



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/025924**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 003 820.2**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2014/071897**  
(86) PCT-Anmeldetag: **21.08.2014**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **26.02.2015**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **04.05.2016**

(51) Int Cl.: **G01N 27/416 (2006.01)**  
**G01N 27/419 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2013-171109**      **21.08.2013**    **JP**

(71) Anmelder:  
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

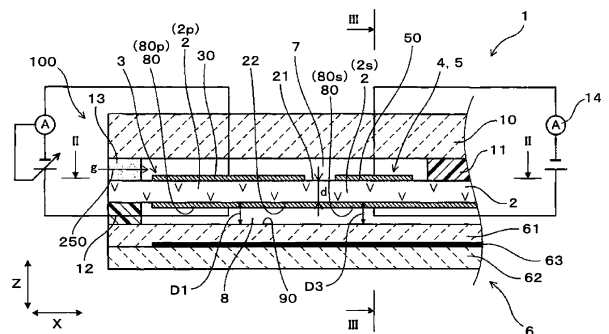
(74) Vertreter:  
**KUHNEN & WACKER Patent- und  
Rechtsanwaltsbüro, 85354 Freising, DE**

(72) Erfinder:  
**Araki, Takashi, Kariya-city, Aichi-pref., JP;  
Mizutani, Keigo, Nishio-city, Aichi-pref., JP;  
Nakatou, Mitsunobu, Nishio-city, Aichi-pref., JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Gassensor**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Gassensor bereitgestellt, der eine Pumpzelle 3 und eine Sensorzelle 5 unter Verwendung eines einzigen Feststoffelektrolytkörpers 2, einer Pumpelektrode 30, einer Sensorelektrode 50 und einer Referenzelektrode 80 bildet und entworfen ist, um die von einer Heizvorrichtung verbrauchte Energie zu senken und eine Reduzierung seiner Größe zu ermöglichen. Ein Verhältnis eines Mindestabstands  $L_2$  zwischen der Pumpelektrode 30 und der Sensorelektrode 50 zu einer Dicke  $d$  des Feststoffelektrolytkörpers 2 wird eingestellt, um drei oder mehr zu betragen, wodurch ermöglicht wird, dass der Gassensor 1 die Pumpzelle 3 und die Sensorzelle 5 unter Verwendung des einzelnen Feststoffelektrolytkörpers 2, der Pumpelektrode 30, der Sensorelektrode 50 und der Referenzelektrode 80 bildet. Daher ist entweder nur die Gaskammer oder nur die Referenzgaskammer zwischen dem Feststoffelektrolytkörper und der Heizvorrichtung angeordnet, wodurch sich Abstände der Pumpzelle und der Sensorzelle zur Heizvorrichtung reduzieren. Dies erleichtert das Aufheizen der Pumpzelle und der Sensorzelle durch die Heizvorrichtung.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein einen Gassensor, der die Konzentration einer gegebenen Gaskomponente misst, die in sauerstoffhaltigem Gas enthalten ist.

## TECHNISCHER HINTERGRUND

**[0002]** In der Patent-Literaturstelle 1, wie nachstehend aufgelistet, wird zum Beispiel ein Gassensor offenbart, der mit zwei Feststoffelektrolytkörpern, welche Sauerstoffionenleitfähigkeit besitzen, ausgestattet ist und die im Abgas von Kraftfahrzeugen enthaltene NO<sub>x</sub>-Konzentration misst. Die Feststoffelektrolytkörper sind in Plattenform ausgestaltet und sind in ihrer Dickenrichtung einander zugewandt. Es existiert ein Raum zwischen den Feststoffelektrolytkörpern in Form einer Gaskammer, in welche Gas (d.h. das Abgas) eingelassen wird. Jeder der Feststoffelektrolytkörper besitzt eine Oberfläche, die dem Gas ausgesetzt ist, und eine gegenüberliegende Oberfläche, die einem Referenzgas, wie etwa atmosphärischer Umgebungsluft, ausgesetzt ist.

**[0003]** Jeder der Feststoffelektrolytkörper weist Elektroden auf, die auf seinen beiden Oberflächen gebildet sind. Einer der Feststoffelektrolytkörper (der nachstehend auch als erster Feststoffelektrolytkörper bezeichnet wird) und die auf seinen Oberflächen gebildeten Elektroden bilden eine Pumpzelle. Der andere Feststoffelektrolytkörper (der nachstehend auch als zweiter Feststoffelektrolytkörper bezeichnet wird) und die auf seinen Oberflächen gebildeten Elektroden bilden eine Überwachungszelle und eine Sensorzelle. Die Pumpzelle, die Überwachungszelle und die Sensorzelle sind hinsichtlich der Funktion voneinander verschieden. Diese drei Zellen werden zum Messen der Konzentration einer gegebenen Gaskomponente, wie etwa einem Gas enthaltenem NO<sub>x</sub>, verwendet.

**[0004]** Der oben erwähnte Gassensor ist zudem mit einer Heizvorrichtung ausgestattet, die dahingehend wirkt, den ersten und zweiten Feststoffelektrolytkörper bis zu deren aktivierbarer Temperatur aufzuheizen. Die Heizvorrichtung ist so angeordnet, dass sie einer Oberfläche des ersten Feststoffelektrolytkörpers zugewandt ist, die seiner dem zweiten Elektrolytkörper zugewandten Oberfläche gegenüber liegt. Es existiert ein Raum zwischen der Heizvorrichtung und dem ersten Feststoffelektrolytkörper als eine Referenzgaskammer, in welche das Referenzgas eingelassen wird.

## LISTE DER ZITIERTEN BELEGSTELLEN

## PATENTLITERATUR

## PATENTLITERATUR 1

**[0005]**

Japanische Patenterstveröffentlichung Nr. 2004-108788

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

VON DER ERFINDUNG  
ZU LÖSENDE PROBLEME

**[0006]** Bei dem oben genannten Gassensor sind nun die Referenzgaskammer, der erste Feststoffelektrolytkörper und die Gaskammer in einem Zwischenraum zwischen der Heizvorrichtung und dem zweiten Feststoffelektrolytkörper angeordnet, weshalb sich eine Vergrößerung des Abstands zwischen der Heizvorrichtung und dem zweiten Feststoffelektrolytkörper ergibt. Dies führt zu dem Problem, dass die Größe des Gassensors zunimmt.

**[0007]** Der große Abstand zwischen der Heizvorrichtung und dem zweiten Feststoffelektrolytkörper im oben genannten Gassensor führt auch zu der Schwierigkeit, die Temperatur des zweiten Feststoffelektrolytkörpers konstant zu halten. Mit anderen Worten kommt es zu einer Variation der Temperatur des zweiten Feststoffelektrolytkörpers. Dies führt auch zu einer Variation der Temperatur der durch den zweiten Feststoffelektrolytkörper gebildeten Überwachungszelle oder Sensorzelle, was zu der Schwierigkeit führen kann, eine gewünschte Genauigkeit beim Messen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente zu gewährleisten. Der große Abstand zwischen der Heizvorrichtung und dem zweiten Feststoffelektrolytkörper wird außerdem das Problem verursachen, dass eine beträchtliche elektrische Energie verbraucht wird, um den Feststoffelektrolytkörper auf eine gewünschte Temperatur aufzuheizen.

**[0008]** Die vorliegende Erfindung erfolgte im Hinblick auf die oben angeführten Probleme. Ein Ziel besteht in der Bereitstellung eines Gassensors, der zum Minimieren einer Temperaturvariation jeder Zelle ausgelegt ist und die Senkung der von einer Heizvorrichtung verbrauchten Energiemenge sowie die Reduzierung seiner Größe ermöglicht.

## MITTEL ZUR LÖSUNG DES PROBLEMS

**[0009]** Ein Aspekt der Erfindung ist ein Gassensor zur Messung einer Konzentration einer gegebenen Gaskomponente in sauerstoffhaltigem Gas, der Folgendes umfasst:  
eine Gaskammer, in die das Gas eingelassen wird;

eine Referenzgaskammer, in die ein Referenzgas eingelassen wird;

einen einzelnen plattenartigen Feststoffelektrolytkörper, der Sauerstoffionenleitfähigkeit aufweist und zwischen der Gaskammer und der Referenzgaskammer angeordnet ist, wobei der Feststoffelektrolytkörper eine der Gaskammer zugewandte erste Hauptoberfläche und eine der Referenzgaskammer zugewandte zweite Hauptoberfläche aufweist;

eine Vielzahl an Elektroden, welche auf der ersten Hauptoberfläche des Feststoffelektrolytkörpers gebildet sind;

eine Referenzelektrode, die auf der zweiten Hauptoberfläche des Feststoffelektrolytkörpers gebildet ist;

eine Pumpelektrode, bei der es sich um eine der Elektroden handelt, die auf der ersten Hauptoberfläche des Feststoffelektrolytkörpers gebildet sind, wobei die Pumpelektrode zusammen mit der Referenzelektrode und einem Abschnitt des Feststoffelektrolytkörpers eine Pumpzelle bildet, wobei die Pumpzelle dahingehend wirkt, eine Konzentration an Sauerstoff in dem Gas zu regulieren;

eine Sensorelektrode, bei der es sich um eine der Elektroden handelt, die auf der ersten Hauptoberfläche des Feststoffelektrolytkörpers gebildet sind, wobei die Sensorelektrode zusammen mit der Referenzelektrode und einem Abschnitt des Feststoffelektrolytkörpers eine Sensorzelle bildet, wobei die Sensorzelle dahingehend wirkt, ein Signal entsprechend einer Konzentration der gegebenen Gaskomponente in dem Gas auszugeben, nachdem die Konzentration an Sauerstoff durch die Pumpzelle reguliert ist; und eine plattenartige Heizvorrichtung, die so angeordnet ist, dass sie dem Feststoffelektrolytkörper durch die Gaskammer oder die Referenzgaskammer hindurch zugewandt ist, wobei die Heizvorrichtung eine gegebene Dicke aufweist, um den Feststoffelektrolytkörper aufzuheizen,

wobei ein Verhältnis von einem Mindestabstand zwischen der Pumpelektrode und der Sensorelektrode zu einer Dicke des Feststoffelektrolytkörpers drei oder mehr beträgt.

#### VORTEILHAFTE AUSWIRKUNGEN DER ERFINDUNG

**[0010]** Insbesondere wird dem Zustand, bei dem das Verhältnis drei oder mehr beträgt, entsprochen, indem man die Mindestentfernung bzw. den Mindestabstand zwischen der Pumpelektrode und der Sensorelektrode so einstellt, dass diese größer als die Dicke des Feststoffelektrolytkörpers ist. Dies bewirkt einen erhöhten Widerstand zwischen der Pumpelektrode und der Sensorelektrode, um eine Leckage von Strom aus der Pumpelektrode zur Sensorelektrode zu verringern, womit ein erforderlicher Fluss von elektrischem Strom geschaffen wird, der von der Pumpzelle benötigt wird. Dem Zustand, bei dem das Verhältnis drei oder mehr beträgt, wird ebenfalls entsprochen, indem man die Dicke des Feststoffelektro-

lytkörpers einstellt, um kleiner als der Abstand zwischen der Pumpelektrode und der Sensorelektrode zu sein. Dies bewirkt einen verminderten Widerstand zwischen der Pumpelektrode und der Referenzelektrode, welche die Pumpzelle bilden, wodurch die Leckage von Strom aus der Pumpelektrode zur Sensorelektrode verringert wird, womit der elektrische Strom vermindert wird, der in die Sensorzelle entweicht. Hierdurch verbessert sich die Genauigkeit beim Messen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente.

**[0011]** Die Wahl des Verhältnisses des Mindestabstands zwischen der Pumpelektrode und der Sensorelektrode zur Dicke des Feststoffelektrolytkörpers dahingehend, drei oder mehr zu betragen, ermöglicht es, die Pumpzelle, welche die Konzentration an Sauerstoff in dem Gas reguliert, und die Sensorzelle, welche ein Signal entsprechend der Konzentration der gegebenen Gaskomponente in dem Gas ausgibt, nachdem die Pumpzelle die Sauerstoffkonzentration reguliert hat, mithilfe des einzelnen Feststoffelektrolytkörpers, der auf der ersten Hauptoberfläche des Feststoffelektrolytkörpers gebildeten Vielzahl an Elektroden und der auf der zweiten Hauptoberfläche des Feststoffelektrolytkörpers gebildeten Referenzelektrode zu bilden.

**[0012]** Dies bedingt, dass nur eine von der Gaskammer und der Referenzgaskammer zwischen dem Feststoffelektrolytkörper und der Heizvorrichtung angeordnet ist, was zu einer Verringerung des Abstands von der Pumpzelle und der Sensorzelle zur Heizvorrichtung führt. Hierdurch ergibt sich eine Erleichterung beim Aufheizen der Pumpzelle **3** und der Sensorzelle durch die Heizvorrichtung, und es ergibt sich auch eine Verringerung der Dicke des Gassensors, was zu einer reduzierten Größe des Gassensors führt.

**[0013]** Wie oben beschrieben, stellt diese Patentschrift den Gassensor bereit, der eine hohe Genauigkeit beim Messen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente aufweist.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0014]** Fig. 1 ist eine Schnittansicht eines Gassensors in der ersten Ausführungsform;

**[0015]** Fig. 2 ist eine Schnittansicht, betrachtet entlang der Linie II-II in Fig. 1;

**[0016]** Fig. 3 ist eine Schnittansicht, betrachtet entlang der Linie III-III in Fig. 1;

**[0017]** Fig. 4 ist eine perspektivische Explosionsansicht eines Gassensors in der ersten Ausführungsform;

**[0018]** Fig. 5 ist eine Schnittansicht eines Gassensors in der zweiten Ausführungsform;

**[0019]** Fig. 6 ist eine Schnittansicht eines Gassensors in der dritten Ausführungsform;

**[0020]** Fig. 7(a) ist eine Tabelle, welche Versuchsergebnisse zu einem Verhältnis zwischen einer Dicke eines Feststoffelektrolytkörpers und einem Mindestabstand zwischen einer Pumpelektrode und einer Sensorelektrode darstellt; und

**[0021]** Fig. 7(b) ist eine Grafik, welche Versuchsergebnisse zu einem Verhältnis zwischen einer Dicke eines Feststoffelektrolytkörpers und einem Mindestabstand zwischen einer Pumpelektrode und einer Sensorelektrode darstellt.

## AUSFÜHRUNGSFORMEN ZUR DURCHFÜHRUNG DER ERFINDUNG

### ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM

**[0022]** Im Folgenden wird ein Gassensor **1** der ersten Ausführungsform unter Heranziehung der Fig. 1 bis Fig. 4 beschrieben. Der Gassensor **1** wird verwendet, um die Konzentration einer gegebenen Gaskomponente, die in sauerstoffhaltigem Gas **g** enthalten ist, zu messen. Der Gassensor **1**, wie in der Fig. 1 veranschaulicht, umfasst eine Gaskammer **7**, eine Referenzgaskammer **8**, einen plattenartigen Feststoffelektrolytkörper **2** (**2p**, **2m** und **2s**), eine Pumpelektrode **30**, eine Überwachungselektrode **40**, eine Sensorelektrode **50**, eine Referenzelektrode **80**, eine plattenartige Heizvorrichtung **6**, die eine gegebene Dicke besitzt. Das sauerstoffhaltige Gas **g** wird in die Gaskammer **7** eingelassen. Ein Referenzgas wird in die Referenzgaskammer **8** eingelassen.

**[0023]** Der Feststoffelektrolytkörper **2** ist zwischengeschaltet zwischen der Gaskammer **7** und der Referenzgaskammer **8** angeordnet. Der Feststoffelektrolytkörper **2** ist ein plattenartiges Bauteil, hergestellt aus einem Material wie Zirkonoxid oder Ceroxid, welches Sauerstoffionenleitfähigkeit besitzt.

**[0024]** Der Feststoffelektrolytkörper **2**, wie in der Fig. 1 veranschaulicht, hat eine gegebene Dicke **d** und weist überdies eine erste Hauptoberfläche **21** und eine zweite Hauptoberfläche **22** auf, welche über die Dicke **d** hinweg einander zugewandt sind. Die Pumpelektrode **30**, die Überwachungselektrode **40** und die Sensorelektrode **50** sind auf der ersten Hauptoberfläche **21** des Feststoffelektrolytkörpers **2** gebildet, welche der Gaskammer **7** ausgesetzt ist. Die Referenzelektrode **80** ist auf der zweiten Hauptoberfläche **22** des Feststoffelektrolytkörpers **2** gebildet, welche der Referenzgaskammer **8** ausgesetzt ist.

**[0025]** Die Dicke **d** des Feststoffelektrolytkörpers **2** ist ein Durchschnittswert von Dicken, wie sie an fünf Punkten gemessen werden, die in einer Längsrichtung auf diesem liegen.

**[0026]** Die Heizvorrichtung **6** wirkt zur Erwärmung der Referenzelektrode **80** zusammen mit der Pumpelektrode **30**, der Überwachungselektrode **40**, der Sensorelektrode **50** und dem Feststoffelektrolytkörper **2** bis zu einer gegebenen Temperatur, die erforderlich ist, um den Feststoffelektrolytkörper **2** zu aktivieren. Die Aktivierung des Feststoffelektrolytkörpers **2** bedeutet, dass der Feststoffelektrolytkörper **2** eine zum Messen der Konzentration an Sauerstoff oder NOx erforderliche Temperatur erreicht hat und zum Zersetzen von NOx zu Sauerstoffionen und Stickstoffionen betriebsfähig ist.

**[0027]** Der Feststoffelektrolytkörper **2**, die Pumpelektrode **30** und die Referenzelektrode **80** bilden die Pumpzelle **3**, die dahingehend wirkt, die Konzentration an Sauerstoff im Gas **g** zu regulieren. Der Feststoffelektrolytkörper **2**, die Überwachungselektrode **40** und die Referenzelektrode **80**, wie in der Fig. 3 veranschaulicht, bilden die Überwachungszelle **4**, die dahingehend wirkt, die Konzentration an Sauerstoff im Gas **g** zu verfolgen, nachdem die Pumpzelle **3** die Konzentration an Sauerstoff in dem Gas **g** reguliert. Der Feststoffelektrolytkörper **2**, die Sensorelektrode **50** und die Referenzelektrode **80**, wie in den Fig. 1 und Fig. 3 veranschaulicht, bilden die Sensorzelle **5**, die dahingehend wirkt, die Konzentration der gegebenen Gaskomponente im Gas **g** zu messen, nachdem die Pumpzelle **3** die Konzentration an Sauerstoff im Gas **g** reguliert. Insbesondere gibt die Sensorzelle **5** ein Signal aus, das eine Anzeige für die Konzentration der gegebenen Gaskomponente vorsieht.

**[0028]** Die Heizvorrichtung **6** ist so angeordnet, dass sie dem Feststoffelektrolytkörper **2** durch die Referenzgaskammer **8** hinweg zugewandt ist.

**[0029]** Ein Abstand **D1** von einem Abschnitt **2p** des Feststoffelektrolytkörpers **2**, welcher die Pumpzelle **3** bildet, zur Heizvorrichtung **6** in der Dickenrichtung der Heizvorrichtung **6** (d.h. der z-Richtung), ein Abstand **D2** von einem Abschnitt **2m** des Feststoffelektrolytkörpers **2**, welcher die Überwachungszelle **4** bildet, zur Heizvorrichtung **6** in der Dickenrichtung der Heizvorrichtung **6**, und ein Abstand **D3** von einem Abschnitt **2s** des Feststoffelektrolytkörpers **2**, welcher die Sensorzelle **5** bildet, zur Heizvorrichtung **6** in der Dickenrichtung der Heizvorrichtung **6** sind einander gleich. Im Genaueren besteht die Heizvorrichtung **6** aus einer aus Keramik gefertigten Heizplatte **62**, einem Heizmuster **63**, das auf der Oberfläche der Heizplatte **62** gebildet ist und Wärme produziert, wenn es mit Energie beaufschlagt wird, und einer Isolierschicht **61**, welche das Heizmuster **63** bedeckt. Der

Abstand D1 ist ein Mindestabstand zwischen einem Flächenbereich des Abschnitts **2p**, der die Pumpzelle **3** bildet, welcher ein Abschnitt der Hauptoberfläche **22** des Feststoffelektrolytkörpers **2** ist, und der Hauptoberfläche **90** der Isolierschicht **61**, die der Hauptoberfläche **22** zugewandt ist. Der Abstand D2 ist, wie in der **Fig. 3** ersichtlich, ein Mindestabstand zwischen einem Flächenbereich des Abschnitts **2m**, der die Überwachungszelle **4** bildet, welcher ein Abschnitt der Hauptoberfläche **22** des Feststoffelektrolytkörpers **2** ist, und der Hauptoberfläche **90** der Isolierschicht **61**. Der Abstand D3 ist ein Mindestabstand zwischen einem Bereich des Abschnitts **2s**, der die Sensorzelle **5** bildet, welcher ein Abschnitt der Hauptoberfläche **22** des Feststoffelektrolytkörpers **2** ist, und der Hauptoberfläche **90** der Isolierschicht **61**.

**[0030]** Der Gassensor **1** dieser Ausführungsform fungiert als NO<sub>x</sub>-Sensor, der die im Abgas von Kraftfahrzeugen enthaltene NO<sub>x</sub>-Konzentration misst. Das Gas g in dieser Ausführungsform ist daher das Abgas aus Kraftfahrzeugen, die mit einem Verbrennungsmotor ausgestattet sind. Die gegebene Gas-Komponente ist NO<sub>x</sub>. In dem Fall, bei dem die NO<sub>x</sub>-Konzentration gemessen wird, ist die Gesamtheit des Gassensors **1** innerhalb eines, nicht gezeigten, zylindrischen Gehäuses angeordnet und wird in einem Abgasrohr des Kraftfahrzeugs installiert. Genauer besitzt der Gassensor **1** einen Spitzenabschnitt **100**, der in das Abgasrohr bzw. den Auspuff eingeführt wird, und einen hinteren Endabschnitt, der der Umgebungsluft ausgesetzt ist, bei der es sich um das Referenzgas handelt.

**[0031]** Der Gassensor **1**, wie in den **Fig. 1** und **Fig. 4** veranschaulicht, umfasst die aus Keramik gefertigte Isolierplatte **10**, einen plattenartigen ersten Abstandhalter **11** zum Definieren der Gaskammer **7**, den Feststoffelektrolytkörper **2**, einen plattenartigen zweiten Abstandhalter **12** zum Definieren der Referenzgaskammer **8** und die Heizvorrichtung **6** zum Erwärmen der Pumpzelle **3**, der Überwachungszelle **4** und der Sensorzelle **5**, welche in der Z-Richtung gestapelt angeordnet sind.

**[0032]** Die Gaskammer **7** ist ein Raum, in den das vom Kraftfahrzeug ausgestoßene Abgas (d.h. das Gas g) eingelassen wird. Das Gas g, wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** veranschaulicht, strömt innerhalb der Gaskammer **7** in einer wie durch einen Pfeil **250** angegebenen Richtung. Der erste Abstandhalter **11**, wie in **Fig. 4** veranschaulicht, hat einen ausgeschnittenen Abschnitt **79**, der darin gebildet ist. Der ausgeschnittene Abschnitt **79** definiert die Gaskammer **7**. Im ersten Abstandhalter **11** ist eine Diffusionswiderstandsschicht **13** gebildet, durch welche das Gas g aus dem Auspuffrohr in die Gaskammer **7** eingelassen wird. Die Diffusionswiderstandsschicht **13** wirkt zum Begrenzen der Geschwindigkeit, mit der das Gas durch diese hindurchströmt.

**[0033]** Die Referenzgaskammer **8** ist ein Raum, in den Luft als das Referenzgas eingelassen wird, in welchem die Sauerstoffkonzentration konstant ist. Die Referenzgaskammer **8** ist durch ein im zweiten Abstandhalter **12** geformtes Durchgangsloch **89** definiert. Das Durchgangsloch **89** kommuniziert durch eine Passage **121** mit einem externen Raum außerhalb des Gassensors **1**, in welchem Luft vorhanden ist. Die Passage **121** ist durch eine in einer Richtung X verlaufende Furche gebildet, in der das Gas g fließt (d.h. einer in den **Fig. 1** und **Fig. 2** veranschaulichten Richtung **250**, in der das Gas g in der Gaskammer **7** fließt). Die Luft wird in die Referenzgaskammer **8** durch die Passage **121** eingelassen. Der erste Abstandhalter **11** und der zweite Abstandhalter **12** sind aus einem isolierenden Material, wie etwa Aluminiumoxid, hergestellt.

**[0034]** Die Pumpelektrode **30** und die Überwachungselektrode **40** sind aus einem metallischen Material hergestellt, das eine geringe Aktivität zur Zersetzung von NO<sub>x</sub> besitzt. Die Pumpelektrode **30** und die Überwachungselektrode **40** sind insbesondere jeweils aus einer porösen Cermet-Elektrode, die Gold Au und Platin Pt als Hauptbestandteile enthält, gebildet. Die Sensorelektrode **50** ist aus einem metallischen Material hergestellt, das hohe Aktivität zur Zersetzung von NO<sub>x</sub> besitzt. Die Sensorelektrode **50** ist insbesondere mittels einer porösen Cermet-Elektrode, die Platin Pt und Rhodium Rh enthält, gebildet.

**[0035]** Die Pumpelektrode **30**, die Überwachungselektrode **40**, die Sensorelektrode **50** und die Referenzelektrode **80**, wie in **Fig. 4** veranschaulicht, besitzen Leitungen **16**, welche den Durchtrittsweg für den elektrischen Strom definieren. Im ersten Abstandhalter **11** und der Isolierplatte **10** sind Durchgangslöcher **17** ausgebildet, welche in Z-Richtung durch diese hindurchreichen. Die Durchgangslöcher **17** stellen die elektrische leitende Verbindung der Pumpelektrode **30**, der Überwachungselektrode **40** und der Sensorelektrode **50** mit der Oberfläche der Isolierplatte **10** her. Auf der Isolierplatte **10** sind zahlreiche Leitungsanschluss-Elektroden **15** für elektrische Verbindungen mit einer externen Vorrichtung ausgebildet.

**[0036]** Die Heizvorrichtung **6** besteht aus der aus Keramik gefertigten Heizplatte **62**, dem Heizmuster **63**, das auf der Heizplatte **62** gebildet ist und Wärme produziert, wenn es mit elektrischer Energie beaufschlagt wird, und der Isolierschicht **61**, welche das Heizmuster **63** bedeckt. Wenn es von außen mit elektrischer Energie versorgt wird, produziert das Heizmuster **63** der Heizvorrichtung **6** thermische Energie, um jede von der Pumpzelle **3**, der Überwachungszelle **4** und der Sensorzelle **5** bis zur Aktivierungstemperatur zu erwärmen. Auf der Heizplatte **62** sind Blöcke **18** geformt, und in ihm sind ebenfalls die Durchgangslöcher **17** geformt, über welche das Heizmuster **63** mit den Blöcken **18** elektrisch verbunden

ist. Die Referenzelektrode **80** ist ebenfalls durch das Durchgangsloch **17** mit einer auf der Oberfläche der Heizplatte **62** gebildeten Leitungsanschluss-Elektrode **180** elektrisch verbunden.

**[0037]** Zur Vermeidung des Ausstoßes einer großen Menge Sauerstoff bei der Verwendung der Pumpzelle **3** ist die wärmeerzeugende Mitte des Heizmusters **63** näher an der Pumpzelle **3** angeordnet. Mit anderen Worten ist das Heizmuster **63** ausgelegt, um die Pumpzelle **3**, die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5** so zu erwärmen, dass die Pumpzelle **3** eine höhere Temperatur aufweisen wird als die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5**.

**[0038]** Der Feststoffelektrolytkörper **2**, wie in den Fig. 1 bis Fig. 3 veranschaulicht, besitzt die Dicke  $d$ . Die Pumpelektrode **30** und die Sensorelektrode **50** sind um einen Mindestabstand  $L2$  entfernt voneinander angeordnet. In dieser Ausführungsform ist der Gassensor **1** so entworfen, dass bei ihm ein Verhältnis  $(L2/d)$  des Mindestabstands  $L2$  zur Dicke  $d$  des Feststoffelektrolytkörpers **2** auf einen Wert von **3** oder mehr festgelegt ist.

**[0039]** Die Dicke  $d$  des Feststoffelektrolytkörpers **2** ist, wie oben beschrieben, ein Durchschnittswert von Dicken, wie sie an fünf Punkten auf dem plattenartigen Feststoffelektrolytkörper **2**, welche in dessen Längsrichtung gegeben sind, gemessen werden. Der Mindestabstand  $L2$  zwischen der Pumpelektrode **30** und der Sensorelektrode **50** ist ein Zwischenraum zwischen der Pumpelektrode **30** und der Sensorelektrode **50** in der Längsrichtung des Feststoffelektrolytkörpers **2**, auf dem die Pumpelektrode **30** und die Sensorelektrode **50** gebildet sind, d.h. in der Richtung **250**, in der das Gas  $g$  fließt.

**[0040]** Mit anderen Worten wird dem Zustand, bei dem das oben genannte Verhältnis drei oder mehr beträgt, entsprochen, indem man den Mindestabstand  $L2$  zwischen der Pumpelektrode **30** und der Sensorelektrode **50** einstellt, um größer als die Dicke  $d$  des Feststoffelektrolytkörpers **2** zu sein. Dies führt zu einem erhöhten Widerstand zwischen der Pumpelektrode **30** und der Sensorelektrode **50**, um eine Leckage von Strom aus der Pumpelektrode **30** zur Sensorelektrode **50** zu verringern, wodurch ein erforderlicher Fluss von elektrischem Strom geschaffen wird, der von der Pumpzelle **3** benötigt wird.

**[0041]** Dem Zustand, bei dem das oben genannte Verhältnis drei oder mehr beträgt, wird ebenfalls entsprochen, indem man die Dicke  $d$  des Feststoffelektrolytkörpers **2** einstellt, um kleiner als der Mindestabstand  $L2$  zwischen der Pumpelektrode **30** und der Sensorelektrode **50** zu sein. Dies führt zu einem verminderten Widerstand zwischen der Pumpelektrode **30** und der Referenzelektrode **80**, welche die Pumpzelle **3** bildet (d.h. einer Referenzelektrode **80p**), um

eine Leckage von Strom aus der Pumpelektrode **30** zur Sensorelektrode **50** zu verringern, wodurch der elektrische Strom vermindert wird, der in die Sensorzelle **5** entweicht. Dies verbessert die Genauigkeit beim Messen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente.

**[0042]** Das Verhältnis des Mindestabstands  $L2$  zwischen der Pumpelektrode **30** und der Sensorelektrode **50** zur Dicke  $d$  des Feststoffelektrolytkörpers **2** wird, wie oben beschrieben, so festgelegt, dass er sich auf drei oder mehr beläuft, wodurch die Herstellung des Gassensors **1** mit lediglich dem einzelnen Feststoffelektrolytkörper **2** ermöglicht wird. Auf dem Feststoffelektrolytkörper **2** sind die Pumpelektrode **30**, die Überwachungselektrode **40**, die Sensorelektrode **50** und die Referenzelektrode **80** gebildet, um drei Typen von Zellen zu erzeugen: die Pumpzelle **3**, die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5**.

**[0043]** In Hinblick auf die Verringerung der Größe des Gassensors **1** ist es zu bevorzugen, dass der Mindestabstand  $L2$  sich auf 0,3 mm bis 0,7 mm beläuft, und die Dicke  $d$  des Feststoffelektrolytkörpers **2** sich auf 0,1 mm bis 0,3 mm beläuft, und dass das Verhältnis  $(L2/d)$  des Mindestabstands  $L2$  zur Dicke  $d$  weniger als oder gleich **7** ist.

**[0044]** Die Spezifizierung der jeweiligen numerischen Bereiche erfolgt im Hinblick auf die Festigkeit bzw. Stärke des Feststoffelektrolytkörpers **2** und die Funktionen der Pumpzelle **3**, der Überwachungszelle **4** und der Sensorzelle **5**.

**[0045]** Die Bestimmung der Konzentration der gegebenen Gaskomponente (d.h.  $NO_x$ ) des sauerstoffhaltigen Gases  $g$  wird, wie oben beschrieben, erreicht durch Messen einer Konzentration des Sauerstoffs, welcher noch in dem Gas  $g$  verbleibt, nachdem es bezüglich der Sauerstoffkonzentration durch die Pumpzelle **3** reguliert wurde, mittels der Überwachungszelle **4**, Bestimmen einer Konzentration an Sauerstoff mittels der Sensorzelle **5**, entsprechend der Summe der Konzentration der gegebenen Gaskomponente (d.h.,  $NO_x$ ) und der Konzentration des verbleibenden Sauerstoffs, und Ableiten einer Differenz zwischen einer Ausgabe der Sensorzelle **5** und einer Ausgabe der Überwachungszelle **4**, um eine die Konzentration des verbleibenden Sauerstoffs anzeigende Komponente aus der Ausgabe der Sensorzelle **5** zu entfernen.

**[0046]** In dieser Ausführungsform ist die Gaskammer **7**, wie in den Fig. 1 und Fig. 2 veranschaulicht, durch einen einzelnen Raum gebildet, der durch den ersten Abstandhalter **11**, die Isolierplatte **10**, und den Feststoffelektrolytkörper **2** definiert ist. Dies begünstigt die Leichtigkeit, mit der das Gas  $g$  innerhalb der Gaskammer **7** strömt, wodurch eine Detektion einer Veränderung in der Ausgabe aus der Sensorzelle

le **5**, welche die Konzentration der gegebenen Gaskomponente anzeigt, bei einer hohen Ansprechgeschwindigkeit erzielt wird. Der einzelne Raum, der die Gaskammer **7** definiert, hat eine gegebene Dicke in der Dickenrichtung der Heizvorrichtung **6** (d.h. der Z-Richtung) und eine gegebene Breite. Die Dicke der Gaskammer **7** wird zumindest von einem Abschnitt der Hauptoberfläche **21** des Feststoffelektrolytkörpers **2**, auf welchem die Pumpelektrode **30** gebildet ist, bis zu einem Abschnitt der Hauptoberfläche **21**, auf welchem die Überwachungselektrode **40** und die Sensorelektrode **50** gebildet sind, konstant gehalten.

**[0047]** Die Breite der Gaskammer **7** ist gegeben durch einen Zwischenraum zwischen den Innenwänden des ersten Abstandhalters **11** in einer Richtung senkrecht sowohl zur Richtung **250**, in der das Gas innerhalb der Gaskammer **7** strömt, als auch zur Dicke der Gaskammer **7**, mit anderen Worten der Y-Richtung in **Fig. 2**. Die Breite der Gaskammer **7** wird konstant gehalten, zumindest von dem Abschnitt der Hauptoberfläche, auf dem die Pumpelektrode **30** gebildet ist, bis zu dem Abschnitt der Hauptoberfläche **21**, auf dem die Überwachungselektrode **40** und die Sensorelektrode **50** gebildet sind. Mit anderen Worten, gibt es keinerlei Objekt innerhalb der Gaskammer **7**, wie einen schmalen Bereich oder eine Trennwand, welches eine Abmessung der Gaskammer **7** in der Z- oder Y-Richtung innerhalb eines Bereichs von der Pumpelektrode **30** bis zu der Überwachungselektrode **40** oder der Sensorelektrode **50** verkleinern würde. Dies gewährleistet den Fluss des Gases **g** innerhalb der Gaskammer **7** ohne Beschränken seiner Diffusion aus der Pumpelektrode **30** zu der Überwachungselektrode **40** oder der Sensorelektrode **50**.

**[0048]** Der Abstand **L1** zwischen der Pumpelektrode **30** und der Überwachungselektrode **40** und der Abstand **L2** zwischen der Pumpelektrode **30** und der Sensorelektrode **50** in der Richtung **X** (d.h. der Richtung **250** des Flusses des Gases **g**) sind, wie in der **Fig. 2** veranschaulicht, zueinander identisch.

**[0049]** In dieser Ausführungsform wird die Referenzelektrode **80**, wie in den **Fig. 1** und **Fig. 4** ersichtlich, unter der Pumpzelle **3**, der Überwachungszelle **4**, und der Sensorzelle **5** geteilt bzw. ist diesen gemeinsam. Mit anderen Worten ist die Referenzelektrode **80** aus einem einzelnen Leiter gebildet, der einstückig die Referenzelektrode **80p**, welche die Pumpzelle **3** bildet, die Referenzelektrode **80m**, welche die Überwachungszelle **4** bildet, und die Referenzelektrode **80s**, welche die Sensorzelle **5** bildet, einschließt.

**[0050]** Als Nächstes wird nachstehend ein Funktionsprinzip des Gassensors **1** zum Messen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente beschrieben. Das Gas **g**, wie in der **Fig. 1** veranschaulicht, tritt durch die Diffusionswiderstandsschicht **13** in die Gas-

kammer **7**. Da das Gas **g** Sauerstoffmoleküle enthält, werden die Sauerstoffmoleküle durch die Pumpzelle **3** entfernt. Im Genaueren wird eine Gleichspannung zwischen der Referenzelektrode **80** und der Pumpelektrode **30** angelegt, um die Referenzelektrode mit einem höheren elektrischen Potential zu beaufschlagen. Dies verursacht, dass die Sauerstoffmoleküle auf der Pumpelektrode **30** reduziert werden, so dass sie zu Sauerstoffionen werden. Die Sauerstoffionen werden dann in die Referenzgaskammer **8** gepumpt. Die Konzentration an Sauerstoff in der Gaskammer **7** wird durch Steuern der Höhe der Gleichspannung, die an der Pumpzelle **3** angelegt wird, reguliert.

**[0051]** Das Gas **g**, in dem die Sauerstoffkonzentration verringert worden ist, wird dann zu der Überwachungszelle **4** und der Sensorzelle **5** geleitet. Das Gas **g** enthält die Sauerstoffmoleküle, die nicht von der Pumpzelle **3** entfernt worden sind. Die Überwachungszelle **4** misst daher die Konzentration der Sauerstoffmoleküle. In der Überwachungszelle **4** wird Gleichspannung, wie in **Fig. 3** veranschaulicht, zwischen der Referenzelektrode **80** und der Überwachungselektrode **40** angelegt, um die Referenzelektrode **80** mit einem höheren elektrischen Potential zu beaufschlagen. Dies verursacht, dass die Sauerstoffmoleküle auf der Pumpelektrode **30** reduziert werden, so dass sie zu Sauerstoffionen werden. Die Sauerstoffionen werden dann in die Referenzgaskammer **8** gepumpt. Die Überwachungselektrode **40** ist aus einer Pt-Au-Cermet-Elektrode gefertigt, welche mit NOx inaktiv ist, so dass ein Sauerstoffionenstrom, der durch die Überwachungszelle **4** fließt, lediglich von der Konzentration an im Gas **g** enthaltenen Sauerstoffmolekülen, aber nicht von der Konzentration an NOx abhängt. Die Konzentration an Sauerstoffmolekülen, die im Gas **g** enthalten sind, wird deshalb durch Messen des Sauerstoffionenstromes mit Hilfe des Amperemeters **14** bestimmt.

**[0052]** Die Gleichspannung wird auch zwischen der Referenzelektrode **80** und der Sensorelektrode **50** in der Sensorzelle **5** angelegt, um die Referenzelektrode **80** mit einem höheren elektrischen Potential zu beaufschlagen. Die Sensorelektrode **50** ist aus einer Pt-Rh-Cermet-Elektrode hergestellt, die zum Zersetzen von NOx wirksam ist und somit dahingehend wirkt, die Sauerstoffmoleküle und NOx-Moleküle zu Sauerstoffionen zu reduzieren. Die Sauerstoffionen werden dann in die Referenzgaskammer **8** gepumpt. Deshalb wird durch die Messung des Sauerstoffionenstromes mit Hilfe des Amperemeters **14** die Summe der Konzentrationen von Sauerstoffmolekülen und NOx-Molekülen, die im Gas **g** enthalten sind, bestimmt.

**[0053]** Die Konzentration **A** an Sauerstoffmolekülen, die im Gas **g** enthalten sind, wird unter Verwendung der Überwachungszelle **4** in der oben geschilderten Weise gemessen. Die Konzentration **B**, welche die

Summe der Konzentrationen des Sauerstoffmoleküls und der NOx-Moleküle ist, wird unter Verwendung der Sensorzelle **5** bestimmt. Die Konzentration A wird von der Konzentration B subtrahiert, um so die im Gas g enthaltene Konzentration an NOx zu bestimmen.

**[0054]** Die Entfernung von Sauerstoff aus dem Gas g wird in dieser Ausführungsform unter Verwendung der Pumpzelle **3** erreicht, aber die Richtung des Anlegens der Spannung kann umgekehrt werden, um Sauerstoff aus der Referenzgaskammer **8** in das Gas g einzubringen.

**[0055]** Der Betrieb und nutzbringende Vorteile dieser Ausführungsform werden nachstehend beschrieben.

**[0056]** Der Feststoffelektrolytkörper **2**, wie in der Fig. 1 veranschaulicht, besitzt die Dicke d. Die Pumpelektrode **30** und die Sensorelektrode **50** liegen um den Mindestabstand L2 voneinander entfernt. Der Gassensor **1** ist so entworfen, dass das Verhältnis (L2/d) des Mindestabstands L2 zu der Dicke d des Feststoffelektrolytkörpers **2** drei oder mehr beträgt. Mit anderen Worten wird dem Zustand, bei dem das Verhältnis drei oder mehr beträgt, entsprochen, indem der Mindestabstand L2 zwischen der Pumpelektrode **30** und der Sensorelektrode **50** eingestellt wird, um größer als die Dicke d des Feststoffelektrolytkörpers **2** zu sein. Dies resultiert in einem erhöhten Widerstand zwischen der Pumpelektrode **30** und der Sensorelektrode **50**, um eine Leckage von Strom aus der Pumpelektrode **30** zur Sensorelektrode **50** zu verringern, womit ein erforderlicher Fluss von elektrischem Strom erzeugt wird, der von der Pumpzelle **3** benötigt wird. Dem Zustand, bei dem das Verhältnis drei oder mehr beträgt, wird ebenfalls entsprochen, indem die Dicke d des Feststoffelektrolytkörpers **2** eingestellt wird, um kleiner als der Abstand L2 zwischen der Pumpelektrode **30** und der Sensorelektrode **50** zu sein. Dies resultiert in einem verringerten Widerstand zwischen der Pumpelektrode **30** und der Referenzelektrode **80**, welche die Pumpzelle **3** bildet (d.h., einer Referenzelektrode **80p**), um eine Leckage von Strom aus der Pumpelektrode **30** zur Sensorelektrode **50** zu verringern, wodurch der elektrische Strom vermindert wird, der in die Sensorzelle **5** entweicht. Dies verbessert die Genauigkeit beim Messen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente.

**[0057]** Damit wird es ermöglicht, die Pumpzelle **3**, die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5** mithilfe des einzelnen Feststoffelektrolytkörpers **2** zu formen, so dass nur eine von der Gaskammer **7** oder der Referenzgaskammer **8** zwischen dem Feststoffelektrolytkörper **2** und der Heizvorrichtung **6** liegen kann, weshalb sich eine Verringerung des Abstands von der Pumpzelle **3**, der Überwachungszelle **4** und der Sensorzelle **5** bis zur Heizvorrichtung **6** ergibt. Dies

begünstigt die Leichtigkeit, mit der die Heizvorrichtung **6** die Pumpzelle **3**, die Sensorzelle **5**, und die Überwachungszelle **4** aufheizt, und führt außerdem zu einer Verringerung der Dicke des Gassensors **1** in der Z-Richtung, was zu einer verminderten Größe des Gassensors **1** führt.

**[0058]** Im Gassensor **1** ist die Referenzgaskammer **8**, wie in den Fig. 1 und Fig. 3 ersehen werden kann, zwischen der Heizvorrichtung **6** und dem Feststoffelektrolytkörper **2** angeordnet. Die oben beschriebenen Abstände D1, D2 und D3 sind gleichwertig zueinander eingestellt.

**[0059]** Dies ermöglicht es, drei Zellen, d.h. die Pumpzelle **3**, die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5**, nahe an der Heizvorrichtung **6** anzuordnen. Insbesondere liegt in dieser Ausführungsform nur die Referenzkammer **8** zwischen dem Feststoffelektrolytkörper **2** und der Heizvorrichtung **6**, wodurch der Zwischenraum zwischen jedem von der Pumpzelle **3**, der Überwachungszelle **4** und der Sensorzelle **5** und der Heizvorrichtung **6** zugelassen wird.

**[0060]** Die Pumpzelle **3**, die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5** sind alle mit einem gleichen Abstand zu der Heizvorrichtung **6** angeordnet, so dass thermische Energie in gleichwertiger Weise von der Heizvorrichtung zur Pumpzelle **3**, zur Überwachungszelle **4** und zur Sensorzelle **5** übertragen wird, was somit zu einer Verringerung der Variation der Temperatur unter der Pumpzelle **3**, der Überwachungszelle **4**, und der Sensorzelle **5** führt und zudem der Heizvorrichtung **6** erlaubt, die Pumpzelle **3**, die Überwachungszelle **4**, und die Sensorzelle **5** bei einem Minimum an Energieverbrauch aufzuheizen.

**[0061]** Der Gassensor **1** dieser Ausführungsform ist entworfen, um den einzelnen Feststoffelektrolytkörper **2**, die Pumpelektrode **30**, die Überwachungselektrode **40** und die Sensorelektrode **50** zur jeweiligen Erstellung der Pumpzelle **3**, der Überwachungszelle **4** bzw. der Sensorzelle **5** zu verwenden, woraus sich eine Senkung der Produktionskosten des Gassensors **1** ergibt.

**[0062]** Die Gaskammer **7** wird, wie in den Fig. 1 und Fig. 2 veranschaulicht, von einem einzelnen Raum gebildet, der die gegebene Dicke in der Dickenrichtung der Heizvorrichtung **6** (d.h., der Z-Richtung) und die gegebene Breite besitzt. Die Dicke der Gaskammer **7** wird zumindest von einem Abschnitt der Hauptoberfläche **21** des Feststoffelektrolytkörpers **2**, auf welchem die Pumpelektrode **30** gebildet ist, bis zu einem Abschnitt der Hauptoberfläche **21**, auf welchem die Überwachungselektrode **40** und die Sensorelektrode **50** gebildet sind, konstant gehalten. Die Breite der Gaskammer **7** ist gegeben durch einen Zwischenraum zwischen den Innenwänden des ersten Abstandhalters **11** in einer Richtung senkrecht sowohl

zur Richtung **250**, in der das Gas innerhalb der Gaskammer **7** strömt, als auch zur Dicke der Gaskammer **7**, mit anderen Worten der Y-Richtung in **Fig. 2**. Die Breite der Gaskammer **7** wird konstant gehalten, zumindest von dem Flächenbereich der Hauptoberfläche, auf dem die Pumpelektrode **30** gebildet ist, bis zu dem Flächenbereich der Hauptoberfläche **21**, auf dem die Überwachungselektrode **40** und die Sensorelektrode **50** gebildet sind. Mit anderen Worten, gibt es keinerlei Objekt innerhalb der Gaskammer **7**, wie etwa einen schmalen Bereich oder eine Trennwand, welches eine Abmessung der Gaskammer **7** in der Z- oder Y-Richtung innerhalb eines Bereichs von der Pumpelektrode **30** bis zu der Überwachungselektrode **40** oder der Sensorelektrode **50** verkleinern würde. Dies gewährleistet einen Fluss des Gases *g* von der Pumpelektrode **30** zur Überwachungselektrode **40** oder Sensorelektrode **50** innerhalb der Gaskammer **7** ohne eine Beschränkung seiner Diffusion, was es erlaubt, eine Veränderung der Konzentration der gegebenen Gaskomponente (d.h. NO<sub>x</sub>) im Gas *g* schnell zu messen, bzw., mit anderen Worten, die Ansprechgeschwindigkeit des Gassensors **1** zu verbessern.

**[0063]** Im Gassensor **1** dieser Ausführungsform sind die Referenzelektrode **80p**, welche die Pumpzelle **3** bildet, die Referenzelektrode **80m**, welche die Überwachungszelle **4** bildet, und die Referenzelektrode **80s**, welche die Sensorzelle **5** bildet, aus einem einzigen Leiter hergestellt.

**[0064]** Wie in der **Fig. 4** veranschaulicht, eliminiert dies die Notwendigkeit der Bereitstellung der Leitung **16b**, die sich von der Referenzelektrode **80** aus bei jeder der Zellen erstreckt, d.h. es wird ermöglicht, dass sich die Zellen die einzelne Leitung **16b** teilen. Dies führt zu einer vereinfachten Struktur des Gassensors **1**. In dem Fall, bei dem der Gassensor **1** in einem Gehäuse zur Bildung einer Gassensor-Baueinheit installiert ist, wird ein Stromversorgungs-Bauteil mit der Leitung **16b** verbunden werden. Die oben dargelegte Struktur ermöglicht die Verwendung eines einzigen mit der Leitung **16b** zu verbindenden Stromversorgungs-Bauteils, wodurch sich eine vereinfachte Struktur des Gassensors **1** ergibt.

**[0065]** In dieser Ausführungsform sind der Abstand L1 zwischen der Pumpelektrode **30** und der Überwachungselektrode **40** und der Abstand L2 zwischen der Pumpelektrode **30** und der Sensorelektrode **50** in der Richtung X (d.h., der Richtung **250** des Flusses des Gas *g*), wie in **Fig. 2** veranschaulicht, miteinander identisch. Dies wird verursachen, dass das Gas *g*, in dem die Konzentration an Sauerstoff verringert worden ist, die Überwachungselektrode **40** und die Sensorelektrode **50** im Wesentlichen zum gleichen Zeitpunkt erreicht, so dass die Konzentration an Sauerstoff im Gas *g* auf der Überwachungselektrode **40** im Wesentlichen gleich zu jener auf der Sensorelektro-

de **50** sein wird. Daher ist es möglich, die Konzentration an Sauerstoff, wie oben beschrieben, durch Subtrahieren der Konzentration A von der Konzentration B akkurat zu eliminieren, was somit eine gesteigerte Genauigkeit beim Messen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente bewirkt.

**[0066]** Die Gaskammer **7** ist so entworfen, dass das Gas *g* in der gegebenen Richtung **250** innerhalb der Gaskammer **7** strömt. Die Pumpelektrode **30** ist stromaufwärts in der Richtung **250** angeordnet, während die Überwachungselektrode **40** und die Sensorelektrode **50** stromabwärts in der Richtung **250** angeordnet sind. Die Überwachungselektrode **40** und die Sensorelektrode **50** sind parallel zueinander in der Richtung **250** ausgerichtet. Dies führt zu einem minimierten Fehler einer Differenz zwischen der Ausgabe der Überwachungszelle **4**, welche die Konzentration an im Gas *g* verbleibenden Sauerstoff anzeigt, nachdem die Pumpzelle **3** die Konzentration an Sauerstoff im Gas *g* reguliert, und der Ausgabe der Sensorzelle **5**, welche die Konzentration an Sauerstoff entsprechend der Summe der Konzentration der gegebenen Gaskomponente (d.h. NO<sub>x</sub>) und der Konzentration des verbleibenden Sauerstoffs anzeigt. Dies führt zu einer verbesserten Genauigkeit beim Bestimmen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente (d.h. NO<sub>x</sub>).

**[0067]** Die Pumpzelle **3** weist eine größere Menge an Sauerstoffion auf, die durch sie hindurchströmt, als die Überwachungszelle **4**. Es ist deshalb zu bevorzugen, dass die Pumpzelle **3** auf eine höhere Temperatur aufgeheizt wird als die Überwachungszelle **4** oder die Sensorzelle **5**. Um dieser Anforderung zu genügen, ist in dieser Ausführungsform, wie aus **Fig. 4** ersichtlich, die wärmeerzeugende Mitte der Heizvorrichtung **6**, wo die Heizvorrichtung **6** Wärme produziert, näher an der Pumpzelle **3** angeordnet, so dass die Temperatur der Pumpzelle **3** zu einem etwas höheren Ausmaß erhöht wird als jene der Überwachungszelle **4** und der Sensorzelle **5**. Die wärmeerzeugende Mitte der Heizvorrichtung **6** liegt dort vor, wo ein Bereich einer thermischen Verteilung der von der Heizvorrichtung **6** abgegebenen Wärme die höchste Temperatur aufweist.

**[0068]** Wie oben beschrieben, stellt diese Ausführungsform den Gassensor **1** bereit, der eine Veränderung der Ausgabe aus der Sensorzelle **5**, welche die Konzentration der gegebenen Gaskomponente anzeigt, bei einer hohen Ansprechgeschwindigkeit erfassen kann, eine Variation der Temperatur unter der Pumpzelle **3**, der Überwachungszelle **4**, und der Sensorzelle **5** minimiert, die durch die Heizvorrichtung **6** verbrauchte Energiemenge senkt und eine Reduzierung seiner Größe ermöglicht.

## ZWEITE AUSFÜHRUNGSFORM

**[0069]** Die **Fig. 5** veranschaulicht den Gassensor **1** der zweiten Ausführungsform. Der Gassensor **1** ist mit einer Vielzahl von Feststoffelektrolytkörpern **2** ausgestattet. Insbesondere umfasst der Gassensor **1** zwei Feststoffelektrolytkörper **2 (2a, 2b)**. Der Feststoffelektrolytkörper **2a** bildet die Pumpzelle **3**, während der Feststoffelektrolytkörper **2b** die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5** bildet. Der Abstand  $D_a$  zwischen dem Feststoffelektrolytkörper **2a** und der Heizvorrichtung **6** und der Abstand  $D_b$  zwischen dem Feststoffelektrolytkörper **2b** und der Heizvorrichtung **6** sind in der Z-Richtung gleich zueinander. Genauer gesagt ist der Abstand  $D_a$  ein Mindestabstand zwischen der Hauptoberfläche **22a** des Feststoffelektrolytkörpers **2a** und der Hauptoberfläche **90** der Isolierschicht **61**, welche der Hauptoberfläche **22a** zugewandt ist. Der Abstand  $D_b$  ist ein Mindestabstand zwischen der Hauptoberfläche **22b** des Feststoffelektrolytkörpers **2b** und der Hauptoberfläche **90** der Isolierschicht **61**.

**[0070]** Das isolierende Bauteil **29** ist zwischen den Feststoffelektrolytkörpern **2a** und **2b** zwischengelagert angeordnet.

**[0071]** Der Gassensor **1** dieser Ausführungsform ist entworfen, um den Feststoffelektrolytkörper **2a** und den Feststoffelektrolytkörper **2b**, welche getrennt voneinander vorliegen, zu nutzen – den einen zur Bildung der Pumpzelle **3**, durch welche ein relativ höherer Strom fließt, und den anderen zur Bildung der Überwachungszelle **4** und der Sensorzelle **5**, durch welche ein relativ geringerer Strom fließt. Dies minimiert das Risiko, dass ein Teil des durch die Pumpzelle **3** hindurchtretenden Stroms als Rauschstrom zur Überwachungszelle **4** und Sensorzelle **5** fließt, weshalb die Genauigkeit bei der Messung der Konzentration der gegebenen Gaskomponente verbessert wird.

**[0072]** Übrige Anordnungen sind identisch mit denjenigen in der ersten Ausführungsform. In der **Fig. 5** zeigen gleiche Bezugsziffern, wie jene in der ersten Ausführungsform, die gleichen Bauteile an, außer es ist anderslautend angegeben.

## DRITTE AUSFÜHRUNGSFORM

**[0073]** Die **Fig. 6** zeigt den Gassensor **1** in der dritten Ausführungsform. Der Gassensor **1** unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform hinsichtlich der Lage der Heizvorrichtung **6**. Im Speziellen ist die Gaskammer **7** zwischen der Heizvorrichtung **6** und dem Feststoffelektrolytkörper **2** angeordnet. Die Heizvorrichtung **6** ist dem Feststoffelektrolytkörper **2** durch die Gaskammer **7** hindurch zugewandt.

**[0074]** Übrige Anordnungen sind identisch mit denjenigen in der ersten Ausführungsform. In der **Fig. 5** zeigen gleiche Bezugsziffern, wie jene in der ersten Ausführungsform, die gleichen Bauteile an, falls nicht anderweitig angegeben.

## EXPERIMENTELLES BEISPIEL 1

**[0075]** Unter Verwendung des in den ersten bis dritten Ausführungsformen erörterten Gassensors untersuchten wir einen Zusammenhang zwischen der Genauigkeit beim Messen der NO<sub>x</sub>-Konzentration und dem Verhältnis (L2/d) des Mindestabstands L2 zwischen der Pumpelektrode **30** und der Sensorelektrode **50** zur Dicke d des Feststoffelektrolytkörpers **2** für verschiedene Werte der Dicke d und des Mindestabstands L2.

**[0076]** Experimentelle Tests wurden in der folgenden Weise durchgeführt. In einer Gasumgebung, in der die NO<sub>x</sub>-Konzentration **100** ppm beträgt und die O<sub>2</sub>-Konzentration 20% beträgt, wird ein durch die Sensorzelle **5** fließender elektrischer Strom, der einer NO<sub>x</sub>-Konzentration von 100 ppm entspricht, als Referenzwert (100%) definiert. Der Prozentsatz der Veränderung zwischen dem Referenzwert und einem Strom, der durch jede der Proben des Gassensors **5** fließt, welche von unterschiedlicher Dimension zueinander sind, ist als Ausgabefehler definiert. Der Ausgabefehler ist durch die folgende Relation gegeben: Ausgabefehler (%) = ((Sensorzellenstrom der Probe / als Referenzwert definierter Sensorzellenstrom) – 1) × 100.

**[0077]** Die **Fig. 7(a)** und **Fig. 7(b)** repräsentieren Ergebnisse der Tests, welche zeigen, dass der Ausgabefehler erheblich auf 2,5% oder weniger gesenkt wird, indem das Verhältnis (L2/d) des Mindestabstands L2 zwischen der Pumpelektrode **30** und der Sensorelektrode **50** zur Dicke d des Feststoffelektrolytkörpers **2** gewählt wird, um drei oder mehr zu betragen. Der Ausgabefehler lässt sich weiter verkleinern, indem man das Verhältnis (L2/d) so einstellt, dass es mehr als drei beträgt, wobei es jedoch mit Blick auf die Festigkeit des Feststoffelektrolytkörpers **2** oder die Funktionen der Pumpzelle **3**, der Überwachungszelle **4** und der Sensorzelle **5** ratsam ist, dass das Verhältnis sieben oder weniger beträgt.

## Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Gassensor
<b>2</b>	Feststoffelektrolytkörper
<b>3</b>	Pumpzelle
<b>30</b>	Pumpelektrode
<b>4</b>	Überwachungszelle
<b>40</b>	Überwachungselektrode
<b>5</b>	Sensorzelle
<b>50</b>	Sensorelektrode
<b>6</b>	Heizvorrichtung

<b>7</b>	Gaskammer
<b>8</b>	Referenzgaskammer
<b>80</b>	Referenzelektrode
<b>100</b>	oberer Bereich des Gassensors
<b>g</b>	Gas

### Patentansprüche

1. Gassensor (1) zum Messen einer Konzentration einer gegebenen Gaskomponente in sauerstoffhaltigem Gas, aufweisend:  
eine Gaskammer (7), in die das Gas eingelassen wird;  
eine Referenzgaskammer (8), in die ein Referenzgas eingelassen wird;  
einen einzelnen plattenartigen Feststoffelektrolytkörper (2), der Sauerstoffionenleitfähigkeit besitzt und zwischen der Gaskammer (7) und der Referenzgaskammer (8) angeordnet ist, wobei der Feststoffelektrolytkörper eine der Gaskammer (7) zugewandte erste Hauptoberfläche und eine der Referenzgaskammer (8) zugewandte zweite Hauptoberfläche aufweist;  
eine Vielzahl an Elektroden (30, 50), welche auf der ersten Hauptoberfläche des Feststoffelektrolytkörpers (2) gebildet sind;  
eine Referenzelektrode (80), die auf der zweiten Hauptoberfläche des Feststoffelektrolytkörpers (2) gebildet ist;  
eine Pumpelektrode (30), bei der es sich um eine derjenigen Elektroden handelt, die auf der ersten Hauptoberfläche des Feststoffelektrolytkörpers (2) gebildet sind, wobei die Pumpelektrode zusammen mit der Referenzelektrode (80) und einem Abschnitt (2p) des Feststoffelektrolytkörpers (2) eine Pumpzelle (3) bildet, wobei die Pumpzelle dahingehend wirkt, eine Konzentration an Sauerstoff in dem Gas zu regulieren;  
eine Sensorelektrode (50), bei der es sich um eine derjenigen Elektroden handelt, die auf der ersten Hauptoberfläche des Feststoffelektrolytkörpers (2) gebildet sind, wobei die Sensorelektrode zusammen mit der Referenzelektrode (80) und einem Abschnitt (2s) des Feststoffelektrolytkörpers (2) eine Sensorzelle (5) bildet, wobei die Sensorzelle dahingehend wirkt, ein Signal entsprechend einer Konzentration der gegebenen Gaskomponente in dem Gas auszugeben, nachdem die Konzentration an Sauerstoff durch die Pumpzelle (3) reguliert ist; und  
eine plattenartige Heizvorrichtung (6), die so angeordnet ist, dass sie dem Feststoffelektrolytkörper (2) durch die Gaskammer (7) oder die Referenzgaskammer (8) hindurch zugewandt ist, wobei die Heizvorrichtung eine gegebene Dicke aufweist, um den Feststoffelektrolytkörper (2) aufzuheizen, wobei ein Verhältnis ( $L2/d$ ) von einem Mindestabstand ( $L2$ ) zwischen der Pumpelektrode (30) und der Sensorelektrode (5) zu einer Dicke ( $d$ ) des Feststoffelektrolytkörpers drei oder mehr beträgt.

2. Gassensor nach Anspruch 1, ferner aufweisend eine Überwachungselektrode (40), bei der es sich um eine derjenigen Elektroden handelt, die auf der ersten Hauptoberfläche des Feststoffelektrolytkörpers (2) gebildet sind, wobei die Überwachungselektrode zusammen mit der Referenzelektrode (80) und einem Abschnitt (2m) des Feststoffelektrolytkörpers (2) eine Überwachungszelle bildet, wobei die Überwachungszelle dahingehend wirkt, eine Konzentration an Sauerstoff in dem Gas zu überwachen, nachdem die Konzentration an Sauerstoff durch die Pumpzelle (3) reguliert ist, und wobei die Gaskammer (7) durch einen einzelnen Raum gebildet ist.

3. Gassensor nach Anspruch 2, wobei ein Abstand ( $D1$ ) zwischen einer dem Feststoffelektrolytkörper (2) zugewandten Oberfläche der Heizvorrichtung (6) und einer Oberfläche des Abschnitts (2p), welcher ein Abschnitt der zweiten Hauptoberfläche des Feststoffelektrolytkörpers (2) ist und die Pumpzelle (3) bildet, in einer Dickenrichtung der Heizvorrichtung (6), einen Abstand ( $D2$ ) zwischen der dem Feststoffelektrolytkörper (2) zugewandten Oberfläche der Heizvorrichtung (6) und einer Oberfläche des Abschnitts (2m), welcher ein Abschnitt der zweiten Hauptoberfläche des Feststoffelektrolytkörpers (2) ist und die Überwachungszelle (4) bildet, in der Dickenrichtung der Heizvorrichtung (6), und einen Abstand ( $D3$ ) zwischen der dem Feststoffelektrolytkörper (2) zugewandten Oberfläche der Heizvorrichtung (6) und einer Oberfläche des Abschnitts (2s), welcher ein Abschnitt der zweiten Hauptoberfläche des Feststoffelektrolytkörpers (2) ist und die Sensorzelle (5) bildet, in der Dickenrichtung der Heizvorrichtung (6), einander gleich sind.

4. Gassensor nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Gaskammer (7) von einem Raum gebildet wird, der eine gegebene Dicke in der Dickenrichtung der Heizvorrichtung und eine gegebene Breite besitzt, wobei die Dicke der Gaskammer (7) von einem Abschnitt der ersten Hauptoberfläche, auf welchem die Pumpelektrode (30) gebildet ist, bis zu einem Abschnitt der ersten Hauptoberfläche, auf welchem die Überwachungselektrode (40) und die Sensorelektrode (60) gebildet sind, konstant gehalten wird, wobei die Breite der Gaskammer (7) zu einer Richtung der Strömung des Gases in der Gaskammer (7) und der Dickenrichtung senkrecht ist und von dem Abschnitt der ersten Hauptoberfläche, auf dem die Pumpelektrode (30) gebildet ist, bis zu dem Abschnitt der ersten Hauptoberfläche, auf dem die Überwachungselektrode (40) und die Sensorelektrode (50) gebildet sind, konstant gehalten wird.

5. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Referenzelektrode (80) eine erste Referenzelektrode (80p), welche die Pumpzelle (30) bildet, eine zweite Referenzelektrode (80m), welche die Überwachungszelle (4) bildet, und eine dritte Referenzelektrode (80n), welche die Sensorzelle (5) bildet, aufweist.

renzelektrode (**80s**), welche die Sensorzelle (**5**) bildet, einstückig enthält.

6. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Gaskammer (**7**) so entworfen ist, dass das Gas darin in einer gegebenen Richtung (**250**) strömt, und wobei die Pumpelektrode (**30**) stromaufwärts in der gegebenen Richtung angeordnet ist, während die Überwachungselektrode (**40**) und die Sensorelektrode (**50**) stromabwärts in der gegebenen Richtung angeordnet sind und parallel zueinander ausgerichtet sind.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

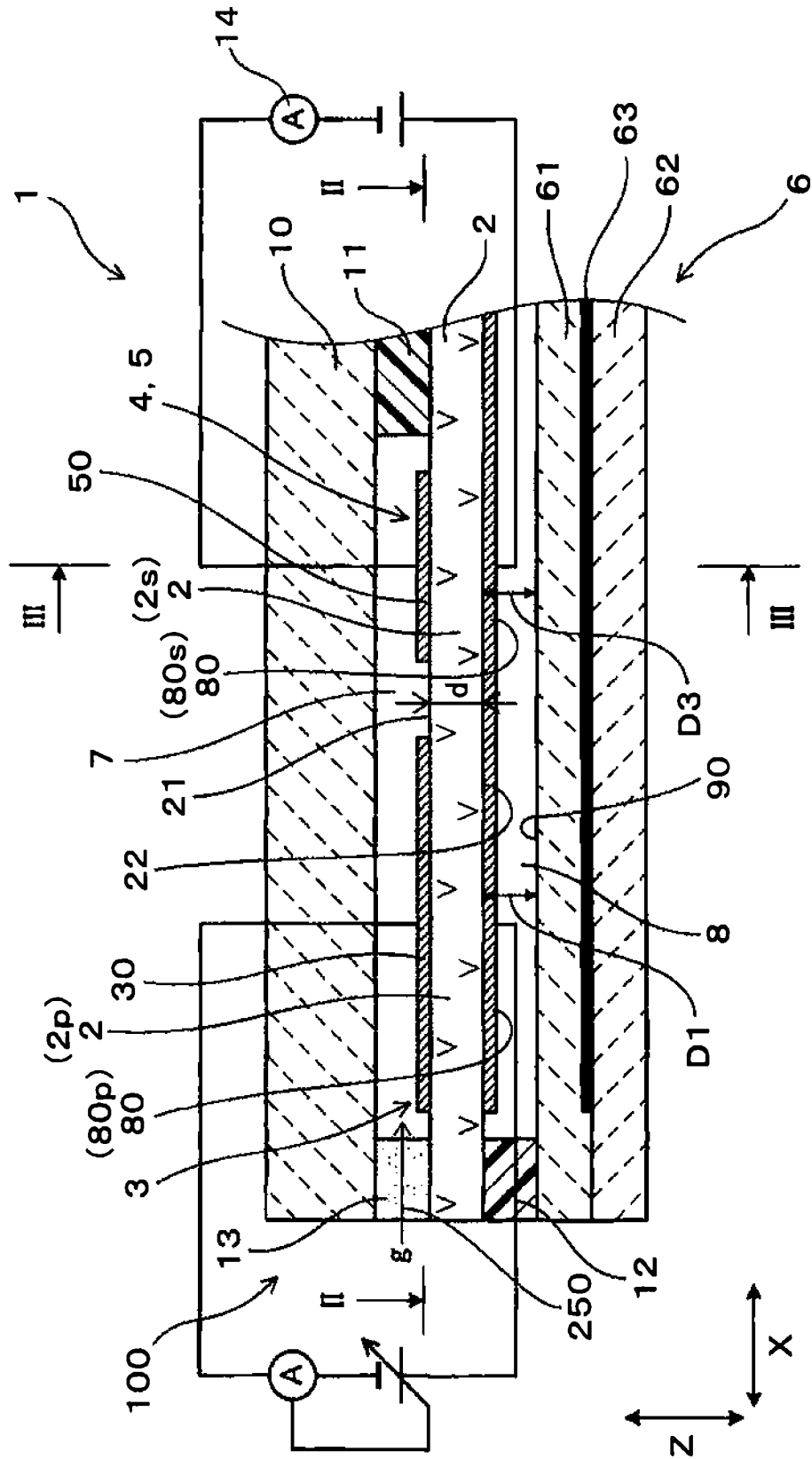


FIG.2

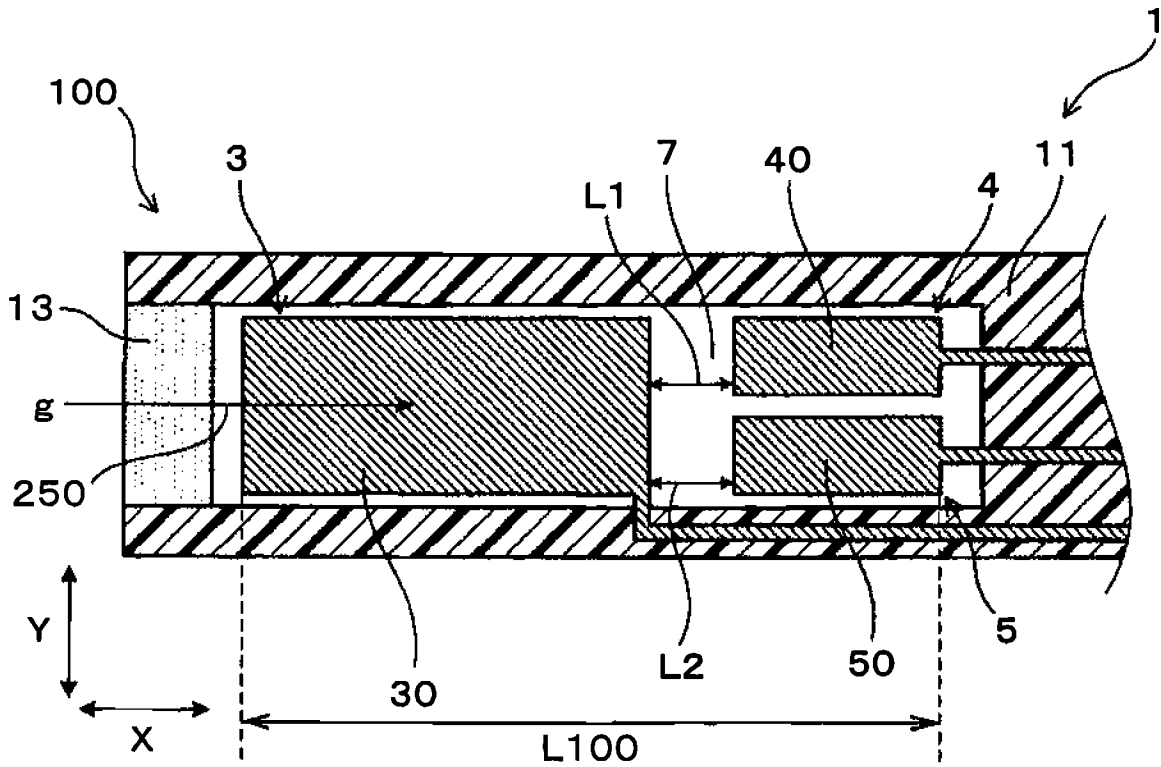


FIG.3

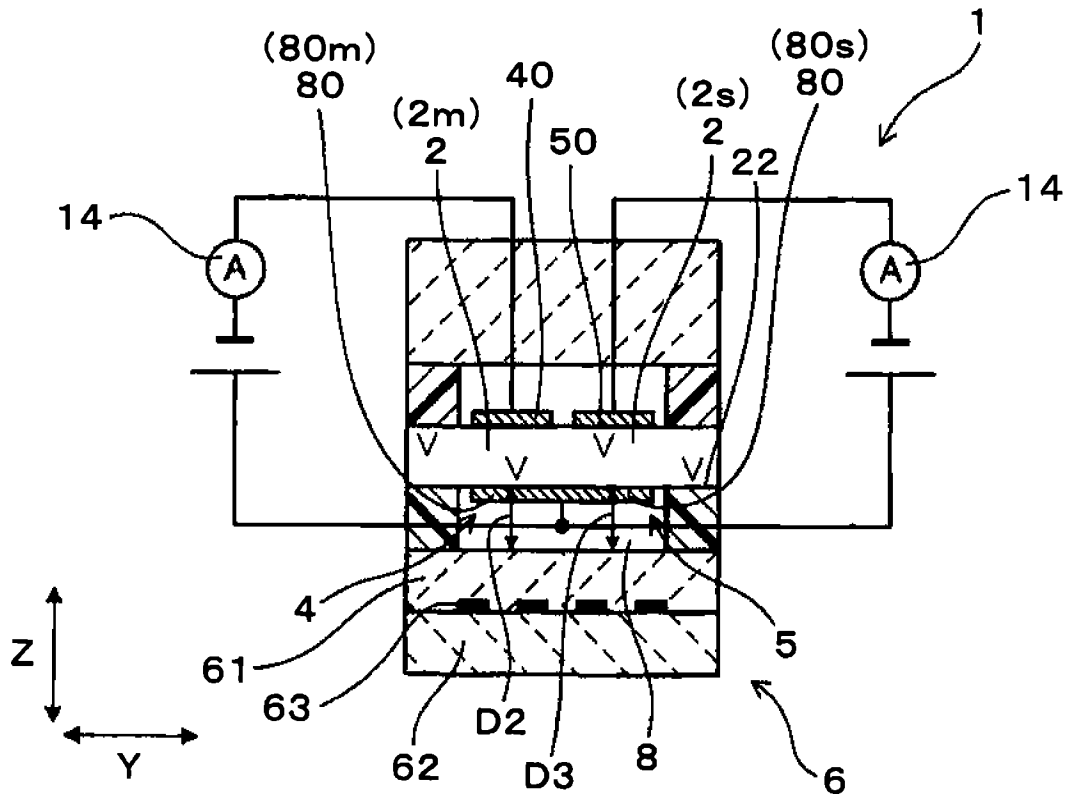


FIG.4

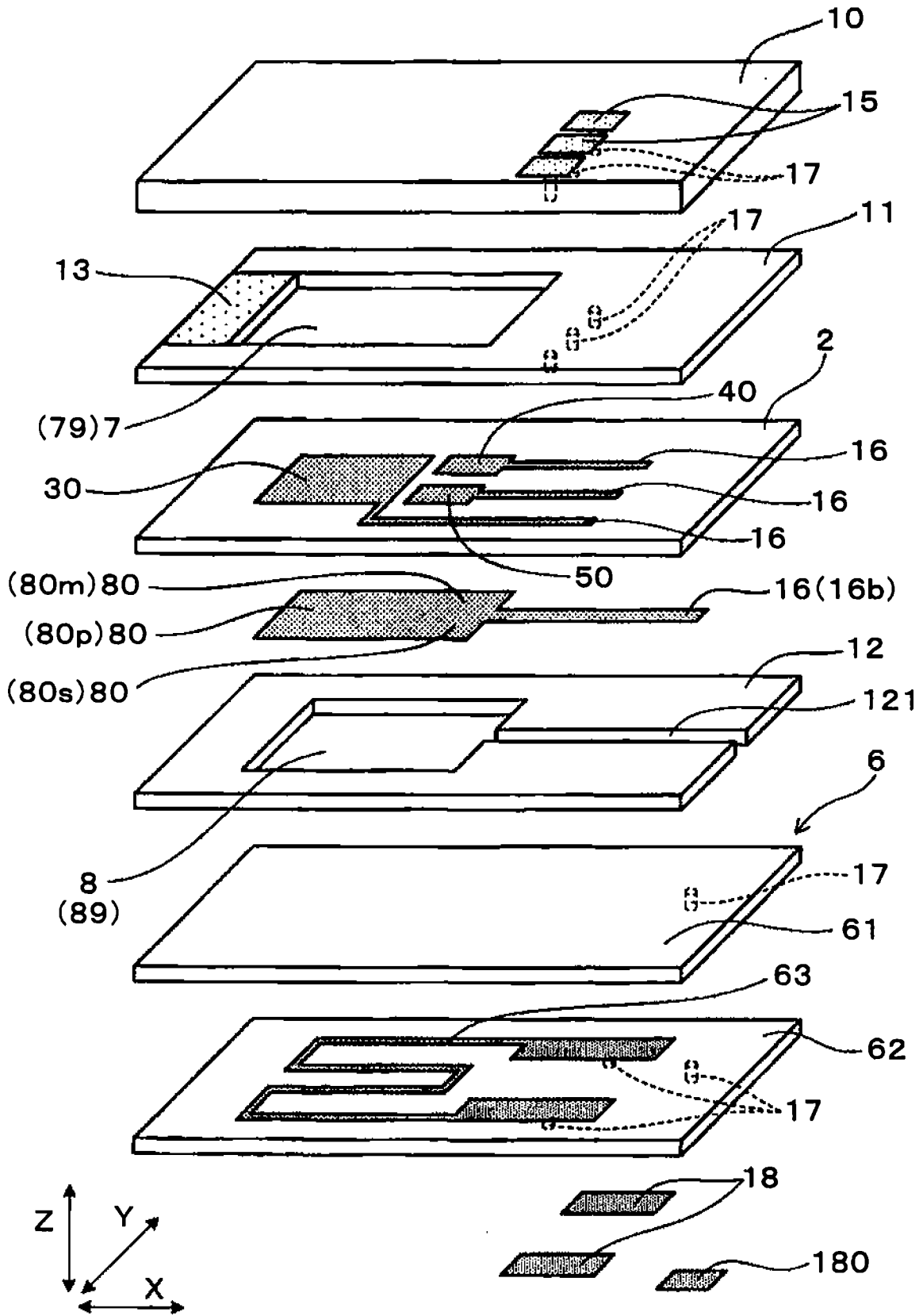


FIG.5

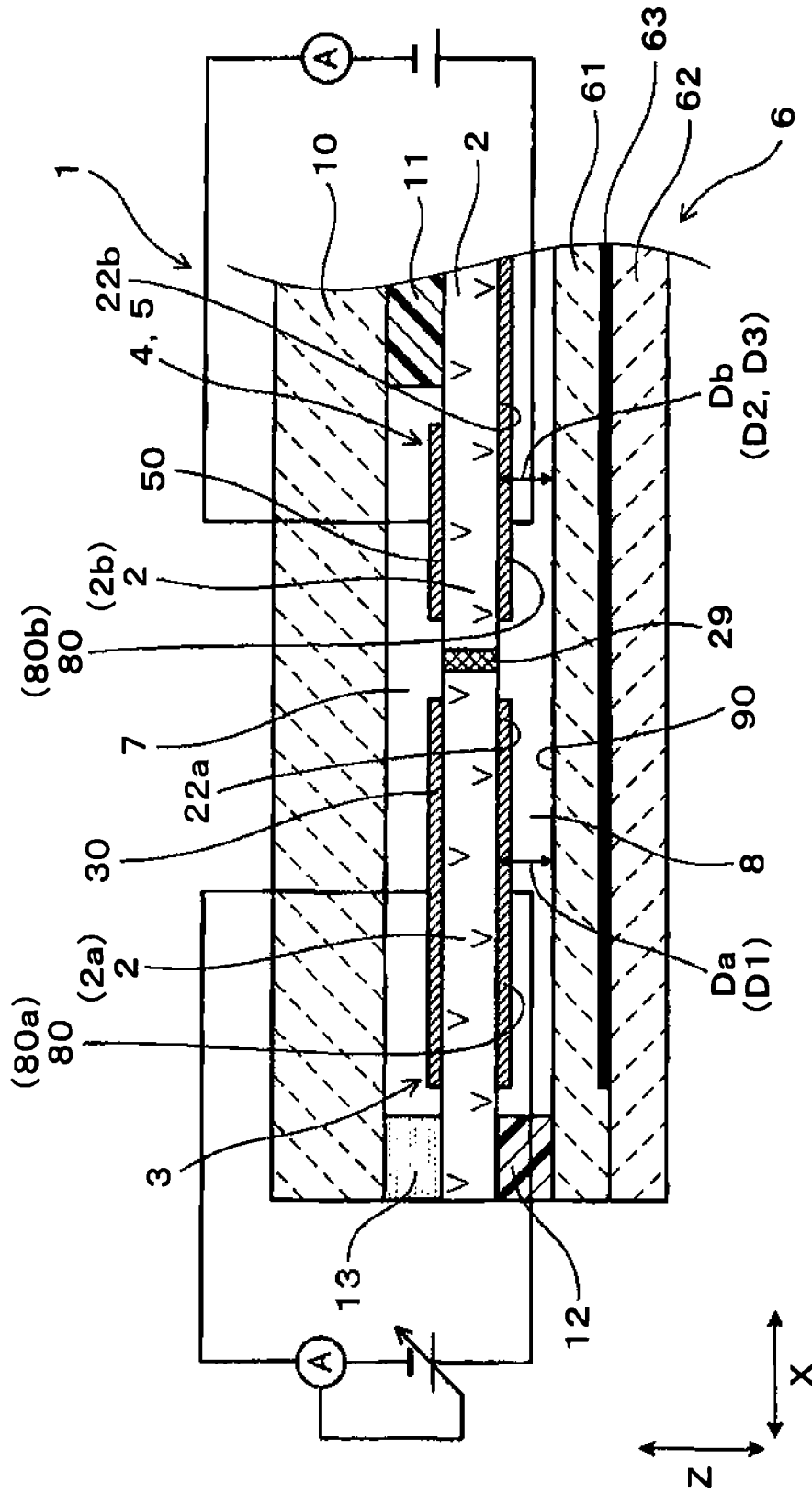


FIG.6

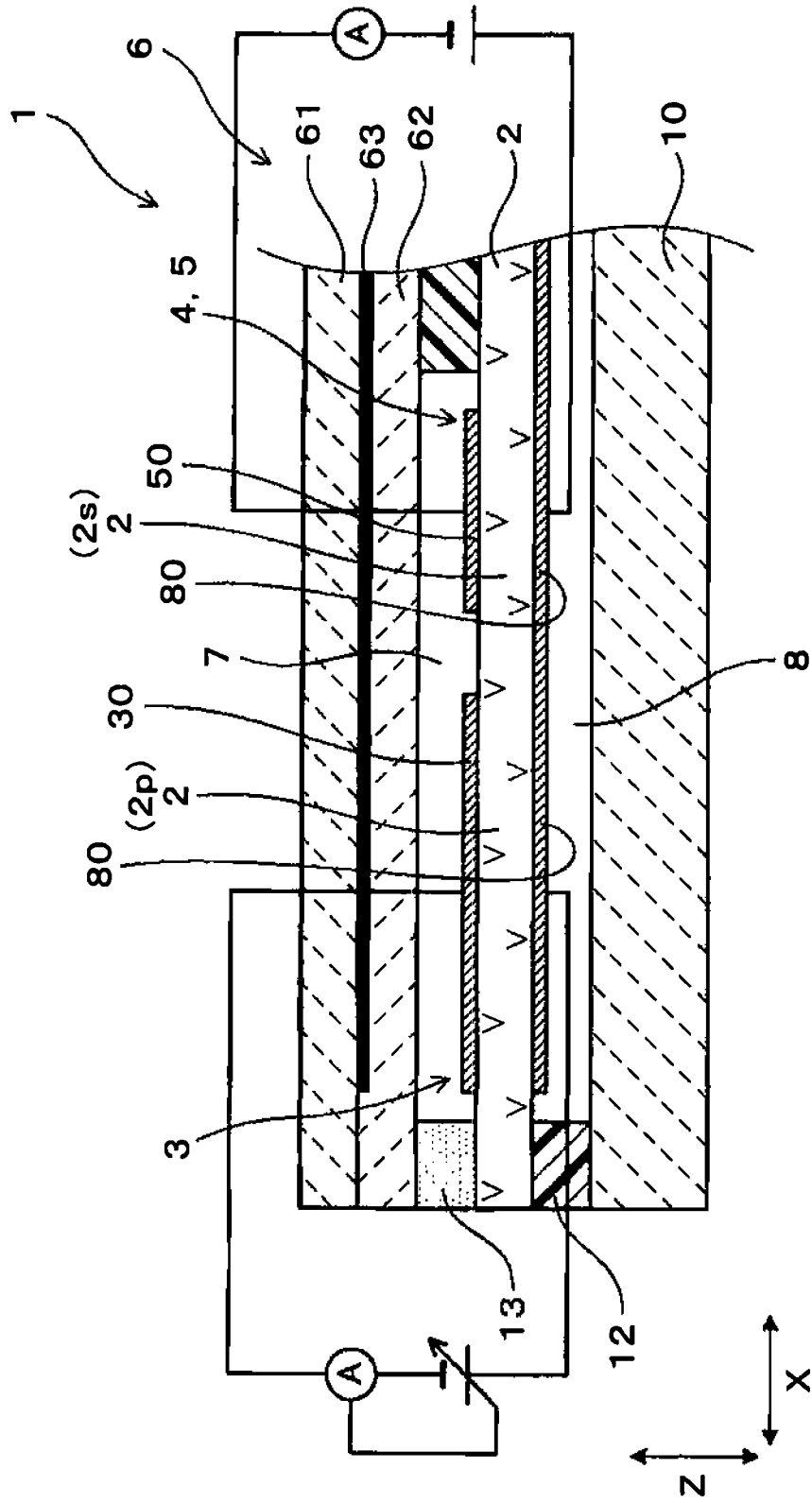


FIG.7(a)

L2 [mm]	d [mm]	L2/d	AUSGABE FEHLER
0.15	0.15	1.0	27.0%
0.30	0.15	2.0	10.0%
0.45	0.15	3.0	2.5%
0.50	0.15	3.3	1.6%
0.60	0.15	4.0	1.0%
0.65	0.15	4.3	1.1%
0.70	0.15	4.7	0.9%
0.90	0.15	6.0	0.8%
1.05	0.15	7.0	0.8%
0.65	0.65	1.0	29.0%
0.65	0.33	2.0	9.0%
0.65	0.22	3.0	2.2%
0.65	0.20	3.3	1.5%
0.65	0.15	4.3	1.0%
0.65	0.10	6.5	0.7%

FIG.7(b)

