



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 012 889.9**

(22) Anmeldetag: **26.03.2010**

(43) Offenlegungstag: **30.09.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01N 27/407** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2009-078169 27.03.2009 JP
2010-033137 18.02.2010 JP

(74) Vertreter:

**Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,
80538 München**

(71) Anmelder:

NGK Spark Plug Co., Ltd., Nagoya-shi, Aichi, JP

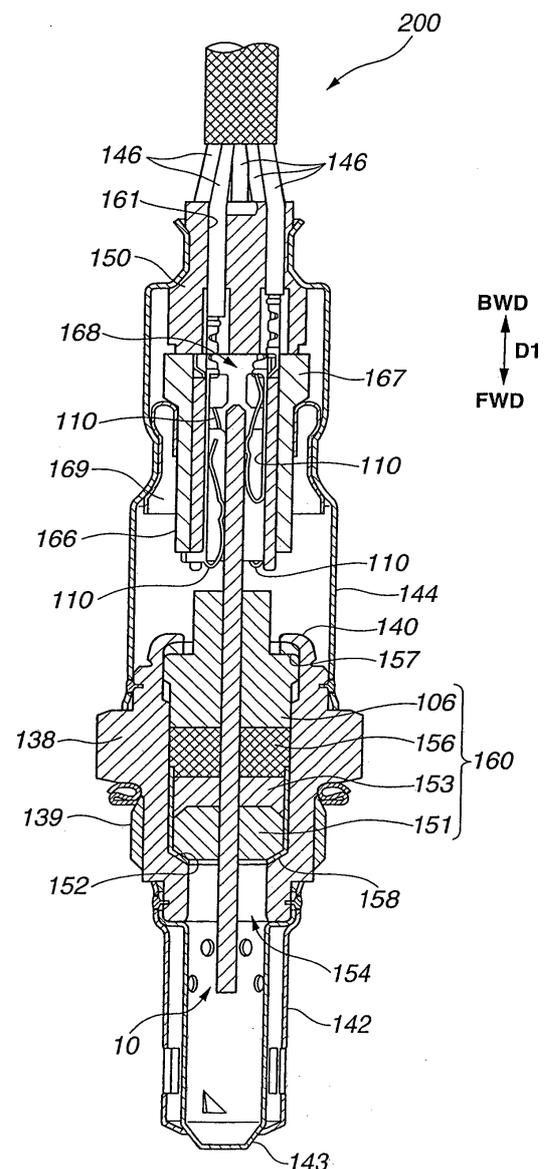
(72) Erfinder:

**Wakazono, Tomohiro, Nagoya-shi, Aichi, JP; Oya,
Seiji, Nagoya-shi, Aichi, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Gassensor**

(57) Zusammenfassung: Ein Gassensor umfasst ein Gassensorelement. Das Gassensorelement umfasst eine erste Detektionskammer; eine erste Sauerstoffpumpzelle, die einen ersten Festelektrolytkörper und ein Paar erster Elektroden umfasst; eine zweite Detektionskammer; eine zweite Sauerstoffpumpzelle, die einen zweiten Festelektrolytkörper und ein Paar zweiter Elektroden umfasst; und eine Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle, die einen dritten Festelektrolytkörper und ein Paar dritter Elektroden umfasst. Eine Erfassungselektrode der dritten Elektroden ist im Verhältnis zu einer Gasströmungsrichtung stromabwärts jenseits einer ersten Innenelektrode der ersten Elektroden angeordnet. Eine Querschnittfläche eines Raums der ersten Detektionskammer, die der ersten Innenelektrode zugewandt ist, fällt in einen Bereich von 0,03 mm² bis 0,22 mm². Eine Mitte der Erfassungselektrode ist stromabwärts jenseits eines stromabwärtigen Endes der ersten Innenelektrode positioniert, um einen Abstand zwischen der Mitte der Erfassungselektrode und dem stromabwärtigen Ende der ersten Innenelektrode größer oder gleich der zehnfachen Größenordnung einer Höhe des Raums werden zu lassen.



Beschreibung

Gassensors erreichen kann.

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Gassensor.

[0002] Bisher gab es einen Gassensor, der dafür ausgelegt ist, eine spezifische Gaskomponente zu detektieren, beispielsweise Stickoxid (NO_x) oder Sauerstoff, oder der dafür ausgelegt ist, eine Konzentration der spezifischen Gaskomponente zu messen. Als solchen Gassensor offenbart das US-Patent Nr. 5942190, das der japanischen Patentanmeldung Veröffentlichung Nr. H9(1997)-288085 entspricht, einen zuvor vorgeschlagenen Gassensor. Bei dieser Technik wird eine Sauerstoffpumpzelle zum Anpassen von Sauerstoffkonzentration in einer Detektionskammer (Gaskammer) mittels Regelung auf der Grundlage von Signalen gesteuert, die von einer Zelle (Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle) zum Detektieren der Sauerstoffkonzentration in der Detektionskammer erhalten werden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0003] Ein kleineres Auslegen der Detektionskammer erzeugt verschiedene Vorteile. Zum Beispiel kann ein Sauerstoffpumpwirkungsgrad der Sauerstoffpumpzelle verbessert werden. Dadurch kann ein Energieverbrauch, der für das Pumpen aufgewendet wird, verringert werden. Zudem kann ein Gassensorelement kleiner ausgelegt werden. Demgemäß kann eine Temperaturdifferenz zwischen unterschiedlichen Stellen in dem Gassensorelement verringert werden. Eine Gasmenge (Menge pro Zeiteinheit), die in die Detektionskammer strömt, wird aufgrund des kleineren Auslegens der Detektionskammer aber verringert. Aufgrund dieser Verringerung der Gasmenge wird auch eine Menge einer spezifischen Gaskomponente, die von dem Gasdetektor zu detektieren ist, reduziert, und dadurch besteht eine Möglichkeit, dass eine Detektionsgenauigkeit der spezifischen Gaskomponente verringert wird. Im Gegensatz dazu ist es zum Verbessern der Detektionsgenauigkeit einer spezifischen Gaskomponente bevorzugt, dass verschiedene Fehler, die die Detektionsgenauigkeit beeinflussen, kleiner gehalten werden. Die Erfinder der vorliegenden Anmeldung haben entdeckt, dass eine Verringerung des Detektionsfehlers der Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle zum Verbessern der Detektionsgenauigkeit der spezifischen Gaskomponente beiträgt, insbesondere in dem Fall, da die Detektionskammer kleiner ausgelegt wird.

[0004] Daher besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Verfahren vorzusehen, das sowohl ein kleineres Auslegen des Gassensors als auch eine vorteilhafte Detektionsgenauigkeit des

[0005] Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird ein Gassensor vorgesehen, der ein Gassensorelement umfasst, wobei das Gassensorelement umfasst: eine erste Detektionskammer, in die ein zu detektierendes Gas durch einen ersten diffusionsbeständigen Abschnitt eingeleitet wird; eine erste Sauerstoffpumpzelle, die einen ersten Festelektrolytkörper und ein Paar erster Elektroden, die auf dem ersten Festelektrolytkörper ausgebildet sind, umfasst, wobei das Paar erster Elektroden eine erste Innenelektrode, die in der ersten Detektionskammer angeordnet ist, umfasst, wobei die erste Sauerstoffpumpzelle dafür ausgelegt ist, Sauerstoff von dem Gas/in das Gas zu pumpen, das in die erste Detektionskammer eingeleitet wurde; eine zweite Detektionskammer, in die das Gas, das in der ersten Detektionskammer Sauerstoffpumpen erfuhrt, durch einen zweiten diffusionsbeständigen Abschnitt eingeleitet wird; eine zweite Sauerstoffpumpzelle, die einen zweiten Festelektrolytkörper und ein Paar zweiter Elektroden, die auf dem zweiten Festelektrolytkörper ausgebildet sind, umfasst, wobei das Paar zweiter Elektroden eine innere zweite Pumpelektrode umfasst, die in der zweiten Detektionskammer angeordnet ist, wobei die zweite Sauerstoffpumpzelle dafür ausgelegt ist, einen elektrischen Strom gemäß einer Konzentration einer spezifischen Gaskomponente in der zweiten Detektionskammer durchzulassen; und eine Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle, die einen dritten Festelektrolytkörper und ein Paar dritter Elektroden, die auf dem dritten Festelektrolytkörper angeordnet sind, umfasst, wobei das Paar dritter Elektroden eine Erfassungselektrode, die in der ersten Detektionskammer angeordnet ist, umfasst, wobei die Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle dafür ausgelegt ist, zwischen den dritten Elektroden eine elektrische Spannung gemäß einer Sauerstoffkonzentration in der ersten Detektionskammer zu erzeugen; wobei die Erfassungselektrode stromabwärts jenseits der ersten Innenelektrode im Verhältnis zu einer Strömungsrichtung des Gases angeordnet ist, wobei eine Querschnittsfläche eines Raums der ersten Detektionskammer, durch den das Gas strömt, in einen Bereich von 0,03 mm² bis 0,22 mm² fällt, wobei der Raum der ersten Innenelektrode zugewandt ist, wobei eine Mitte der Erfassungselektrode stromabwärts jenseits eines stromabwärtigen Endes der ersten Innenelektrode angeordnet ist, um einen Abstand zwischen der Mitte der Erfassungselektrode und dem stromabwärtigen Ende der ersten Innenelektrode von mehr als oder gleich der zehnfachen Größenordnung einer Höhe des Raums zu bewirken, wobei die Höhe eine Länge ist, die in einer Laminierichtung zwischen dem ersten Festelektrolytkörper und der ersten Innenelektrode genommen ist.

[0006] Die anderen Aufgaben und Merkmale dieser

Erfindung werden anhand der folgenden Beschreibung unter Bezug auf die Begleitzeichnungen verständlich.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0007] [Fig. 1](#) ist eine Querschnittansicht, die eine Gassensor **200** in einer erfindungsgemäßen Ausführungsform zeigt.

[0008] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittansicht eines NOx-Sensorelements **10**.

[0009] [Fig. 3](#) ist eine erläuternde Ansicht, die eine Steuerung des NOx-Sensorelements **10** zeigt.

[0010] [Fig. 4](#) ist eine schräge perspektivische Ansicht einer ersten Detektionskammer **16**.

[0011] [Fig. 5](#) ist eine Querschnittansicht ähnlich der von [Fig. 2](#).

[0012] [Fig. 6](#) ist eine Querschnittansicht der ersten Detektionskammer **16**.

[0013] [Fig. 7](#) ist ein Graph, der eine Beziehung zwischen einer Rate des Abstands d und einer Schwankungsrate des Offsets OI zeigt.

[0014] [Fig. 8](#) ist eine erläuternde Ansicht, die Querschnittgrößen zeigt.

[0015] [Fig. 9](#) ist eine erläuternde Ansicht eines Beurteilungssystems ES.

[0016] [Fig. 10](#) ist ein Beispiel einer Querschnittansicht entlang einer Linie A-A von [Fig. 3](#) in einer dritten abgewandelten Ausführungsform.

[0017] [Fig. 11](#) ist ein anderes Beispiel der Querschnittansicht entlang der Linie A-A von [Fig. 3](#) in der dritten abgewandelten Ausführungsform.

[0018] [Fig. 12](#) ist ein noch anderes Beispiel der Querschnittansicht entlang der Linie A-A von [Fig. 3](#) in der dritten abgewandelten Ausführungsform.

Eingehende Beschreibung der Erfindung

[0019] Nachstehend wird auf die Zeichnungen Bezug genommen, um ein besseres Verständnis der vorliegenden Erfindung zu fördern. Eine Ausführungsform und abgewandelte Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung werden in dem folgenden Abschnitt erläutert.

(A) Ausführungsform

(B) Abgewandelte Ausführungsformen

(A) Ausführungsform

[0020] [Fig. 1](#) ist eine Querschnittansicht, die einen Gassensor **200** in einer erfindungsgemäßen Ausführungsform zeigt. Der Gassensor **200** ist an einer Abgasleitung eines (nicht gezeigten) Verbrennungsmotors befestigt und misst eine Konzentration von Stickoxid(en) (NOx). Nachstehend wird der Gassensor **200** auch als „NOx-Sensor **200**“ bezeichnet. [Fig. 1](#) zeigt einen Querschnitt des NOx-Sensors **200** parallel zu einer Längsrichtung D1 des NOx-Sensors **200**. Nachstehend wird eine untere Richtung (untere Seite) in [Fig. 1](#) als Vorwärtsrichtung (Vorderendseite) FWD des NOx-Sensors **200** bezeichnet, und eine obere Richtung (obere Seite) in [Fig. 1](#) wird als Rückwärtsrichtung (Rückendseite) BWD des NOx-Sensors **200** bezeichnet.

[0021] Der NOx-Sensor **200** umfasst einen Befestigungsmetallkörper **138**, der in Form eines zylindrischen Rohrs ausgebildet ist, ein NOx-Sensorelement (Gassensorelement) **10**, das in einer Plattenform ausgebildet ist, die sich in der Längsrichtung D1 erstreckt, eine Keramikhülse **106**, die in Form eines zylindrischen Rohrs ausgebildet ist, um das NOx-Sensorelement **10** zu umgeben, ein Isolierkontaktelement **166** und sechs Verbindungsanschlüsse **110** (in [Fig. 1](#) sind vier Verbindungsanschlüsse **110** gezeigt). Eine Außenfläche des Befestigungsmetallkörpers **138** ist mit einem Gewindeabschnitt **139** zum Befestigen an der Abgasleitung ausgebildet. Die Keramikhülse **106** ist radial um das NOx-Sensorelement **10** gesetzt, d. h. umgibt einen Außenumfang des NOx-Sensorelements **10**. Das Isolierkontaktelement **166** ist mit einer Kontakteinführöffnung **168** ausgebildet. Die Kontakteinführöffnung **168** tritt in der Längsrichtung D1 durch das Isolierkontaktelement **166**. Das Isolierkontaktelement **166** ist so angeordnet, dass es eine Innenwandfläche der Kontakteinführöffnung **168** um einen hinteren Abschnitt (Rückendabschnitt) des NOx-Sensorelements **10** positioniert, d. h. es ist so angeordnet, dass es die Innenwandfläche der Kontakteinführöffnung **168** einen Außenumfang des hinteren Abschnitts des NOx-Sensorelements **10** umgeben lässt. Die jeweiligen Anschlüsse **110** sind zwischen dem NOx-Sensorelement **10** und dem Isolierkontaktelement **166** angeordnet.

[0022] Der Befestigungsmetallkörper **138** ist mit einer Durchgangsbohrung **154** ausgebildet. Die Durchgangsbohrung **154** tritt in einer axialen Richtung des Befestigungsmetallkörpers **138** durch denselben. Der Befestigungsmetallkörper **138** ist im Wesentlichen in Form eines zylindrischen Rohrs ausgebildet und umfasst einen gestuften Abschnitt **152**, der in einer radial inneren Richtung der Durchgangsbohrung **154** absteht. Der Befestigungsmetallkörper **138** hält das NOx-Sensorelement **10** in der Durchgangsbohrung **154**, um in der Vorwärtsrichtung (auf der

FWD-Seite) ein vorderes Ende (Frontende) des NOx-Sensorelements **10** außerhalb der Durchgangsbohrung **154** zu platzieren und eine hintere Seite des NOx-Sensorelements **10** in der Rückwärtsrichtung (auf der BWD-Seite) außerhalb der Durchgangsbohrung **154** zu platzieren. Der gestufte Abschnitt **152** weist eine konisch zulaufende Fläche auf, die von einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung D1 geneigt ist. Diese zulaufende Fläche ist so ausgebildet, dass sie einen Durchmesser der vorderen Seite (FWD-Seitenabschnitt) der zulaufenden Fläche kleiner werden lässt als einen Durchmesser der hinteren Seite (BWD-Seitenabschnitt) der zulaufenden Fläche.

[0023] In der Durchgangsbohrung **154** des Befestigungsmetallkörpers **138** sind ein Keramikhalter **151**, pulvergefüllte Schichten **153** und **156** (nachstehend auch als Talkumringe **153** und **156** bezeichnet) und die Keramikhülse **106** in dieser Reihenfolge von der vorderen Seite hin zur hinteren Seite der Durchgangsbohrung **154** angeordnet oder laminiert. Der Keramikhalter **151**, die Talkumringe **153** und **156** und die Keramikhülse **106** bilden insgesamt einen Halteabschnitt zum Halten des NOx-Sensorelements **10** aus und werden nachstehend auch als „Halteabschnitt **160**“ bezeichnet. Dieser Halteabschnitt **160**, nämlich jeweils der Keramikhalter **151**, die Talkumringe **153** und **156** und die Keramikhülse **106**, ist in einer Kranzform ausgebildet, die das NOx-Sensorelement **10** radial umgeben kann, d. h. ist in einer Kranzform ausgebildet, die den Außenumfang des NOx-Sensorelements **10** umgibt (oder darüber passt). Somit wird das NOx-Sensorelement **10** durch den Halteabschnitt **160** gehalten.

[0024] Zwischen der Keramikhülse **106** und einem Rückendabschnitt **140** des Befestigungsmetallkörpers **138** ist eine Pressdichtung **157** angeordnet. Ein Metallhalter **158** zum Halten des Talkumrings **153** und des Keramikhalters **151** und zum Aufrechterhalten von Luftdichtheit ist zwischen dem Keramikhalter **151** und dem gestuften Abschnitt **152** des Befestigungsmetallkörpers **138** angeordnet. Der Rückenabschnitt **140** des Befestigungsmetallkörpers **138** ist so verpresst, dass er die Keramikhülse **106** durch die Pressdichtung **157** in die Vorwärtsrichtung presst.

[0025] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt sind an einem Außenumfang der Vorderseite des Befestigungsmetallkörpers **138** (eine untere Seite des Befestigungsmetallkörpers **138** in [Fig. 1](#)) durch Schweißen oder dergleichen eine Außenschutzvorrichtung **142** und eine Innenschutzvorrichtung **143** angebracht. Jede dieser Schutzvorrichtungen **142** und **143** ist aus einem Metall, beispielsweise rostfrei, ausgebildet und umfasst mehrere Löcher. Diese Außen- und Innenschutzvorrichtungen **142** und **143** bedecken einen hervorstehenden Abschnitt des NOx-Sensorelements **10**.

[0026] Ein Außenrohr **144** ist an einem Außenumfang der Rückseite des Befestigungsmetallkörpers **138** befestigt. Eine Tülle **150** ist in einem Öffnungsabschnitt der Rückseite (obere Seite in [Fig. 1](#)) des Außenrohrs **144** vorgesehen. Die Tülle **150** ist mit Anschlussleitungseinführöffnungen **161** ausgebildet. Sechs Anschlussleitungen **146** sind in die Anschlussleitungseinführöffnungen **161** (in [Fig. 1](#) sind nur fünf Anschlussleitungen **146** gezeigt) eingeführt. Jeweilige Anschlussleitungen **146** sind mit (nicht gezeigten) Elektrodenflecken elektrisch verbunden, die an einer Außenfläche der Rückseite des NOx-Sensorelements **10** vorgesehen sind.

[0027] Das Isolierkontaktelement **166** ist an einem Rückendenabschnitt (obere Seite in [Fig. 1](#)) des NOx-Sensorelements **10** vorgesehen, der von dem Rückendenabschnitt **140** des Befestigungsmetallkörpers **138** ragt. Im Einzelnen ist dieses Isolierkontaktelement **166** um die (nicht gezeigten) Elektrodenflecken angeordnet, die an der Außenfläche der Rückseite des NOx-Sensorelements **10** ausgebildet sind. Das Isolierkontaktelement **166** ist in Form eines zylindrischen Rohrs ausgebildet, das das durch das Isolierkontaktelement **166** in Längsrichtung D1 tretende Kontakteinführloch **168** aufweist. Zudem umfasst das Isolierkontaktelement **166** einen Flanschabschnitt **167**, der von einer Außenfläche des Isolierkontaktelements **166** in einer radial äußeren Richtung ragt. Ein Halteelement **169** ist zwischen dem Isolierkontaktelement **166** und dem Außenrohr **144** eingefügt. Das Halteelement **169** platziert das Isolierkontaktelement **166** in dem Außenrohr **144** durch Anliegen an dem Außenrohr **144** und dem Flanschabschnitt **167**.

[0028] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht des NOx-Sensorelements **10**. Dieser Querschnitt ist parallel zur Längsrichtung D1. Die Vorwärtsrichtung (Vorderendseite) FWD ist durch eine Linksrichtung von [Fig. 2](#) gezeigt, und die Rückwärtsrichtung (Rückendenseite) BWD ist durch eine Rechtsrichtung von [Fig. 2](#) gezeigt. Das NOx-Sensorelement **10** umfasst eine Isolierschicht **14e**, eine erste Festelektrolytschicht **11a**, eine Isolierschicht **14a**, eine dritte Festelektrolytschicht **12a**, eine Isolierschicht **14b**, eine zweite Festelektrolytschicht **13a** und Isolierschichten **14c** und **14d**, die in dieser Reihenfolge laminiert sind. Diese Schichten sind entlang einer Laminierichtung D2 senkrecht zur Längsrichtung D1 laminiert.

[0029] Eine erste Detektionskammer **16** ist zwischen der ersten Festelektrolytschicht **11a** und der dritten Festelektrolytschicht **12a** ausgebildet. Ein Detektionsgas (d. h. zu detektierendes Gas) GM wird von einem Außenbereich des NOx-Sensorelements **10** durch ein erstes diffusionsbeständiges Element (Diffusionsstueerelement) **15a** in die erste Detektionskammer eingeleitet. Das erste diffusionsbeständige Element **15a** ist an einem linken Ende (Einlass) der ersten Detektionskammer **16** angeordnet. Ein

zweites diffusionsbeständiges Element (Diffusionssteuerelement) **15b** ist am anderen Ende (rechtes Ende) der ersten Detektionskammer **16** angeordnet, das gegenüber dem Einlass der ersten Detektionskammer **16** angeordnet ist.

[0030] Eine zweite Detektionskammer **18** ist zwischen der ersten Festelektrolytschicht **11a** und der zweiten Festelektrolytschicht **13a** ausgebildet, um durch die dritte Festelektrolytschicht **12a** zu treten. Die zweite Detektionskammer **18** ist durch das zweite diffusionsbeständige Element **15b** mit der ersten Detektionskammer **16** verbunden und befindet sich von der ersten Detektionskammer **16** in der Rückwärtsrichtung BWD.

[0031] Ein Heizwiderstandselement **50**, das sich in der Längsrichtung D1 erstreckt, ist zwischen den Isolierschichten **14c** und **14d** eingebettet. Das Heizwiderstandselement **50** wird zum Anheben einer Temperatur eines Gassensorelements **10** auf eine vorbestimmte Aktivierungstemperatur und dadurch zum Verbessern einer Sauerstoffionenleitfähigkeit jeder Festelektrolytschicht verwendet, um einen Betrieb des Gassensorelements **10** zu stabilisieren. Das Heizwiderstandselement **50** besteht aus einem Heizabschnitt **51** und einem Heizleitungsabschnitt **52**. Der Heizabschnitt **51** ist aus einem elektrischen Leiter, beispielsweise Wolfram, gebildet und erzeugt durch Aufnehmen von elektrischer Leistung Wärme. Der Heizleitungsabschnitt **52** überträgt eine von den nachstehend erwähnten Anschlussleitungen **146** gelieferte elektrische Leistung auf den Heizabschnitt **51**. Das Heizwiderstandselement **50** wird von den beiden Isolierschichten **14c** und **14d** gelagert. Das Heizwiderstandselement **50** und die beiden Isolierschichten **14c** und **14d** bilden ein Heizelement **60**.

[0032] Das Gassensorelement **10** umfasst eine erste Sauerstoffpumpzelle **11**, eine Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle **12** und eine zweite Sauerstoffpumpzelle **13**.

[0033] Die erste Sauerstoffpumpzelle **11** umfasst die erste Festelektrolytschicht **11a**, eine innere erste Pumpelektrode **11c** (nachstehend auch als „erste Innenelektrode **11c**“ bezeichnet) und eine erste Gegenelektrode **11b** (nachstehend auch als „äußere erste Pumpelektrode **11b**“ bezeichnet), die eine Gegenelektrode zu der ersten Innenelektrode **11c** ist. Die innere erste Pumpelektrode **11c** und die äußere erste Pumpelektrode **11b** sind so angeordnet, dass sie die erste Festelektrolytschicht **11a** zwischen der inneren ersten Pumpelektrode **11c** und der äußeren ersten Pumpelektrode **11b** sandwichartig einschließen. Die erste Innenelektrode **11c** ist der ersten Detektionskammer **16** zugewandt. Sowohl die erste Innenelektrode **11c** als auch die äußere erste Pumpelektrode **11b** sind hauptsächlich aus Platin gebildet. Eine Oberfläche der ersten Innenelektrode **11c** ist mit

einer Schutzschicht **11e** beschichtet, die eine poröse Struktur aufweist. Zudem ist ein Abschnitt **11d** der Isolierschicht **14e**, der der äußeren ersten Pumpelektrode **11b** gegenüberliegt (d. h. ihr zugewandt ist), aus einem porösen Körper gebildet (z. B. Aluminiumoxid), durch den Gas (z. B. Sauerstoff) treten kann.

[0034] Die Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle **12** umfasst die dritte Festelektrolytschicht **12a**, eine Erfassungselektrode **12b** und eine Referenzelektrode **12c**. Die Erfassungselektrode **12b** und die Referenzelektrode **12c** sind so angeordnet, dass sie die dritte Festelektrolytschicht **12a** dazwischen sandwichartig einschließen. Die Erfassungselektrode **12b** ist der ersten Detektionskammer **16** in einem stromabwärtigen Bereich jenseits der ersten Innenelektrode **11c** zugewandt, ist nämlich einem Abschnitt der ersten Detektionskammer **16** zugewandt, der sich stromabwärts der ersten Innenelektrode **11c** befindet. Sowohl die Erfassungselektrode **12b** als auch die Referenzelektrode **12c** sind hauptsächlich aus Platin gebildet.

[0035] Die Isolierschicht **14b** ist so ausgeschnitten, dass die Referenzelektrode **12c**, die an der dritten Festelektrolytschicht **12a** anliegt, in der Isolierschicht **14b** positioniert ist. Auch ist die Isolierschicht **14b** so ausgeschnitten, dass sie eine Referenzsauerstoffkammer **17** in der Isolierschicht **14b** bildet. Diese Referenzsauerstoffkammer **17** wird durch Füllen des ausgeschnittenen Abschnitts der Isolierschicht **14b** mit einem porösen Körper gebildet. Durch vorab Anlegen eines konstanten Schwachstroms an der Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle **12** wird Sauerstoff von der ersten Detektionskammer **16** in die Referenzsauerstoffkammer **17** geliefert. Dann wird eine Sauerstoffkonzentration in der Referenzsauerstoffkammer **17** bei einem vorbestimmten Konzentrationswert gehalten. Somit wird die Referenzsauerstoffkammer **17** als Referenz für die Sauerstoffkonzentration verwendet.

[0036] Die zweite Sauerstoffpumpzelle **13** umfasst die zweite Festelektrolytschicht **13a**, eine innere zweite Pumpelektrode **13b** und eine zweite Gegenelektrode **13c** (nachstehend auch als „zweite Gegenelektrode **13c**“ bezeichnet), die eine Gegenelektrode zu der inneren zweiten Pumpelektrode **13b** ist. Die innere zweite Pumpelektrode **13b** ist an einer Oberfläche der zweiten Festelektrolytschicht **13a** angeordnet, der der zweiten Detektionskammer **18** zugewandt ist. Sowohl die innere zweite Pumpelektrode **13b** als auch die zweite Gegenelektrode **13c** sind hauptsächlich aus Platin gebildet. Die zweite Gegenelektrode **13c** ist der Referenzsauerstoffkammer **17** zugewandt und ist an der zweiten Festelektrolytschicht **13a** angeordnet, liegt nämlich an der zweiten Festelektrolytschicht **13a** an. Die innere zweite Pumpelektrode **13b** ist der zweiten De-

tektionskammer **18** zugewandt.

[0037] In dieser Ausführungsform ist jede der Festelektrolytschichten **11a**, **12a** und **13a** durch Verwenden von Zirkoniumoxid (teilweise stabilisiertes Zirkoniumoxid) mit einer Sauerstoffionenleitfähigkeit als deren Hauptbestandteil ausgebildet. Jede der Isolierschichten **14a** bis **14e** ist durch Verwenden von Aluminiumoxid als deren Hauptbestandteil ausgebildet. Sowohl das erste diffusionsbeständige Element **15a** als auch das zweite diffusionsbeständige Element **15b** sind durch ein poröses Material gebildet, das aus Aluminiumoxid oder dergleichen als dessen Hauptbestandteil gebildet ist. Es wird darauf hingewiesen, dass der „Hauptbestandteil“ bedeutet, dass ein Anteil (enthaltene Menge) dieses Materials (als „Hauptbestandteil“ erwähnt) in der Schicht größer oder gleich 50 Gew.-% der Gesamtmenge ist, zum Beispiel enthält die Festelektrolytschicht Zirkoniumoxid bei einer Rate von größer oder gleich 50 Gew.-%. Jede der sechs Schichten **14e**, **11a**, **12a**, **13a**, **14c** und **14d** von acht der Festelektrolytschichten und den Isolierschichten ist durch Verwenden einer Materialplatte (z. B. Keramikplatte aus Zirkoniumoxid, Aluminiumoxid oder dergleichen) gebildet. Jede der jeweiligen Elektroden und zwei Isolierschichten **14a** und **14b** sind durch Verwenden eines Siebdrucks an einer Oberfläche der Keramikplatte gebildet. Dann wird ein durch Laminieren der jeweiligen Vorbrennschichten erhaltener laminiertes Körper gebrannt, so dass das NOx-Sensorelement **10** gebildet ist.

[0038] [Fig. 3](#) ist eine erläuternde Ansicht, die eine Steuerung des NOx-Sensorelements **10** zeigt. [Fig. 3](#) zeigt das NOx-Sensorelement **120**, das identisch zu dem von [Fig. 2](#) ist. Für eine einfach zu verstehende Erläuterung sind bei [Fig. 3](#) einige Zeichen und Schattierungen ausgelassen. [Fig. 3](#) zeigt auch einen Steuerungsabschnitt (Steuergerät) CU des NOx-Sensors **100** (des NOx-Sensorelements **10**). Der Steuerungsabschnitt CU ist durch die Verbindungsanschlüsse **110** und die Anschlussleitungen **146**, die in [Fig. 1](#) gezeigt sind, mit dem Heizwiderstandselement **50** und den jeweiligen Elektroden **11b**, **11c**, **12b**, **12c**, **13b** und **13c** verbunden (in dieser Ausführungsform sind einige dieser Elektroden mit einer gemeinsamen Anschlussleitung **146** verbunden). Wie nachstehend erwähnt liefert der Steuerungsabschnitt CU dem Heizwiderstandselement **50** elektrische Leistung. Zudem steuert der Steuerungsabschnitt CU den NOx-Sensor **200** (das NOx-Sensorelement **10**) durch Senden oder Empfangen von Signalen zu oder von den jeweiligen Elektroden **11b**, **11c**, **12b**, **12c**, **13b** und **13c**. In dieser Ausführungsform ist der Steuerungsabschnitt CU eine elektronische Schaltung, die durch Verwenden von Operationsverstärkern und dergleichen konstruiert ist. Stattdessen kann der Steuerungsabschnitt CU erfindungsgemäß aber durch Verwenden eines Rechners, der eine CPU und einen Speicher umfasst, konstruiert sein.

[0039] Als Nächstes wird nun ein Beispiel für den Betrieb des NOx-Sensorelements **10** erläutert. Zuerst wird der Steuerungsabschnitt CU durch einen Start des Motors aktiviert. Der Steuerungsabschnitt CU liefert dem Heizwiderstandselement **50** elektrische Leistung. Das Heizwiderstandselement **50** wärmt die erste Sauerstoffpumpzelle **11**, die Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle **12** und die zweite Sauerstoffpumpzelle **13** auf deren Aktivierungstemperaturen auf. Dann legt der Steuerungsabschnitt CU an der ersten Sauerstoffpumpzelle **11** als Reaktion auf einen Zustand, dass jede der Zellen **11** bis **13** erwärmt wurde und die Aktivierungstemperatur erreicht hat, einen elektrischen Strom I_{p1} an. Dadurch pumpt die erste Sauerstoffpumpzelle **11** überschüssigen Sauerstoff, der in dem Detektionsgas (in dem zu detektierenden Abgas) GN enthalten ist, das in die erste Detektionskammer **16** geströmt ist, von der ersten Innenelektrode **11c** hin zur ersten Gegenelektrode **11b** heraus.

[0040] Der Steuerungsabschnitt CU steuert eine Interelektrodenspannung (Interanschlussspannung) V_{p1} der ersten Sauerstoffpumpzelle **11**, um eine Interelektrodenspannung (Interanschlussspannung) V_s der Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle **12** bei einem konstanten Spannungswert (z. B. 425 mV) zu halten. Die Spannung V_s der Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle **12** stellt eine Sauerstoffkonzentration an einem Ort der Erfassungselektrode **12b** dar. Durch diese Steuerung wird die Sauerstoffkonzentration in der ersten Detektionskammer **16** soweit angepasst, dass NOx etwas zersetzt wird. Wenn Sauerstoff in der ersten Detektionskammer **16** knapp (wenig) wird, wird Sauerstoff von der äußeren ersten Pumpelektrode **11b** zur ersten Innenelektrode **11c** geliefert. Ein Betrieb zum Pumpen von Sauerstoff aus der ersten Detektionskammer **16** heraus und ein Betrieb zum Pumpen von Sauerstoff in die erste Detektionskammer **16** kann durch Umschalten einer Polarität der Interelektrodenspannung V_{p1} der ersten Sauerstoffpumpzelle **11** abgewechselt werden.

[0041] Ein Detektionsgas (d. h. zu detektierendes Gas) GN, dessen Sauerstoffkonzentration angepasst wurde, wird durch das zweite diffusionsbeständige Element **15b** in die zweite Detektionskammer **18** eingeleitet. Der Steuerungsabschnitt CU legt eine Interelektrodenspannung (Interanschlussspannung) V_{p2} an der zweiten Sauerstoffpumpzelle **13** an. Diese Spannung wird bei einem konstanten Spannungswert festgelegt (einem Spannungswert, der höher als die Steuerspannung V_s der Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle **12** ist, zum Beispiel 450 mV), der in dem Detektionsgas GN enthaltenes NOx-Gas zu Sauerstoffgas und Stickstoffgas zersetzen kann. Dadurch wird in dem Detektionsgas GN vorhandenes NOx zu Sauerstoff und Stickstoff zersetzt.

[0042] Ein zweiter Pumpstrom I_{p2} fließt durch die

zweite Sauerstoffpumpzelle **13**, um einen durch die Zersetzung von NO_x erzeugten Sauerstoff aus der zweiten Detektionskammer **18** herauszupumpen. Der zweite Pumpstrom Ip2 nimmt in etwa proportional zu einer Menge (Konzentration) von Sauerstoff zu, die durch die Zersetzung von NO_x erzeugt wird. Daher kann die NO_x-Konzentration des Detektionsgases (des zu detektierenden Gases) GN durch Detektieren des zweiten Pumpstroms Ip2 detektiert werden.

[0043] Im Einzelnen wird in dieser Ausführungsform die Sauerstoffkonzentration in der ersten Detektionskammer **16** auf ein Maß angepasst, das, wie vorstehend erwähnt, NO_x etwas zersetzen kann. D. h. die Interelektrodenspannung Vp1 der ersten Sauerstoffpumpzelle **11** wird so gesteuert, dass etwas Sauerstoff (konstanter Konzentration) in dem Detektionsgas GN enthalten ist, das aus der ersten Detektionskammer **16** ausgestoßen wird. Somit enthält das Detektionsgas GN unabhängig von dem Vorhandensein oder Fehlen von NO_x in dem Detektionsgas GN Sauerstoff mit einer konstanten Konzentration. Daher stellt der durch die zweite Sauerstoffpumpzelle **13** fließende zweite Pumpstrom Ip2 einen Gesamtwert von zwei dar: einem Offset (konstanter Wert), der dieser Sauerstoffkonzentration entspricht, und einem Gain (variabler Faktor), der der NO_x-Konzentration des Detektionsgases (des zu detektierenden Gases) GN entspricht.

[0044] Ein Graph in dem unteren Teil von [Fig. 3](#) zeigt eine Beziehung zwischen dem zweiten Pumpstrom Ip2 und der NO_x-Konzentration des Detektionsgases GM. Wie durch den Graph gezeigt nimmt der Offset OI unabhängig von der NO_x-Konzentration einen in etwa konstanten Wert an, zudem ist der Gain GI im Wesentlichen proportional zur NO_x-Konzentration.

[0045] Es ist bevorzugt, dass die Sauerstoffkonzentration des Detektionsgases GN niedrig ist. Es ist insbesondere bevorzugt, dass die Sauerstoffkonzentration so eingestellt wird, dass sie einen Schwankungsbereich (ein Änderungsband) des Offset OI hervorruft, der kleiner als 0,1 Prozent eines Änderungsbereichs (Änderungsbands) des Gains GI ist. In einem Fall, da das Gassensorelement **10** (insbesondere die erste Detektionskammer **16**) in der Größe reduziert ist, können verschiedene Vorteile erhalten werden. Zum Beispiel kann ein Pumpwirkungsgrad der ersten Sauerstoffpumpzelle **11** verbessert werden, und dadurch kann ein Energieverbrauch verringert werden. Zudem kann der Gassensor **200** kleiner ausgelegt werden. Weiterhin kann die Temperaturdisparität in dem Gassensorelement **10** verringert werden. Die Gasmenge (pro Zeiteinheit), die in das Gassensorelement **10** (die erste Detektionskammer **16**) strömt, wird aber aufgrund des kleineren Auslegens der ersten Detektionskammer **16** verringert. D. h. eine Gas-

menge (insbesondere eine NO_x-Menge), die von dem Gassensorelement **10** verwendet werden kann, wird ebenfalls verringert. Dadurch wird eine Änderung des Gains GI im Verhältnis zur Änderung der NO_x-Konzentration klein. Daher ist es bevorzugt, dass die Schwankung (Änderung) des Offsets OI klein gehalten wird, um beim Schätzen der NO_x-Konzentration aus dem zweiten Pumpstrom Ip2 eine Genauigkeit zu verbessern.

[0046] Es kann verschiedene Faktoren (Gründe) für die Schwankung des Offsets OI geben. Die Erfinder der vorliegenden Anmeldung haben eine neue Erkenntnis gefunden, dass die Schwankung des Offsets OI durch Vergrößern eines Abstands zwischen der ersten Innenelektrode **11c** und der Erfassungselektrode **12b** unterdrückt werden kann. Diese Erkenntnis findet sich durch kleineres Auslegen des Gassensorelements **10** (insbesondere der ersten Detektionskammer **16**). Diese Erkenntnis wird nun erläutert.

[0047] [Fig. 4](#) ist eine schräge perspektivische Ansicht der ersten Detektionskammer **16**. [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) sind Querschnittsansichten der ersten Detektionskammer **16**. [Fig. 4](#) zeigt eine Außenform eines Teils des Gassensorelements **10**, welches umfasst: die erste Detektionskammer **16**, wobei die erste Detektionskammer **16** in dem Gassensorelement **10** angeordnet ist, die erste Innenelektrode **11c**, die Erfassungselektrode **12b**, das erste diffusionsbeständige Element **15a** und das zweite diffusionsbeständige Element **15b** (die anderen Komponenten sind in der Zeichnung ausgelassen). In [Fig. 4](#) sind die erste Detektionskammer **16**, die erste Innenelektrode **11c** und die Erfassungselektrode **12b** durch dicke Linien gezeigt. [Fig. 5](#) ist eine Querschnittsansicht ähnlich zu der von [Fig. 2](#) und zeigt nur einen Teil, der die erste Detektionskammer **16** umfasst. [Fig. 6](#) ist eine Querschnittsansicht, die durch eine Ebene senkrecht zu der Längsrichtung D1 genommen wurde. Dieser Querschnitt ist so genommen, dass er die erste Innenelektrode **11c** schneidet oder kreuzt.

[0048] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist in dieser Ausführungsform die erste Detektionskammer **16** ein Raum, der sich in der Längsrichtung D1 erstreckt, und eine Form dieser ersten Detektionskammer **16** ist ein im Wesentlichen rechteckiges Parallelepiped. Das Detektionsgas (das zu detektierende Gas) strömt in der ersten Detektionskammer **16** in der Längsrichtung D1 von der Vorderseite FWD hin zur Rückseite BWD. Ein in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) gezeigter Pfeil GFD stellt eine Strömungsrichtung von Gas (diese Richtung GFD ist parallel zur Längsrichtung D1) dar. Somit dient die erste Detektionskammer **16** auch als Gasströmungskanal, der sich in der Längsrichtung D1 erstreckt. Ein Querschnitt (Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung D1) der ersten Detektionskammer **16** ist ein Rechteck.

[0049] Wie in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) gezeigt ist die erste Innenelektrode **11c** an einer oberen Fläche der ersten Detektionskammer **16** laminiert (d. h. liegt an einer Fläche der ersten Festelektrolytschicht **11a** an). Die Erfassungselektrode **12b** ist an einer unteren Fläche der ersten Detektionskammer **16** laminiert (d. h. liegt an einer Fläche der dritten Festelektrolytschicht **12a** an). Diese Erfassungselektrode **12b** ist in einem stromabwärtigen Bereich jenseits der ersten Innenelektrode **11c** angeordnet.

[0050] Wie in [Fig. 4](#) und [Fig. 6](#) gezeigt ist eine Breite W der ersten Detektionskammer **16** in einer seitlichen Richtung (Richtung kürzerer Länge) $D3$ genommen. Die seitliche Richtung $D3$ ist senkrecht zu der Gasströmungsrichtung GFD (= Längsrichtung $D1$) in der ersten Detektionskammer **16** und auch senkrecht zur Laminierichtung $D2$ zwischen der ersten Festelektrolytschicht **11a** und der ersten Innenelektrode **11c**. In dieser Ausführungsform ist in der Laminierichtung $D2$ gesehen eine Form der ersten Innenelektrode **11c** ein Rechteck, das sich entlang der ersten Detektionskammer **16** (in der Längsrichtung $D1$) erstreckt. Eine Breite der ersten Innenelektrode **11c** ist gleich der Breite W der ersten Detektionskammer **16**. Analog ist in Laminierichtung $D2$ gesehen eine Form der Erfassungselektrode **12b** ein Rechteck, das sich entlang der ersten Detektionskammer **16** (in der Längsrichtung $D1$) erstreckt. Eine Breite der Erfassungselektrode **12b** ist gleich der Breite W der ersten Detektionskammer **16**.

[0051] Wie in [Fig. 4](#) bis [Fig. 6](#) gezeigt, stellt ein Zeichen t eine Höhe eines Raums **16s** dar. Dieser Raum **16s** ist durch einen Teil der ersten Detektionskammer **16** festgelegt, durch den das Gas strömt und der der ersten Innenelektrode **11c** zugewandt ist. D. h. dieser Raum **16s** bedeutet einen Raum, der in einen Positionsbereich (wie folgt erläutert) im Verhältnis zur Gasströmungsrichtung GFD fällt. Dieser Positionsbereich ist als Bereich definiert, über den das Gas die erste Innenelektrode **11c** berühren kann, und dieser Positionsbereich entspricht einer Longitudinallänge der ersten Innenelektrode **11c**, wie in [Fig. 5](#) gezeigt. Die Höhe t des Raums **16s** stellt einen innersten Abstand (weitesten Abstand) von der ersten Innenelektrode **11c** in dem Raum **16s** dar. Zudem ist die Höhe t eine Länge, die durch Subtrahieren einer Dicke **11ct** der ersten Innenelektrode **11c** von einer Höhe H der ersten Detektionskammer **16** erhalten wird. Jede der Höhen H , t und **11ct** ist eine Länge, die zwischen der ersten Festelektrolytschicht **11a** und der ersten Innenelektrode **11c** entlang der Laminierichtung $D2$ genommen oder gemessen wurde.

[0052] [Fig. 5](#) zeigt einen Graph $G1$, der eine Beziehung zwischen einer Sauerstoffkonzentrationsdifferenz dC und einem Abstand DD aufzeigt. Die Sauerstoffkonzentrationsdifferenz dC ist eine Differenz der Sauerstoffkonzentration zwischen einem Gas G_{sn}

und einem Gas G_{sf} . Das Gas G_{sn} strömt nahe der ersten Innenelektrode **11c** (nahe der Oberfläche, auf der die erste Innenelektrode **11c** laminiert wurde), nämlich nahe der Oberfläche der ersten Festelektrolytschicht **11a**. Das Gas G_{sf} strömt weg von der ersten Innenelektrode **11c**. Der Abstand DD stellt einen Abstand von einem stromabwärtigen Ende **11cd** der ersten Innenelektrode **11c** in der Gasströmungsrichtung GFD (Längsrichtung $D1$) dar.

[0053] In dem Raum **16s** wird die Konzentration von Sauerstoff, der in dem Gas enthalten ist, mittels des Pumpens (Herauspumpens oder Hereinpumpens) von Sauerstoff durch die erste Innenelektrode **11c** angepasst. Die Sauerstoffkonzentration in einem Bereich nahe der ersten Innenelektrode **11c** lässt sich verglichen mit einem Bereich weg von der ersten Innenelektrode **11c** leicht anpassen. Demgemäß kann die Differenz der Sauerstoffkonzentration (Sauerstoffkonzentrationsdifferenz dC) zwischen dem Bereich nahe der ersten Innenelektrode **11c** (nahe der Oberfläche der ersten Festelektrolytschicht **11a**) und dem Bereich weg von der ersten Innenelektrode **11c** (weg von der Oberfläche der ersten Festelektrolytschicht **11a**) hervorgerufen werden.

[0054] Das Pumpen von Sauerstoff wird nicht stromabwärts des stromabwärtigen Endes **11cd** der ersten Innenelektrode **11c** ausgeführt. Das Gas G_{sn} und das Gas G_{sf} , die in Wegen strömen, die sich voneinander unterscheiden, werden allmählich miteinander vermischt und vermengt, wenn diese Gase G_{sn} und G_{sf} in der Gasströmungsrichtung GFD in der ersten Detektionskammer **16** vorrücken. Dadurch wird die Sauerstoffkonzentrationsdifferenz dC verringert. Somit wird die Sauerstoffkonzentrationsdifferenz dC kleiner, wenn der Abstand DD größer wird.

[0055] Eine Art, wie das Gas G_{sn} und das Gas G_{sf} , die in unterschiedlichen Wegen (unterschiedlichen Bereichen) strömen, bewegt und miteinander vermischt werden, wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Zum Beispiel kann sich eine Temperatur des Gassensors **200** gemäß einer Änderung der Strömungsgeschwindigkeit des Abgases, das in der Abgasleitung strömt, oder einer Änderung der Temperatur des Abgases ändern. Durch eine solche Temperaturänderung könnte eine Temperaturdifferenz zwischen dem Gas G_{sn} und dem Gas G_{sf} hervorgerufen werden, oder diese Temperaturdifferenz zwischen dem Gas G_{sn} und dem Gas G_{sf} könnte verändert werden. Durch eine solche Temperaturdifferenz (Änderung der Temperaturdifferenz) kann das Strömen jedes der Gase G_{sn} und G_{sf} verändert werden. Zudem ist in dieser Ausführungsform die erste Festelektrolytschicht **11a** (Gas G_{sn}) weit weg von dem Heizwiderstandselement **50**, und die dritte Festelektrolytschicht **12a** (G_{sf}) ist nahe dem Heizwiderstandselement **50**, wie in [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigt ist. Demgemäß könnte aufgrund der Temperaturände-

zung des Gassensors **200** eine Temperaturdifferenz zwischen den Festelektrolytschichten **11a** und **12a**, nämlich zwischen dem Gas G_{sn} und dem Gas G_{sf}, eintreten (oder sich ändern). Zudem könnte das Strömen jedes der Gase G_{sn} und G_{sf} nicht nur als Reaktion auf die vorstehend erwähnte Temperaturänderung des Gassensors **200**, sondern auch als Reaktion auf verschiedene Faktoren (Störungen) verändert werden.

[0056] Ein Heizelementmuster des Heizabschnitts **51** ist so ausgebildet, dass eine Heizmitte des Heizabschnitts **51** zum Zeitpunkt der Zufuhr elektrischer Energie zu dem Heizwiderstandselement **50** (d. h. einem Teil des Heizabschnitts **51**, der eine höchste Temperatur erreicht, wenn dem Heizwiderstandselement **50** elektrische Energie zugeführt wird) die erste Innenelektrode **11c** in der Gasströmungsrichtung GFD überlappt (d. h. in der Laminierichtung D2 gesehen).

[0057] Auch wenn die innere zweite Pumpelektrode **13b** daher in dieser Ausführungsform vom Abstand her näher zu dem Heizabschnitt **51** als die erste Innenelektrode **11c** ist, ist die erste Innenelektrode **11c** näher zur Heizmitte des Heizabschnitts **51** als die innere zweite Pumpelektrode **13b**. Demgemäß wird während der Zufuhr elektrischer Energie zu dem Heizabschnitt **51** eine Temperatur in der Nähe der ersten Innenelektrode **11c** höher als eine Temperatur in der Nähe der inneren zweiten Pumpelektrode **13b**. Dadurch wird die Temperatur der ersten Innenelektrode **11c** hoch ausgelegt, während die Temperatur der inneren zweiten Pumpelektrode **13b** in einem Temperaturbereich gehalten wird, der keine Aufspaltung von H₂O hervorrufen kann. Daher kann in dieser Ausführungsform eine Abnahme der Messgenauigkeit des Detektionsgases (eines zu detektierenden Gases) vermieden werden, während eine Pumpfähigkeit von Sauerstoff verbessert werden kann.

[0058] Unter der Annahme, dass die Erfassungselektrode **12b** an einer Stelle angeordnet ist, an der die Sauerstoffkonzentrationsdifferenz dC relativ groß ist (nämlich an einer Stelle nahe der ersten Innenelektrode **11c**), ändert sich die Sauerstoffkonzentration des Gases, das die Erfassungselektrode **12b** berührt oder kontaktiert, entsprechend der Änderung des Stroms jedes Gases G_{sn} oder G_{sf}. Da bei dieser Annahme die Interelektrodenspannung V_s (siehe [Fig. 3](#)) entsprechend dieser Änderung der Sauerstoffkonzentration geändert wird, wird eine Regelung zum Pumpen, das durch die erste Innenelektrode **11c** ausgeführt wird, korrigiert. Dadurch wird die Sauerstoffkonzentration von Detektionsgas (zu detektierendem Gas) GN, das aus der ersten Detektionskammer **16** abgelassen wird, geändert. Eine solche Änderung der Sauerstoffkonzentration des Detektionsgases GN kann auftreten, selbst wenn sich eine Zusammensetzung des Detektionsgases GM, das in die

erste Detektionskammer **16** strömt, nicht ändert. In diesem Fall wird der Offset OI (siehe [Fig. 3](#)) als Reaktion auf die Änderung der Sauerstoffkonzentration des Detektionsgases GN geändert. Diese Änderung des Offsets OI führt zu einem Messfehler der NO_x-Konzentration. Somit besteht eine Möglichkeit, dass die Detektionsgenauigkeit der NO_x-Konzentration aufgrund der Änderung (des Fehlers) der Interelektrodenspannung V_s verringert wird.

[0059] Daher ist in dieser Ausführungsform die Erfassungselektrode **12b** an einer Stelle angeordnet, an der die Sauerstoffkonzentrationsdifferenz dC relativ klein ist (nämlich an einer Stelle weg von der ersten Innenelektrode **11c**). [Fig. 7](#) ist ein Graph, der eine Beziehung zwischen einer Rate (ein Abstand d/die Höhe t) und der Schwankungsrate (Änderung) des Offsets OI zeigt. Der Graph von [Fig. 7](#) zeigt vier Arten von Messergebnissen CA bis CD. Bei diesen vier Arten von Messergebnissen CA bis CD ist eine Querschnittgröße der ersten Detektionskammer **16** unterschiedlich. [Fig. 8](#) ist eine erläuternde Ansicht, die die Querschnittsgrößen der jeweiligen Messergebnisse CA bis CD zeigt. Eine seitliche Achse von [Fig. 8](#) stellt die Breite W dar, und eine vertikale Achse von [Fig. 8](#) stellt die Höhe t dar (siehe [Fig. 6](#)). Eine Beziehung zwischen den Messergebnissen und den Größen ist wie folgt.

[0060] Das erste Ergebnis CA: die Breite W ist gleich 0,98 mm, die Höhe t ist gleich 0,03 mm und eine Fläche (Flächenmaß) ist gleich 0,03 mm².

[0061] Das zweite Ergebnis CB: die Breite W ist gleich 2,03 mm, die Höhe t ist gleich 0,03 mm und die Fläche ist gleich 0,06 mm².

[0062] Das dritte Ergebnis CC: die Breite W ist gleich 0,98 mm, die Höhe t ist gleich 0,11 mm und die Fläche ist gleich 0,11 mm².

[0063] Das vierte Ergebnis CD: die Breite W ist gleich 2,03 mm, die Höhe t ist gleich 0,11 mm und die Fläche ist gleich 0,22 mm².

[0064] Jede Fläche (jedes Flächenmaß) ist ein Wert, der durch Abrunden eines ursprünglichen Flächenwerts auf zwei Dezimalstellen erhaltbar ist. Die Dicke **11ct** (siehe [Fig. 6](#)) der ersten Innenelektrode **11c** ist bei den Messergebnissen CA bis CD gleich (0,01 mm in dieser Ausführungsform). Zudem ist eine Dicke der Erfassungselektrode **12b** (siehe [Fig. 5](#)) gleich der Dicke **11ct** der ersten Innenelektrode **11c**.

[0065] Die in [Fig. 8](#) gezeigten vier Querschnittsgrößen wurden von den Erfindern der vorliegenden Anmeldung als Anhaltspunkt (grobe Idee) für die Querschnittgröße einer kleiner ausgelegten ersten Detektionskammer **16** herangezogen. Wenn die Querschnittfläche der ersten Detektionskammer **16** kleiner

wird, wird das Pumpen (Herauspumpen und Hereinpumpen) von Sauerstoff durch die erste Sauerstoffpumpzelle **11** einfacher und eine Temperaturdifferenz zwischen in dem Gassensorelement **10** enthaltenen Komponenten wird ebenfalls stärker unterdrückt. In einem Fall, da die Querschnittfläche der ersten Detektionskammer **16** aber übermäßig klein ist, ist es schwierig, die erste Detektionskammer **16** zu bilden. Daher ist bevorzugt, dass die Querschnittfläche des Raums **16s** (siehe [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#)) in einen durch [Fig. 8](#) gezeigten Bereich ($0,03 \text{ mm}^2 \sim 0,22 \text{ mm}^2$) fällt. D. h. wenn die Querschnittfläche durch Berechnung ermittelt wird, ist es bevorzugt, dass ein durch Abrunden eines ursprünglichen Querschnittflächenwerts auf zwei Dezimalstellen erhaltener Wert in den Bereich von $0,03 \text{ mm}^2$ bis $0,22 \text{ mm}^2$ fällt.

[0066] In einem Fall, da die Höhe t (siehe [Fig. 6](#)) des Raums **16s** (siehe [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#)) klein ist, kann zudem eine Festigkeit des Gassensorelements **10** verbessert werden. In einem Fall, da die Höhe t übermäßig klein ist, ist es aber schwierig, die erste Detektionskammer **16** auszubilden. Daher wird bevorzugt, dass die Höhe t in einen Bereich ($0,03 \text{ mm}^2 \sim 0,11 \text{ mm}^2$) fällt, wie er durch [Fig. 8](#) gezeigt ist.

[0067] In einem Fall, da die Breite W (siehe [Fig. 6](#)) des Raums **16s** (siehe [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#)) klein ist, sind zudem auch die Elektroden **11c** und **12b** klein, so dass der Energieverbrauch verringert werden kann. In einem Fall, da die Breite W übermäßig klein ist, muss aber die Höhe t übermäßig groß sein, um die Querschnittfläche beizubehalten, und dadurch wird die Temperaturdifferenz zwischen den Festelektrolytschichten **11a** und **12a**, nämlich zwischen dem Gas G_{sn} und dem Gas G_{sf} , leicht hervorgerufen oder verändert. Daher ist es bevorzugt, dass die Breite W in einen Bereich ($0,98 \text{ mm} \sim 2,03 \text{ mm}$) fällt, wie er durch [Fig. 8](#) gezeigt ist.

[0068] Es ist bevorzugt, dass die Breite der Erfassungselektrode **12b** breit ist. Bevorzugter ist, dass die Breite der Erfassungselektrode **12b** gleich der Breite W der ersten Detektionskammer **16** ist. Durch Verbreitern der Breite der Erfassungselektrode **12b** kann unterdrückt werden, dass eine Sauerstoffkonzentrationsdifferenz in dem Gas in der Breitenrichtung die Interelektrodenspannung V_s beeinflusst. Somit kann der Einfluss der Breite W verglichen mit dem Einfluss der Höhe t im Verhältnis zum Abstand d , der eingestellt wird, um eine erwünschte Genauigkeit zu erhalten, verringert werden.

[0069] Als Nächstes wird nun der Graph von [Fig. 7](#) erläutert. Wie in [Fig. 5](#) gezeigt stellt der Abstand d einen Abstand von dem stromabwärtigen Ende **11cd** der ersten Innenelektrode **11c** zu einer Mitte **12bc** der Erfassungselektrode **12b** entlang des Gasstroms dar. D. h. der Abstand d wird in dieser Ausführungsform in der Gasströmungsrichtung GFD (Längsrich-

tung D1) genommen oder gemessen. Im Einzelnen bedeutet der Abstand d eine Länge zwischen dem stromabwärtigen Ende **11cd** und der Mitte **12bc** der Erfassungselektrode **12b** entlang der Gasströmungsrichtung GFD in der Laminierichtung D2 der ersten Festelektrolytschicht **11a** und der ersten Innenelektrode **11c** gesehen. Die Mitte **12bc** stellt den Ort eines mittleren Punkts (Mittelpunkts) zwischen einem stromaufwärtigen Ende **12bu** und einem stromabwärtigen Ende **12bd** der Erfassungselektrode **12b** dar (stellt nämlich einen Ort mit einem gleichwertigen Abstand ($dL/2$) von beiden Enden **12bu** und **12bd**) dar. In dieser Ausführungsform ist ein Abstand dL zwischen dem stromaufwärtigen Ende **12bu** und dem stromabwärtigen Ende **12bd** gleich $1,2 \text{ mm}$.

[0070] In dieser Ausführungsform ist eine Länge der ersten Innenelektrode **11c** in der Gasströmungsrichtung GFD, nämlich ein Abstand dS des Raums **16s** in der Gasströmungsrichtung GFD gleich $4,4 \text{ mm}$. Da eine Beziehung von $0,05 \leq dL/dS \leq 1,20$ erfüllt ist, kann eine Verringerung der Ansprechfähigkeit vermieden werden, während eine Verringerung der Detektionsgenauigkeit vermieden wird.

[0071] Zudem ist, wie aus [Fig. 5](#) klar ist, das stromabwärtige Ende **12bd** der Erfassungselektrode **12b** an der Vorderseite jenseits des zweiten diffusionsbeständigen Elements **15b** angeordnet. Demgemäß erhält in dieser Ausführungsform die Erfassungselektrode **12b** weniger wahrscheinlich die Konzentration des Detektionsgases der zweiten Detektionskammer **18**, so dass die Detektionsgenauigkeit verbessert wird.

[0072] In [Fig. 7](#) ist eine Rate des Abstands d zur Höhe t des Raums **16s** (siehe [Fig. 6](#)) als eine seitliche Achse von [Fig. 7](#) gezeigt. Zum Beispiel in dem Fall des ersten Ergebnisses CA (Höhe t : $0,03 \text{ mm}$) wird der Abstand d durch eine Berechnung von „ $0,03 \times 10 = 0,3 \text{ mm}$ “ erhalten, wenn die seitliche Achse einen Wert gleich 10 annimmt. Zudem wird in dem Fall des dritten Ergebnisses CC (Höhe t : $0,11 \text{ mm}$) der Abstand d durch eine Berechnung von „ $0,11 \times 10 = 1,1 \text{ mm}$ “ erhalten, wenn die seitliche Achse den Wert gleich 10 einnimmt.

[0073] Nun wird als Nächstes die Schwankungsrate (vertikale Achse von [Fig. 7](#)) des Offsets OI erläutert. [Fig. 9](#) zeigt ein Beurteilungssystem ES, das verwendet wird, um die Messergebnisse von [Fig. 7](#) zu erhalten. Dieses Beurteilungssystem ES umfasst ein Luftgebläse BL, einen mit dem Luftgebläse BL verbundenen Gasströmungskanal FP und die an dem Gasströmungskanal FP befestigten Gassensoren **200**. Als Luftgebläse BL wurde ein Gebläse mit einer maximalen Leistung von $3 \text{ m}^3/\text{min}$. verwendet.

[0074] Ein Verfahren zum Berechnen der Schwankungsrate des Offsets OI (d. h. einer Rate des

Schwankungsbereichs des Offsets OI im Verhältnis zum Änderungsbereich des Gains GI) ist wie folgt. Das Beurteilungssystem ES ist in einer Atmosphäre bei Raumtemperatur (etwa 20 Grad bis 30 Grad Celsius) angeordnet. Eine Steuertemperatur des NOx-Sensorelements ist in etwa gleich 700°C. Der Gassensor **200** wird normal gesteuert, wie durch [Fig. 3](#) erläutert ist. Unter dieser Bedingung wird eine Geschwindigkeit des Gasstroms (Luftstroms) des Luftgebläses BL, die in dem Gasströmungskanal FP erreicht wird, bei 0 m/s festgelegt. Dann wird der Offset OI in diesem Zustand gemessen und wird als „erster Offset“ bezeichnet. Als Nächstes wird die Geschwindigkeit des Gasstroms bei 30 m/s festgelegt. Dann wird der Offset OI in diesem Zustand gemessen und als „zweiter Offset“ bezeichnet. Eine Differenz zwischen diesem ersten und zweiten Offset wird durch den Änderungsbereich des Gains GI dividiert, so dass die Schwankungsrate des Offsets OI berechnet wird (Einheit: %). Es wird darauf hingewiesen, dass ein Wert des Gains GI, der einer praktischen maximalen Konzentration (in etwa 1.000 ppm) von NOx entspricht, bei diesem Verfahren als Änderungsbereich des Gains GI genommen wird. Da zudem die NOx-Konzentration des Gases (Luft), das von dem Luftgebläse BL in der Atmosphäre geliefert wird, in etwa gleich 0 ist, stellt der gemessene zweite Pumpstrom Ip2 den Offset OI (siehe [Fig. 3](#)) dar. Zudem kann sich sowohl der Offset OI als auch der Gain GI abhängig von der Querschnittfläche der ersten Detektionskammer **16** ändern.

[0075] Wie in [Fig. 7](#) gezeigt wird die Schwankungsrate des Offsets OI kleiner, wenn der Abstand d groß wird. Diese Tendenz ist die gleiche wie eine Tendenz des Graphen G1 von [Fig. 5](#). In allen Fällen der vier Arten von Messergebnissen CA bis CD ist die Schwankungsrate des Offsets OI kleiner als 0,1%, wenn der Abstand d größer oder gleich der zehnfachen Größenordnung der Höhe t ist. Durch Festlegen des Abstands d bei einem Wert größer oder gleich der zehnfachen Größenordnung der Höhe t kann daher die Schwankungsrate des Offsets OI verringert werden, um den Fehler bei der NOx-Detektion zu reduzieren. Ferner wird geschätzt, dass die Sauerstoffkonzentrationsdifferenz dC (siehe [Fig. 5](#)) in einem Fall, da die Höhe t klein ist, klein ist. Somit wird geschätzt, dass dies der Grund ist, warum die Schwankungsrate des Offsets OI klein wird, selbst wenn der Abstand d in dem Fall klein ist (zehnfache Größenordnung der Höhe t), da die Höhe t klein ist. Durch Anpassen des Abstands d auf der Grundlage der Höhe t kann somit eine vorteilhafte Genauigkeit erhalten werden (siehe [Fig. 7](#)). Zudem ist bevorzugt, dass der Abstand d kleiner oder gleich der zwanzigfachen Größenordnung der Höhe t ist, um zu verhindern, dass die Größe des Gassensorelements **10** in der Längsrichtung D1 übermäßig groß wird (in dem Graph von [Fig. 7](#) ist die Schwankungsrate des Offsets OI kleiner als 0,1%, selbst wenn der Abstand d

bei der zwanzigfachen Größenordnung der Höhe t festgelegt ist).

[0076] Bezüglich einer Positionsbeziehung bei dem Heizabschnitt **51**, der ersten Innenelektrode **11c** und der inneren zweiten Pumpelektrode **13b** in der Gasströmungsrichtung GFD ist der Heizabschnitt **51** so ausgebildet, dass er das stromaufwärtige Ende **11cu** der ersten Innenelektrode **11c** und ein stromabwärtiges Ende der inneren zweiten Pumpelektrode **13b** erreicht. Der Heizabschnitt **51** liegt mit anderen Worten in der Laminierichtung D2 gesehen über einem Gasströmungsrichtungsgesamtbereich zwischen dem stromaufwärtigen Ende **11cu** der ersten Innenelektrode **11c** und dem stromabwärtigen Ende der inneren zweiten Pumpelektrode **13b** vor. D. h. es gibt in der Laminierichtung D2 gesehen keinen Abschnitt, bei dem der Heizabschnitt **51** nicht zwischen dem stromaufwärtigen Ende **11cu** und dem stromabwärtigen Ende der inneren zweiten Pumpelektrode **13b** vorliegt. In dieser Ausführungsform mit diesem Aufbau wird die gesamte erste Sauerstoffpumpzelle **11**, die in einem Bereich von dem stromaufwärtigen Ende **11cu** der ersten Innenelektrode **11c** zu dem stromabwärtigen Ende der inneren zweiten Pumpelektrode **13b** vorliegt (d. h. der Gesamtheit von einem stromaufwärtigen Ende der ersten Sauerstoffpumpzelle **11** zu einem stromabwärtigen Ende der ersten Sauerstoffpumpzelle **11**), durch den Heizabschnitt **51** zuverlässig aufgewärmt. Somit wird ein aktiver Zustand der ersten Sauerstoffpumpzelle **11** zuverlässig gewahrt.

[0077] Zudem liegt ein hinteres (stromabwärtiges) Ende des Heizabschnitts **51** in der Gasströmungsrichtung GFD an einer Stelle vor (stromaufwärts von) einem axial vorderen Ende des Halteabschnitts **160** zum Halten des NOx-Sensorelements **10** vor. In dieser Ausführungsform mit diesem Aufbau wird ein Entweichen der Wärme der ersten Sauerstoffpumpzelle **11**, der zweiten Sauerstoffpumpzelle **13** und der Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle **12** durch den Halteabschnitt **160** verhindert. Demgemäß erschwert das Gassensorelement **10** das wärmemäßige Beeinflussen durch den Halteabschnitt **160**, so dass eine stabile Steuerung des Gassensors in dieser Ausführungsform möglich ist.

(B) Abgewandelte Ausführungsformen

[0078] Es wird darauf hingewiesen, dass die Strukturen mit Ausnahme der baulichen Komponenten, die in dem/den unabhängigen Anspruch/Ansprüchen beansprucht sind, von den in der vorstehenden Ausführungsform erläuterten Strukturen zusätzliche Komponenten sind und bei Ausführen der Erfindung darauf entsprechend verzichtet werden kann. Auch wenn die Erfindung vorstehend unter Bezug auf eine bestimmte Ausführungsform der Erfindung beschrieben wurde, ist die Erfindung ferner nicht auf die vorstehend beschriebene Ausführungsform beschränkt.

Abwandlungen und Änderungen der Ausführungsform liegen für den Fachmann im Hinblick auf die vorstehenden Lehren nahe. Zum Beispiel sind die folgenden Abwandlungen möglich.

Erste abgewandelte Ausführungsform

[0079] In der vorstehend erläuterten Ausführungsform haben der Gassensor **200** und das NO_x-Sensorelement **10** die in [Fig. 1](#) bis [Fig. 6](#) gezeigten Strukturen. Der Gassensor **200** und das NO_x-Sensorelement **10** gemäß der vorliegenden Erfindung müssen aber nicht die in [Fig. 1](#) bis [Fig. 6](#) gezeigten Strukturen haben und können die anderen verschiedenen Strukturen haben. Zum Beispiel kann das erste diffusionsbeständige Element **15a** in der Richtung D3 kürzer Länge der ersten Innenelektrode **11c** angeordnet sein. Zudem wird der vorstehend erwähnte Gassensor **200** (Gassensorelement **10**) nicht unbedingt für NO_x verwendet und kann zum Detektieren des Vorhandenseins/Fehlens oder der Konzentration verschiedener Oxide verwendet werden. Als solche Oxide können zum Beispiel CO₂, SO₂ oder H₂O genannt werden. Zudem können erfindungsgemäß mehrere Zellen durch Verwenden einer gemeinsamen Elektrolytschicht (Elektrolytkörper) ausgebildet sein. Zum Beispiel können die Elektroden **13b** und **13c** der zweiten Sauerstoffpumpzelle **13** auf der dritten Festelektrolytschicht **12a** ausgebildet sein, die gemeinsam mit der Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle **12** verwendet wird. Im Allgemeinen kann der Gassensor einen ersten Elektrolytabschnitt, der mit einer Elektrode der ersten Sauerstoffpumpzelle ausgebildet (verbunden) ist, einen zweiten Elektrolytabschnitt, der mit einer Elektrode der zweiten Sauerstoffpumpzelle ausgebildet (verbunden) ist, und einen dritten Elektrolytabschnitt, der mit einer Elektrode der Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle ausgebildet (verbunden) ist, umfassen. Zudem können diese drei Elektrolytabschnitte als voneinander unabhängige (separate) Elektrolytkörper ausgebildet sein.

[0080] Alternativ können zwei beliebige Elektrolytabschnitte durch einen Elektrolytkörper integral ausgebildet sein. Alternativ können die drei Elektrolytabschnitt durch einen Elektrolytkörper integral ausgebildet sein.

Zweite abgewandelte Ausführungsform

[0081] Die Größen der jeweiligen Elemente, die in dem erfindungsgemäßen Gassensor **200** enthalten sind, sind nicht auf die in der vorstehenden Ausführungsform erwähnten Größen beschränkt und können die anderen Größen nutzen. Zum Beispiel kann die Dicke **11ct** (siehe [Fig. 6](#)) der ersten Innenelektrode **11c** dicker oder dünner als 0,01 mm sein. Analog kann die Dicke der Erfassungselektrode **12b** dicker oder dünner als 0,01 mm sein. Zudem kann die Breite der Erfassungselektrode **12b** schmaler als die Breite

W der ersten Detektionskammer **16** sein. Analog kann die Breite der ersten Innenelektrode **11c** schmaler als die Breite W der ersten Detektionskammer **16** sein. Zudem kann die Länge dL (siehe [Fig. 5](#)) der Erfassungselektrode **12b** kürzer oder länger als 1,2 mm sein, wenn die Formel: $0,05 \leq dL/dS \leq 1,20$ erfüllt ist. Zudem muss die Länge der ersten Innenelektrode **11c** (d. h. die Länge von dem stromaufwärtigen Ende **11cu** zu dem stromabwärtigen Ende **11cd**) nur bei einem Längenwert festgelegt werden, der zum Steuern der Sauerstoffkonzentration in der ersten Detektionskammer **16** ausreicht.

Dritte abgewandelte Ausführungsform

[0082] In der zweiten abgewandelten Ausführungsform wurde erwähnt, dass die Dicke und Breite der Erfassungselektrode **12b** bei den anderen Größen festgelegt werden können. Es ist aber bevorzugter, dass die Erfassungselektrode **12b** aus einem porösen Körper gebildet ist und die Erfassungselektrode **12b** einen Abschnitt umfasst, der in dem zweiten Querschnitt gesehen mehr als die Hälfte oder die Hälfte der Gesamtfläche des zweiten Querschnitts der ersten Detektionskammer **16** ausmacht. Dieser zweite Querschnitt ist senkrecht zur Längsrichtung D1 an einem Gaströmungsrichtungspunkt genommen, an dem die Erfassungselektrode **12b** vorhanden ist. D. h. es ist bevorzugter, dass die Dicke h der Erfassungselektrode **12b** so ausgelegt ist, dass sie eine Beziehung: $W \times H \leq 2 \times W \times h$ erfüllt, nämlich eine Beziehung: $H \leq 2h$ erfüllt, wie in [Fig. 10](#) gezeigt ist. Diese [Fig. 10](#) ist ein Beispiel einer Querschnittansicht der Erfassungselektrode **12b** entlang einer Linie A-A von [Fig. 3](#).

[0083] In dem Fall, da die Erfassungselektrode **12b** aus einem porösen Körper gebildet ist und die Erfassungselektrode **12b** ihren Abschnitt umfasst, der mehr als die Hälfte oder die Hälfte der Gesamtfläche des zweiten Querschnitts der ersten Detektionskammer **16** ausmacht, kann die Erfassungselektrode **12b** zudem so ausgebildet sein, dass sie einen peripheren Bereich des zweiten Querschnitts vollständig bedeckt (d. h. in den gesamten Außenumfang eingepasst ist), wie in [Fig. 11](#) gezeigt ist. Diese [Fig. 11](#) ist ein anderes Beispiel der Querschnittansicht der Erfassungselektrode **12b** entlang der Linie A-A von [Fig. 3](#).

[0084] Weiterhin ist bevorzugt, dass die Erfassungselektrode **12b** aus einem porösen Körper gebildet ist und die Erfassungselektrode **12b** so ausgebildet ist, dass ihre Querschnittfläche, senkrecht zur Längsrichtung D1 genommen, gleich der Gesamtfläche des zweiten Querschnitts sein kann, wie in [Fig. 12](#) gezeigt ist. Diese [Fig. 12](#) ist ein noch anderes Beispiel der Querschnittansicht der Erfassungselektrode **12b** entlang der Linie A-A von [Fig. 3](#).

Vierte abgewandelte Ausführungsform

[0085] Elektrisch leitendes Material für die Elektroden gemäß der vorliegenden Anmeldung ist nicht auf das in der vorstehenden Ausführungsform erwähnt Platin beschränkt und kann das/die andere(n) elektrisch leitende(n) Material(ein) sein. Zum Beispiel können Gold oder Silber als das elektrisch leitende Material für Elektroden gemäß der vorliegenden Anmeldung verwendet werden. Materialien für die anderen Komponenten des erfindungsgemäßen Gassensors **200** sind ebenfalls nicht auf die in der vorstehenden Ausführungsform erwähnten Materialien beschränkt, und es können stattdessen verschiedene Materialien verwendet werden.

Fünfte abgewandelte Ausführungsform

[0086] Der erfindungsgemäße Gassensor (Gassensorelement) ist nicht auf den in [Fig. 2](#) in der vorstehenden Ausführungsform gezeigten NO_x-Sensor beschränkt, und jeder der anderen verschiedenen Sensoren (jedes der anderen verschiedenen Elemente) kann als Gassensor (Gassensorelement) gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden. Zum Beispiel kann ein Luft-/Kraftstoffverhältnissensor (Sauerstoffsensor), der eine erste Sauerstoffpumpzelle und eine Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle umfasst, als erfindungsgemäßer Gassensor eingesetzt werden. Eine Struktur eines solchen Luft-/Kraftstoffverhältnissensors kann durch Weglassen der zweiten Detektionskammer **18** und der zweiten Sauerstoffpumpzelle **13** von dem in [Fig. 2](#) gezeigten Gassensorelement **10** erhalten werden.

[0087] Als Nächstes werden nun einige vorteilhafte Wirkungen gemäß der vorstehend beschriebenen Ausführungsform und den abgewandelten Ausführungsformen erläutert.

(1) Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen umfasst der Gassensor **200** das Gassensorelement **10**. Dieses Gassensorelement **10** umfasst die erste Detektionskammer **16**, in die das zu detektierende Gas durch den ersten diffusionsbeständigen Abschnitt **15a** eingeleitet wird; die erste Sauerstoffpumpzelle **11**, die den ersten Festelektrolytkörper **11a** und das Paar erster Elektroden **11b** und **11c**, die auf dem ersten Festelektrolytkörper **11a** ausgebildet sind, umfasst; die zweite Detektionskammer **18**, in die das Gas, das in der ersten Detektionskammer **16** Sauerstoffpumpen erfährt, durch den zweiten diffusionsbeständigen Abschnitt **15b** eingeleitet wird; die zweite Sauerstoffpumpzelle **13**, die den zweiten Festelektrolytkörper **13a** und das Paar zweiter Elektroden **13b** und **13c**, die auf dem zweiten Festelektrolytkörper **13a** ausgebildet sind, umfasst; und die Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle **12**, die den dritten Festelektrolytkörper **12a** und das Paar dritter Elektroden **12b** und **12c**,

die an dem dritten Festelektrolytkörper **12a** angeordnet sind, umfasst. Das Paar erster Elektroden **11b** und **11c** umfasst die erste Innenelektrode **11c**, die in der ersten Detektionskammer **16** angeordnet ist, und die erste Sauerstoffpumpzelle **11** ist so ausgelegt, dass sie Sauerstoff von dem/in das Gas pumpt, das in die erste Detektionskammer **16** eingeleitet wird. Das Paar zweiter Elektroden **13b** und **13c** umfasst die innere zweite Pumpelektrode **13b**, die in der zweiten Detektionskammer **18** angeordnet ist, und die zweite Sauerstoffpumpzelle **13** ist so ausgelegt, dass sie einen elektrischen Strom gemäß der Konzentration einer spezifischen Gaskomponente in der zweiten Detektionskammer **18** leitet. Das Paar dritter Elektroden **12b** und **12c** umfasst die Erfassungselektrode **12b**, die in der ersten Detektionskammer **16** angeordnet ist, und die Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle **12** ist dafür ausgelegt, eine Spannung zwischen den dritten Elektroden **12b** und **12c** gemäß der Sauerstoffkonzentration in der ersten Detektionskammer **16** zu erzeugen. Die Erfassungselektrode **12b** ist stromabwärts jenseits der ersten Innenelektrode **11c** bezüglich der Gasströmungsrichtung GFD angeordnet. Die Querschnittsfläche des Raums **16s** der ersten Detektionskammer **16**, die der ersten Innenelektrode **11c** in der Laminierichtung D2 zugewandt ist, hat eine Größenordnung, die in einen Bereich von 0,03 mm² bis 0,22 mm² fällt. Die Mitte der Erfassungselektrode **12b** ist stromabwärts jenseits des stromabwärtigen Endes **11cd** der ersten Innenelektrode **11c** angeordnet, um den Abstand d zwischen der Mitte der Erfassungselektrode **12b** und dem stromabwärtigen Ende **11cd** größer oder gleich der zehnfachen Größenordnung der Höhe t des Raums **16s** der ersten Detektionskammer **16** werden zu lassen, wobei die Höhe t eine Länge des Raums **16s**, in Laminierichtung D2 genommen, ist.

[0088] Da der Raum **16s**, der in der ersten Detektionskammer **16** enthalten ist und der der ersten Innenelektrode **11c** zugewandt ist, so ausgelegt ist, dass er eine Querschnittsfläche aufweist, die von 0,03 mm² bis 0,22 mm² reicht, kann der Sauerstoffpumpwirkungsgrad der Sauerstoffpumpzelle verbessert werden, und dadurch kann der Stromverbrauch, der für das Pumpen aufgewendet wird, verringert werden. Zudem kann die Temperaturdifferenz zwischen unterschiedlichen Punkten in dem Gassensorelement **10** verringert werden. Es wird erwähnt, dass in einem Fall, da die Querschnittsfläche kleiner als 0,03 mm² ist, eine Möglichkeit besteht, dass die erste Detektionskammer **16** sich schwer ausbilden lässt, so dass der Gassensor **200** nicht seine Funktion erfüllt. In einem Fall, da die Querschnittsfläche größer als 0,22 mm² ist, kann dagegen das kleinere Auslegen der ersten Detektionskammer **16** nicht erreicht werden, so dass die vorstehend erwähnten Wirkungen

nicht erhalten werden.

[0089] Zudem befindet sich die Mitte der Erfassungselektrode **12b** in einem stromabwärtigen Bereich jenseits des stromabwärtigen Endes **11cd** der ersten Innenelektrode **11c**, um den Abstand d zwischen der Mitte der Erfassungselektrode **12b** und dem stromabwärtigen Ende **11cd** größer oder gleich der zehnfachen Größenordnung der Höhe t des Raums **16s** der ersten Detektionskammer **16** werden zu lassen. Der Grund für die Detektionsfehler der Erfassungselektrode **12b** ist zum Beispiel ein Phänomen, bei dem ein nahe der ersten Innenelektrode **11c** der ersten Sauerstoffpumpzelle **11** in der ersten Detektionskammer **16** strömendes Gas eine Sauerstoffkonzentration aufweist, die sich von der eines Gases unterscheidet, das weg von der ersten Innenelektrode **11c** in der ersten Detektionskammer **16** strömt. Dies liegt daran, dass die Sauerstoffkonzentration von Gas, das nahe der ersten Innenelektrode **11c** strömt, verglichen mit dem Gas, das weg von der ersten Innenelektrode **11c** strömt, in dem Raum **16s**, der der ersten Innenelektrode **11c** zugewandt ist, leicht anzupassen ist. In einem Bereich stromabwärts des stromabwärtigen Endes **11cd** der ersten Innenelektrode **11c** sind dagegen diese Gase, die Sauerstoffkonzentrationswerte aufweisen, die sich voneinander unterscheiden, miteinander vermengt und vermischt, so dass die Differenz der Sauerstoffkonzentration verringert werden kann. Dank des Vorsehens eines solchen Abstands d wird die Sauerstoffkonzentrationsdifferenz, die in dem zu detektierenden Gas hervorgerufen wird, ausreichend gemindert, bevor das zu detektierende Gas die Erfassungselektrode **12b** erreicht. Somit kann der Detektionsfehler der Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle **12** verringert werden. Dadurch kann die Detektionsgenauigkeit des Gassensors **200** aufrechterhalten werden.

(2) Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen wird die Höhe t auf einen Wert gesetzt, der in einen Bereich von 0,03 mm bis 0,11 mm fällt.

[0090] Dank dieser Struktur kann das kleinere Auslegen der Detektionskammer ordnungsgemäß erreicht werden, während die Detektionsgenauigkeit des Gassensors **200** aufrechterhalten wird. Es wird darauf hingewiesen, dass, wenn die Höhe t auf einen Wert kleiner als 0,03 mm gesetzt wird, eine Möglichkeit besteht, dass die Detektionskammer sich schwer ausbilden lässt. Wenn dagegen die Höhe t auf einen Wert von über 0,11 mm gesetzt wird, wird die Festigkeit des Gassensorelements **10** verringert.

(3) Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen wird die Breite W des Raums **16s** in einer Richtung senkrecht sowohl zur Gasströmungsrichtung GFD als auch zur Richtung der Höhe t auf einen Wert gesetzt, der in einen Bereich von 0,98 mm bis 2,03 mm fällt.

[0091] Dank dieser Struktur kann das kleinere Auslegen der Detektionskammer ordnungsgemäß erreicht werden, während die Detektionsgenauigkeit des Gassensors **200** aufrechterhalten wird. Es wird darauf hingewiesen, dass, wenn die Breite W auf einen Wert unter 0,98 mm gesetzt wird, eine Möglichkeit besteht, dass die Detektionskammer schwer auszubilden ist. Wenn dagegen die Breite W bei einem Wert von über 2,03 mm festgelegt wird, muss eine Fläche der Elektrode vergrößert werden, so dass eine Möglichkeit des Steigerns des Stromverbrauchs herbeigeführt wird.

(4) Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen ist die Erfassungselektrode **12b** ein poröser Körper und die Erfassungselektrode **12b** umfasst einen Abschnitt, dessen Querschnittsfläche mehr als die Hälfte oder die Hälfte der Gesamtfläche des zweiten Querschnitts der ersten Detektionskammer **16** ausmacht, der in dem zweiten Querschnitt gesehen senkrecht zur Gasströmungsrichtung GFD an einer Stelle genommen wird, wo die Erfassungselektrode **12b** vorhanden ist.

[0092] Bei dem Gassensor **200** mit einer solchen Struktur tritt das zu detektierende Gas, das in die erste Detektionskammer **16** eingeleitet wird, durch den zweiten Querschnitt, bevor es die innere zweite Pumpelektrode **13b** erreicht, die in der zweiten Detektionskammer **18** angeordnet ist. Da die Erfassungselektrode **12b** den Abschnitt umfasst, dessen Querschnittsfläche in dem zweiten Querschnitt gesehen mehr als die Hälfte oder die Hälfte der Gesamtfläche des zweiten Querschnitts der ersten Detektionskammer **16** ausmacht, tritt eine Hälfte oder mehr als die Hälfte des Detektionsgases (des zu detektierenden Gases) durch die Erfassungselektrode **12b**, die durch einen porösen Körper gebildet ist. Dadurch kann in dem Detektionsgas enthaltener Sauerstoff durch einen in dem zweiten Querschnitt enthaltenen großen Bereich erfasst werden. Daher kann bei dem Gassensor **200** mit einer solchen Struktur die Detektionsgenauigkeit der Sauerstoffkonzentration des Detektionsgases (des zu detektierenden Gases) weiter verbessert werden, selbst wenn eine gewisse Differenz der Sauerstoffkonzentration in dem Detektionsgas zwischen einem Bereich nahe der Erfassungselektrode **12b** und einem Bereich weg von der Erfassungselektrode **12b** vorliegt.

(5) Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen ist die Beziehung: $0,05 \leq dL/dS \leq 1,20$ erfüllt, wobei dL eine Länge der Erfassungselektrode **12b** in der Gasströmungsrichtung GFD bezeichnet und dS eine Länge der ersten Innenelektrode **11c** in der Gasströmungsrichtung GFD bezeichnet.

[0093] Dank dieser Struktur kann die Verringerung des Ansprechverhaltens verhindert werden, während die Abnahme der Detektionsgenauigkeit verhindert

wird. Es wird darauf hingewiesen, dass, wenn eine Beziehung: $dL/dS < 0,05$ erfüllt ist, die Länge der Erfassungselektrode **12b** in der Gasströmungsrichtung GFD äußerst kurz ist, so dass eine Kontaktfläche zwischen der Erfassungselektrode **12b** und dem Detektionsgas (dem zu detektierenden Gas) verringert wird. Dadurch besteht eine Möglichkeit, dass es schwierig ist, die Konzentration des Detektionsgases zuverlässig zu messen. D. h. es besteht eine Möglichkeit, dass die Detektionsgenauigkeit für das zu detektierende Gas vermindert ist. Wenn dagegen eine Beziehung: $1,20 < dL/dS$ erfüllt ist, ist die Länge der Erfassungselektrode **12b** in der Gasströmungsrichtung GFD äußerst lang, und dadurch wird eine Zeitlänge, die für das Bewegen des Detektionsgases von dem stromaufwärtigen Ende **12bu** der Erfassungselektrode **12b** zu dem stromabwärtigen Ende **12bd** der Erfassungselektrode **12b** erforderlich ist, verlängert. Dadurch besteht eine Möglichkeit, dass eine Zeitlänge, die erforderlich ist, damit ein an dem stromabwärtigen Ende **12bd** der Erfassungselektrode **12b** gemessener Konzentrationswert gleich einem Konzentrationswert wird, der am stromaufwärtigen Ende **12bu** der Erfassungselektrode **12b** gemessen wird, verlängert. Es besteht mit anderen Worten eine Möglichkeit, dass eine Zeit, die zum Messen der Konzentration von Gas erforderlich ist, verlängert wird, d. h. das Ansprechvermögen verringert wird.

(6) Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen befindet sich das stromabwärtige Ende **12d** der Erfassungselektrode **12b** in der Gasströmungsrichtung GFD stromaufwärts jenseits des zweiten diffusionsbeständigen Abschnitts **15b** (bei einer weiter stromaufwärts befindlichen Stelle als dieser).

[0094] Dan dieser Struktur kann die Erfassungselektrode **12b** eine Konzentration des Detektionsgases erfassen, ohne die Konzentration an Gas zu empfangen, die in der zweiten Detektionskammer **18** vorliegt. Somit wird die Erfassungsgenauigkeit verbessert.

(7) Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen erstreckt sich das Gassensorelement **10** in der Gasströmungsrichtung GFD und umfasst das darin laminierte Heizelement **60**, und das Heizelement **60** umfasst den Heizabschnitt **51**, der so ausgelegt ist, dass er das Gassensorelement **10** beheizt. Der Heizabschnitt **51** liegt so vor, dass er das stromaufwärtige Ende **11c** der ersten Innenelektrode **11c** und das stromabwärtige Ende der inneren zweiten Pumpelektrode **13b** im Verhältnis zur Gasströmungsrichtung GFD erreicht.

[0095] Dank dieser Struktur kann ein gesamter Bereich der ersten Sauerstoffpumpzelle **11**, der sich zwischen dem stromaufwärtigen (vorderen) Ende **11cu** der ersten Innenelektrode **11c** und dem stromabwärtigen (hinteren) Ende der inneren zweiten

Pumpelektrode **13b** befindet, zuverlässig beheizt werden. Daher lässt sich die gesamte erste Sauerstoffpumpzelle **11** leicht bei ihrer Aktivierungstemperatur halten.

(8) Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen erstreckt sich das Gassensorelement **10** in der Gasströmungsrichtung GFD und umfasst das darin laminierte Heizelement **60**, und das Heizelement **60** umfasst den Heizabschnitt **51**, der dafür ausgelegt ist, das Gassensorelement **10** zu beheizen. Die Heizmitte des Heizabschnitts **51** überlagert die erste Innenelektrode **11c** im Verhältnis zur Gasströmungsrichtung GFD.

[0096] Im Hinblick auf die Verbesserung der Sauerstoffpumpfähigkeit in der ersten Innenelektrode **11c** ist es bevorzugt, dass die Temperatur des Gassensorelements **10** bei Messen des Detektionsgases (des zu detektierenden Gases) hoch ist. Wenn aber die Temperatur des Gassensorelements **10** höher oder gleich einem bestimmten vorgeschriebenen Temperaturwert wird, wird an der inneren zweiten Pumpelektrode **13b** eine Aufspaltung in H_2O , das in dem Detektionsgas enthalten ist, hervorgerufen, so dass die Messung von NO_x beeinflusst wird. Somit ist bevorzugt, dass die Temperatur der inneren zweiten Pumpelektrode **13b** niedriger als der vorgeschriebene Temperaturwert bleibt.

[0097] Bei dem Gassensor **200** mit der Struktur von (8) kann die Temperatur der ersten Innenelektrode **11c** hoch ausgelegt werden, während die Temperatur der inneren zweiten Pumpelektrode **13b** in einem Temperaturbereich gehalten wird, der die Aufspaltung in H_2O verhindert. Daher kann die Abnahme der Messgenauigkeit des Detektionsgases vermieden werden, während die Sauerstoffpumpfähigkeit wie vorstehend erwähnt verbessert wird.

(9) Nach den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen erstreckt sich das Gassensorelement **10** in der Gasströmungsrichtung GFD und umfasst das darin laminierte Heizelement **60**, und das Heizelement **60** umfasst den Heizabschnitt **51**, der dafür ausgelegt ist, das Gassensorelement **10** zu beheizen. Der Gassensor **200** umfasst den Halteabschnitt **160**, der das Gassensorelement **10** hält, um das Gassensorelement **10** radial zu umgeben, und der Heizabschnitt **51** befindet sich in einem vorderen Bereich (Seite) jenseits des axial vorderen Endes des Halteabschnitts **160**.

[0098] Dank dieser Struktur wird die Temperatur des Gassensorelements **10** durch die Temperatur des Halteabschnitts **160** weniger beeinflusst, da der Heizabschnitt **51** des Gassensorelements **10** an einer weiter vorne befindlichen Stelle als dem Halteabschnitt **160** vorliegt. Daher ist eine stabilere Steuerung des Gassensors **200** möglich.

[0099] Die vorliegende Erfindung kann in verschiedenen Modi (Ausgestaltungen) ausgeführt werden. Zum Beispiel kann die vorliegende Erfindung in Form eines Gassensors, in Form eines Gassensorsystems, das einen Gassensor und eine Gassensorsteuervorrichtung umfasst, in Form eines Gaserfassungsverfahrens und dergleichen verwirklicht werden.

[0100] Diese Anmeldung beruht auf den älteren japanischen Patentanmeldungen Nr. 2009-078169, eingereicht am 27. März 2009, und Nr. 2010-033137, eingereicht am 18. Februar 2010. Der gesamte Inhalt dieser japanischen Patentanmeldungen wird hierdurch durch Bezugnahme aufgenommen.

[0101] Der Schutzzumfang der Erfindung ist unter Bezug auf die folgenden Ansprüche festgelegt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 5942190 [0002]
- JP 9-288085 [0002]
- JP 2009-078169 [0100]
- JP 2010-033137 [0100]

Patentansprüche

1. Gassensor (200) mit einem Gassensorelement (10), wobei das Gassensorelement (10) umfasst:

eine erste Detektionskammer (16), in die ein zu detektierendes Gas durch einen ersten diffusionsbeständigen Abschnitt (15a) eingeleitet wird;
 eine erste Sauerstoffpumpzelle (11), die einen ersten Festelektrolytkörper (11a) und ein Paar erster Elektroden (11b, 11c), die auf dem ersten Festelektrolytkörper (11a) ausgebildet sind, umfasst, wobei das Paar erster Elektroden (11b, 11c) eine erste Innenelektrode (11c), die in der ersten Detektionskammer (16) angeordnet ist, umfasst, wobei die erste Sauerstoffpumpzelle (11) dafür ausgelegt ist, Sauerstoff von dem Gas/in das Gas zu pumpen, das in die erste Detektionskammer (16) eingeleitet wird;
 eine zweite Detektionskammer (18), in die das Gas, das in der ersten Detektionskammer (16) Sauerstoffpumpen erfährt, durch einen zweiten diffusionsbeständigen Abschnitt (15b) eingeleitet wird;
 eine zweite Sauerstoffpumpzelle (13), die einen zweiten Festelektrolytkörper (13a) und ein Paar zweiter Elektroden (13b, 13c), die auf dem zweiten Festelektrolytkörper (13a) ausgebildet sind, umfasst, wobei das Paar zweiter Elektroden (13b, 13c) eine innere zweite Pumpelektrode (13b) umfasst, die in der zweiten Detektionskammer (18) angeordnet ist, wobei die zweite Sauerstoffpumpzelle (13) dafür ausgelegt ist, einen elektrischen Strom gemäß einer Konzentration einer spezifischen Gaskomponente in der zweiten Detektionskammer (18) durchzulassen; und
 eine Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle (12), die einen dritten Festelektrolytkörper (12a) und ein Paar dritter Elektroden (12b, 12c), die auf dem dritten Festelektrolytkörper (12a) angeordnet sind, umfasst, wobei das Paar dritter Elektroden (12b, 12c) eine Erfassungselektrode (12b), die in der ersten Detektionskammer (16) angeordnet ist, umfasst, wobei die Sauerstoffkonzentrationserfassungszelle (12) dafür ausgelegt ist, zwischen den dritten Elektroden (12b, 12c) eine elektrische Spannung gemäß einer Sauerstoffkonzentration in der ersten Detektionskammer (16) zu erzeugen;
 wobei die Erfassungselektrode (12b) stromabwärts jenseits der ersten Innenelektrode (11c) im Verhältnis zu einer Strömungsrichtung des Gases (GFD) angeordnet ist,
 wobei eine Querschnittsfläche eines Raums (16s) der ersten Detektionskammer (16), durch den das Gas strömt, in einen Bereich von 0,03 mm² bis 0,22 mm² fällt, wobei der Raum (16s) der ersten Innenelektrode (11c) zugewandt ist,
 wobei eine Mitte der Erfassungselektrode (12b) stromabwärts jenseits eines stromabwärtigen Endes (11cd) der ersten Innenelektrode (11c) angeordnet ist, um einen Abstand (d) zwischen der Mitte der Erfassungselektrode (12b) und dem stromabwärtigen Ende (11cd) der ersten Innenelektrode (11c) von

mehr als oder gleich der zehnfachen Größenordnung einer Höhe (t) des Raums (16s) zu bewirken, wobei die Höhe (t) eine Länge ist, die in einer Laminierichtung (D2) zwischen dem ersten Festelektrolytkörper (11a) und der ersten Innenelektrode (11c) genommen ist.

2. Gassensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe (t) bei einem Wert festgelegt ist, der in einen Bereich von 0,03 mm bis 0,11 mm fällt.

3. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Breite (W) des Raums (16s) bei einem Wert festgelegt ist, der in einen Bereich von 0,98 mm bis 2,03 mm fällt, wobei die Breite in einer Richtung senkrecht sowohl zur Strömungsrichtung (GFD) als auch einer Richtung der Höhe (t) genommen ist.

4. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungselektrode (12b) ein poröser Körper ist; und die Erfassungselektrode (12b) einen Abschnitt umfasst, der in einem Querschnitt gesehen mehr als die Hälfte oder die Hälfte der Gesamtfläche des Querschnitts der ersten Detektionskammer (16) ausmacht, wobei der Querschnitt senkrecht zur Strömungsrichtung (GFD) an einer Stelle genommen wird, bei der die Erfassungselektrode (12b) vorliegt.

5. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Beziehung: $0,05 \leq dL/dS \leq 1,20$ erfüllt ist, wobei dL eine Länge der Erfassungselektrode (12b) in der Strömungsrichtung (GFD) bezeichnet und dS eine Länge der ersten Innenelektrode (11c) in der Strömungsrichtung (GFD) bezeichnet.

6. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein stromabwärtiges Ende (12bd) der Erfassungselektrode (12b) in der Strömungsrichtung (GFD) stromaufwärts jenseits des zweiten diffusionsbeständigen Abschnitts (15b) angeordnet ist.

7. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Gassensorelement (10) in der Strömungsrichtung (GFD) erstreckt und ein darin laminiertes Heizelement (60) umfasst, wobei das Heizelement (60) einen Heizabschnitt (51) umfasst, der dafür ausgelegt ist, das Gassensorelement (10) zu beheizen; und der Heizabschnitt (51) so vorliegt, dass er ein stromaufwärtiges Ende (11cu) der ersten Innenelektrode (11c) und ein stromabwärtiges Ende der inneren zweiten Pumpelektrode (13b) im Verhältnis zur Strömungsrichtung (GFD) erreicht.

8. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Gassensorelement (10) in der Strömungsrichtung (GFD) erstreckt und ein darin laminiertes Heizelement (60) umfasst, wobei das Heizelement (60) einen Heizabschnitt (51) umfasst, der dafür ausgelegt ist, das Gassensorelement (10) zu beheizen; und eine Heizmitte des Heizabschnitts (51) die erste Innenelektrode (11c) im Verhältnis zur Strömungsrichtung (GFD) überlagert.

9. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Gassensorelement (10) in der Strömungsrichtung (GFD) erstreckt und ein darin laminiertes Heizelement (60) umfasst, wobei das Heizelement (60) einen Heizabschnitt (51) umfasst, der dafür ausgelegt ist, das Gassensorelement (10) zu beheizen; der Gassensor (200) einen Halteabschnitt (160) umfasst, der das Gassensorelement (10) hält, um das Gassensorelement (10) radial zu umgeben; und der Heizabschnitt (51) in einem Bereich vorne jenseits eines axial vorderen Endes des Halteabschnitts (160) positioniert ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

FIG.1

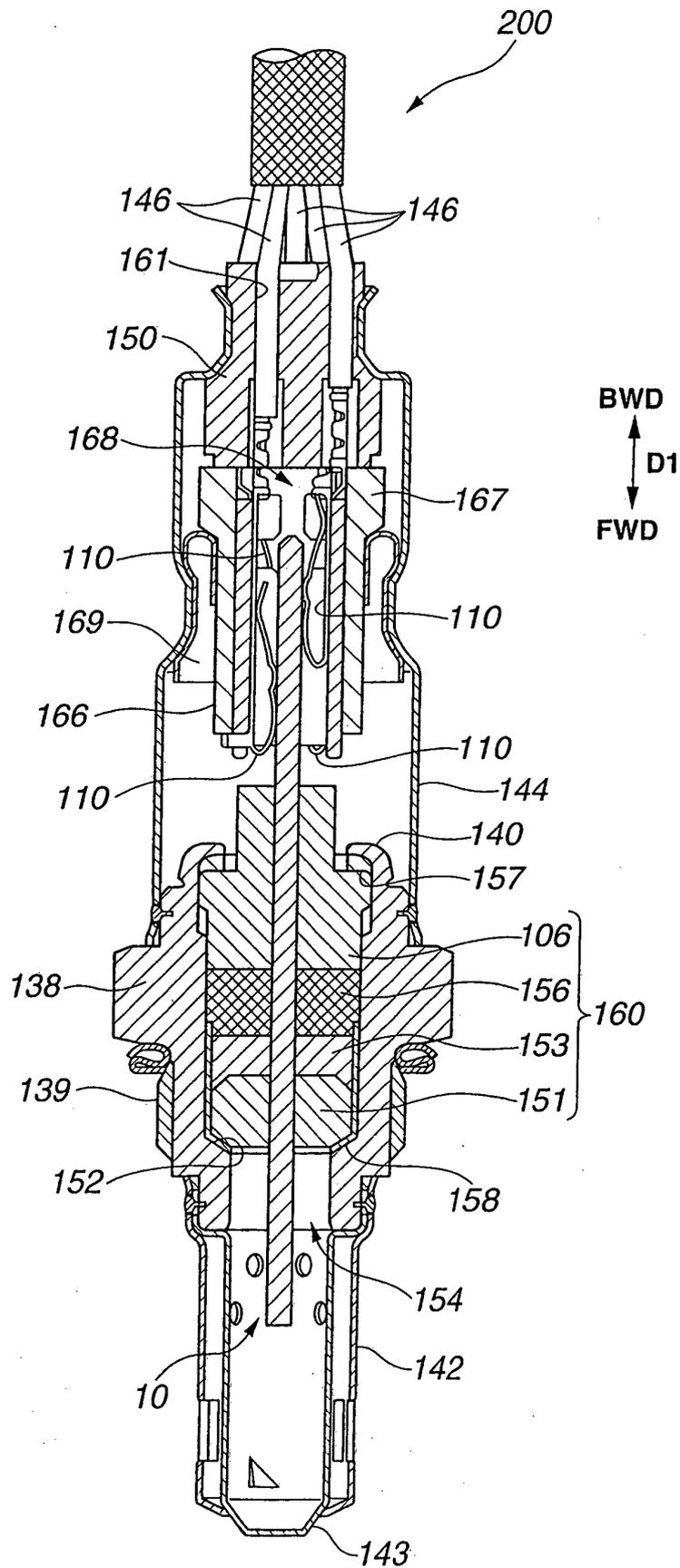


FIG.2

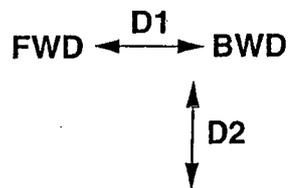
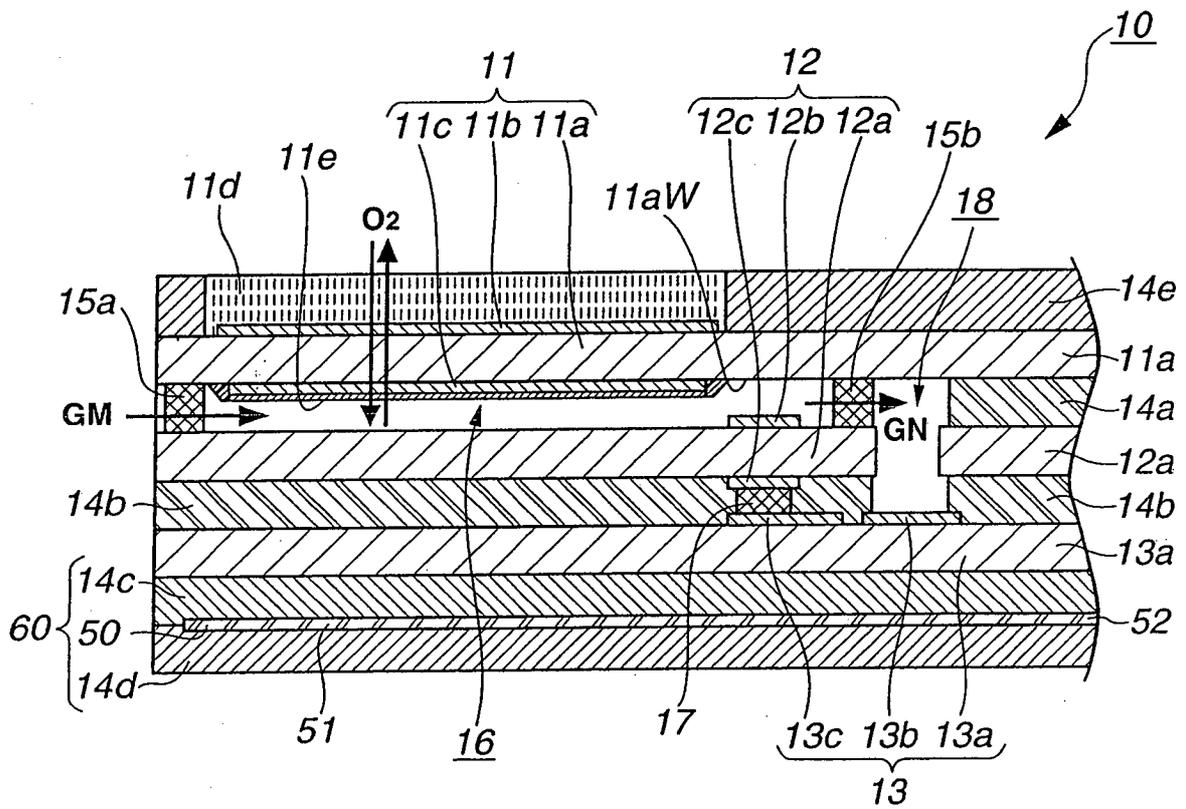


FIG.3

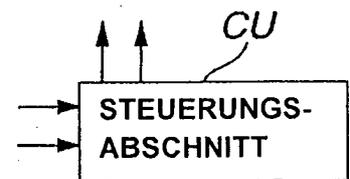
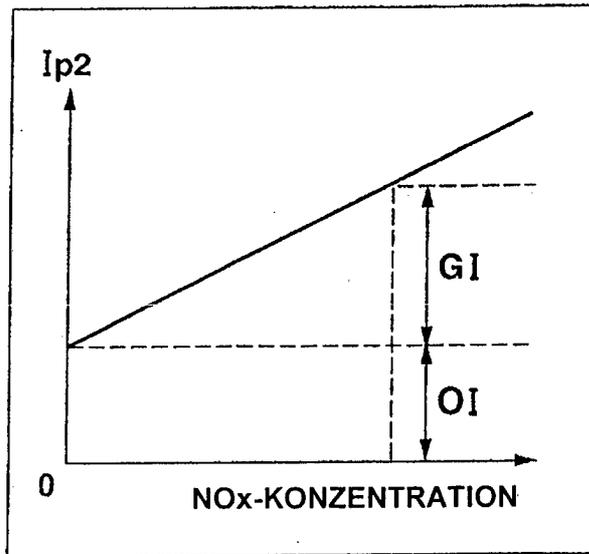
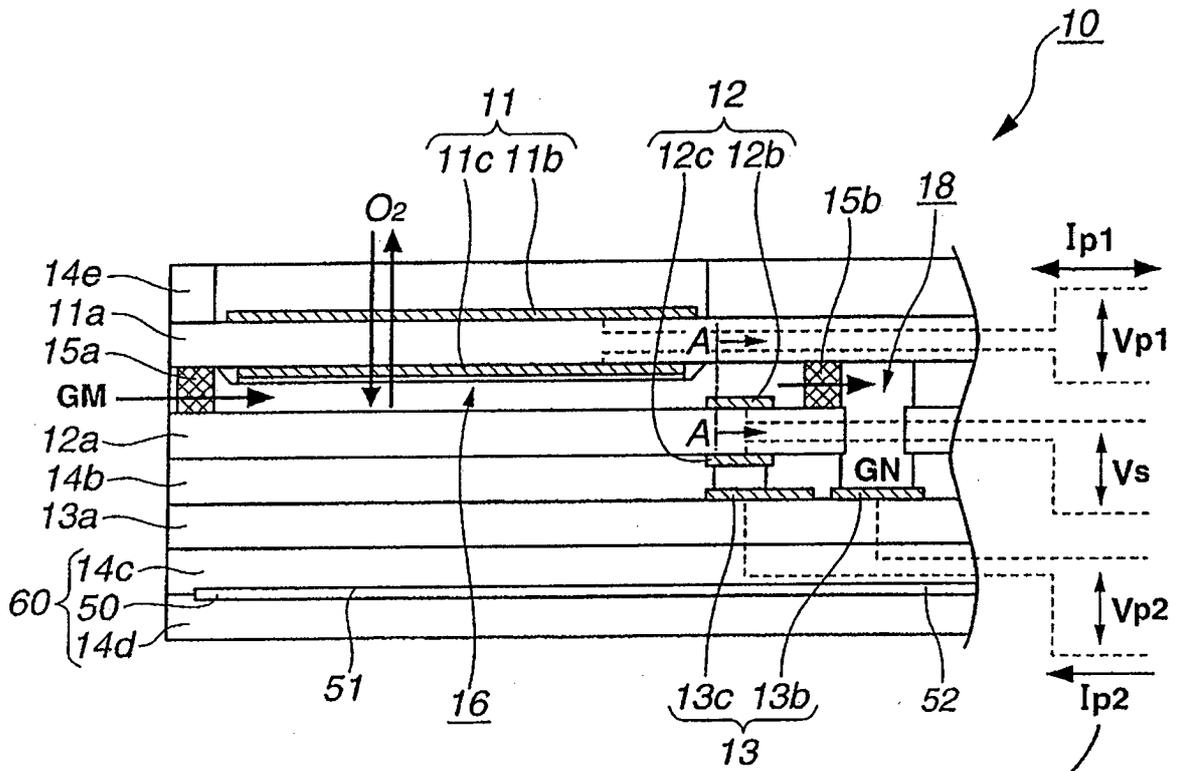


FIG.4

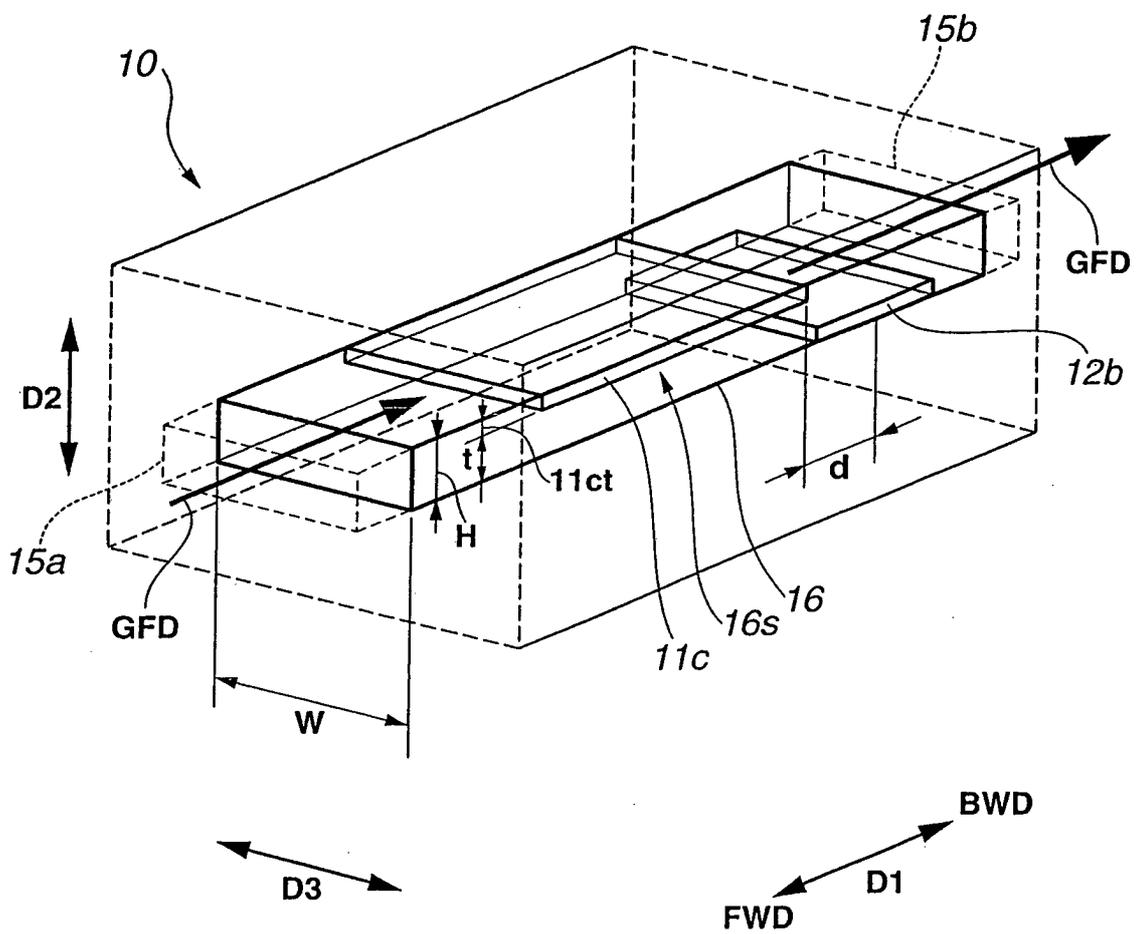


FIG.7

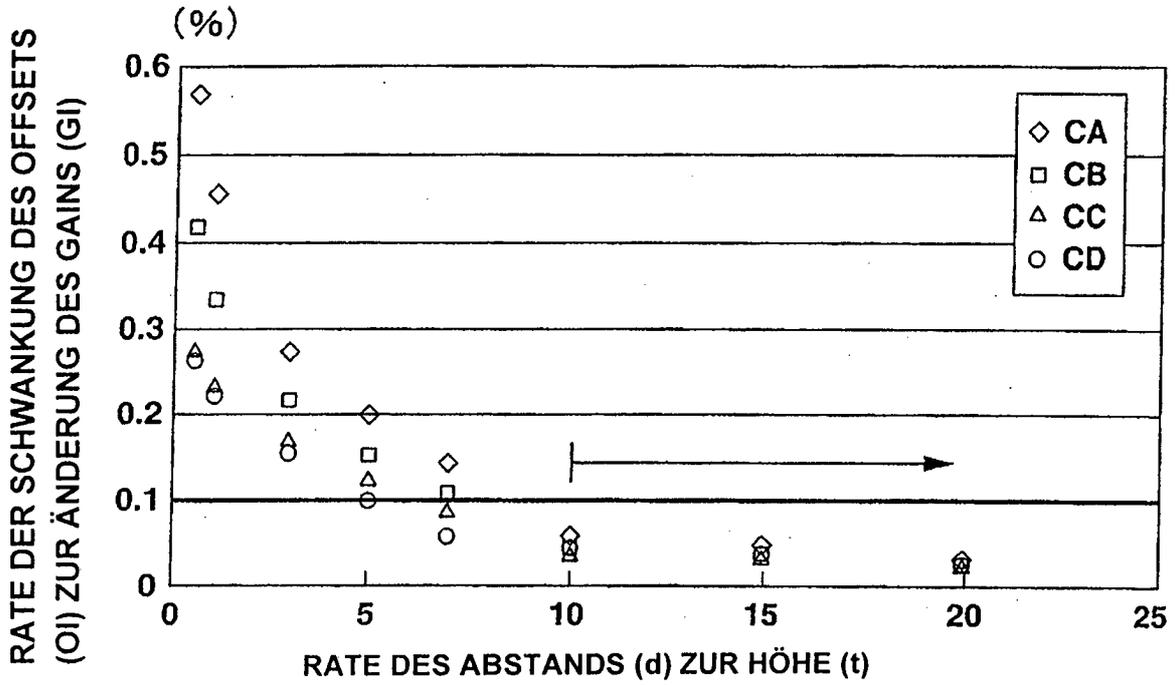


FIG.8

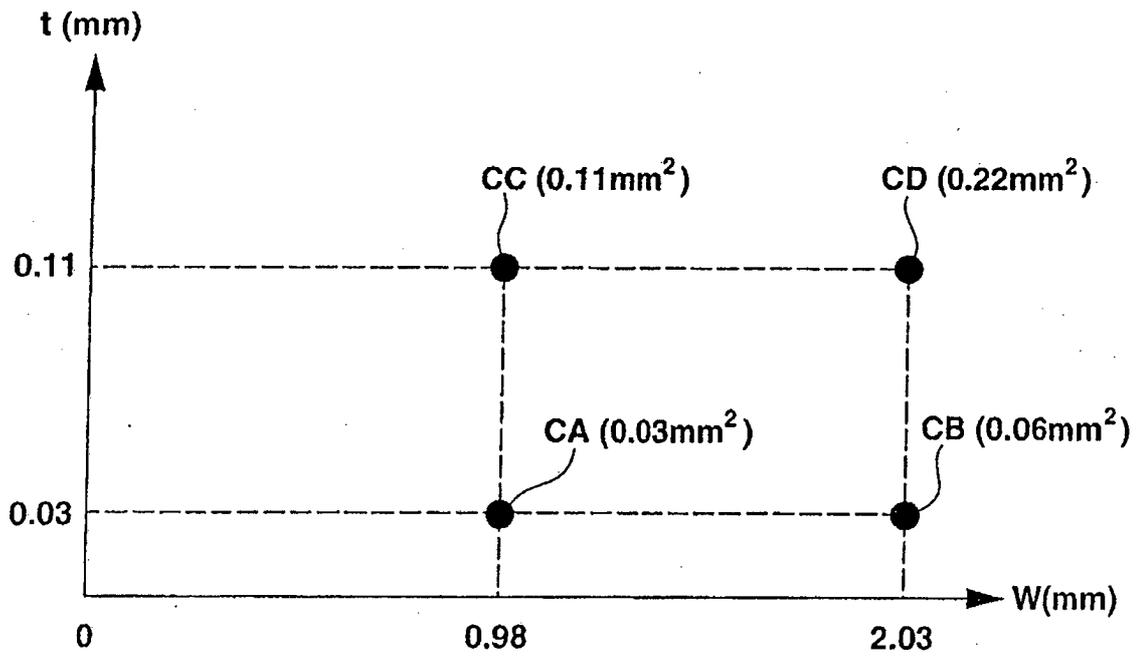


FIG.9

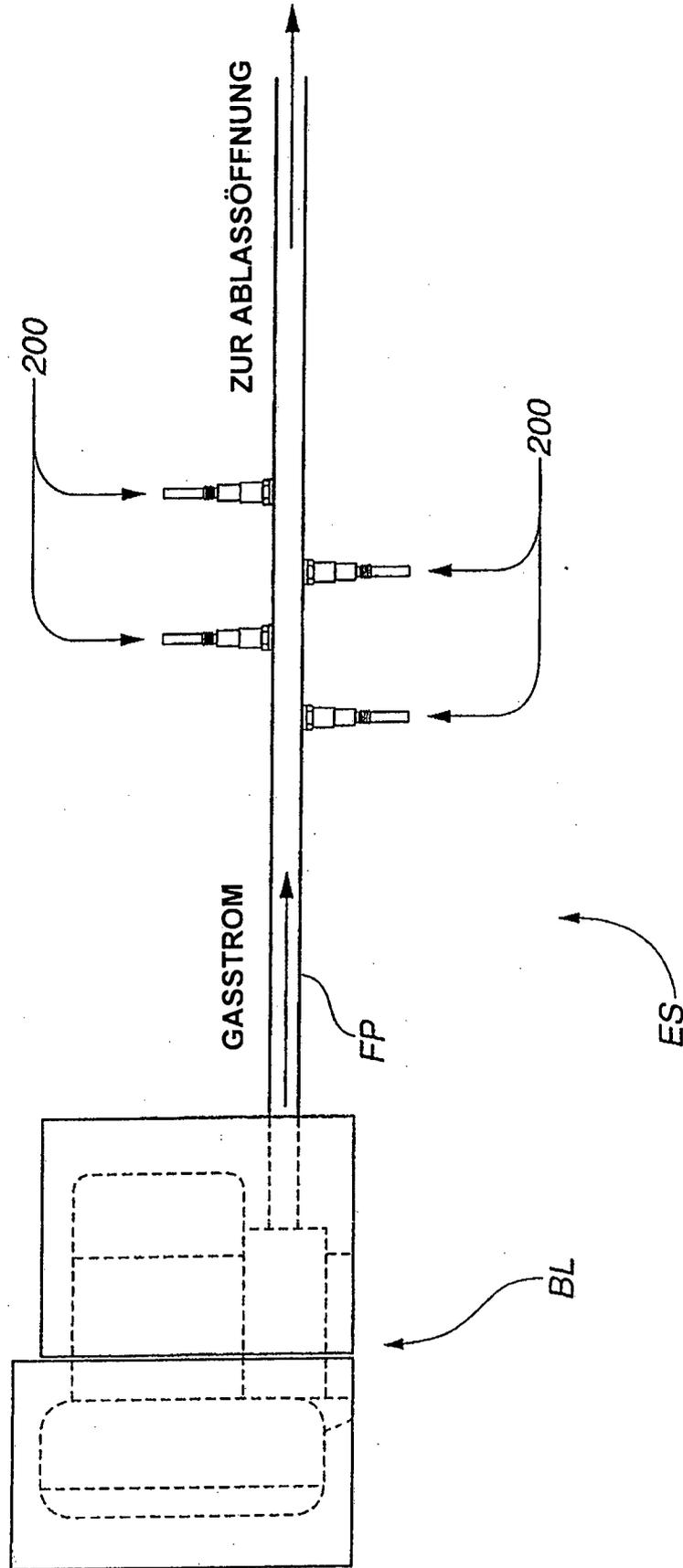


FIG.10

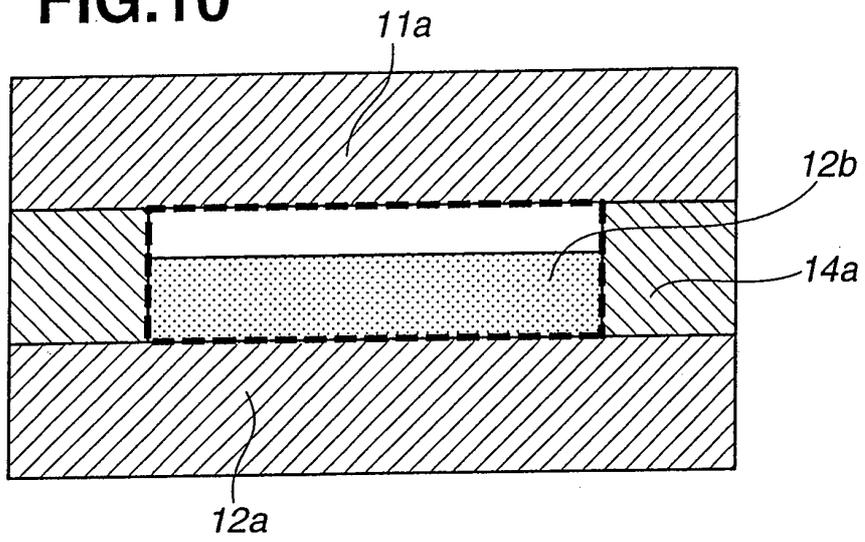


FIG.11

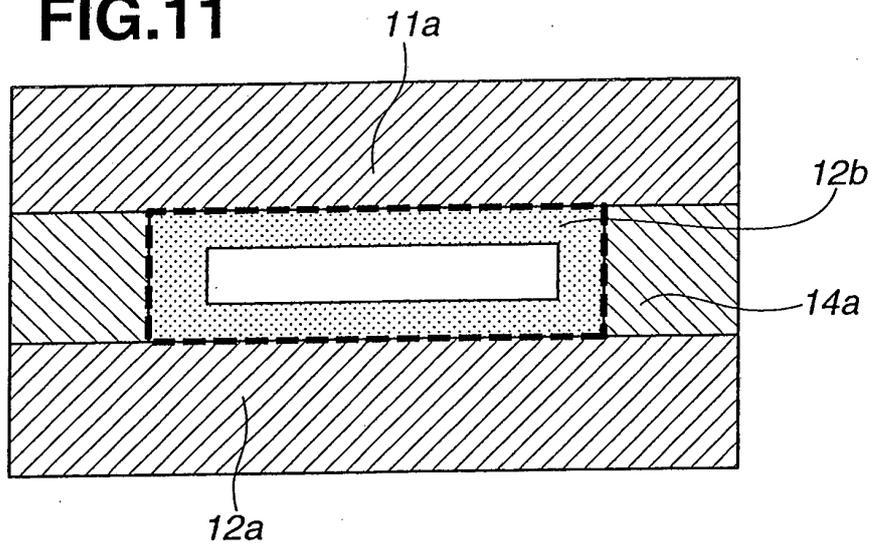


FIG.12

