

(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
24. September 2020 (24.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/187879 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01N 27/417 (2006.01) G01N 33/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/057209

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. März 2020 (17.03.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 203 704.6
19. März 2019 (19.03.2019) DE

(71) Anmelder: **VITESCO TECHNOLOGIES GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **WALDE, Tim**; c/o Continental Automotive GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27., 81737 München (DE).

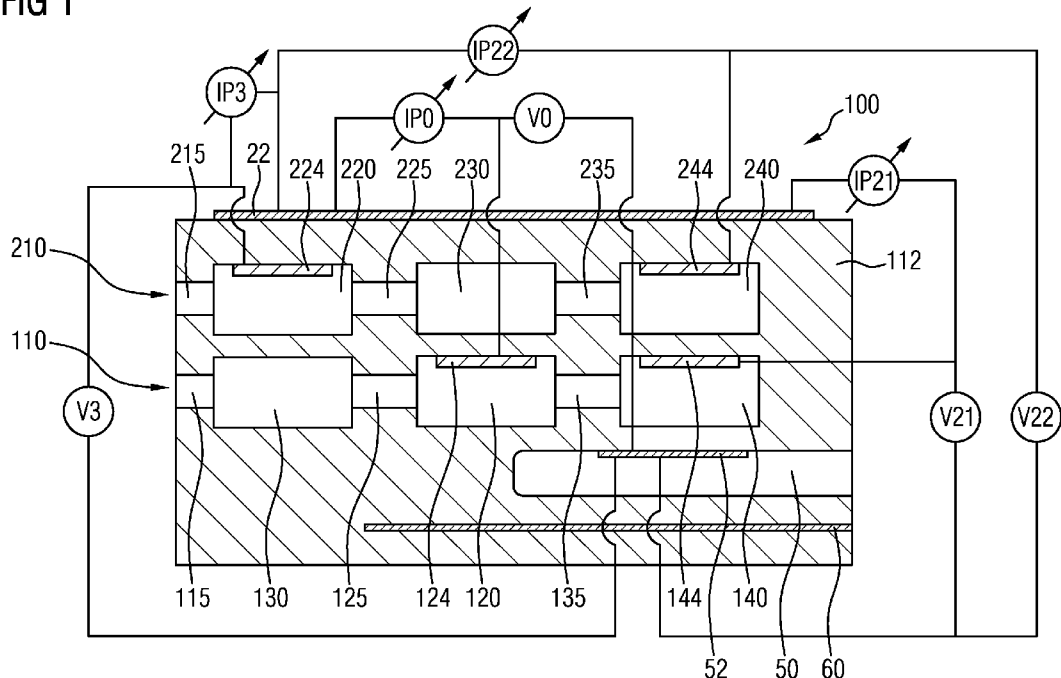
(74) Anwalt: **WALDMANN, Alexander**; c/o Continental Automotive GmbH, Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD FOR ASCERTAINING A MALFUNCTION OF AN EXHAUST SENSOR OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ERMITTELN EINES FEHLERS EINES ABGASSENSORS EINER BRENNKRAFTMASCHINE

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for ascertaining a malfunction of an exhaust sensor (100) which is arranged in the exhaust line of an internal combustion engine and which has a first pump cavity (120) in which a first pump electrode (124) is arranged, a second pump cavity (220) in which a second pump electrode (224) is arranged, and a reference cavity (50) in which a reference electrode (52) is arranged. The method according to the invention has the steps of controlling a first pump current (IP0) at the first pump electrode (124) such that an electrode voltage (V0) formed between the first pump electrode (124) and the reference electrode (52) is kept constant, controlling a second pump current (IP3) at the second pump electrode (224) such that a second electrode voltage (V3) formed between the second pump electrode (224) and the reference electrode (52) is kept constant, and ascertaining a malfunction of

(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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

the exhaust sensor (100) on the basis of a comparison of the first pump current (IP0) and the second pump current (IP3).

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln eines Fehlers eines in einem Abgasstrang einer Brennkraftmaschine angeordneten Abgassensors (100), der eine erste Pumpkavität (120), in der eine erste Pumpelektrode (124) angeordnet ist, eine zweite Pumpkavität (220), in der eine zweite Pumpelektrode (224) angeordnet ist, und eine Referenzkavität (50) aufweist, in der eine Referenzelektrode (52) angeordnet ist. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst ein Steuern eines ersten Pumpstroms (IP0) an der ersten Pumpelektrode (124) derart, dass eine sich zwischen der ersten Pumpelektrode (124) und der Referenzelektrode (52) ausbildende erste Elektrodenspannung (V0) konstant gehalten wird, ein Steuern eines zweiten Pumpstroms (IP3) an der zweiten Pumpelektrode (224) derart, dass eine sich zwischen der zweiten Pumpelektrode (224) und der Referenzelektrode (52) ausbildende zweite Elektrodenspannung (V3) konstant gehalten wird, und ein Ermitteln eines Fehlers des Abgassensors (100) basierend auf einem Vergleich des ersten Pumpstroms (IP0) mit dem zweiten Pumpstrom (IP3).

Beschreibung

Verfahren zum Ermitteln eines Fehlers eines Abgassensors einer Brennkraftmaschine

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln eines Fehlers eines Abgassensors einer Brennkraftmaschine, insbesondere ein Verfahren zum Ermitteln eines Fehlers eines Kombinationsabgassensors zum selektiven Erfassen des Stickoxid- und Ammoniakanteils im Abgas der Brennkraftmaschine.

10

Abgassensoren, wie z. B. Stickoxidsensoren, erlauben eine Messung der Konzentration von Komponenten im Abgas von Brennkraftmaschinen, beispielsweise Otto- oder Dieselmotoren. Das Abgas der Brennkraftmaschine weist als Komponenten u.a. Ammoniak (NH_3) und Stickoxide (NO_x) auf, wobei die Kenntnis der jeweiligen Konzentration für die Steuerung der Brennkraftmaschine vorteilhaft sein kann.

15

Die DE 10 2007 035 768 A1 offenbart hierzu ein Verfahren zur Diagnose eines in einer Abgasanlage einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten Stickoxidsensors, der mindestens eine Einstelleinrichtung zum Einstellen des Sauerstoffgehalts von in den Sensor eingetretenem Abgas mittels einer elektrischen Größe und mindestens eine einen den Stickoxidgehalt des Abgases charakterisierenden Messwert ausgebenden Messeinrichtung aufweist.

20

Ferner ist aus der DE 697 32 582 T2 ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Messen der Sauerstoffkonzentration und der Stickoxidkonzentration unter Verwendung eines Stickoxidsensors bekannt.

25

Zudem offenbart die DE 103 12 732 B4 ein Verfahren zum Betrieb einer Messsonde zur Messung einer Gaskonzentration in einem Messgas mit einem sauerstoffionenleitenden Festelektrolyten, der eine Messkavität zur Aufnahme des Messgases, eine Messelektrode und eine Außenelektrode aufweist. Ein zwischen Messelektrode und Außenelektrode fließender Pumpstrom transportiert

30

Sauerstoffionen von der Messelektrode zur Außenelektrode. Dabei wird eine Überprüfung der Messelektrode durch eine Bestimmung der effektiv für die Sauerstoffdiffusion zur Verfügung stehenden Elektrodenfläche oder eines davon abhängigen Wertes durchgeführt, indem in der Messkavität eine vorbestimmte Sauerstoffkonzentration eingestellt wird, ein vorbestimmter konstanter Pumpstrom zwischen Messelektrode und Außenelektrode eingeprägt und das resultierende Nernstpotential an der Messelektrode gemessen wird, diejenige Zeitdauer gemessen wird, bis das gemessene Nernstpotential von kleinen zu großen Werten springt, die gemessene Zeitdauer mit einem vorbestimmten Schwellenwert verglichen wird und ein Defekt der Messelektrode festgestellt wird, wenn die gemessene Zeitdauer den vorbestimmten Schwellenwert unterschreitet.

Die WO 2017/222001 A1, WO 2017/222002 A1 und WO 2017/222003 A1 offenbaren jeweils Stickoxidsensoren, die mit einer Vorkavität bereitgestellt werden, in der eine Vorelektrode vorgesehen ist. Durch Ansteuerung der Pumpelektrode und der Vorelektrode kann qualitativ der Ammoniakanteil im Abgas der Brennkraftmaschine ermittelt werden.

In Anbetracht des Standes der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur (Eigen-)Diagnose eines in einem Abgasstrang einer Brennkraftmaschine angeordneten Abgassensors bereitzustellen, mit dem die Funktionstüchtigkeit und Messgenauigkeit des Abgassensors zuverlässig und effizient erfasst werden kann.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Der vorliegenden Erfindung liegt der Gedanke zu Grunde, einen Fehler eines zum Messen der Konzentration von Stickoxid und Ammoniak ausgebildeten Abgassensors dadurch festzustellen, dass ein Verhältnis der jeweiligen Pumpströme bzw. Sauerstoffsignale des Abgassensors bei einem fehlerfreien Abgassensor im Wesentlichen einem vorbestimmten Verhältniswert entsprechen und bei einem fehlerbehafteten Abgassensor von diesem vorbestimmten

Verhältniswert um mehr als einen vorbestimmten Schwellenwert abweichen. Insbesondere kann bei einer Abweichung vom vorbestimmten Verhältniswert qualitativ ausgesagt werden, dass die Pumpelektroden unterschiedlich gealtert sind bzw. zumindest eine der Pumpelektroden übermäßig gealtert ist. Dabei werden die Pumpströme bzw. Sauerstoffsignale eines einzigen Abgassensors miteinander verglichen, wobei die Entnahme des Abgases aus dem Abgasstrang der Brennkraftmaschine an sehr nahegelegenen Positionen bzw. an nahezu der identischen Position erfolgt. In einem solchen Fall kann dem Betreiber der Brennkraftmaschine eine Warnung ausgegeben werden und der Betrieb des Abgassensors kann in einen Notbetrieb wechseln, der zwar gegenüber dem normalen Messbetrieb ungenauer ist, es jedoch erlaubt, die Brennkraftmaschine zumindest bis zum Erreichen einer Wartungsstelle weiterhin zu betreiben.

Gemäß eines ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Ermitteln eines Fehlers eines einen Hauptkörper aufweisenden und in einem Abgasstrang einer Brennkraftmaschine angeordneten Abgassensors offenbart, der eine im Hauptkörper angeordnete und mit dem Abgas verbundene erste Pumpkavität, in der eine erste Pumpelektrode angeordnet ist, eine im Hauptkörper angeordnete und mit dem Abgas verbundene zweite Pumpkavität, in der eine zweite Pumpelektrode angeordnet ist, und eine im Hauptkörper angeordnete und mit der Umgebungsluft verbundene Referenzkavität aufweist, in der eine Referenzelektrode angeordnet ist. Bei dem Abgassensor handelt es sich dabei um einen einzigen Abgassensor, bei dem die erste Pumpkavität und die zweite Pumpkavität mit dem Abgas an sehr nahegelegenen Positionen bzw. einer nahezu identischen Position im Abgasstrang der Brennkraftmaschine verbunden sind. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst ein Steuern eines an der ersten Pumpelektrode angelegten ersten Pumpstroms derart, dass eine sich zwischen der ersten Pumpelektrode und der Referenzelektrode ausbildende erste Elektrodenspannung auf einem vorbestimmten ersten Spannungswert konstant gehalten wird, ein Steuern eines an der zweiten Pumpelektrode angelegten zweiten Pumpstroms derart, dass eine sich zwischen der zweiten Pumpelektrode und der Referenzelektrode ausbildende zweite Elektrodenspannung auf einem vorbestimmten zweiten Spannungswert konstant gehalten wird und ein ermitteln

eines Fehlers des Abgassensors basierend auf einem Vergleich des ersten Pumpstroms mit dem zweiten Pumpstrom.

5 Aufgrund der sehr nahegelegenen Entnahmepositionen bzw. der nahezu identischen Entnahmeposition im Abgasstrang der Brennkraftmaschine weist das durch den Abgassensor entnommene Abgas in den beiden Messpfaden im Wesentlichen identische Eigenschaften bzw. eine nahezu identische Zusammensetzung auf. Deshalb kann durch den Vergleich der beiden Pumpströme eine qualitative und möglicherweise quantitative Aussage über den Fehler des
10 Abgassensors ermöglicht werden.

Insbesondere ist der Abgassensor dabei ein auf Stickoxid und Ammoniak empfindlicher Abgassensor und basiert auf dem amperometrischen Messprinzip. Der mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens festgestellte Fehler des
15 Abgassensors kann insbesondere eine unterschiedliche Alterung der Pumpelektroden anzeigen und somit für ein zu ungenaues Messen der Stickoxid- bzw. Ammoniakwerte des Abgases anzeigen. In einem solchen Fall ist es insbesondere möglich, dass die vom Abgassensor angezeigten Stickoxid und Ammoniakwerte nicht mehr der Realität entsprechen und folglich der gesamte
20 Betrieb der Brennkraftmaschine nicht mehr effizient und optimal sein kann. Ein weiterer Fehler des Abgassensors kann beispielsweise auch ein mechanischer Defekt des Hauptkörpers, wie z. B. ein Haarriss im Hauptkörper, sein, der zu einer unkontrollierten Diffusion innerhalb des Abgassensors und im Hauptkörper führt.

25 Vorzugsweise umfasst das erfindungsgemäße Verfahren außerdem ein Ermitteln eines Pumpstromverhältnisses zwischen dem ersten Pumpstrom und dem zweiten Pumpstrom, wobei ein Fehler des Abgassensors ermittelt wird, wenn das ermittelte Pumpstromverhältnis von einem vorbestimmten Pumpstromverhältniswert um mehr als einen Verhältnisschwellenwert abweicht.

30

Eine alternative Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst ferner ein Ermitteln einer Pumpstromdifferenz zwischen dem ersten Pumpstrom und dem zweiten Pumpstrom, wobei ein Fehler des Abgassensors dann ermittelt wird, wenn

die ermittelte Pumpstromdifferenz von einer vorbestimmten Pumpstromdifferenzwert um mehr als einen Differenzschwellenwert abweicht.

Vorzugsweise beträgt der vorbestimmte Verhältnisschwellenwert oder der vorbestimmte Differenzschwellenwert ungefähr 50%, vorzugsweise ungefähr 30%, noch bevorzugter ungefähr 15%. Das heißt, wenn das ermittelte Pumpstromverhältnis bzw. die ermittelte Pumpstromdifferenz um mehr als 10 % vom vorbestimmten Pumpstromverhältniswert bzw. Pumpstromdifferenzwert abweicht, wird ein Fehler des Abgassensors festgestellt.

Vorzugsweise umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ferner ein Ausgeben einer Warnung an den Betreiber der Brennkraftmaschine, wenn ein Fehler des Abgassensors ermittelt worden ist. Insbesondere kann diese Warnung für den Betreiber der Brennkraftmaschine ein Indiz dafür sein, den Abgassensor bei einer nächsten Wartung auszutauschen bzw. austauschen zu lassen und durch einen neuen Abgassensor zu ersetzen.

Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Betreiben eines in einem Abgasstrang einer Brennkraftmaschine angeordneten Abgassensors offenbart. Das Verfahren gemäß dem zweiten Aspekt umfasst ein Ermitteln eines Fehlers des Abgassensors gemäß dem ersten Aspekt und, wenn ein Fehler des Abgassensors ermittelt worden ist, ein Steuern des ersten Pumpstroms und/oder zweiten Pumpstroms derart, dass die erste Elektrodenspannung und/oder zweite Elektrodenspannung auf einem vorbestimmten dritten Spannungswert und/oder vorbestimmten vierten Spannungswert konstant gehalten werden. Dabei weichen der dritte Spannungswert bzw. vierte Spannungswert vom ersten Spannungswert bzw. zweiten Spannungswert ab.

Das Verfahren gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung beschreibt somit ein Notbetriebsverfahren des Abgassensors, wenn ein Fehler desselben gemäß dem ersten Aspekt festgestellt worden ist. Insbesondere kann mittels des Notbetriebsverfahren die Zeitspanne vom Feststellen des Fehlers bis zu einer

Wartung der Brennkraftmaschine überbrückt werden und es können somit weiterhin Stickoxid- und Ammoniakwerte, jedoch nur als Summenwert, erfasst werden.

5 Dabei kann es bevorzugt sein, wenn der dritte Spannungswert kleiner ist als der erste Spannungswert und/oder wenn der vierte Spannungswert kleiner ist als der zweite Spannungswert.

10 Außerdem kann es bevorzugt sein, den Abgassensor bereits bei der Herstellung mit Betriebsdaten für sowohl den normalen Messbetrieb als auch für den Notbetrieb zu versehen.

15 Weitere Merkmale und Aufgaben der Erfindung werden dem Fachmann durch Ausüben der vorliegenden Lehre und Betrachten der beiliegenden Zeichnungen ersichtlich, in denen:

15 Fig. 1 eine schematische Schnittansicht durch einen Abgassensor gemäß einer beispielhaften ersten Ausführungsform zeigt,

20 Fig. 2 eine schematische Schnittansicht durch einen Abgassensor gemäß einer beispielhaften zweiten Ausführungsform zeigt, und

Fig. 3 ein beispielhaftes Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Ermitteln eines Fehlers des Abgassensors der Fig. 1 oder Fig. 2 zeigt.

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

30 Im Rahmen der vorliegenden Offenbarung umfasst der Begriff „Steuern“ die regelungstechnischen Begriffe „Steuern“ und „Regeln“. Der Fachmann wird jeweils erkennen, wann ein regelungstechnisches Steuern und wann ein regelungstechnisches Regeln anzuwenden ist.

Unter Verweis auf die Fig. 1 ist eine schematische Schnittansicht durch einen Abgassensors 100 gemäß einer beispielhaften ersten Ausführungsform dargestellt, der dazu ausgebildet ist, in einem Abgasstrang einer Brennkraftmaschine (nicht gezeigt) angeordnet zu werden und den Stickoxid-, Ammoniak- und/oder Sauerstoffgehalt im Abgas der Brennkraftmaschine zu erfassen.

Der Abgassensor 100 weist einen Hauptkörper 112 aus einem Feststoffelektrolyten auf, der vorzugsweise aus einem Mischkristall aus Zirkonoxid und Yttriumoxid und/oder durch einen Mischkristall aus Zirkonoxid und Calciumoxid gebildet ist.

10 Zusätzlich kann ein Mischkristall aus Hafniumoxid, ein Mischkristall aus Perowskit-basierten Oxiden oder ein Mischkristall aus trivalentem Metalloxid verwendet werden.

Innerhalb des Hauptkörpers 112 sind zwei Messpfade 110, 210 vorgesehen, die im Wesentlichen unabhängig voneinander sind und die jeweils mit dem Abgas in Verbindung stehen. Der erste Messpfad 110 weist eine erste Kavität 130, eine erste Pumpkavität 120 und eine erste Messkavität 140 auf. Die erste Kavität 130 ist über einen ersten Verbindungspfad 115 mit dem Äußeren des Hauptkörpers 112 verbunden. Insbesondere kann Abgas durch den ersten Verbindungspfad 115 in die erste Kavität 130 eintreten. Die erste Pumpkavität 120 ist mit der ersten Kavität 130 über einen ersten Diffusionspfad 125 verbunden. Der erste Diffusionspfad 125 ist beispielsweise in der Form eines sehr dünnen Schlitzes vorgesehen, durch den das Gasgemisch mit einer vorbestimmten Rate gelangen kann. Alternativ kann der erste Diffusionspfad 125 mit einem porösen Füllmittel zum Ausbilden einer Diffusionsratenregulierungsschicht gefüllt oder ausgepolstert sein.

Die erste Messkavität 140 ist mit der ersten Pumpkavität 120 über einen zweiten Diffusionspfad 135 verbunden. Der zweite Diffusionspfad 135 ist beispielsweise in der Form eines sehr dünnen Schlitzes vorgesehen, durch den das Gasgemisch mit einer vorbestimmten Rate gelangen kann. Alternativ kann der zweite Diffusionspfad 135 mit einem porösen Füllmittel zum Ausbilden einer Diffusionsratenregulierungsschicht gefüllt oder ausgepolstert sein. Die

Diffusionsratenschichten können alternativ als Diffusionsbarrieren bezeichnet werden.

Der erste Diffusionspfad 125 und der zweite Diffusionspfad 135 sind derart ausgebildet, dass durch diese hindurch das Gasgemisch nur teilweise gelangen kann. Durch Kenntnis der Querschnitte des ersten und zweiten Diffusionspfads 125, 135 und/oder durch Kenntnis der jeweiligen porösen Füllmittel kann die Diffusionsrate durch den ersten und zweiten Diffusionspfad 125, 135 bestimmt und festgelegt werden.

In einer alternativen Ausgestaltung des Abgassensors 100 weist der erste Messpfad 110 nur die erste Pumpkavität 120 und die erste Messkavität 140 auf, die mit der ersten Pumpkavität 120 über den zweiten Diffusionspfad 135 verbunden ist. In einer solchen alternativen Ausgestaltung des Abgassensors 100 ist dann die erste Pumpkavität 120 mit dem Abgas über einen Verbindungspfad verbunden, der dem Pfad durch den ersten Verbindungspfad 115, die ersten Kavität 130 und den ersten Diffusionspfad 125 des Abgassensors 100 der Fig. 1 entspricht. In einer solchen alternativen Ausgestaltung des Abgassensors 100 kann das Abgas aus dem Abgasstrang durch diesen Verbindungspfad direkt in die erste Pumpkavität 120 eintreten.

Der zweite Messpfad 210 weist eine zweite Pumpkavität 220, eine zweite Kavität 230 und eine zweite Messkavität 240 auf. Die zweite Pumpkavität 220 ist über einen zweiten Verbindungspfad 215 mit dem Äußeren des Hauptkörpers 112 verbunden. Insbesondere kann Abgas durch den zweiten Verbindungspfad 215 in die zweite Pumpkavität 220 eintreten. Der zweite Verbindungspfad 215 und der erste Verbindungspfad 115 stehen derart mit dem Abgas in Verbindung, dass an einer nahezu identischen Stelle im Abgasstrang der Brennkraftmaschine das Abgas entnommen werden kann. Folglich weist das durch die beiden Messpfade 110, 120 diffundierende bzw. strömende Abgas nahezu identische Eigenschaften bzw. ein nahezu identische Zusammensetzung auf.

Die zweite Kavität 230 ist mit der zweiten Pumpkavität 220 über einen dritten Diffusionspfad 225 verbunden. Der dritte Diffusionspfad 225 ist beispielsweise in der Form eines sehr dünnen Schlitzes vorgesehen, durch den das Gasgemisch mit einer vorbestimmten Rate gelangen kann. Alternativ kann der dritte Diffusionspfad 225 mit einem porösen Füllmittel zum Ausbilden einer Diffusionsratenregulierungsschicht gefüllt oder ausgepolstert sein.

Die zweite Messkavität 240 ist mit der zweiten Kavität 230 über einen vierten Diffusionspfad 235 verbunden. Der vierte Diffusionspfad 235 ist beispielsweise in der Form eines sehr dünnen Schlitzes vorgesehen, durch den das Gasgemisch mit einer vorbestimmten Rate gelangen kann. Alternativ kann der vierte Diffusionspfad 235 mit einem porösen Füllmittel zum Ausbilden einer Diffusionsratenregulierungsschicht gefüllt oder ausgepolstert sein. Die Diffusionsratenschichten können alternativ als Diffusionsbarrieren bezeichnet werden.

Der dritte Diffusionspfad 225 und der vierte Diffusionspfad 235 sind derart ausgebildet, dass durch diese hindurch das Gasgemisch nur teilweise gelangen kann. Durch Kenntnis der Querschnitte des dritten und vierten Diffusionspfads 225, 235 und/oder durch Kenntnis der jeweiligen porösen Füllmittel kann die Diffusionsrate durch den dritte und vierten Diffusionspfad 225, 235 bestimmt und festgelegt werden.

In einer alternativen Ausgestaltung des Abgassensors 100 weist der zweite Messpfad 210 nur die zweite Pumpkavität 220 und die zweite Messkavität 240 auf, die mit der zweiten Pumpkavität 220 über einen Diffusionspfad verbunden ist, der dem Pfad durch den dritten Diffusionspfad 225, die zweite Kavität 230 und den vierten Diffusionspfad 235 des Abgassensors 100 der Fig. 1 entspricht. In einer solchen alternativen Ausgestaltung des Abgassensors 100 kann das Abgas aus der zweiten Pumpkavität 220 durch diesen Diffusionspfad direkt in die zweite Messkavität 240 eintreten.

Im Hauptkörper 112 ist außerdem eine Referenzkavität 50 gebildet, die direkt mit dem Äußeren des Hauptkörpers 12 in Verbindung steht. Innerhalb der Referenzkavität 50 ist eine Referenzelektrode 52 angeordnet. Insbesondere steht die Referenzkavität 50 mit der Umgebungsluft, d. h. nicht mit dem Abgas, in
5 Verbindung und ist dazu ausgebildet, eine Sauerstoffreferenz für die im Hauptkörper 112 des Abgassensors 100 angeordneten verschiedenen Elektroden zu bilden.

An einer Außenseite des Hauptkörpers 112 ist eine mit dem Abgas in Kontakt
10 stehende Abgaselektrode (auch „P⁺“-Elektrode genannte) 22 angeordnet. Insbesondere kann während eines Messbetriebs des Abgassensors 100 durch Anlegen eines Referenzstroms an der Abgaselektrode 22 der im Abgas befindliche Sauerstoff ionisiert werden und durch den Hauptkörper 112 als Sauerstoffionen zur Referenzelektrode 52 diffundieren und dort wieder in Sauerstoffmoleküle zur
15 Ausbildung einer Sauerstoffreferenz umgewandelt werden.

Innerhalb der ersten Pumpkavität 120 ist eine erste Pumpelektrode (auch „P⁻“-Elektrode genannt) 124 angeordnet. Insbesondere kann während des Messbetriebs des Abgassensors 100 durch Anlegen eines ersten Pumpstroms IP0
20 an der ersten Pumpelektrode 124 der im Abgas befindliche Sauerstoff innerhalb der ersten Pumpkavität 120 ionisiert werden und durch den Hauptkörper 112 als Sauerstoffionen wandern bzw. gelangen bzw. diffundieren. Aufgrund der aus der ersten Pumpkavität 120 ausgebrachten Sauerstoffionen bildet sich zwischen der ersten Pumpelektrode 124 und der Referenzelektrode 52 indirekt eine erste
25 Elektrodenspannung bzw. erste Nernstspannung V0 aus. Genauer gesagt bildet sich die erste Elektrodenspannung bzw. die erste Nernstspannung V0 direkt aus dem in unmittelbarer Umgebung der ersten Pumpelektrode 124 noch vorliegenden Rest-Sauerstoff.

30 Mit IP0 kann eine Sauerstoffkonzentration in der Pumpkavität 120 eingestellt werden, je nach Höhe der eingestellten Sauerstoffkonzentration kann es zu einer Reduktion der Stickoxide oder Oxidation des Ammoniaks kommen.

Innerhalb der ersten Messkavität 140 ist eine erste Messelektrode (auch erste „M2“-Elektrode genannt) 144 angeordnet, die dazu ausgebildet ist, während des Messbetriebs des Stickoxidsensors 100 bei Anlegen eines ersten Messstroms IP21 den innerhalb der ersten Messkavität 140 vorhandenen Sauerstoff und/oder Stickoxide zu ionisieren, so dass die Sauerstoffionen durch den Hauptkörper 112 wandern bzw. gelangen können. Aufgrund der aus der ersten Messkavität 140 ausgebrachten bzw. herausgepumpten Sauerstoffionen bildet sich zwischen der ersten Messelektrode 144 und der Referenzelektrode 52 eine erste Mess-Elektrodenspannung bzw. erste Mess-Nernstspannung V21 aus, die durch Anlegen des ersten Messstroms IP21 an der ersten Messelektrode 144 auf konstantem Wert gehalten wird. Genauer gesagt bildet sich die erste Mess-Elektrodenspannung bzw. die erste Mess-Nernstspannung V21 direkt aus dem in unmittelbarer Umgebung der ersten Messelektrode 144 noch vorliegenden Rest-Sauerstoff. Der angelegte erste Messstrom IP21 ist dann ein Indiz für den innerhalb des Abgases befindlichen Stickoxidgehalt.

Der an der ersten Pumpelektrode 124 anliegende erste Pumpstrom IP0 wird derart gesteuert, dass bevorzugt lediglich der Sauerstoff ionisiert wird, jedoch nicht die Stickoxide. Dazu ist es vorgesehen, den ersten Pumpstrom IP0 derart zu steuern, dass die erste Elektrodenspannung bzw. erste Nernstspannung V0 auf einem ersten Spannungswert konstant gehalten wird, beispielsweise 220 mV. Insbesondere ist die erste Pumpelektrode 124 dazu ausgebildet, während des Normalbetriebs des Stickoxidsensors 100 nahezu den gesamten Sauerstoff aus dem Abgas zu pumpen, so dass in der ersten Messkavität 140 nahezu nur noch Stickoxide vorliegen. Die erste Messelektrode 144 ist dazu ausgebildet, die Stickoxide zu ionisieren, wobei der an der ersten Messelektrode 144 angelegte erste Messstrom IP21 ein Maß für den Stickoxidgehalt im Abgas ist.

Innerhalb der zweiten Pumpkavität 220 ist eine zweite Pumpelektrode (auch „M0“-Elektrode genannt) 224 angeordnet. Hier kann während des Messbetriebs des Abgassensors 100 durch Anlegen eines zweiten Pumpstroms IP3 an der zweiten Pumpelektrode 224 der im Gasgemisch befindliche Sauerstoff innerhalb der zweiten Pumpkavität 220 ionisiert werden und durch den Hauptkörper 112 als

Sauerstoffionen wandern bzw. gelangen bzw. diffundieren. Aufgrund der aus der zweiten Pumpkavität 220 ausgebrachten Sauerstoffionen bildet sich zwischen der zweiten Pumpelektrode 224 und der Referenzelektrode 52 indirekt eine zweite Elektrodenspannung bzw. zweite Nernstspannung V3 aus. Genauer gesagt bildet sich die zweite Elektrodenspannung bzw. die zweite Nernstspannung V3 direkt aus dem in unmittelbarer Umgebung der zweiten Pumpelektrode 224 noch vorliegenden Rest-Sauerstoff.

Innerhalb der zweiten Messkavität 240 ist eine zweite Messelektrode (auch zweite „M2“-Elektrode genannt) 244 angeordnet, die dazu ausgebildet ist, während des Messbetriebs des Stickoxidsensors 100 bei Anlegen eines zweiten Messstroms IP22 den innerhalb der zweiten Messkavität 240 vorhandenen Sauerstoff und/oder Stickoxide zu ionisieren, so dass die Sauerstoffionen durch den Hauptkörper 112 wandern bzw. gelangen können. Aufgrund der aus der zweiten Messkavität 240 ausgebrachten bzw. herausgepumpten Sauerstoffionen bildet sich zwischen der zweiten Messelektrode 244 und der Referenzelektrode 52 eine zweite Mess-Elektrodenspannung bzw. erste Mess-Nernstspannung V22 aus, die durch Anlegen des zweiten Messstroms IP22 an der zweiten Messelektrode 244 auf konstantem Wert gehalten wird. Genauer gesagt bildet sich die zweite Mess-Elektrodenspannung bzw. die zweite Mess-Nernstspannung V22 direkt aus dem in unmittelbarer Umgebung der zweiten Messelektrode 244 noch vorliegenden Rest-Sauerstoff. Der angelegte erste Messstrom IP21 ist dann ein Indiz für den innerhalb des Abgases befindlichen Stickoxidgehalt. Aus dem angelegten zweiten Messstrom IP22 und dem angelegten ersten Messstrom IP21 kann dann der im Abgas befindliche Anteil an Ammoniak ermittelt werden, insbesondere da der im Abgas befindliche Ammoniak in den beiden Messpfaden 110, 210 an unterschiedlichen Punkten oxidiert wird und somit jeweils vor und nach der Oxidation unterschiedliche Diffusionsstrecken zurücklegt

Der an der zweiten Pumpelektrode 224 anliegende zweite Pumpstrom IP3 ist derart eingestellt, dass bevorzugt lediglich der im Abgas befindliche Ammoniak und Sauerstoff ionisiert wird. Dazu ist es vorgesehen, den zweiten Pumpstrom IP3 derart zu steuern, dass die zweite Elektrodenspannung bzw. zweite

- Nernstspannung V_3 auf einem zweiten Spannungswert konstant gehalten wird, beispielsweise 230 mV. Insbesondere ist die zweite Pumpelektrode 224 dazu ausgebildet, während des Normalbetriebs des Stickoxidsensors 100 nahezu den gesamten Sauerstoff aus dem Abgas zu pumpen, so dass in der zweiten
- 5 Messkavität 240 nahezu nur noch Stickoxide vorliegen. Die zweite Messelektrode 244 ist dazu ausgebildet, die Stickoxide zu ionisieren, wobei der an der zweiten Messelektrode 244 angelegte zweite Messstrom IP_{22} ein Maß für den Stickoxidgehalt im Abgas ist.
- 10 Die unterschiedlichen Diffusionsfähigkeiten von Ammoniak (NH_3) und Stickoxid (NO) resultieren aus den auf den molaren Massen basierenden Diffusionskoeffizienten von Ammoniak und Stickstoff. Da Ammoniak-Moleküle leichter sind als Stickoxid-Moleküle, kann Ammoniak besser durch den
- 15 Hauptkörper 112, d. h. durch die Diffusionspfade 115, 125, 215, 225, diffundieren als Stickoxid. Die Diffusion von Ammoniak und Stickoxid findet insbesondere aufgrund des Konzentrationsgefälles zwischen den mehreren Kavitäten statt. Folglich kann der im Abgas befindliche Ammoniak jeweils besser aus der ersten Kavität 130 in die erste Pumpkavität 120 bzw. aus der zweiten Pumpkavität 120 in die zweite Kavität 230 gelangen als das im Abgas befindliche Stickoxid.
- 20 Der erfindungsgemäße Abgassensor 100 weist ferner eine Steuereinheit (nicht explizit dargestellt) auf, die mit der ersten Pumpelektrode 124, der Abgaselektrode 22, der zweiten Pumpelektrode 224, der ersten Messelektrode 144, der zweiten Messelektrode 244 und der Referenzelektrode 52 verbunden und dazu ausgebildet
- 25 ist, diese Elektroden jeweils mit den Strömen IP_0 , IP_3 , IP_{21} und IP_{22} zu beaufschlagen und die jeweiligen Nernstspannungen V_0 , V_3 , V_{21} und V_{22} zu erfassen. Die Steuereinheit ist somit zum Steuern des Betriebs des Abgassensors 100 ausgebildet.
- 30 In weiteren alternativen Ausgestaltungen des Abgassensors 100 kann es vorteilhaft sein, zwischen der ersten Pumpkavität 120 und der ersten Messkavität 140 eine weitere Pumpkavität vorzusehen, in der eine weitere Pumpelektrode angeordnet ist, mit der möglicherweise noch aus der ersten Pumpkavität 120 gelangender

Sauerstoff nunmehr vollständig aus dem Gasgemisch abgepumpt werden kann. In ähnlicher Weise kann es vorteilhaft sein, zwischen der zweiten Kavität 230 und der zweiten Messkavität 240 eine weitere Pumpkavität vorzusehen, in der eine weitere Pumpelektrode angeordnet ist, mit der möglicherweise noch aus der zweiten

5 Pumpkavität 220 gelangender Sauerstoff nunmehr vollständig aus dem Gasgemisch abgepumpt werden kann.

Innerhalb des Hauptkörpers 112 ist ferner eine Heizvorrichtung 60 angeordnet, die dazu ausgebildet ist, den Hauptkörper 112 auf eine vorbestimmte

10 Betriebstemperatur zu heizen und auf dieser zu halten, beispielsweise bei ca. 850°C. Auch die Heizvorrichtung 60 kann von der Steuereinheit gesteuert und betrieben werden.

Die Fig. 2 stellt eine schematische Schnittansicht durch einen Abgassensor 200

15 gemäß einer beispielhaften zweiten Ausführungsform dar, die sich vom Abgassensor 100 der Fig. 1 darin unterscheidet, dass lediglich ein Messpfad 110 vorhanden ist, der aus der zweiten Pumpkavität 220, in der die zweite Pumpelektrode 224 angeordnet ist, der ersten Pumpkavität 120, in der die erste Pumpelektrode 124 angeordnet ist, und der (ersten) Messkavität 140, in der die
20 (erste) Messelektrode 144 angeordnet ist, gebildet ist. Bei der Ausgestaltung des Abgassensors gemäß Fig. 2 werden die beiden Messpfade 110, 210 dadurch realisiert, dass die beiden Pumpelektroden 124, 224 selektiv und abwechselnd betrieben werden. Das heißt, dass in einem ersten Betriebsmodus der erste Pumpstrom IP0 an der ersten Pumpelektrode 124 angelegt wird, wobei die zweite
25 Pumpelektrode 224 deaktiviert ist und somit die zweite Pumpkavität 220 die erste Kavität 130 darstellt, und in einem zweiten Betriebsmodus der zweite Pumpstrom IP3 an der zweiten Pumpelektrode 224 angelegt wird, wobei die erste Pumpelektrode 124 deaktiviert ist und somit die erste Pumpkavität 120 die zweite Kavität 230 darstellt. Dabei wird im ersten Betriebsmodus der erste Messstrom IP21
30 an der Messelektrode 144 angelegt, wobei im zweiten Betriebsmodus der zweite Messstrom IP22 an der Messelektrode 144 angelegt wird.

Die Fig. 3 zeigt ein beispielhaftes Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Ermitteln eines Fehlers des Abgassensors 100 der Fig. 1. Dabei sei angemerkt, dass das in der Fig. 3 gezeigte Verfahren ebenso mit dem Abgassensor gemäß Fig. 2 durchgeführt werden kann, wobei die erste und zweite Pumpelektrode 124, 224 jeweils selektiv betrieben werden und dadurch die ersten und zweiten Pumpströme IP_0 , IP_3 zeitlich versetzt und nicht gleichzeitig ermittelt werden. Das beispielhafte Verfahren kann zudem parallel (d. h. zeitgleich) zum normalen Messbetrieb des Abgassensors 100 erfolgen. Folglich muss der normale Messbetrieb für das erfindungsgemäße Eigendiagnoseverfahren nicht unterbrochen werden.

Das Verfahren der Fig. 3 startet beim Schritt 300 und gelangt dann zum Schritt 310, an dem (während des Normalbetriebs des Abgassensors 100) der an der ersten Pumpelektrode 124 angelegte erste Pumpstrom IP_0 derart gesteuert wird, dass die sich zwischen der ersten Pumpelektrode 124 und der Referenzelektrode 52 ausbildende erste Elektrodenspannung V_0 auf dem vorbestimmten ersten Spannungswert konstant gehalten wird. Gleichzeitig erfolgt an einem weiteren Schritt 320 ein Steuern des an der zweiten Pumpelektrode 224 angelegten zweiten Pumpstroms IP_3 derart, dass die sich zwischen der zweiten Pumpelektrode 224 und der Referenzelektrode 52 ausbildende zweite Elektrodenspannung V_3 auf dem vorbestimmten zweiten Spannungswert konstant gehalten wird.

In einem darauffolgenden Schritt 330 erfolgt ein Ermitteln eines Pumpstromverhältnisses zwischen dem ersten Pumpstrom IP_0 und dem zweiten Pumpstrom IP_3 . Das ermittelte Pumpstromverhältnis wird in einem weiteren Schritt 340 mit einem vorbestimmten Pumpstromverhältniswert verglichen.

Wenn beim Schritt 340 festgestellt wird, dass das ermittelte Pumpstromverhältnis von dem vorbestimmten Pumpstromverhältniswert nicht um mehr als einen vorbestimmten Verhältnisschwellenwert abweicht, gelangt das Verfahren zurück zum Schritt 310 und es kann festgestellt werden, dass der Abgassensor fehlerfrei arbeitet.

Wird jedoch hingegen beim Schritt 340 festgestellt, dass das ermittelte Pumpstromverhältnis von dem vorbestimmten Pumpstromverhältniswert um mehr als den vorbestimmten Verhältnisschwellenwert abweicht, gelangt das Verfahren zum Schritt 350 und es wird ein Fehler des Abgassensors 100 ermittelt, bevor das
5 Verfahren beim Schritt 360 endet.

Dabei wird ein Fehler des Abgassensors beispielsweise dann erkannt, wenn das ermittelte Pumpstromverhältnis von dem vorbestimmten Pumpstromverhältnis um mehr als 30%, vorzugsweise mehr als 20%, noch bevorzugter mehr als 10%,
10 abweicht. Der im Schritt 350 ermittelte Fehler des Abgassensors 100 kann beispielsweise eine unterschiedliche Alterung der Pumpelektroden 124, 224 anzeigen, was dazu führt, dass die jeweils damit ermittelten Sauerstoffanteile im Abgas nicht mehr ausreichend genau bestimmt werden können.

15 Bevorzugt kann es außerdem sein, dass beim Schritt 350, wenn also ein Fehler des Abgassensors 100 festgestellt wurde, der Betrieb des Abgassensors 100 in einen Notbetrieb schaltet, bei dem der Abgassensor 100 z. B. als reiner Stickoxidsensor betrieben wird, der auf Ammoniak querempfindlich ist. In einem solchen Notbetrieb ist das Stickoxidsignal zwar mit der Ammoniak-Querempfindlichkeit fehlerbehaftet,
20 jedoch kann dieser Notbetrieb dazu dienen, die Zeitspanne bis zum Austausch des Abgassensors 100 zu überbrücken. Folglich kann somit der Abgassensor 100 zumindest für diese Zeitspanne im Notbetriebsmodus betrieben werden, ohne dass es zu einem Liegenbleiben des Fahrzeugs kommt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln eines Fehlers eines einen Hauptkörper (112) aufweisenden und in einem Abgasstrang einer Brennkraftmaschine angeordneten Abgassensors (100), der eine im Hauptkörper (112) angeordnete und mit dem Abgas verbundene erste Pumpkavität (120), in der eine erste Pumpelektrode (124) angeordnet ist, eine im Hauptkörper (112) angeordnete und mit dem Abgas verbundene zweite Pumpkavität (220), in der eine zweite Pumpelektrode (224) angeordnet ist, und eine im Hauptkörper (112) angeordnete und mit der Umgebungsluft verbundene Referenzkavität (50) aufweist, in der eine Referenzelektrode (52) angeordnet ist, wobei das Verfahren aufweist:
- Steuern eines an der ersten Pumpelektrode (124) angelegten ersten Pumpstroms (IP0) derart, dass eine sich zwischen der ersten Pumpelektrode (124) und der Referenzelektrode (52) ausbildende erste Elektrodenspannung (V0) auf einem vorbestimmten ersten Spannungswert konstant gehalten wird,
 - Steuern eines an der zweiten Pumpelektrode (224) angelegten zweiten Pumpstroms (IP3) derart, dass eine sich zwischen der zweiten Pumpelektrode (224) und der Referenzelektrode (52) ausbildende zweite Elektrodenspannung (V3) auf einem vorbestimmten zweiten Spannungswert konstant gehalten wird, und
 - Ermitteln eines Fehlers des Abgassensors (100) basierend auf einem Vergleich des ersten Pumpstroms (IP0) mit dem zweiten Pumpstrom (IP3).
2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner mit:
- Ermitteln eines Pumpstromverhältnisses zwischen dem ersten Pumpstrom (IP0) und dem zweiten Pumpstrom (IP3),
wobei ein Fehler des Abgassensors (100) ermittelt wird, wenn das ermittelte Pumpstromverhältnis von einem vorbestimmten Pumpstromverhältniswert um mehr als einen Verhältnisschwellenwert abweicht.
3. Verfahren nach Anspruch 1, ferner mit:
- Ermitteln einer Pumpstromdifferenz zwischen dem ersten Pumpstrom (IP0) und dem zweiten Pumpstrom (IP3),

wobei ein Fehler des Abgassensors (100) ermittelt wird, wenn die ermittelte Pumpstromdifferenz von einem vorbestimmten Pumpstromdifferenzwert um mehr als einen Differenzschwellenwert abweicht.

- 5 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
wobei der vorbestimmte Verhältnisschwellenwert oder der vorbestimmte Differenzschwellenwert ungefähr 50 %, vorzugsweise ungefähr 50 %, noch bevorzugter ungefähr 15 %, beträgt.

- 10 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Fehler des Abgassensors eine ungleiche Alterung der ersten Pumpelektrode (114) und der zweiten Pumpelektrode (124) und/oder einen mechanischen Defekt des Hauptkörpers (112) anzeigt.

- 15 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit:
- Ausgeben einer Warnung an den Betreiber der Brennkraftmaschine, wenn ein Fehler des Abgassensors (100) ermittelt worden ist.

- 20 7. Verfahren zum Betreiben eines in einem Abgasstrang einer Brennkraftmaschine angeordneten Abgassensors (100), mit:
- Ermitteln eines Fehlers des Abgassensors (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, und
- wenn ein Fehler des Abgassensors (100) ermittelt worden ist, Steuern des ersten Pumpstroms (IP0) und/oder zweiten Pumpstroms (IP3) derart,
25 dass die erste Elektrodenspannung (V0) und/oder zweite Elektrodenspannung (V3) auf einem vorbestimmten dritten Spannungswert und/oder vorbestimmten vierten Spannungswert konstant gehalten wird,
wobei der dritte Spannungswert und/oder vierte Spannungswert vom ersten Spannungswert und zweiten Spannungswert jeweils abweichen.

- 30 8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei
der dritte Spannungswert kleiner ist als der erste Spannungswert, und/oder der vierte Spannungswert kleiner ist als der zweite Spannungswert.

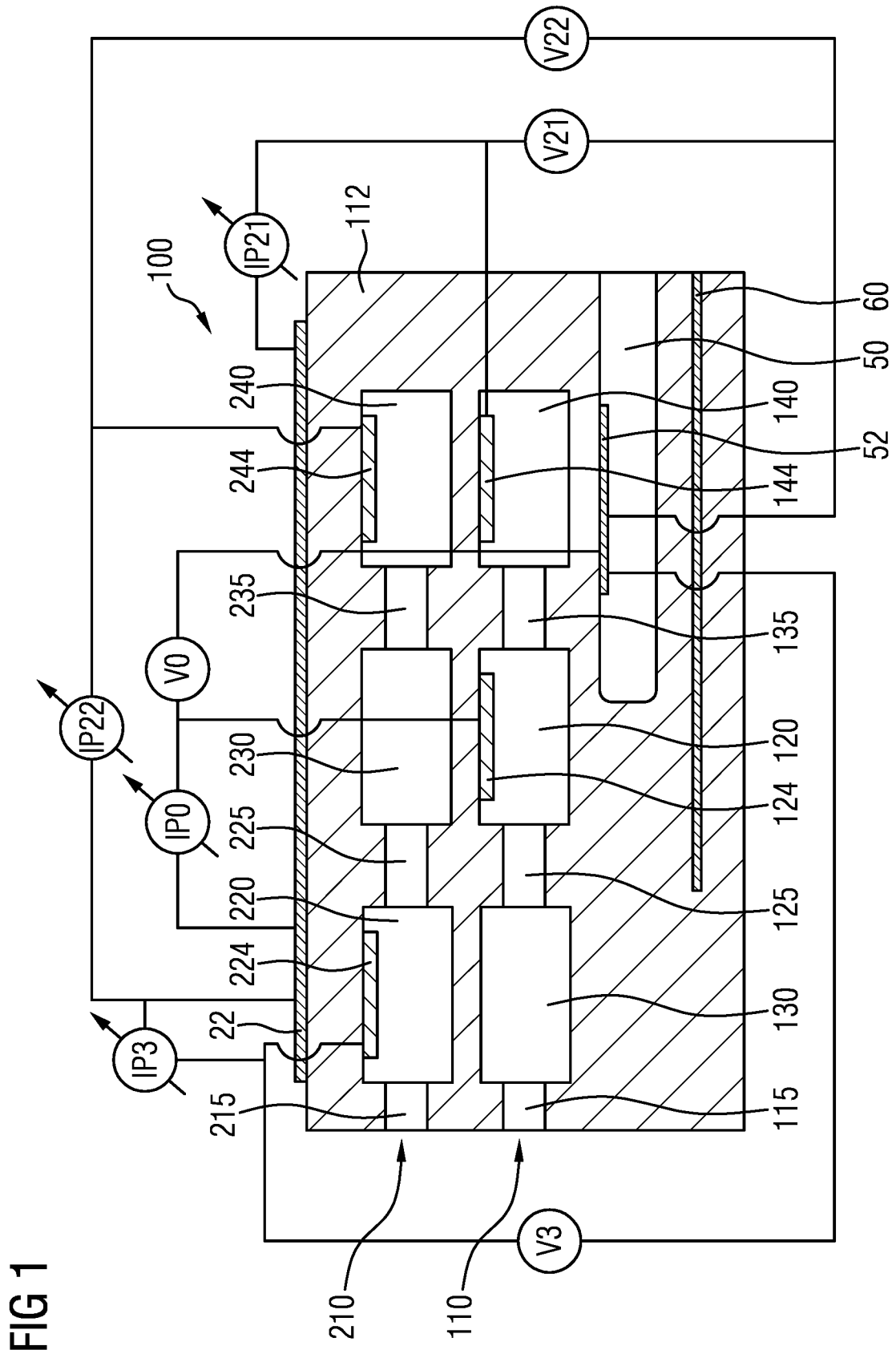


FIG 1

FIG 2

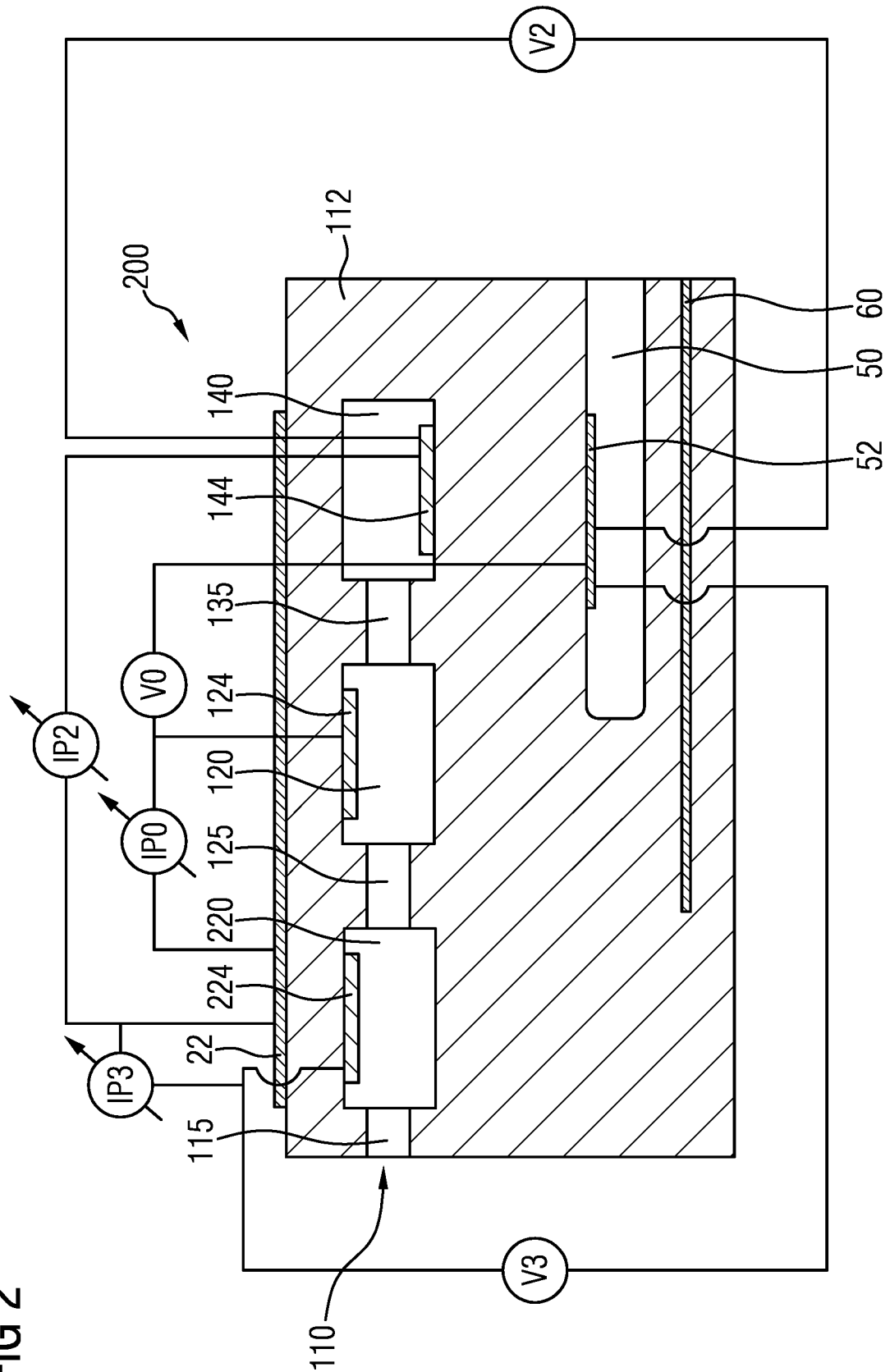
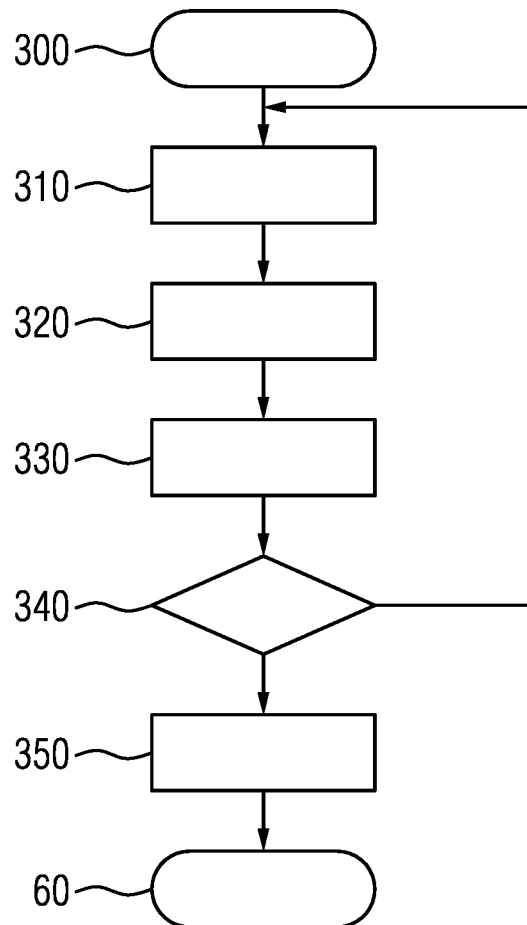


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/057209

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01N 27/417**(2006.01)i; **G01N 33/00**(2006.01)n

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.
A	DE 102016206991 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 26 October 2017 (2017-10-26) the whole document	1-8
A	US 2007119708 A1 (OYA SEIJI [JP] ET AL) 31 May 2007 (2007-05-31) the whole document	1-8
A	US 2015377822 A1 (YOSHIDA AKIHIRO [DE] ET AL) 31 December 2015 (2015-12-31) the whole document	1-8
A	DE 102007035768 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 29 January 2009 (2009-01-29) the whole document	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

15 June 2020

Date of mailing of the international search report

26 June 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Knoll, Stephan

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/057209

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102016206991	A1	26 October 2017	DE	102016206991	A1	26 October 2017
				WO	2017186519	A1	02 November 2017
US	2007119708	A1	31 May 2007	JP	4592570	B2	01 December 2010
				JP	2007147383	A	14 June 2007
				US	2007119708	A1	31 May 2007
US	2015377822	A1	31 December 2015	DE	102015008437	A1	31 December 2015
				JP	6506621	B2	24 April 2019
				JP	2016014655	A	28 January 2016
				US	2015377822	A1	31 December 2015
DE	102007035768	A1	29 January 2009	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01N27/417

ADD. G01N33/00

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.
A	DE 10 2016 206991 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 26. Oktober 2017 (2017-10-26) das ganze Dokument	1-8
A	US 2007/119708 A1 (OYA SEIJI [JP] ET AL) 31. Mai 2007 (2007-05-31) das ganze Dokument	1-8
A	US 2015/377822 A1 (YOSHIDA AKIHIRO [DE] ET AL) 31. Dezember 2015 (2015-12-31) das ganze Dokument	1-8
A	DE 10 2007 035768 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 29. Januar 2009 (2009-01-29) das ganze Dokument	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

15. Juni 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/06/2020

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

Knoll, Stephan

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/057209

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016206991 A1	26-10-2017	DE 102016206991 A1	26-10-2017
		WO 2017186519 A1	02-11-2017

US 2007119708 A1	31-05-2007	JP 4592570 B2	01-12-2010
		JP 2007147383 A	14-06-2007
		US 2007119708 A1	31-05-2007

US 2015377822 A1	31-12-2015	DE 102015008437 A1	31-12-2015
		JP 6506621 B2	24-04-2019
		JP 2016014655 A	28-01-2016
		US 2015377822 A1	31-12-2015

DE 102007035768 A1	29-01-2009	KEINE	
