



(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/003326**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 003 290.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/018249**

(86) PCT-Anmeldetag: **15.05.2017**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.01.2018**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **14.03.2019**

(51) Int Cl.: **G01N 27/406 (2006.01)**  
**G01N 27/419 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2016-128761                      29.06.2016      JP**

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

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

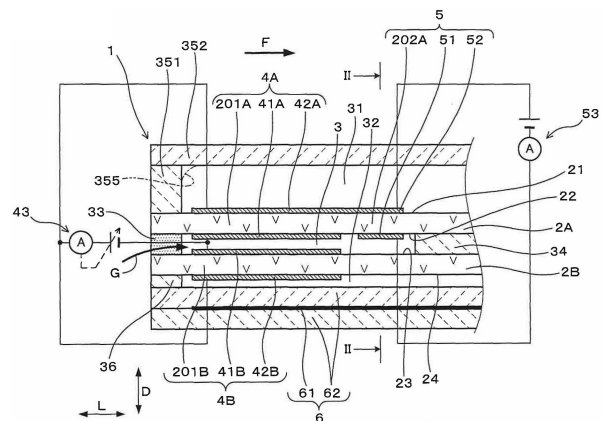
(72) Erfinder:  
**Mizutani, Keisuke, Nisshin-city, Aichi-pref., JP;  
Mizutani, Keigo, Nisshin-city, Aichi-pref., JP;  
Hagino, Shota, Nisshin-city, Aichi-pref., JP;  
Nakato, Mitsunobu, Kariya-city, Aichi-pref., JP;  
Araki, Takashi, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Gassensor**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung stellt einen Gassensor bereit, der in der Lage ist, eine Änderung einer Sensorausgabe durch eine Sensorzelle gering zu halten. Ein Sensorelement (1) eines Gassensors (10) umfasst einen ersten Festelektrolytkörper (2A) und einen zweiten Festelektrolytkörper (2B) mit Sauerstoffionenleitfähigkeit, eine Messgaskammer (3), in die das Messgas (G) eingeleitet wird, eine erste Referenzgaskammer (31) und eine zweite Referenzgaskammer (32), in die das Referenzgas A eingeleitet wird, eine erste Pumpzelle (4A), eine zweite Pumpzelle (4B), eine Sensorzelle (5) und ein Heizgerät (6). Ein Wert (S1/L1), der durch Dividieren einer ersten durchschnittlichen Querschnittsfläche (S1) der ersten Referenzgaskammer (31) durch die erste Länge (L1) erhalten wird, ist größer als der Wert (S2/L2), der durch Dividieren der zweiten durchschnittlichen Querschnittsfläche (S2) der zweiten Referenzgaskammer (32) durch die zweite Länge (L2) erhalten wird.



**Beschreibung**

## Querverweis auf verwandte Anmeldung

**[0001]** Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 2016-128761, eingereicht am 29. Juni 2016, deren Beschreibung hiermit durch Bezugnahme aufgenommen wird.

## Technisches Gebiet

**[0002]** Die vorliegende Offenbarung betrifft einen Gassensor zum Messen der Konzentration einer spezifischen Gaskomponente in einem gemessenen Gas.

## Stand der Technik

**[0003]** Ein Abgassystem eines Verbrennungsmotors verwendet einen Gassensor, der die Konzentration einer bestimmten Gaskomponente wie Sauerstoff und Stickoxid im Abgas als gemessenes Gas misst.

**[0004]** Beispielsweise umfasst ein Sensorelement eines Gassensors, das in Patentliteratur 1 beschrieben ist, zwei Festelektrolytkörper mit Sauerstoffionenleitfähigkeit, eine Messgaskammer, die zwischen zwei Festelektrolytkörpern gebildet ist und in die Messgas eingeleitet wird, zwei Referenzgaskammern, die benachbart zu jedem Festelektrolytkörper gebildet sind und in die Referenzgas eingeführt wird, und ein Heizgerät, das der Außenseite des Festelektrolytkörpers zugewandt ist.

**[0005]** Jeder der Festelektrolytkörper ist mit einer Pumpzelle zum Einstellen der Sauerstoffkonzentration in der Messgaskammer versehen und jeder der Festelektrolytkörper ist mit einer Sensorzelle zum Messen der spezifischen Gaskomponente in dem Messgas versehen, das weiter stromabwärts des Ortes jeder Pumpzelle in Strömungsrichtung des Messgases angeordnet ist. In jeder der Pumpzellen wird zur Messung der spezifischen Gaskomponente in der Sensorzelle nicht benötigter Sauerstoff in jede Referenzgaskammer abgegeben. In der Sensorzelle wird ein Strom von Sauerstoffionen, die durch den Festelektrolytkörper geleitet werden, als Sensorausgabe entsprechend der Konzentration der spezifischen Gaskomponente ausgegeben.

## Quellenangabe

## Patentliteratur

**[0006]** PTL1 JP 2013-88119 A

## Zusammenfassung der Erfindung

**[0007]** Durch Zufall wurde bei dem Gassensor mit der in Patentliteratur 1 oder dergleichen gezeigten

Struktur als Ergebnis intensiver Forschung durch die Erfinder herausgefunden, dass, wenn fettes Gas als gemessenes Gas eingeführt wird, wenn das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Verbrennungsmotors stärker ist als das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis, die Differenz zwischen dem Volumen der Referenzgaskammer, die an den ersten Festelektrolytkörper angrenzt, in dem die Sensorzelle vorgesehen ist, und dem Volumen der Referenzgaskammer, die an den zweiten Festelektrolytkörper angrenzt, in dem die Sensorzelle nicht vorgesehen ist, die Sensorausgabe der Sensorzelle beeinflusst. Als Grund dafür wird angenommen, dass, wenn fettes Gas in den Gassensor eingeleitet wird, ein Unterschied zwischen der Bewegungsmenge von Sauerstoffionen in dem ersten Festelektrolytkörper, der mit der Sensorzelle versehen ist, und der Bewegungsmenge von Sauerstoffionen in dem zweiten Festelektrolytkörper, der nicht mit der Sensorzelle versehen ist, auftritt.

**[0008]** In dem Gassensor von Patentliteratur 1 ist das Volumen der Referenzgaskammer benachbart zu dem ersten Festelektrolytkörper, in dem die Sensorzelle vorgesehen ist gleich dem Volumen der Referenzgaskammer, die an den zweiten Festelektrolytkörper angrenzt, in dem die Sensorzelle nicht vorgesehen ist. Gemäß den Erfindern der vorliegenden Erfindung wurde festgestellt, dass, wenn die Volumina der beiden Referenzgaskammern nicht angemessen gesteuert werden, eine Variation der Sensorausgabe durch die Sensorzelle schwierig zu unterdrücken wird, wenn fettes Gas eingeführt wird.

**[0009]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, einen Gassensor bereitzustellen, der in der Lage ist, eine Änderung der Sensorausgabe durch die Sensorzelle gering zu halten.

**[0010]** Ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist ein Gassensor mit einem Sensorelement zum Messen der Konzentration einer spezifischen Gaskomponente in einem sauerstoffhaltigen Messgas. Das Sensorelement umfasst eine Messgaskammer, in die das Messgas eingeführt wird; eine erste Referenzgaskammer und eine zweite Referenzgaskammer, in die Referenzgas eingeführt wird; einen plattenförmigen ersten Festelektrolytkörper mit Sauerstoffionenleitfähigkeit, der zwischen der ersten Referenzgaskammer und der Messgaskammer angeordnet ist und eine erste Hauptfläche, die der ersten Referenzgaskammer zugewandt ist, und eine zweite Hauptfläche, die der Messgaskammer zugewandt ist, aufweist; einen zweiten Festelektrolytkörper mit Sauerstoffionenleitfähigkeit, der der ersten Referenzgaskammer über die Messgaskammer zugewandt ist und eine erste Hauptfläche, die der ersten Referenzgaskammer zugewandt ist, und eine zweite Hauptfläche, die der zweiten Messgaskammer zugewandt ist, aufweist; eine erste Pumpzelle, die Folgendes umfasst: eine erste Referenzelektrode, die auf der ers-

ten Hauptoberfläche des ersten Festelektrolytkörpers gebildet ist, eine erste Pumpelektrode, die auf der zweiten Hauptfläche des ersten Festelektrolytkörpers gebildet ist, und einen Teil des ersten Festelektrolytkörpers, der zwischen der ersten Referenzelektrode und der ersten Pumpelektrode angeordnet ist, und wobei die erste Pumpzelle die Sauerstoffkonzentration in der Messgaskammer einstellt, indem Strom zwischen der ersten Referenzelektrode und der ersten Pumpelektrode geleitet wird; eine zweite Pumpzelle mit einer zweiten Pumpelektrode, die auf der ersten Hauptoberfläche des zweiten Festelektrolytkörpers gebildet ist, eine zweite Referenzelektrode, die auf der zweiten Hauptoberfläche des zweiten Festelektrolytkörpers gebildet ist, und einen Teil des zweiten Festelektrolytkörpers, der zwischen der zweiten Pumpelektrode und der zweiten Referenzelektrode angeordnet ist, und wobei die zweite Pumpzelle die Sauerstoffkonzentration in der Messgaskammer einstellt, indem Strom zwischen der zweiten Referenzelektrode und der zweiten Pumpelektrode geleitet wird; eine Sensorzelle mit einer dritten Referenzelektrode, die auf der ersten Hauptoberfläche des ersten Festelektrolytkörpers gebildet ist, eine Sensorelektrode, die in Strömungsrichtung des Messgases auf der zweiten Hauptoberfläche des ersten Festelektrolytkörpers weiter stromabwärts der ersten Pumpzelle gebildet ist, und einen Teil des ersten Festelektrolytkörpers, der zwischen der dritten Referenzelektrode und der Sensorelektrode angeordnet ist, und wobei die Sensorzelle eine bestimmte Gaskomponente im gemessenen Gas misst, deren Sauerstoffkonzentration von jeder der Pumpzellen eingestellt wurde, basierend auf dem Strom, der zwischen der dritten Referenzelektrode und der Sensorelektrode fließt; und ein Heizgerät, das der ersten Hauptfläche des ersten Festelektrolytkörpers oder der zweiten Hauptfläche des zweiten Festelektrolytkörpers zugewandt ist.

**[0011]** Ein Wert, der durch Teilen einer ersten durchschnittlichen Querschnittsfläche durch eine erste Länge erhalten wird, wobei die erste durchschnittliche Querschnittsfläche orthogonal zur Strömungsrichtung in der ersten Referenzgaskammer angeordnet ist, wobei die erste Länge, die in Strömungsrichtung in der ersten Referenzgaskammer liegt, größer ist als ein Wert, der durch Teilen einer zweiten durchschnittlichen Querschnittsfläche durch eine zweite Länge erhalten wird, wobei die zweite durchschnittliche Querschnittsfläche orthogonal zur Strömungsrichtung in der zweiten Referenzgaskammer angeordnet ist, wobei die zweite Länge in Strömungsrichtung in der zweiten Referenzgaskammer angeordnet ist.

#### Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

**[0012]** Wenn in dem Sensorelement des Gassensors zwei Pumpzellen unter Verwendung von zwei Festelektrolytkörpern gebildet werden, ist die Sensor-

ausgabe der Sensorzelle zur Stabilisierung konfiguriert.

**[0013]** Insbesondere ist der Wert der Sensorausgabe in der ersten Referenzgaskammer, die der ersten Hauptoberfläche des ersten Festelektrolytkörpers zugewandt ist, in dem die Sensorzelle vorgesehen ist, größer als der Wert der Sensorausgabe in der zweiten Referenzgaskammer, der der zweiten Hauptoberfläche des zweiten Festelektrolytkörpers zugewandt ist, in dem die Sensorzelle nicht vorgesehen ist. Hier ist jeder Wert eine Skala, die anzeigt, wie leicht das Referenzgas in jede Referenzgaskammer eingeleitet werden kann. Jeder Wert nimmt zu, wenn die durchschnittliche Querschnittsfläche jeder Referenzgaskammer zunimmt, und nimmt zu, wenn die Länge jeder Referenzgaskammer zunimmt. Je größer jeder Wert ist, desto einfacher ist es, das Referenzgas in jede Referenzgaskammer einzuführen.

**[0014]** Wenn gemäß der Konfiguration des Sensorelements ein sogenanntes Fettgas als Messgas in die Messgaskammer eingeleitet wird, ist es möglich, eine Abnahme der Sauerstoffkonzentration in der ersten Referenzgaskammer zu verhindern, die der ersten Hauptfläche des ersten Festelektrolytkörpers gegenüberliegt, der mit der Sensorzelle versehen ist. Selbst wenn in den Gassensor eingeführtes Messgas zwischen fettem und magerem Gas schwankt, ist es folglich möglich, Schwankungen in der Sensorausgabe zu unterdrücken, wenn die Konzentration der spezifischen Gaskomponente von der Sensorzelle gemessen wird.

**[0015]** Der Grund, warum die Variation der Sensorausgabe aufgrund der Konfiguration des Sensorelements auf einen kleinen Wert unterdrückt werden kann, ist nicht notwendigerweise klar, jedoch kann das Folgende berücksichtigt werden. Wenn ein fettes Gas, das CO, HC, H<sub>2</sub> oder dergleichen umfasst, in die Messgaskammer eingeleitet wird, wird Sauerstoff von der ersten Pumpzelle und der zweiten Pumpzelle aus der ersten Referenzgaskammer und der zweiten Referenzgaskammer der Messgaskammer zugeführt, um CO und HC im fetten Gas in CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O umzuwandeln. Dann neigt die Sauerstoffkonzentration in der ersten Referenzgaskammer und der zweiten Referenzgaskammer dazu, abzunehmen. Wenn zu diesem Zeitpunkt die Sauerstoffkonzentration in der ersten Referenzgaskammer abnimmt, schwankt das Potential der dritten Referenzelektrode und die Sensorausgabe schwankt.

**[0016]** In der Sensorzelle kann die Zersetzung von NO<sub>x</sub> und die Elektrolyse von H<sub>2</sub>O durchgeführt werden. In diesem Fall werden im ersten Festkörperelektrolyt Sauerstoffionen zum Zeitpunkt der NO<sub>x</sub>-Zersetzung und Sauerstoffionen zum Zeitpunkt der H<sub>2</sub>O-Zersetzung von der Messgaskammer zur ersten Referenzgaskammer geleitet. Wenn zu diesem

Zeitpunkt die Sauerstoffkonzentration in der ersten Referenzgaskammer verringert wird, wird angenommen, dass die Elektrolyse des  $H_2O$  gefördert wird. Deshalb wird in dem Sensorelement der Wert in der ersten Referenzgaskammer größer als der Wert in der zweiten Referenzgaskammer, wodurch eine Abnahme der Sauerstoffkonzentration in der ersten Referenzgaskammer verhindert wird. Bei dieser Konfiguration wird davon ausgegangen, dass die Variation des Potentials der dritten Referenzelektrode minimiert ist, die Elektrolyse des  $H_2O$  in der Sensorzelle verhindert wird und die Variation der Sensorausgabe durch die Sensorzelle minimiert wird.

**[0017]** Wie oben beschrieben, unterdrückt der Gassensor die Variation der Sensorausgabe durch die Sensorzelle.

#### Figurenliste

**[0018]** Die obige Aufgabe, die anderen Aufgaben und Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden aus der folgenden ausführlichen Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen klarer. Die Zeichnungen werden wie folgt beschrieben.

**Fig. 1** ist eine erläuternde Ansicht, die einen Querschnitt eines Sensorelements in einer ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie II-II in **Fig. 1**;

**Fig. 3** ist eine erläuternde Ansicht, die einen Querschnitt eines Sensorelements in der ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 4** ist eine perspektivische Explosionsansicht, die schematisch ein Sensorelement in der ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 5** ist eine Querschnittsansicht eines Gassensors mit einem Sensorelement in der ersten Ausführungsform;

**Fig. 6** ist eine erläuternde Ansicht, die einen Querschnitt eines anderen Sensorelements in der ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 7** ist eine erläuternde Ansicht, die einen Querschnitt eines anderen Sensorelements in der ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 8** ist eine erläuternde Ansicht, die einen Querschnitt eines anderen Sensorelements in der ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 9** ist ein erläuterndes Diagramm, das den Betrieb der Pumpzelle und der Sensorzelle in der ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 10** ist eine erläuternde Ansicht, die einen Querschnitt eines Sensorelements in einer zweiten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 11** ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen dem Verhältnis eines Wertes ( $S1/L1$ ) in der ersten Referenzgaskammer zu einem Wert ( $S2/L2$ ) in der zweiten Referenzgaskammer und dem Abweichungsbetrag der Sensorausgabe in dem Bestätigungstest **1** zeigt; und

**Fig. 12** ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Summe des Wertes ( $S1/L1$ ) und des Wertes ( $S2/L2$ ) und dem Abweichungsbetrag der Sensorausgabe in einem Bestätigungstest **2** zeigt.

#### Beschreibung der Ausführungsformen

##### (Erste Ausführungsform)

**[0019]** Im Folgenden werden Ausführungsformen des Gassensors mit Bezug auf **Fig. 1** bis **Fig. 9** beschrieben.

**[0020]** Der Gassensor **10** der vorliegenden Ausführungsform umfasst ein Sensorelement **1** zum Messen der Konzentration einer spezifischen Gaskomponente in einem sauerstoffhaltigen Messgas **G**. Wie in **Fig. 1** dargestellt, umfasst das Sensorelement **1** einen ersten Festelektrolytkörper **2A** und einen zweiten Festelektrolytkörper **2B** mit Sauerstoffionenleitfähigkeit, eine Messgaskammer **3**, in die das Messgas **G** eingeleitet wird, eine erste Referenzgaskammer **31** und eine zweite Referenzgaskammer **32**, in die das Referenzgas A eingeleitet wird, eine erste Pumpzelle **4A**, die in dem ersten Festelektrolytkörper **2A** vorgesehen ist, eine zweite Pumpzelle **4B**, die in dem zweiten Festelektrolytkörper **2B** vorgesehen ist, eine Sensorzelle **5**, die in dem ersten Festelektrolytkörper **2A** vorgesehen ist, und ein Heizgerät **6** zum Erwärmen des ersten Festelektrolytkörpers **2A** und des zweiten Festelektrolytkörpers **2B**.

**[0021]** Der erste Festelektrolytkörper **2A** ist zwischen der ersten Referenzgaskammer **31** und der Messgaskammer **3** angeordnet. Der erste Festelektrolytkörper **2A** hat eine erste Hauptfläche **21**, die der ersten Referenzgaskammer **31** zugewandt ist, und eine zweite Hauptfläche **22**, die der Messgaskammer **3** zugewandt ist. Der zweite Festelektrolytkörper **2B** ist so angeordnet, dass er dem ersten Festelektrolytkörper **2A** über die Messgaskammer **3** zugewandt ist. Der zweite Festelektrolytkörper **2B** weist eine der Messgaskammer **3** zugewandte erste Hauptfläche **23** und eine der zweiten Referenzgaskammer **32** zugewandte zweite Hauptfläche **24** auf.

**[0022]** Wie in **Fig. 1** gezeigt, umfasst die erste Pumpzelle **4A** Folgendes: eine erste Referenzelektrode **42A**, die auf der ersten Hauptoberfläche **21** des ersten Festelektrolytkörpers **2A** gebildet ist, eine erste Pumpelektrode **41A**, die auf der zweiten Hauptfläche **22** des ersten Festelektrolytkörpers **2A** gebildet ist, und einen Teil **201A** des ersten Festelektro-

lytkörpers, der zwischen der ersten Referenzelektrode **42A** und der ersten Pumpelektrode **41A** angeordnet ist. Die erste Pumpzelle **4A** wird verwendet, um die Sauerstoffkonzentration in der Messgaskammer **3** durch Leiten eines Stroms zwischen der ersten Referenzelektrode **42A** und der ersten Pumpelektrode **41A** einzustellen.

[0023] Die zweite Pumpzelle **4B** umfasst Folgendes: eine zweite Pumpelektrode **41B**, die an einer der ersten Pumpelektrode **41A** zugewandten Position auf der ersten Hauptfläche **23** des zweiten Festelektrolytkörpers **2B** gebildet ist, eine zweite Referenzelektrode **42B**, die auf der zweiten Hauptoberfläche **24** des zweiten Festelektrolytkörpers **2B** gebildet ist, und einen Teil **201B** des zweiten Festelektrolytkörpers, der zwischen der zweiten Pumpelektrode **41B** und der zweiten Referenzelektrode **42B** angeordnet ist. Die zweite Pumpzelle **4B** dient zur Einstellung der Sauerstoffkonzentration **3** in der Messgaskammer durch Durchleiten eines Stroms zwischen der zweiten Referenzelektrode **42B** und der zweiten Pumpelektrode **41B**.

[0024] Wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, umfasst die Sensorzelle **5** Folgendes: eine dritte Referenzelektrode **52**, die auf der ersten Hauptfläche **21** des ersten Festelektrolytkörpers **2A** gebildet ist, eine Sensorelektrode **51**, die in Strömungsrichtung **F** des Messgases **G** stromabwärts der ersten Pumpzelle **4A** auf der zweiten Hauptfläche **22** des ersten Festelektrolytkörpers **2A** gebildet ist, und einen Teil **202A** des ersten Festelektrolytkörpers **2A**, der zwischen der dritten Referenzelektrode **52** und der Sensorelektrode **51** angeordnet ist. Die Sensorzelle **5** wird verwendet, um die Konzentration der spezifischen Gaskomponente in dem gemessenen Gas **G** zu messen, nachdem die Sauerstoffkonzentration durch jede der Pumpzellen **4A** und **4B** eingestellt ist basierend auf dem Strom, der zwischen der dritten Referenzelektrode **52** und der Sensorelektrode **51** fließt. Das Heizgerät **6** ist so angeordnet, dass es der zweiten Hauptoberfläche **24** des zweiten Festelektrolytkörpers **2B** zugewandt ist.

[0025] Wie in **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt, ist ein Wert, der durch Dividieren einer ersten mittleren Querschnittsfläche **S1** senkrecht zu der Strömungsrichtung **F** in der ersten Referenzgaskammer **31** durch eine erste Länge **L1** der Strömungsrichtung **F** in der ersten Referenzgaskammer **31** erhalten wird, als **S1/L1** definiert. Ein Wert, der durch Dividieren der zweiten durchschnittlichen Querschnittsfläche **S2** orthogonal zur Strömungsrichtung **F** in der zweiten Referenzgaskammer **32** durch die zweite Länge **L2** der Strömungsrichtung **F** in der zweiten Referenzgaskammer **32** erhalten wird, ist als **S2/L2** definiert. Zu diesem Zeitpunkt ist **S1/L1** größer als **S2/L2**.

[0026] Als nächstes wird der Gassensor **10** der vorliegenden Ausführungsform ausführlicher beschrieben.

[0027] Wie in **Fig. 5** gezeigt, ist der Gassensor **10** in einem Abgaskanal eines Verbrennungsmotors in einem Fahrzeug angeordnet und wird verwendet und misst die Konzentration von NO<sub>x</sub> (Stickoxiden) als spezifisches Gas, das in dem Abgas enthalten ist, unter Verwendung des durch den Abgaskanal strömenden Abgases als gemessenes Gas **G** und unter Verwendung der Atmosphäre mit konstanter Sauerstoffkonzentration als Referenzgas **A**.

[0028] Der Gassensor **10** umfasst das Sensorelement **1**, das Gehäuse **11**, die Isolatoren **12** und **13**, eine Kontaktklemme **14**, einen Leitungsdraht **15**, eine Abdeckung **16**, eine Buchse **17**, Doppelabdeckungen **18A** und **18B** und dergleichen.

[0029] Das Sensorelement **1** wird von dem Isolator **12** gehalten, und der Isolator **12** wird von dem Gehäuse **11** gehalten. Der Gassensor **10** ist durch ein Gehäuse **11** an dem Abgaskanal befestigt und der Spitzenendabschnitt des Sensorelements **1** ist in dem Abgaskanal angeordnet. Zusätzlich sind die Doppelabdeckungen **18A** und **18B**, die den Spitzenendabschnitt des Sensorelements **1** bedecken, an dem Gehäuse **11** angebracht.

[0030] An der Basisendseite des Isolators **12** ist ein weiterer Isolator vorgesehen, d. h. der Isolator **13**, der eine Kontaktklemme **14** hält. Ein Leiterteil jeder der Elektroden **41A**, **41B**, **42A**, **42B**, **51** und **52** und ein Leiterteil eines Heizelements **61** des Heizgeräts **6** sind zu dem Basisendabschnitt des Sensorelements **1** gezogen und sind mit der Kontaktklemme **14** verbunden. Der mit der Kontaktklemme **14** verbundene Leitungsdraht **15** wird durch die Buchse **17** innerhalb der Abdeckung **16** gehalten, die an einer Basisendseite des Gehäuses **11** angebracht ist.

[0031] Wie in **Fig. 1** und **Fig. 4** gezeigt, sind die Festelektrolytkörper **2A** und **2B** aus plattenförmigem, mit Yttriumoxid stabilisiertem Zirkoniumoxid gebildet. Die Messgaskammer **3** ist so gebildet, dass sie zwischen der zweiten Hauptfläche **22** des ersten Festelektrolytkörpers **2A** und der ersten Hauptfläche **23** des zweiten Festelektrolytkörpers **2B** und den Pumpelektroden **41A**, **41B** angeordnet ist, und die Sensorelektrode **51** ist in der Messgaskammer **3** angeordnet. Die Messgaskammer **3** ist von einer Diffusionswiderstandsschicht **33** umgeben, durch die das Messgas **G** mit einer vorbestimmten Diffusionsrate strömt, und einen Isolator **34** aus Keramik wie Aluminiumoxid oder dergleichen. Die Diffusionswiderstandsschicht **33** ist aus porösen Keramikmaterialien gebildet. Das Messgas **G** passiert die Diffusionswiderstandsschicht **33** und wird in die Messgaskammer **3** eingeführt. Der

Isolator **34** weist eine Einkerbung zur Bildung der Messgaskammer **3** auf.

[0032] Das Sensorelement **1** ist in einer länglichen Form gebildet und die Diffusionswiderstandsschicht **33** ist an dem Spitzenendabschnitt des länglichen Sensorelements **1** vorgesehen. Das Messgas **G** wird von der Diffusionswiderstandsschicht **33** am Spitzenendabschnitt des Sensorelements **1** in die Messgaskammer **3** eingeführt und fließt entlang einer Längsrichtung **L** des länglichen Sensorelements **1** in die Messgaskammer **3**. Die Strömungsrichtung **F** ist eine Richtung von der Spitzenendseite zu der Basisendseite entlang der Längsrichtung **L** des länglichen Sensorelements **1**.

[0033] Die erste Referenzgaskammer **31**, in die das Referenzgas **A** eingeführt wird, ist benachbart zu der ersten Hauptoberfläche **21** des ersten Festelektrolytkörpers **2A** gebildet und die erste Referenzelektrode **42A** und die dritte Referenzelektrode **52** sind in der ersten Referenzgaskammer **31** angeordnet. Die erste Referenzgaskammer **31** ist von Isolatoren **351** und **352** umgeben, die aus Keramik wie Aluminiumoxid oder dergleichen hergestellt sind. Der Isolator **351** weist eine Kerbe zum Bilden der ersten Referenzgaskammer **31** auf. Die zweite Referenzgaskammer **32**, in die das Referenzgas **A** eingeführt wird, ist benachbart zu der zweiten Hauptfläche **24** des zweiten Festelektrolytkörpers **2B** gebildet und die zweite Referenzelektrode **42B** ist in der zweiten Referenzgaskammer **32** angeordnet. Die zweite Referenzgaskammer **32** ist von dem Heizgerät **6** und einem Isolator **36** umgeben, der aus Keramik wie Aluminiumoxid oder dergleichen hergestellt ist. Der Isolator **36** hat eine Kerbe zum Bilden der zweiten Referenzgaskammer **32**.

[0034] Wie in **Fig. 1** gezeigt, ist eine Spannungsanlegeschialtung **43** mit der ersten Pumpzelle **4A** und der zweiten Pumpzelle **4B** verbunden. Die Spannungsanlegeschialtung **43** legt eine Spannung zwischen der ersten Pumpelektrode **41A** und der ersten Referenzelektrode **42A** und zwischen der zweiten Pumpelektrode **41B** und der zweiten Referenzelektrode **42B** an. Die Spannungsanlegeschialtung **43** ist in einer Steuereinheit (SCU) des Gassensors **10** vorgesehen. Die SCU wird gemäß Befehlen von einer Steuereinheit (ECU) des Verbrennungsmotors betrieben. Wenn die Spannungsanlegeschialtung **43** eine Spannung zwischen der Pumpelektrode **41A** und der Referenzelektrode **42A** und zwischen der Pumpelektrode **41B** und der Referenzelektrode **42B** anlegt, wird Sauerstoff in dem Messgas **G**, das mit den Pumpelektroden **41A** und **41B** in Kontakt kommt, zersetzt und Sauerstoffionen werden zu den Referenzelektroden **42A** und **42B** durch die Festelektrolytkörper **2A** bzw. **2B** übertragen, so dass der Sauerstoff in dem Messgas **G** in der Messgaskammer **3** entfernt wird.

[0035] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform haben die erste Pumpelektrode **41A** und die zweite Pumpelektrode **41B** die gleiche Größe und sind in Strömungsrichtung **F** an derselben Position angeordnet. Alternativ dazu können, wie in **Fig. 6** gezeigt, die Position der ersten Pumpelektrode **41A** in Strömungsrichtung **F** und die Position der zweiten Pumpelektrode **41B** in Strömungsrichtung **F** voneinander verschieden sein. Wie in **Fig. 7** gezeigt, können die erste Pumpelektrode **41A** und die zweite Pumpelektrode **41B** beispielsweise unterschiedliche Größen aufweisen.

[0036] Wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, ist eine Stromerfassungsschialtung **53** mit der Sensorzelle **5** verbunden, um einen Strom zu erfassen, der in einem Zustand zwischen den Elektroden **51** und **52** fließt, wobei eine vorbestimmte Spannung zwischen der Sensorelektrode **51** und der dritten Referenzelektrode **52** angelegt wird. Wenn die spezifische Gas Komponente in dem Messgas **G**, das die Sensorelektrode **51** berührt, zersetzt wird, permeieren Sauerstoffionen von der Sensorelektrode **51** zu der dritten Referenzelektrode **52** über den ersten Festelektrolytkörper **2A**, und der Strom wird aufgrund der Sauerstoffionen von der Stromerfassungsschialtung **53** erfasst.

[0037] Die dritte Referenzelektrode **52** der vorliegenden Ausführungsform ist in die erste Referenzelektrode **42A** der ersten Pumpzelle **4A** integriert. Wie in **Fig. 8** gezeigt, kann die dritte Referenzelektrode **52** getrennt von der ersten Referenzelektrode **42A** an einer Position gebildet sein, die der Sensorelektrode **51** zugewandt ist, wobei der erste Festelektrolytkörper **2A** dazwischen angeordnet ist.

[0038] Wie in **Fig. 1** und **Fig. 4** gezeigt, besteht das Heizgerät **6** aus einem Heizelement **61**, das durch Erregung Wärme erzeugt, und einem Keramiksubstrat **62**, in das das Heizelement **61** eingebettet ist. Wenn an das Heizelement **61** des Heizgeräts **6** eine Spannung angelegt wird, erzeugt das Heizelement **61** Wärme und das Sensorelement **1** wird erwärmt. Wenn der Gassensor **10** gestartet wird, werden die Festelektrolytkörper **2A** und **2B**, die Pumpzellen **4A** und **4B** und die Sensorzelle **5** durch Erhitzen aktiviert, das durch das Heizgerät **6** bereitgestellt wird. Wenn der Gassensor **10** verwendet wird, steuert das Heizgerät **6** die Temperatur des Sensorelements **1**. Die an das Heizelement **61** des Heizgeräts **6** angelegte Spannung wird so eingestellt, dass die Temperatur des Sensorelements **1** auf einer vorbestimmten Zieltemperatur gehalten wird.

[0039] Wie in **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt, ist die erste Referenzgaskammer **31** der vorliegenden Ausführungsform in einem Zustand gebildet, in dem das stromaufwärtige Ende der Strömungsrichtung **F** des Messgases **G** durch den Isolator **351** geschlossen ist

und das stromabwärtige Ende in der Strömungsrichtung **F** geöffnet ist. Die zweite Referenzgaskammer **32** ist in einem Zustand gebildet, in dem das stromaufwärtige Ende der Strömungsrichtung **F** des Messgases **G** durch den Isolator **36** geschlossen ist und das stromabwärtige Ende in der Strömungsrichtung **F** geöffnet ist.

**[0040]** Die erste Länge **L1** der ersten Referenzgaskammer **31** der vorliegenden Ausführungsform ist die Länge in Strömungsrichtung **F** der in dem Isolator **351** gebildeten Einkerbung, das heißt, die Länge von der inneren Endfläche des Isolators **351** in der Längsrichtung **L** bis zum Basisende des Isolators **351** (oder des Sensorelements **1**). Die zweite Länge **L2** der zweiten Referenzgaskammer **32** der vorliegenden Ausführungsform ist die Länge in Strömungsrichtung **F** der in dem Isolator **36** gebildeten Einkerbung, das heißt, die Länge von der inneren Endfläche des Isolators **36** in der Längsrichtung **L** bis zum Basisende des Isolators **36** (oder des Sensorelements **1**). Die erste Referenzgaskammer **31** und die zweite Referenzgaskammer **32** der vorliegenden Ausführungsform sind entlang der Längsrichtung **L** linear gebildet, und die erste Länge **L1** und die zweite Länge **L2** sind gleich.

**[0041]** Der Basisendabschnitt von mindestens einer der ersten Referenzgaskammer **31** und der zweiten Referenzgaskammer **32** beispielsweise kann nicht an dem Basisende des Sensorelements **1** gebildet sein, sondern kann an einem Zwischenabschnitt in der Längsrichtung **L** des Sensorelements **1** seitlich geöffnet sein. In diesem Fall kann die erste Länge **L1** oder die zweite Länge **L2** kürzer sein als die andere.

**[0042]** Der Grund, warum die erste durchschnittliche Querschnittsfläche **S1** durch die erste Länge **L1** und die zweite Durchschnittsquerschnittsfläche **S2** durch die zweite Länge **L2** geteilt wird, besteht darin, dass wenn die Längen **L1** und **L2** länger werden, der Widerstand (oder Verlust) gegen das Referenzgas **A**, das in die Referenzgaskammern **31** und **32** strömt, größer wird. Demgemäß werden der Wert **S1/L1**, der durch Dividieren der ersten Durchschnittsquerschnittsfläche **S1** durch die erste Länge **L1** erhalten wird, und der Wert **S2/L2**, der durch Dividieren der zweiten Durchschnittsquerschnittsfläche **S2** durch die zweite Länge **L2** erhalten wird, unter Berücksichtigung des Falles miteinander verglichen, bei dem die erste Länge **L1** und die zweite Länge **L2** unterschiedlich sind, anstatt die erste durchschnittliche Querschnittsfläche **S1** und die zweite durchschnittliche Querschnittsfläche **S2** direkt zu vergleichen.

**[0043]** Wie in **Fig. 2** gezeigt, ist die erste durchschnittliche Querschnittsfläche **S1** der ersten Referenzgaskammer **31** ein Durchschnittswert eines Werts, der durch ein Produkt des Abstands in einer Stapelrichtung **D** zwischen der ersten Hauptfläche **21** des ersten Festelektrolytkörpers **2A** und der In-

nenfläche des Isolators **352** und dem Abstand in einer Breitenrichtung **W** der Kerbe in dem Isolator **351** erhalten wird, ohne die Dicke der ersten Referenzelektrode **42A** zu berücksichtigen. Die zweite durchschnittliche Querschnittsfläche **S2** der zweiten Referenzgaskammer **32** ist ein Durchschnittswert eines Werts, der durch ein Produkt aus der Entfernung in Stapelrichtung **D** zwischen der zweiten Hauptfläche **24** des zweiten Festelektrolytkörpers **2B** und der Innenfläche des Keramiksubstrats **62** und dem Abstand in der Breitenrichtung **W** der Kerbe in dem Isolator **36** erhalten wird, ohne die Dicke der zweiten Referenzelektrode **42B** zu berücksichtigen.

**[0044]** Hier ist die Stapelrichtung **D** eine Richtung, in der die Festelektrolytkörper **2A** und **2B** und die Isolatoren **34**, **351**, **352** und **36** gestapelt sind. Die Breitenrichtung **W** bedeutet eine Richtung orthogonal zur Längsrichtung **L** (oder zur Strömungsrichtung **F** des Messgases **G**) und zur Stapelrichtung **D**.

**[0045]** Der Abstand in Stapelrichtung **D** zwischen der ersten Hauptfläche **21** des ersten Festelektrolytkörpers **2A** und der Innenfläche des Isolators **352** und der Abstand in der Breitenrichtung **W** der Einkerbung im Isolator **351** wird jeweils konstant gemacht. Der Abstand in Stapelrichtung **D** zwischen der zweiten Hauptfläche **24** des zweiten Festelektrolytkörpers **2B** und der Innenfläche des Keramiksubstrats **62** und der Abstand in der Breitenrichtung **W** der Einkerbung im Isolator **36** wird jeweils konstant gemacht.

**[0046]** Die Querschnittsflächen der ersten Referenzgaskammer **31** und der zweiten Referenzgaskammer **32** orthogonal zur Strömungsrichtung **F** sind vorzugsweise konstant, sind jedoch abhängig vom Herstellungsverfahren des Sensorelements **1** nicht notwendigerweise konstant. Wie beispielsweise durch eine strichpunktierte Linie in **Fig. 1** angedeutet, kann ein gekrümmter Eckabschnitt **355** an einer Innenwand gebildet sein, die einen stromaufwärtigen Endabschnitt der Strömungsrichtung **F** in der ersten Referenzgaskammer **31** bildet. Der gekrümmte Eckabschnitt **355** kann ein Abschnitt sein, der gebildet wird, wenn ein Abschnitt, der der ersten Referenzgaskammer **31** entspricht, durch ein Werkzeug oder dergleichen entfernt wird, wenn eine Keramiklage verwendet wird, in die der Isolator **351** und der Isolator **352** integriert sind.

**[0047]** In dem Sensorelement **1** der vorliegenden Ausführungsform beträgt der Wert **S1/L1** in der ersten Referenzgaskammer **31** das 2,6-fache oder mehr und das 70-fache oder weniger als der Wert **S2/L2** in der zweiten Referenzgaskammer **32**. Die Summe von **S1/L1** und **S2/L2** beträgt 0,006 mm oder mehr.

**[0048]** Die erste Länge **L1** der ersten Referenzgaskammer **31** und die zweite Länge **L2** der zweiten Referenzgaskammer **32** betragen vorzugsweise 80 mm

oder weniger, um die Zufuhr des Referenzgases **A** zu den Referenzelektroden **42A**, **42B** und **52** weiter zu fördern.

**[0049]** Als nächstes wird der Betrieb und die Wirkung der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

**[0050]** In dem Sensorelement **1** des Gassensors **10** der vorliegenden Ausführungsform ist der Wert **S1/L1** in der ersten Referenzgaskammer **31**, die der ersten Hauptfläche **21** des ersten Festelektrolytkörpers **2A** gegenüberliegt, der mit der Sensorzelle **5** versehen ist, größer als der Wert **S2/L2** in der zweiten Referenzgaskammer **32**, die der zweiten Hauptoberfläche **24** des zweiten Festelektrolytkörpers **2B** zugewandt ist. Hierbei sind die Werte **S1/L1** und **S2/L2** Maßstäbe, die die Leichtigkeit des Einleitens des Referenzgases **A** in die Referenzgaskammern **31** und **32** anzeigen. Die Werte **S1/L1** und **S2/L2** werden größer, wenn die durchschnittlichen Querschnittsflächen **S1** und **S2** der Referenzgaskammern **31** und **32** größer werden, und werden kleiner, wenn die Längen **L1** und **L2** der Referenzgaskammern **31** und **32** länger werden. Je größer die Werte **S1/L1** und **S2/L2** sind, desto einfacher ist es, das Referenzgas **A** in die Referenzgaskammern **31** und **32** einzuleiten.

**[0051]** Wenn bei der Konfiguration des Sensorelements **1** ein sogenanntes Fettgas als Messgas **G** in die Messgaskammer **3** eingeleitet wird, ist es möglich, eine Abnahme der Sauerstoffkonzentration in der ersten Referenzgaskammer **31** zu verhindern, die der ersten Hauptfläche **21** des ersten Festelektrolytkörpers **2A** gegenüberliegt, der mit der Sensorzelle **5** versehen ist. Selbst wenn das in den Gassensor **10** eingeführte Messgas **G** zwischen fettem und magerem Gas schwankt, ist es folglich möglich, die Schwankungen in der Sensorausgabe zu unterdrücken, wenn die Konzentration der spezifischen Gas-Komponente von der Sensorzelle **5** gemessen wird.

**[0052]** Hier bezieht sich das fette Gas auf ein Abgas in dem Fall, in dem das Luft-Kraftstoff-Verhältnis (L/K), das das Massenverhältnis von Luft zu Kraftstoff in dem Verbrennungsmotor ist, auf der fetteren Seite liegt als das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis, das das Luftverhältnis angibt, wenn der Kraftstoff vollständig verbrannt ist (die Seite, auf der das Kraftstoffverhältnis größer ist). Umgekehrt bezieht sich das Magergas auf Abgas, wenn das Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem Verbrennungsmotor auf der mageren Seite liegt als das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis (die Seite, auf der das Luftverhältnis größer ist). Das Abgas nach der Verbrennung, die von dem fetten Gas oder dem mageren Gas durchgeführt wird, wird als Messgas **G** in den Gassensor **10** eingeleitet.

**[0053]** Der Grund, warum die Variation der Sensorausgabe durch die Konfiguration des Sensorelements **1** gering unterdrückt werden kann, ist nicht notwendigerweise klar, kann jedoch wie folgt betrachtet werden. Wie in **Fig. 9** gezeigt, wenn das fette Gas **G1**, das CO, HC, H<sub>2</sub> oder dergleichen umfasst, in die Messgaskammer **3** eingeführt wird, um CO und HC im fetten Gas **G1** in CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O umzuwandeln, wird Sauerstoff von der ersten Referenzgaskammer **31** und der zweiten Referenzgaskammer **32** der Messgaskammer **3** durch die erste Pumpzelle **4A** und die zweite Pumpzelle **4B** zugeführt, wie durch die Pfeile **T1** und **T2** in **Fig. 9** gezeigt. Dann neigt die Sauerstoffkonzentration in der ersten Referenzgaskammer **31** und der zweiten Referenzgaskammer **32** dazu, abzunehmen. Wenn zu diesem Zeitpunkt die Sauerstoffkonzentration in der ersten Referenzgaskammer **31** abnimmt, schwankt das Potential der dritten Referenzelektrode **52** und die Sensorausgabe schwankt.

**[0054]** In der Sensorzelle **5** kann die Zersetzung von NO<sub>x</sub> und die Elektrolyse von H<sub>2</sub>O durchgeführt werden. In diesem Fall werden in dem ersten Festkörperelektrolytkörper **2A**, wie durch einen Pfeil **T3** in **Fig. 9** gezeigt, Sauerstoffionen zum Zeitpunkt der NO<sub>x</sub>-Zersetzung und Sauerstoffionen zum Zeitpunkt der H<sub>2</sub>O-Zersetzung von der Messgaskammer **3** zur ersten Referenzgaskammer **31** geleitet. Wenn zu diesem Zeitpunkt die Sauerstoffkonzentration in der ersten Referenzgaskammer **31** verringert wird, wird angenommen, dass die Elektrolyse des H<sub>2</sub>O gefördert wird. Daher wird in dem Gassensor **10** der vorliegenden Ausführungsform der Wert **S1/L1** in der ersten Referenzgaskammer **31** größer als der Wert **S2/L2** in der zweiten Referenzgaskammer **32** gemacht. Dadurch wird eine Abnahme der Sauerstoffkonzentration in der ersten Referenzgaskammer **31** verhindert. Bei dieser Konfiguration wird davon ausgegangen, dass das Potential der dritten Referenzelektrode **52** stabilisiert ist, die Elektrolyse des H<sub>2</sub>O in der Sensorzelle **5** unterdrückt wird und die Variation der Sensorausgabe durch die Sensorzelle **5** minimiert gehalten wird.

**[0055]** Durch Aufteilen der Pumpzellen **4A** und **4B** in die erste Pumpzelle **4A** und die zweite Pumpzelle **4B** wird die Bildungslänge der Pumpzellen **4A** und **4B** in Strömungsrichtung **F** verkürzt. Als Ergebnis wird die Zeit verkürzt, bis das Messgas **G**, dessen Sauerstoffkonzentration durch die Pumpelektroden **41A** und **41B** jeder der Pumpzellen **4A** und **4B** eingestellt wurde, die Sensorelektrode **51** der Sensorzelle **5** erreicht, und das Ansprechverhalten der Messung der spezifischen Gaskonzentration im gemessenen Gas **G** kann hoch gehalten werden.

**[0056]** Wie oben beschrieben, kann gemäß dem Gassensor **10** die Variation der Sensorausgabe durch die Sensorzelle **5** auf einen kleinen Pegel un-

terdrückt werden, während das hohe Ansprechverhalten der Messung aufrechterhalten wird.

(Zweite Ausführungsform)

**[0057]** In dieser Ausführungsform ist ein anderer Modus des Heizgeräts **6** gezeigt. In der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich die Anordnungsposition des Heizgeräts **6** von der in der ersten Ausführungsform.

**[0058]** Wie in **Fig. 10** gezeigt, ist das Heizgerät **6** so angeordnet, dass es der ersten Hauptoberfläche **21** des ersten Festelektrolytkörpers **2A** zugewandt ist.

**[0059]** Andere Konfigurationen sind die gleichen wie bei der ersten Ausführungsform. Von den Bezugszeichen, die in der zweiten Ausführungsform und den nachfolgenden Ausführungsformen verwendet werden, bezeichnen dieselben Bezugszeichen wie in den beschriebenen Ausführungsformen die gleichen Komponenten und dergleichen wie in den Ausführungsformen, sofern nichts anderes angegeben ist.

**[0060]** Das Heizgerät **6** in dem Gassensor **10** der vorliegenden Ausführungsform ist so angeordnet, dass er der ersten Hauptfläche **21** des ersten Festelektrolytkörpers **2A** gegenüberliegt, auf der die Sensorzelle **5** gebildet ist. Im Vergleich zu dem Fall der ersten Ausführungsform, in dem das Heizgerät **6** so angeordnet ist, dass es der zweiten Hauptfläche **24** des zweiten Festelektrolytkörpers **2B** gegenüberliegt, in dem die Sensorzelle **5** nicht gebildet ist, kann die Anordnungsposition der Sensorzelle **5** näher an die Anordnungsposition des Heizgeräts **6** gebracht werden und erzeugte Wärme kann, wenn das Heizgerät **6** betrieben wird, zum Zeitpunkt des Startens und Verwendens des Gassensors **10** schnell zur Sensorzelle **5** übertragen werden. Selbst wenn die Umgebungstemperatur des Gassensors **10** vorübergehend schwankt, kann die Temperatur der Sensorzelle **5** folglich leicht innerhalb eines Zieltemperaturbereichs gehalten werden. Infolgedessen wird die Temperaturschwankung der Sensorzelle **5** verhindert und die Messgenauigkeit der spezifischen Gaskonzentration in dem von der Sensorzelle **5** gemessenen Gas **G** kann verbessert werden.

**[0061]** Darüber hinaus können die gleichen Wirkungen wie bei der ersten Ausführungsform erzielt werden.

(Bestätigungstest 1)

**[0062]** Bei diesem Bestätigungstest wurde jede Probe des Gassensors **10** der ersten Ausführungsform vorbereitet und der Abweichungsbetrag der Sensorausgabe wurde gemessen, indem das Verhältnis  $(S1/L1)/(S2/L2)$  des Werts **S1/L1** (mm) in der ersten Referenzgaskammer **31** auf den Wert **S2/L2** (mm) in der

zweiten Referenzgaskammer **32** für jede Probe geändert wurde. Der Abweichungsbetrag der Sensorausgabe bezeichnet den Abweichungsbetrag zwischen der Sensorausgabe jeder Probe und der theoretischen Sensorausgabe, wenn eine bestimmte Gas Komponente im gemessenen Gas **G** gemessen wird. Der Abweichungsbetrag der Sensorausgabe wird innerhalb von  $0,1 \mu\text{A}$  gehalten, so dass die Variation der Sensorausgabe des Gassensors **10** gering unterdrückt werden kann. Bei diesem Bestätigungstest wird der Abweichungsbetrag der Sensorausgabe als absoluter Wert angegeben.

**[0063]** Die Summe  $S1/L1 + S2/L2$  des Wertes **S1/L1** in der ersten Referenzgaskammer **31** und des Wertes **S2/L2** in der zweiten Referenzgaskammer **32** in jeder Probe betrug  $0,008 \text{ mm}$ . Die Summe  $S1 + S2$  der ersten Durchschnittsquerschnittsfläche **S1** der ersten Referenzgaskammer **31** und der zweiten Durchschnittsquerschnittsfläche **S2** der zweiten Referenzgaskammer **32** betrug  $0,36 \text{ mm}^2$  und die erste Länge **L1** der ersten Referenzgaskammer **31** und die zweite Länge **L2** der zweiten Referenzgaskammer **32** betragen  $45 \text{ mm}$ .

**[0064]** Bei diesem Bestätigungstest wurde zunächst jede Probe durch das Heizgerät **6** erhitzt, bis die Temperatur der Sensorzelle **5** jeder Probe  $750 \text{ }^\circ\text{C}$  erreichte. Nachdem sich die Temperatur der Sensorzelle **5** jeder Probe stabilisiert hat, hat das Messgas **G** eine Sauerstoffkonzentration von  $21 \%$ , eine Stickstoffmonoxidkonzentration von  $400 \text{ ppm}$  und der Rest war Stickstoff, der für die verstrichene Zeit von  $0$  bis  $600$  Sekunden der Messgaskammer **3** jeder Probe zugeführt wurde. Als nächstes wurden während der verstrichenen Zeit von  $600$  bis  $1200$  Sekunden das Messgas **G** mit einer Sauerstoffkonzentration von  $0 \%$ , einer Stickstoffmonoxidkonzentration von  $400 \text{ ppm}$ , einer Konzentration von Kohlenmonoxid von  $1,5 \%$ , einer Konzentration von Wasserstoff von  $4 \%$  und der Konzentration von Propan von  $2 \%$  der Messgaskammer **3** jeder Probe zugeführt. Danach wurde das Messgas **G** mit einer Sauerstoffkonzentration von  $21 \%$ , einer Stickstoffmonoxidkonzentration von  $400 \text{ ppm}$  und der Rest Stickstoff erneut der Messgaskammer **3** jeder Probe zugeführt. **Fig. 11** zeigt den Abweichungsbetrag der Sensorausgabe jeder Probe, wenn das Messgas **G** von magerem Gas, fettem Gas und in mageres Gas geändert wird.

**[0065]** Wie in der Figur gezeigt, lag, wenn  $(S1/L1)/(S2/L2)$  das 2,6-fache oder mehr und das 70-fache oder weniger betrug, der Abweichungsbetrag der Sensorausgabe jeder Probe innerhalb des Kriteriums von  $0,1 \mu\text{A}$ . Wenn andererseits  $(S1/L1)/(S2/L2)$  weniger als das 2,6-fache betrug, hat der Abweichungsbetrag der Sensorausgabe jeder Probe das Kriterium von  $0,1 \mu\text{A}$  deutlich überschritten. Der Grund dafür wird darin gesehen, dass der Wert **S1/L1** in der ersten Referenzgaskammer **31** nicht ausreichend größer als

der Wert **S2/L2** in der zweiten Referenzgaskammer **32** ist, so, dass die Sauerstoffkonzentration in der ersten Referenzgaskammer **31** erniedrigt wird und die Elektrolyse des H<sub>2</sub>O in der Sensorzelle **5** auftritt.

**[0066]** Wenn  $(S1/L1)/(S2/L2)$  das 70-fache überschritten hat, hat der Abweichungsbetrag der Sensorausgabe jeder Probe das Kriterium von 0,1 µA überschritten. Der Grund dafür wird darin gesehen, dass die Menge des Referenzgases **A**, das der zweiten Referenzelektrode **42B** zugeführt wird, nicht ausreichend ist, CO in der zweiten Pumpzelle **4B** nicht ausreichend in CO<sub>2</sub> umgewandelt wird, ein Teil des CO die Sensorzelle **5** erreicht, und CO und NO in der Sensorelektrode **51** in der Sensorzelle **5** miteinander reagieren. Ausgehend hiervon wurde herausgefunden, dass  $(S1/L1)/(S2/L2)$  vorzugsweise das 2,6-fache oder mehr und das 70-fache oder weniger beträgt, um zu verhindern, dass die Variation der Sensorausgabe des Gassensors **10** gering ist.

(Bestätigungstest 2)

**[0067]** Bei diesem Bestätigungstest wurde jede Probe des Gassensors **10** der ersten Ausführungsform, bei der die Summe des Wertes **S1/L1** in der ersten Referenzgaskammer **31** und des Wertes **S2/L2** in der zweiten Referenzgaskammer **32** variiert war, vorbereitet und der Abweichungsbetrag der Sensorausgabe für jede Probe wurde gemessen.  $(S1/L1)/(S2/L2)$  betrug das 2,6-fache und die erste Länge **L1** der ersten Referenzgaskammer **31** und die zweite Länge **L2** der zweiten Referenzgaskammer **32** betragen 60 mm. Bei diesem Bestätigungstest wurde die Zufuhr des Messgases **G** zur Messgaskammer **3** sequentiell von Magergas, Fettgas und Magergas auf dieselbe Weise wie im Fall des Bestätigungstests **1** geändert. Der Abweichungsbetrag der Sensorausgabe jeder Probe zu diesem Zeitpunkt ist in **Fig. 12** dargestellt.

**[0068]** Wie in der Figur gezeigt, lag, wenn  $S1/L1 + S2/L2$  0,006 mm oder mehr wurde, der Abweichungsbetrag der Sensorausgabe jeder Probe innerhalb des Kriteriums von 0,1 µA. Wenn dagegen  $S1/L1 + S2/L2$  kleiner als 0,006 mm wurde, überstieg der Abweichungsbetrag der Sensorausgabe jeder Probe deutlich das Kriterium von 0,1 µA. Der Grund dafür wird darin gesehen, dass der Sauerstoffgehalt in der ersten Referenzgaskammer **31** und in der zweiten Referenzgaskammer **32** zum Umwandeln von CO in dem fetten Gas in CO<sub>2</sub> unzureichend ist, und dass die Reaktion zwischen CO und NO an der Sensorelektrode **51** in der Sensorzelle **5** erfolgt. Hieraus wurde herausgefunden, dass  $S1/L1 + S2/L2$  vorzugsweise 0,006 mm oder mehr beträgt, um die Variation der Sensorausgabe des Gassensors **10** klein zu halten.

**[0069]** Obwohl die Offenbarung gemäß Ausführungsformen beschrieben wurde, versteht es sich,

dass die Offenbarung nicht auf solche Ausführungsformen oder Strukturen beschränkt ist. Die vorliegende Offenbarung umfasst verschiedene Modifikationen und Variationen innerhalb des Äquivalenzbereichs. Darüber hinaus sind verschiedene Kombinationen und Formen sowie andere Kombinationen und Formen, die nur ein Element, mehr Elemente oder weniger Elemente umfassen, in den Bereich und den Geist der vorliegenden Offenbarung einbezogen.

**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**

- JP 2016128761 [0001]
- JP 2013088119 A [0006]

**Patentansprüche**

1. Gassensor (10), der ein Sensorelement (1) zum Messen der Konzentration einer spezifischen Gaskomponente in einem sauerstoffhaltigen Messgas (G) umfasst, wobei;  
 das Sensorelement Folgendes umfasst:  
 eine Messgaskammer (3), in die das Messgas eingeleitet wird,  
 eine erste Referenzgaskammer (31) und eine zweite Referenzgaskammer (32), in die das Referenzgas (A) eingeleitet wird;  
 einen plattenförmigen ersten Festelektrolytkörper (2A) mit Sauerstoffionenleitfähigkeit, der zwischen der ersten Referenzgaskammer und der Messgaskammer angeordnet ist und eine erste Hauptfläche (21), die der ersten Referenzgaskammer zugewandt ist, und eine zweite Hauptfläche (22), die der Messgaskammer zugewandt ist, aufweist;  
 einen zweiten Festelektrolytkörper (2B) mit Sauerstoffionenleitfähigkeit, der der ersten Referenzgaskammer über die Messgaskammer zugewandt ist und eine erste Hauptfläche (23), die der ersten Referenzgaskammer zugewandt ist, und eine zweite Hauptfläche (24), die der zweiten Messgaskammer zugewandt ist, aufweist;  
 eine erste Pumpzelle (4A), die Folgendes umfasst:  
 eine erste Referenzelektrode (42A), die auf der ersten Hauptoberfläche des ersten Festelektrolytkörpers gebildet ist, eine erste Pumpelektrode (41A), die auf der zweiten Hauptfläche des ersten Festelektrolytkörpers gebildet ist, und einen Teil (201A) des ersten Festelektrolytkörpers, der zwischen der ersten Referenzelektrode und der ersten Pumpelektrode angeordnet ist, und wobei die erste Pumpzelle die Sauerstoffkonzentration in der Messgaskammer einstellt, indem Strom zwischen der ersten Referenzelektrode und der ersten Pumpelektrode geleitet wird;  
 eine zweite Pumpzelle (4B) mit einer zweiten Pumpelektrode (41B), die auf der ersten Hauptoberfläche des zweiten Festelektrolytkörpers gebildet ist, eine zweite Referenzelektrode (42B), die auf der zweiten Hauptoberfläche des zweiten Festelektrolytkörpers gebildet ist, und einen Teil (201B) des zweiten Festelektrolytkörpers, der zwischen der zweiten Pumpelektrode und der zweiten Referenzelektrode angeordnet ist, und wobei die zweite Pumpzelle die Sauerstoffkonzentration in der Messgaskammer einstellt, indem Strom zwischen der zweiten Referenzelektrode und der zweiten Pumpelektrode geleitet wird;  
 eine Sensorzelle (5) mit einer dritten Referenzelektrode (52), die auf der ersten Hauptoberfläche des ersten Festelektrolytkörpers gebildet ist, eine Sensorelektrode (51), die in Strömungsrichtung (F) des Messgases auf der zweiten Hauptoberfläche des ersten Festelektrolytkörpers weiter stromabwärts der ersten Pumpzelle gebildet ist, und einen Teil (202A) des ersten Festelektrolytkörpers, der zwischen der dritten Referenzelektrode und der Sensorelektrode

angeordnet ist, und wobei die Sensorzelle eine bestimmte Gaskomponente im gemessenen Gas misst, deren Sauerstoffkonzentration von jeder der Pumpzellen eingestellt wurde, basierend auf dem Strom, der zwischen der dritten Referenzelektrode und der Sensorelektrode fließt; und  
 ein Heizgerät (6), das der ersten Hauptfläche des ersten Festelektrolytkörpers oder der zweiten Hauptfläche des zweiten Festelektrolytkörpers zugewandt ist; wobei  
 ein Wert ( $S1/L1$ ), der durch Teilen einer ersten durchschnittlichen Querschnittsfläche ( $S1$ ) durch eine erste Länge ( $L1$ ) erhalten wird, die erste durchschnittliche Querschnittsfläche ( $S1$ ) orthogonal zur Strömungsrichtung in der ersten Referenzgaskammer angeordnet ist, die erste Länge ( $L1$ ), die in Strömungsrichtung in der ersten Referenzgaskammer liegt, größer ist als ein Wert ( $S2/L2$ ), der durch Teilen einer zweiten durchschnittlichen Querschnittsfläche ( $S2$ ) durch eine zweite Länge ( $L2$ ) erhalten wird, die zweite durchschnittliche Querschnittsfläche ( $S2$ ) orthogonal zur Strömungsrichtung in der zweiten Referenzgaskammer angeordnet ist, die zweite Länge ( $L2$ ) in Strömungsrichtung in der zweiten Referenzgaskammer angeordnet ist.#

2. Gassensor nach Anspruch 1, wobei der Wert ( $S1/L1$ ) das 2,6-fache oder mehr und das 70-fache oder niedriger als der Wert ( $S2/L2$ ) ist.

3. Gassensor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Summe des Wertes ( $S1/L1$ ) und des Wertes ( $S2/L2$ ) 0,006 mm oder mehr beträgt.

4. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei ein gekrümmter Eckabschnitt (355) an einer Innenwand gebildet ist, die einen stromaufwärtigen Endabschnitt der Strömungsrichtung in der ersten Referenzgaskammer bildet.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

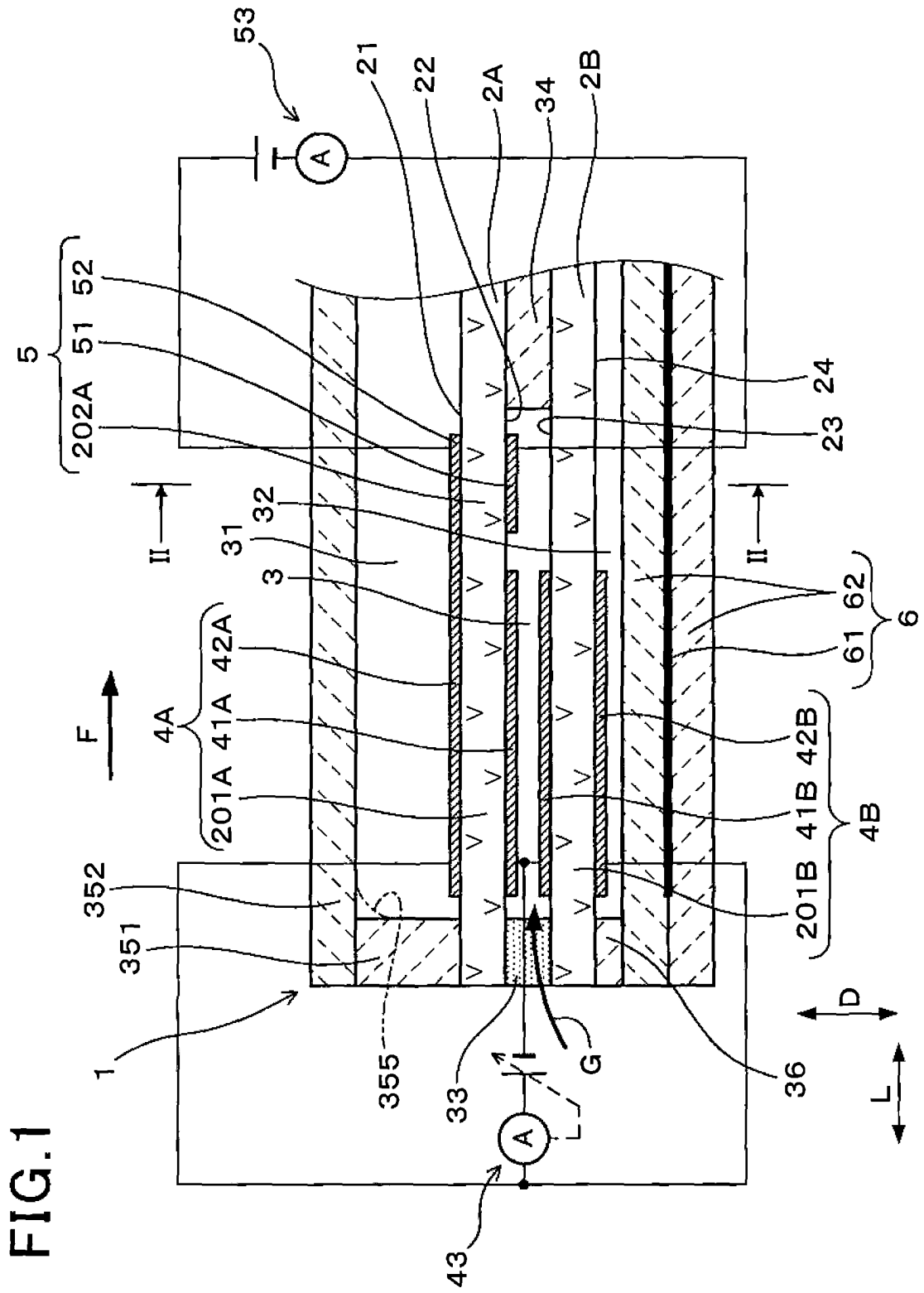
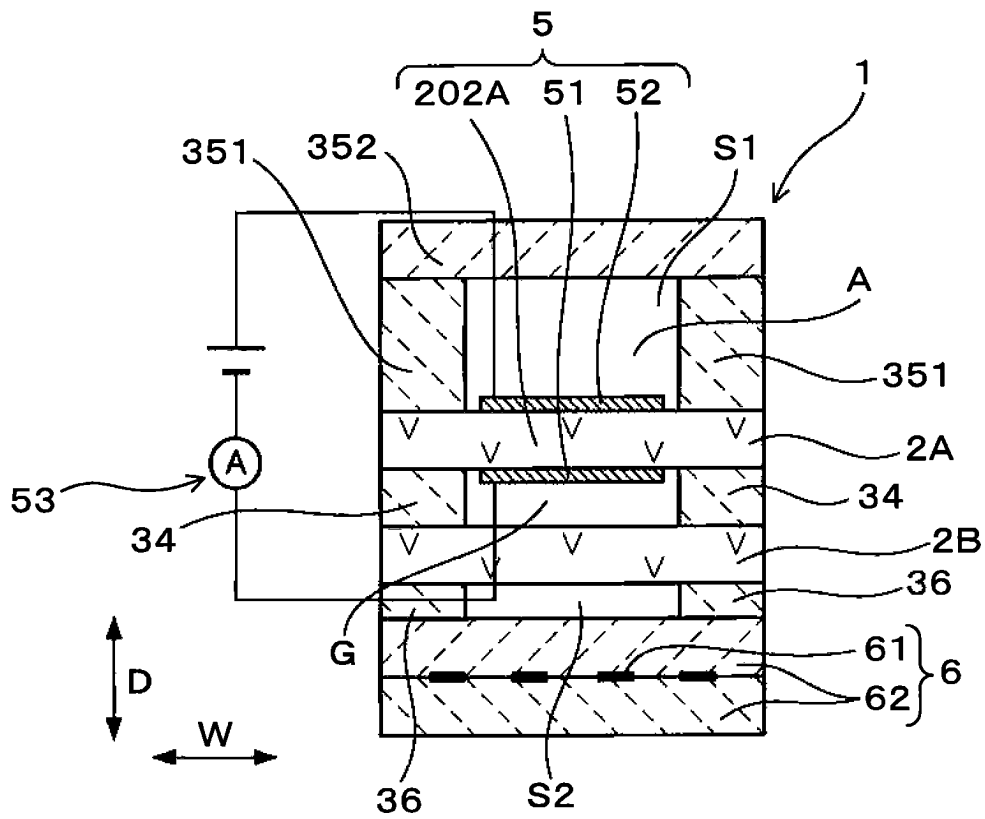


FIG.2



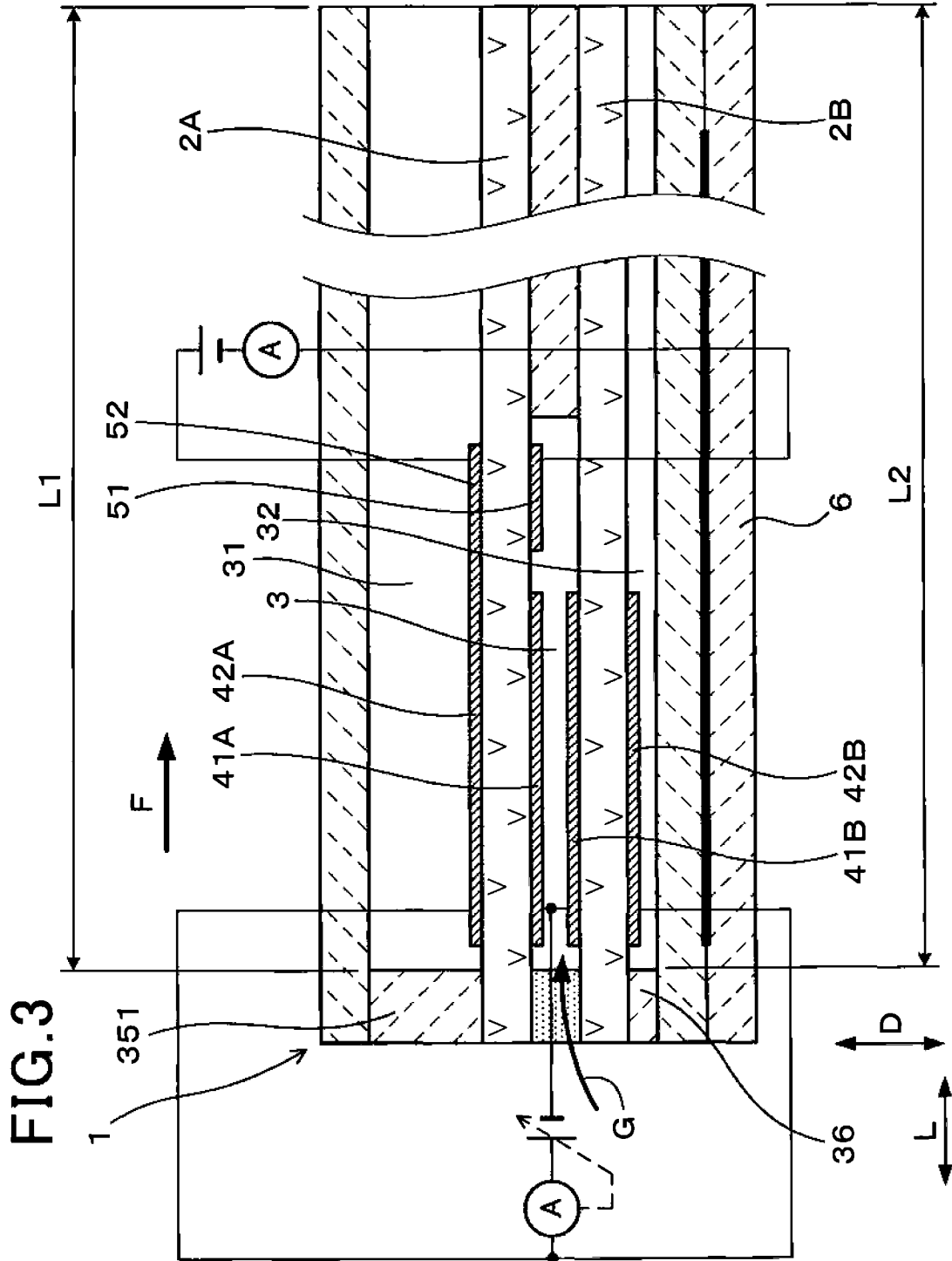


FIG.4

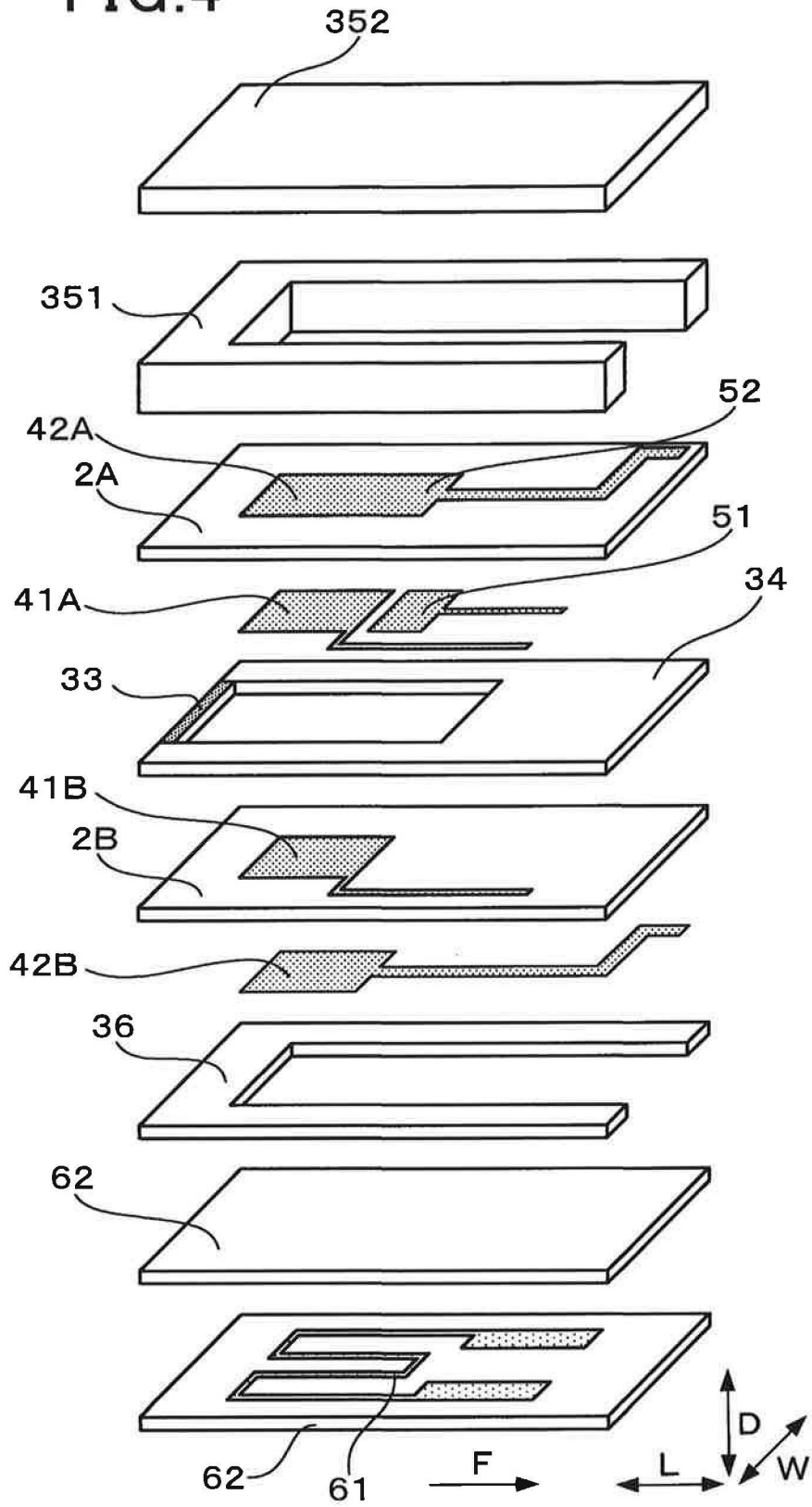


FIG.5

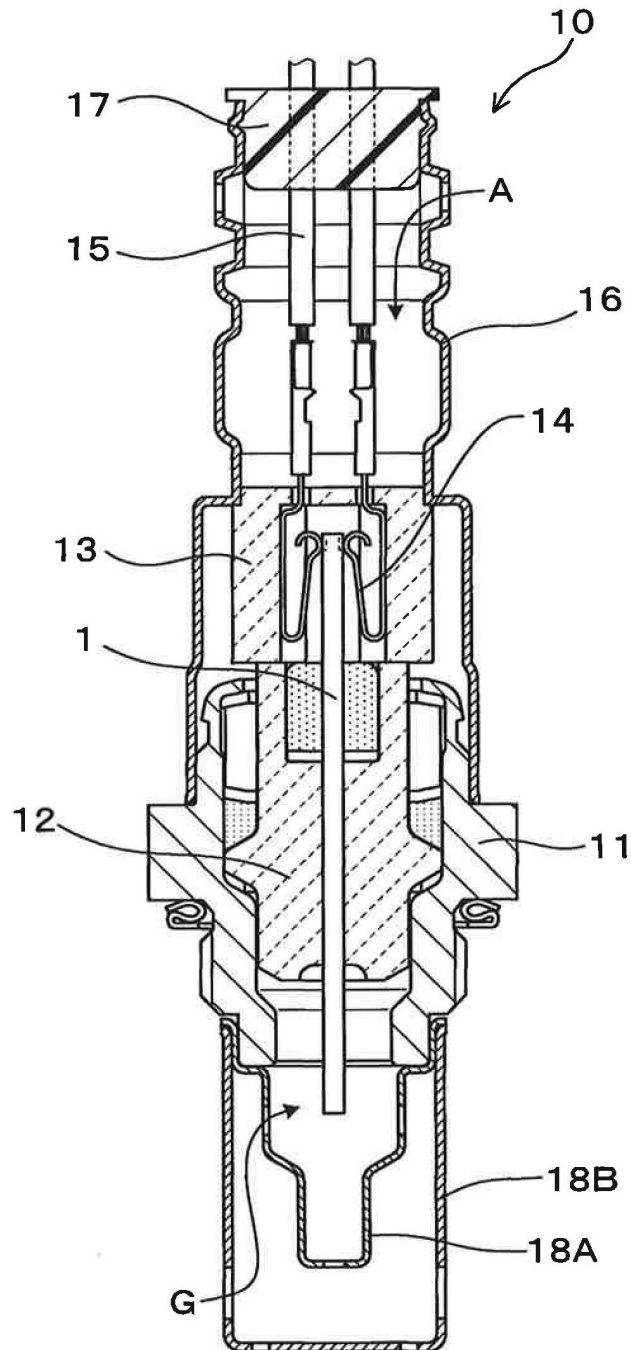


FIG.6

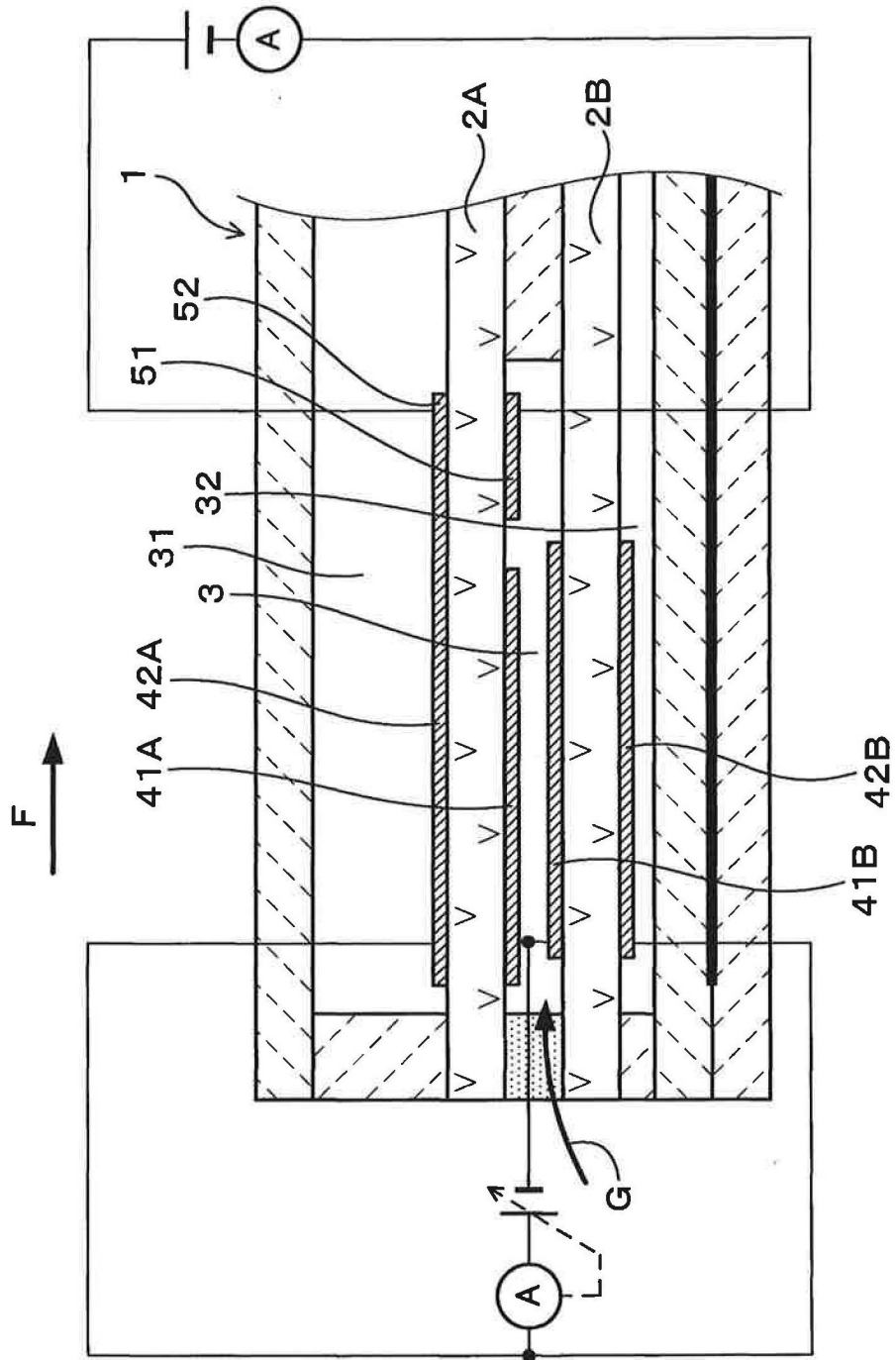


FIG.7

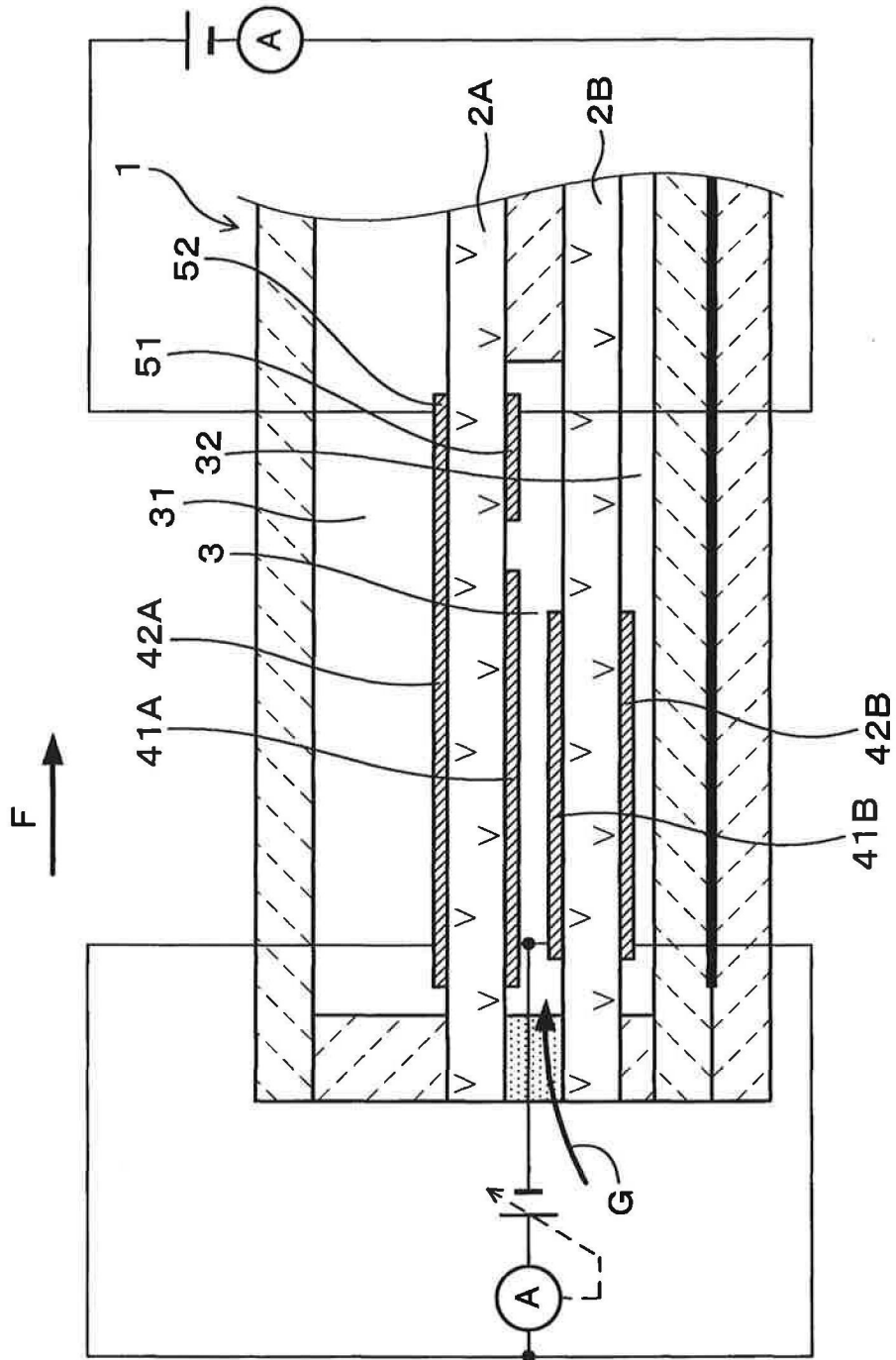
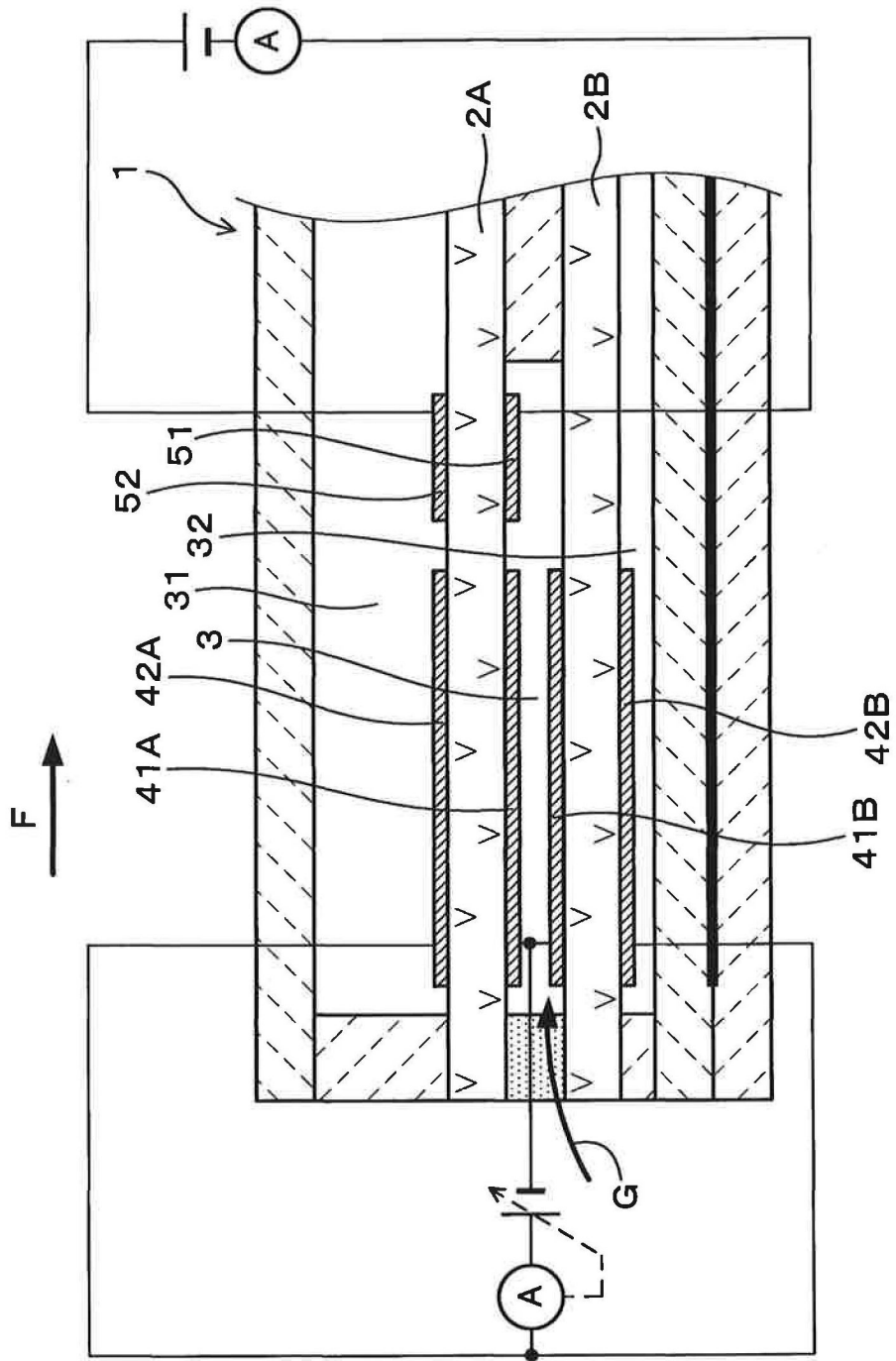


FIG.8



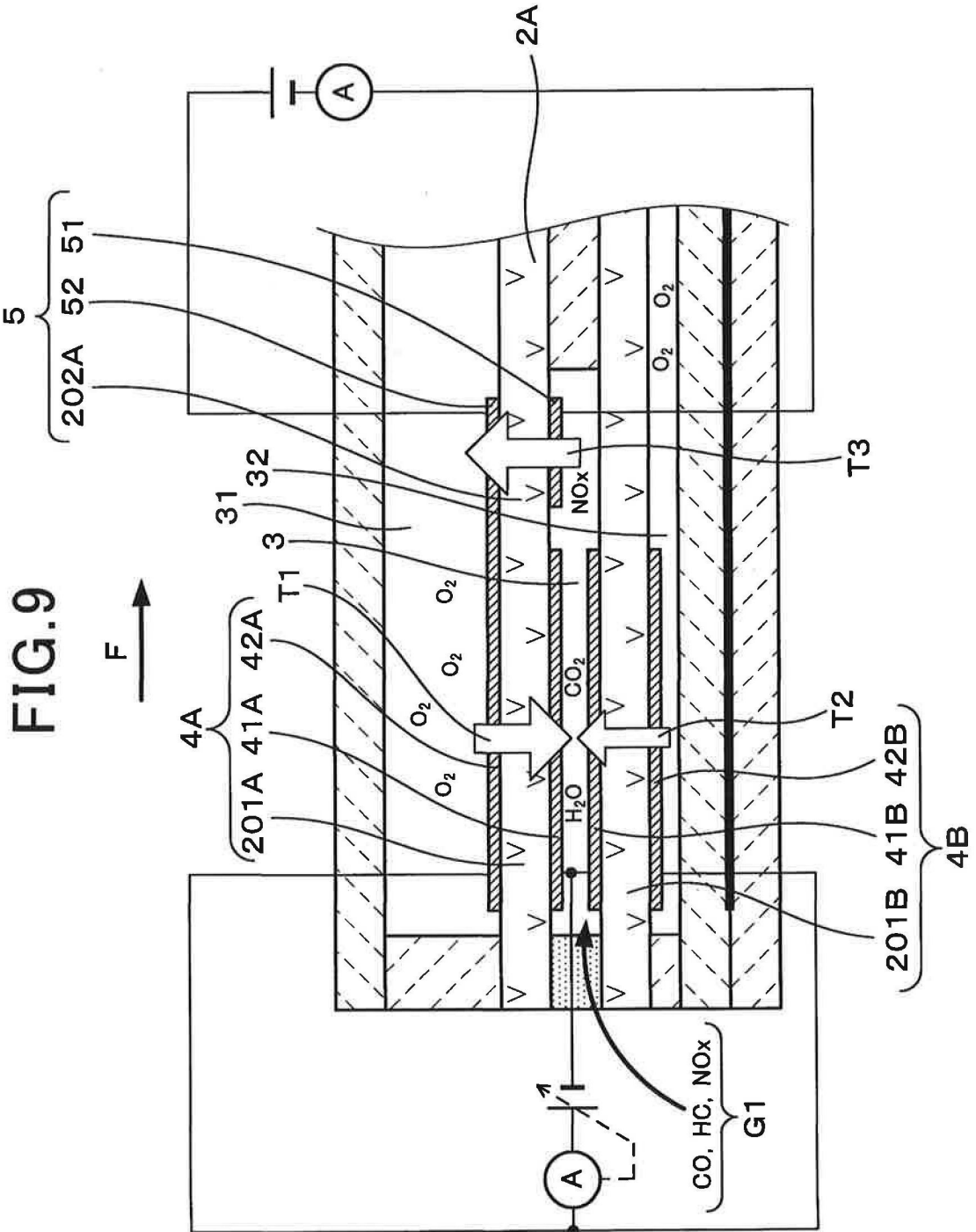




FIG.11

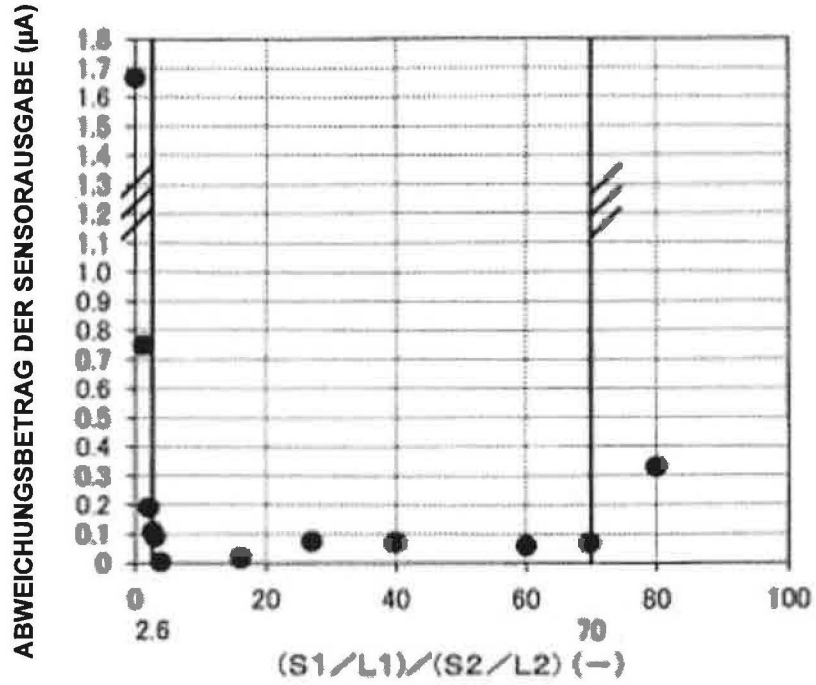


FIG.12

