für die Gaskonzentration in dem Gasraum.

35 Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm des Programms zum Betreiben des Sensorelements zum Erfassen der Gaskonzentration. Das Programm

wird in einem Schritt S1 gestartet, in dem gegebenenfalls Variablen initialisiert werden können.

In einem Schritt S3 wird ein Strom zwischen der Messelektrode 50
5 und der Referenzelektrode 40 eingeprägt abhängig von einer bereitgestellten Messgröße, die repräsentativ ist für eine Sauerstoffkonzentration in dem Gasraum.

In einem Schritt S5 wird in einer auf die Vorbereitungsphase des
10 Schrittes S3 folgende Messphase eine Spannung zwischen der Messelektrode 50 und der Referenzelektrode 40 erfasst, die repräsentativ ist für die Gaskonzentration im Gasraum. Vorzugsweise wird während der Messphase kein Strom zwischen der Messelektrode 50 und der Referenzelektrode 40 eingeprägt.

15 Vorzugsweise wird in dem Schritt S3, das heißt in der Vorbereitungsphase, die Erwärmungseinrichtung 80 derart angesteuert, dass sich die Transportschicht 60 auf eine vorgegebene Betriebstemperatur erwärmt, bei der die Transportschicht 60 für die Ionen
20 leitfähig ist. Dagegen wird in dem Schritt S5, das heißt während der Messphase, die Erwärmungseinrichtung 80 vorzugsweise im Sinne eines Abschaltens angesteuert. Alternativ kann die Transportschicht 60 sowohl in der Messphase als auch in der Vorbereitungsphase beheizt werde. Das Abschalten der Erwärmungseinrichtung 80 während der Messphase ist insbesondere vor-
25 teilhaft, wenn die Isolationsschicht 90 keine ausreichend gute Isolation zwischen Erwärmungseinrichtung 80 und Transportschicht 60 gewährleistet.

30 In einem Schritt S7 wird das Programm beendet und kann gegebenenfalls wieder in dem Schritt S1 gestartet werden. Alternativ kann das Programm auch wieder in dem Schritt S3 fortgesetzt werden. Die Vorbereitungsphase und die Messphase können zyklisch, beispielsweise alle 5 ms, wiederholt werden. Vorzugsweise
35 dauert die Vorbereitungsphase zeitlich länger an als die eigentliche Messphase. Beispielsweise dauert die Vorbereitungsphase 4,9 ms und die Messphase 0,1 ms.

Die erfasste Gaskonzentration ist beispielsweise eine Konzentration einer Kohlenwasserstoffverbindung.

- 5 Durch das Beaufschlagen der Referenzelektrode 40 und der Messelektrode 50 kann beispielsweise eine rechnerische Kompensation der Sauerstoffquerempfindlichkeit des Sensorelements entfallen oder zumindest erleichtert werden.
- 10 Das Sensorelement 20 kann beispielsweise unterschiedlich sensitiv gegenüber den unterschiedlichen Kohlenwasserstoffverbindungen Methan (CH_4), Propan (C_3H_8), Propylen (C_3H_6) und Toluol (C_7H_8) sein.
- 15 Eine Anpassung der rechnerischen Kompensation der Sauerstoffquerempfindlichkeit auf die unterschiedliche Sensitivität des Sensorelements auf die unterschiedlichen Kohlenwasserstoffverbindungen kann ebenfalls entfallen. Hierdurch kann dazu beigetragen werden, dass mit dem Sensorelement 20 die Gas-
- 20 konzentration, insbesondere die Kohlenwasserstoffkonzentration in einem Abgastrakt eines Fahrzeugs einfach und präzise ermittelt werden kann.

Figur 3 zeigt ein Kennliniendiagramm M1 mit mehreren Spannungsverläufen.

Zur Auswertung des Messsignals des Sensorelements 20 werden vorzugsweise Kennlinien genutzt. Die Kennlinien repräsentieren eine Ausgangsspannung des Sensorelements 20 aufgetragen über der

30 Gaskonzentration des zu messenden Gases. In diesem Beispiel ist es Kohlenwasserstoff.

Das Kennliniendiagramm M1 zeigt jeweils einen Spannungsverlauf, der zwischen der Referenzelektrode 40 und der Messelektrode 50

35 erfasst wurde abhängig von verschiedenen Kohlenwasserstoffkonzentrationen in dem Gasraum. Ein erster Spannungsverlauf U1 wurde beispielsweise erfasst in einem Gasraum, bei dem das

Gasgemisch in dem Gasraum eine Sauerstoffkonzentration von 2 % aufwies. Der zweite Spannungsverlauf U2 wurde beispielsweise erfasst in einem Gasraum, bei dem das Gasgemisch in dem Gasraum eine Sauerstoffkonzentration von 6 % aufwies. Der dritte
5 Spannungsverlauf U3 wurde beispielsweise erfasst in einem Gasraum, bei dem das Gasgemisch in dem Gasraum eine Sauerstoffkonzentration von 10 % aufwies.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Messergebnisse hinsichtlich
10 der Kohlenwasserstoffkonzentration abhängig sind von der Sauerstoffkonzentration des Gasgemisches in dem Gasraum. Je höher die Sauerstoffkonzentration in dem Gasraum ist, desto flacher verläuft die Kennlinie.

15 Unterschiedliche Sauerstoffkonzentrationen in dem Gasgemisch, verursachen eine Änderung eines Verlaufs der Kennlinie des Sensorelements, insbesondere eine Änderung eines Kennlinienanstiegs, auch Gain genannt, und eines Offsets.

20 Figur 4 zeigt ein weiteres Kennliniendiagramm M2 mit mehreren Spannungsverläufen. Das weitere Kennliniendiagramm M2 zeigt drei Spannungsverläufe, die jeweils zwischen der Referenzelektrode 40 und der Messelektrode 50 erfasst wurden abhängig von verschiedenen Kohlenwasserstoffkonzentrationen in dem Gasraum.

25 Jedoch wurde in der Vorbereitungsphase unmittelbar vor der Messphase die Referenzelektrode 40 und Messelektrode 50 mit einem Strom beaufschlagt abhängig von der jeweiligen Sauerstoffkonzentration des Gasgemisches in dem Gasraum.

30 Durch das Anlegen des Stromes zwischen der Messelektrode 50 und der Referenzelektrode 40 können die Kennlinien des Sensorelements 20 zur Erfassung der Gaskonzentration, in dem gezeigten Ausführungsbeispiel zur Erfassung der Kohlenwasserstoffkonzentration, so verschoben werden, dass sie für alle Sauerstoffkonzentrationen deckungsgleich oder näherungsweise deckungsgleich sind. Eine rechnerische Kompensation der Sauerstoffquerempfindlichkeit ist nicht erforderlich oder wird
35

zumindest erleichtert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Sensorelements (20) zum Erfassen einer Gaskonzentration in einem Gasraum, wobei das Sensorelement (20) aufweist:
 - 5 - eine Referenzelektrode (40),
 - eine Messelektrode (50), die mindestens eine Mischpotentialielektrode umfasst, die sensitiv ist gegenüber einem Gas, dessen Konzentration zu erfassen ist,
 - 10 - eine Transportschicht (60) zum Transport von Ionen, die ab einer vorgegebenen Temperatur für die Ionen leitfähig ist und die so angeordnet ist, dass sie mit der Referenzelektrode (40) und mit der Messelektrode (50) gekoppelt ist,wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
 - 15 - in einer Vorbereitungsphase wird ein Strom zwischen der Messelektrode (50) und der Referenzelektrode (40) eingeprägt abhängig von einer bereitgestellten Messgröße, die repräsentativ ist für eine Sauerstoffkonzentration in dem Gasraum,
 - 20 - in einer auf die Vorbereitungsphase folgenden Messphase wird eine Messgröße zwischen der Messelektrode (50) und der Referenzelektrode (40) erfasst, die repräsentativ ist für die Gaskonzentration im Gasraum.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Messelektrode (50) sensitiv ist gegenüber zumindest einer Kohlenwasserstoffverbindung und die erfasste Messgröße repräsentativ ist für eine Konzentration der zumindest einen Kohlenwasserstoffverbindung.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Sensorelement (20) eine Erwärmungseinrichtung (80) aufweist zur Erwärmung der Transportschicht (60) und in der Messphase die Erwärmungseinrichtung (80) im Sinne eines Abschaltens angesteuert wird und während der Vorbereitungsphase derart angesteuert wird, dass sich die
- 35

Transportschicht (60) auf eine vorgegebene Betriebstemperatur erwärmt, bei der die Transportschicht (60) für die Ionen leitfähig ist.

- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
bei dem das Sensorelement (20) in einem Abgastrakt eines
Fahrzeugs angeordnet ist.
- 10 5. Vorrichtung zum Betreiben eines Sensorelements zum Erfassen
einer Gaskonzentration in einem Gasraum, wobei die Vor-
richtung dazu ausgebildet ist, ein Verfahren nach einem der
Ansprüche 1 bis 4 auszuführen,
- 15 6. System (10) aufweisend die Vorrichtung nach Anspruch 3 und
das Sensorelement (20) zum Erfassen der Gaskonzentration.
- 20 7. Computerprogramm zum Betreiben eines Stickoxidsensors (1),
wobei das Computerprogramm ausgebildet ist, ein Verfahren
nach einem der Ansprüche 1 bis 4 bei seiner Ausführung auf
einer Datenverarbeitungsvorrichtung durchzuführen.
- 25 8. Computerprogrammprodukt umfassend ausführbaren Programm-
code, wobei der Programmcode bei Ausführung durch eine
Datenverarbeitungsvorrichtung das Verfahren nach einem der
Ansprüche 1 bis 4 ausführt.

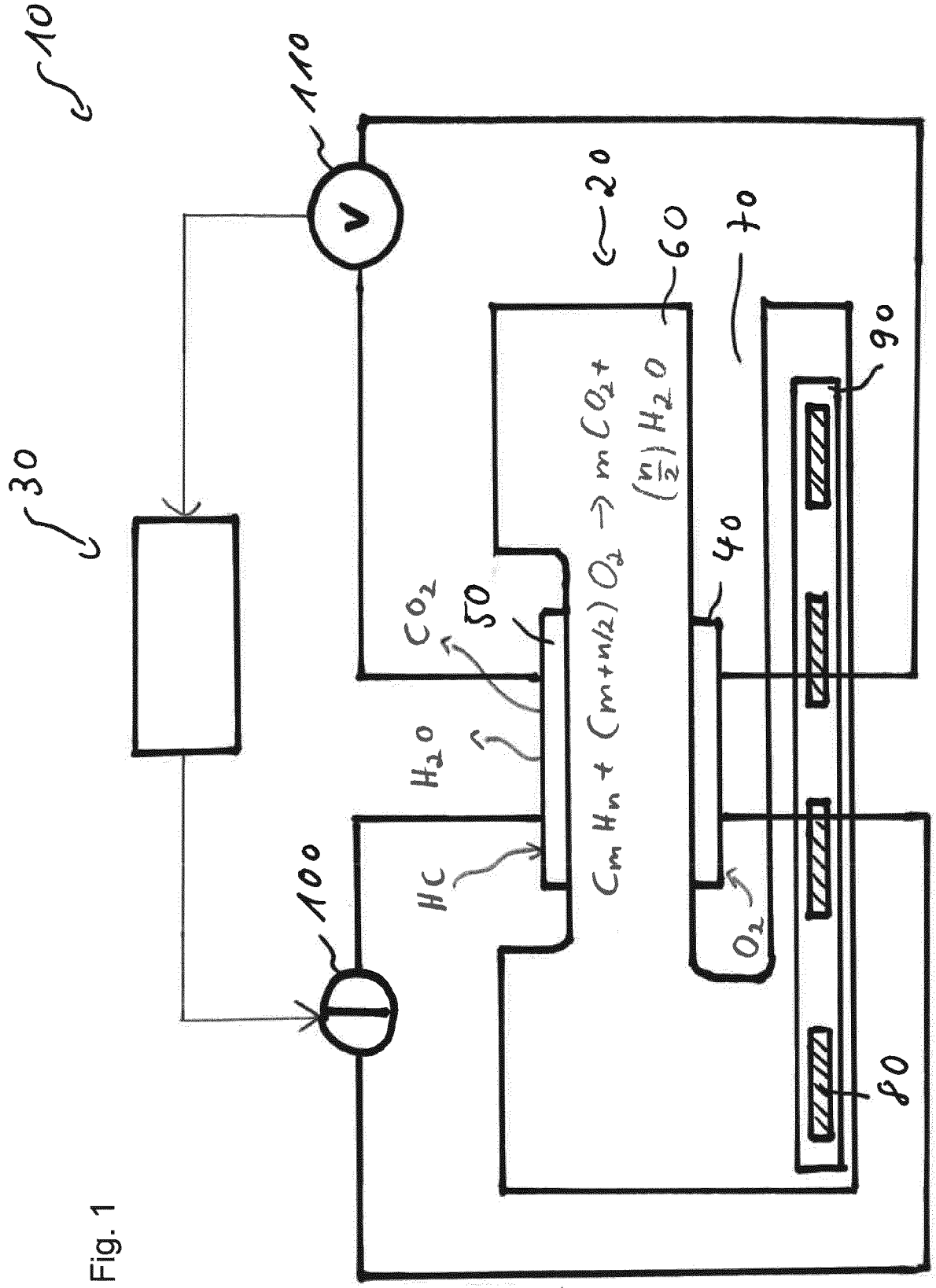
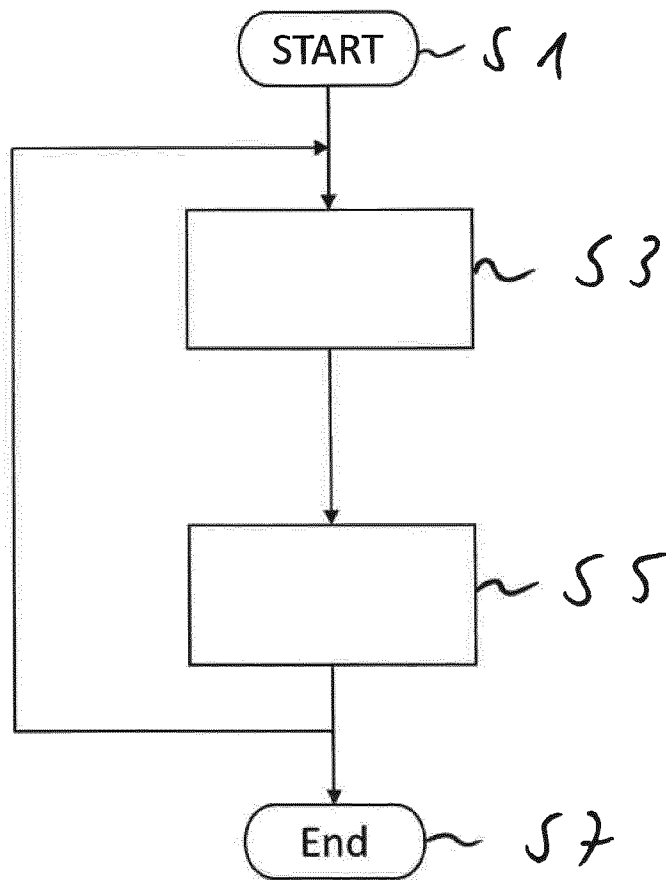


Fig. 1

Fig. 2



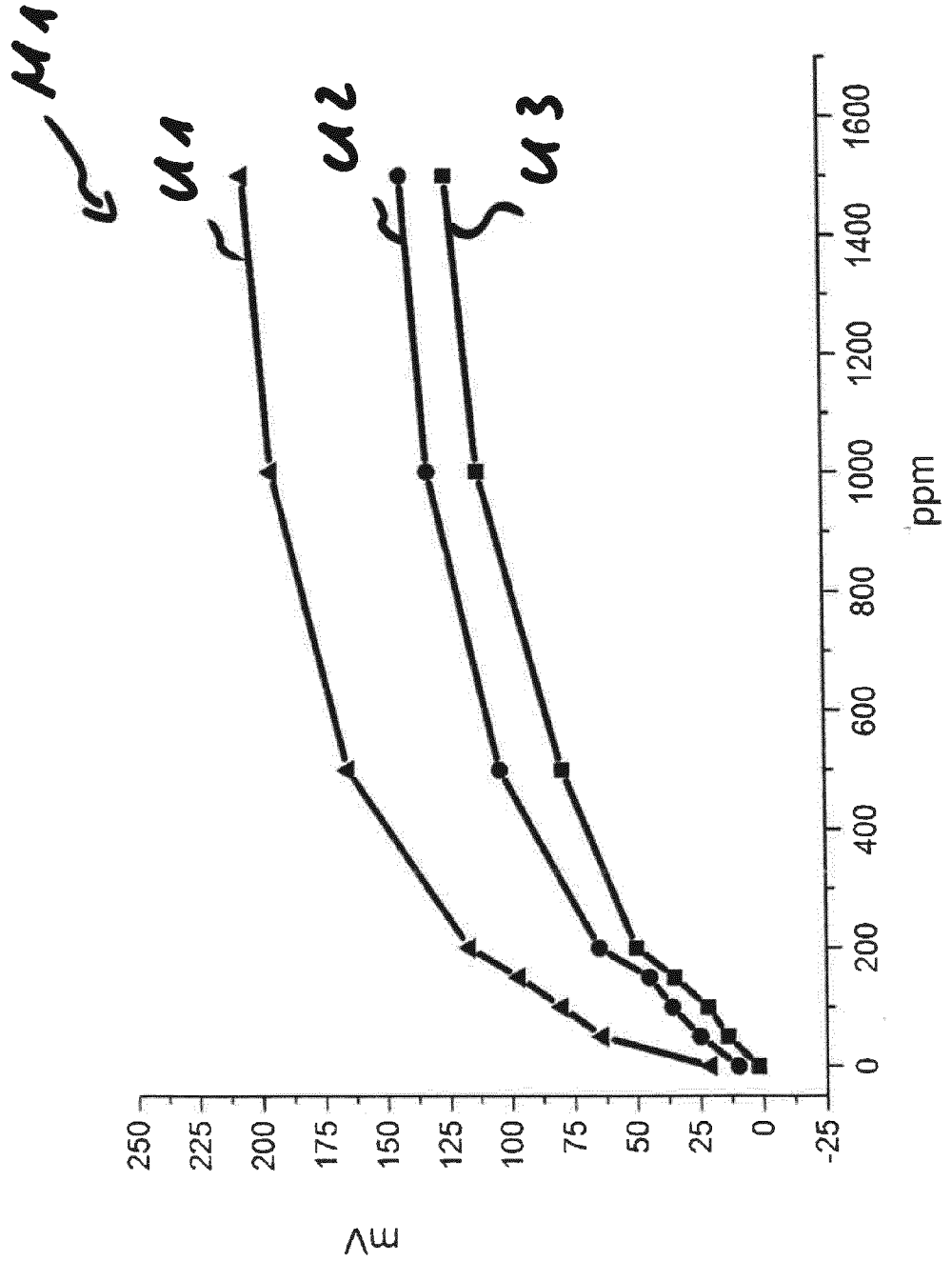


Fig. 3

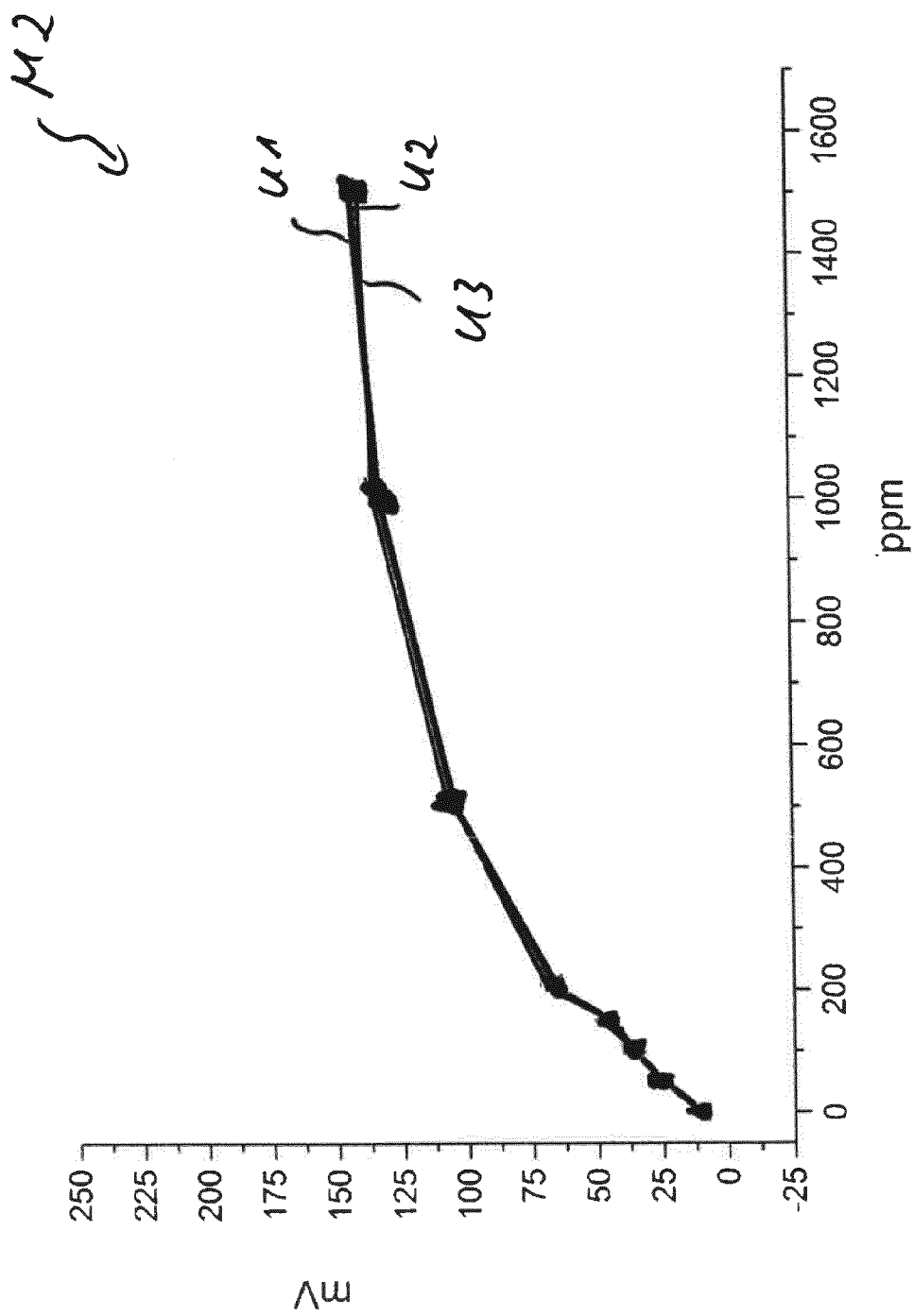


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/075964

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, INSPEC, COMPENDEX

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 2010 028543 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10 November 2011 (2011-11-10) claims 1,2,14; figures 1-8 paragraphs [0005], [0021], [0022], [0038], [0039], [0073], [0076] -----	1-8
X	DE 10 2006 062051 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3 July 2008 (2008-07-03) claim 1; figures 1-8 paragraphs [0010], [0016], [0034], [0037], [0058] - [0061] -----	1,3-8
A		2
A	DE 10 2007 057707 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4 June 2009 (2009-06-04) figures 1-2 paragraphs [0001], [0002], [0025] - [0027] ----- -/--	1-8

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 26 January 2016	Date of mailing of the international search report 03/02/2016
--	--

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 Gangl, Martin
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/075964

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 731 351 A2 (NGK INSULATORS LTD [JP]) 11 September 1996 (1996-09-11) figures 1-13 column 2, line 37 - column 3, line 19 column 3, line 25 - line 35 -----</p>	1-8
A	<p>EP 1 004 877 A2 (NGK SPARK PLUG CO [JP]) 31 May 2000 (2000-05-31) figures 9,12,13 paragraphs [0095] - [0098] -----</p>	1-8
A	<p>HASHIMOTO A ET AL: "High-temperature hydrocarbon sensors based on a stabilized zirconia electrolyte and proton conductor-containing platinum electrode", SENSORS AND ACTUATORS B: CHEMICAL: INTERNATIONAL JOURNAL DEVOTED TO RESEARCH AND DEVELOPMENT OF PHYSICAL AND CHEMICAL TRANSDUCERS, ELSEVIER S.A, CH, vol. 81, no. 1, 15 December 2001 (2001-12-15), pages 55-63, XP004324020, ISSN: 0925-4005, DOI: 10.1016/S0925-4005(01)00931-5 abstract; figures 1,5 page 59, right-hand column, paragraph 2 - page 60, right-hand column, paragraph 1 page 56, left-hand column, paragraph 2 - right-hand column, paragraph 1 -----</p>	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2015/075964

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010028543 A1	10-11-2011	NONE	

DE 102006062051 A1	03-07-2008	DE 102006062051 A1 WO 2008080730 A1	03-07-2008 10-07-2008

DE 102007057707 A1	04-06-2009	DE 102007057707 A1 WO 2009068367 A1	04-06-2009 04-06-2009

EP 0731351 A2	11-09-1996	DE 69632703 D1 DE 69632703 T2 EP 0731351 A2 EP 1306666 A2 JP 3450084 B2 JP H08247995 A US 5879525 A US 5893968 A	22-07-2004 09-06-2005 11-09-1996 02-05-2003 22-09-2003 27-09-1996 09-03-1999 13-04-1999

EP 1004877 A2	31-05-2000	EP 1004877 A2 JP 3560316 B2 JP 2000162175 A US 6338783 B1	31-05-2000 02-09-2004 16-06-2000 15-01-2002

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, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2010 028543 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10. November 2011 (2011-11-10) Ansprüche 1,2,14; Abbildungen 1-8 Absätze [0005], [0021], [0022], [0038], [0039], [0073], [0076] -----	1-8
X	DE 10 2006 062051 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. Juli 2008 (2008-07-03) Anspruch 1; Abbildungen 1-8 Absätze [0010], [0016], [0034], [0037], [0058] - [0061] -----	1,3-8
A		2
A	DE 10 2007 057707 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4. Juni 2009 (2009-06-04) Abbildungen 1-2 Absätze [0001], [0002], [0025] - [0027] ----- -/--	1-8

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

26. Januar 2016

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03/02/2016

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

Gangl, Martin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 731 351 A2 (NGK INSULATORS LTD [JP]) 11. September 1996 (1996-09-11) Abbildungen 1-13 Spalte 2, Zeile 37 - Spalte 3, Zeile 19 Spalte 3, Zeile 25 - Zeile 35 -----	1-8
A	EP 1 004 877 A2 (NGK SPARK PLUG CO [JP]) 31. Mai 2000 (2000-05-31) Abbildungen 9,12,13 Absätze [0095] - [0098] -----	1-8
A	HASHIMOTO A ET AL: "High-temperature hydrocarbon sensors based on a stabilized zirconia electrolyte and proton conductor-containing platinum electrode", SENSORS AND ACTUATORS B: CHEMICAL: INTERNATIONAL JOURNAL DEVOTED TO RESEARCH AND DEVELOPMENT OF PHYSICAL AND CHEMICAL TRANSDUCERS, ELSEVIER S.A, CH, Bd. 81, Nr. 1, 15. Dezember 2001 (2001-12-15), Seiten 55-63, XP004324020, ISSN: 0925-4005, DOI: 10.1016/S0925-4005(01)00931-5 Zusammenfassung; Abbildungen 1,5 Seite 59, rechte Spalte, Absatz 2 - Seite 60, rechte Spalte, Absatz 1 Seite 56, linke Spalte, Absatz 2 - rechte Spalte, Absatz 1 -----	1-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/075964

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010028543 A1	10-11-2011	KEINE	
DE 102006062051 A1	03-07-2008	DE 102006062051 A1 WO 2008080730 A1	03-07-2008 10-07-2008
DE 102007057707 A1	04-06-2009	DE 102007057707 A1 WO 2009068367 A1	04-06-2009 04-06-2009
EP 0731351 A2	11-09-1996	DE 69632703 D1 DE 69632703 T2 EP 0731351 A2 EP 1306666 A2 JP 3450084 B2 JP H08247995 A US 5879525 A US 5893968 A	22-07-2004 09-06-2005 11-09-1996 02-05-2003 22-09-2003 27-09-1996 09-03-1999 13-04-1999
EP 1004877 A2	31-05-2000	EP 1004877 A2 JP 3560316 B2 JP 2000162175 A US 6338783 B1	31-05-2000 02-09-2004 16-06-2000 15-01-2002