



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2020/100644**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2019 005 751.0**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2019/043175**
(86) PCT-Anmeldetag: **04.11.2019**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **22.05.2020**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **29.07.2021**

(51) Int Cl.: **G01N 27/407 (2006.01)**
G01N 27/406 (2006.01)
G01N 27/417 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2018-214827 15.11.2018 JP

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

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

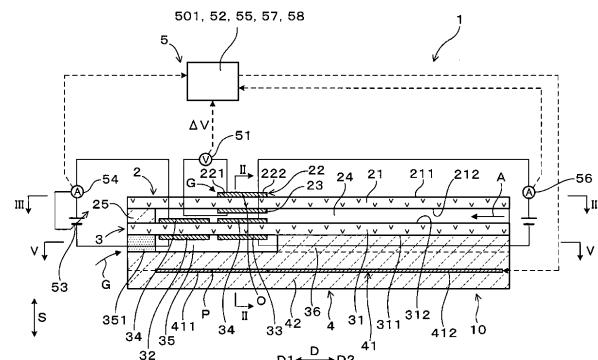
(72) Erfinder:
**Harada, Toshihiko, Nisshin-city, Aichi-pref., JP;
Takizawa, Kensuke, Nisshin-city, Aichi-pref., JP;
Ichikawa, Hiroki, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Gassensor**

(57) Zusammenfassung: Ein Gassensor (1) enthält einen Ammoniakelmentabschnitt (2), eine Heizvorrichtung (4) und einen Potenzialdifferenzfassungsabschnitt (51). Der Potenzialdifferenzfassungsabschnitt (51) erfasst eine Potenzialdifferenz (ΔV) zwischen einer Erfassungselektrode (22) und einer Referenzelektrode (23), wobei die Potenzialdifferenz zwischen der Erfassungselektrode und der Referenzelektrode verursacht wird, wenn eine elektrochemische Reduktionsreaktion von Sauerstoff, der in dem Gas (G), das erfasst werden soll, enthalten ist und eine elektrochemische Oxidationsreaktion von Ammoniak, das in dem Gas (G), das erfasst werden soll, enthalten ist, an der Erfassungselektrode (22) ausgeglichen sind. Die Erfassungselektrode weist ein distales Ende (D1), ein proximales Ende (D2) und eine Mittelposition (O) in der longitudinalen Richtung auf. Der Heizabschnitt (411) weist ein Heizzentrum (P) auf, das angeordnet ist, um einem Versatzpunkt zugewandt zu sein, wobei der Versatzpunkt angeordnet ist, um näher an dem distalen Ende (D1) der Erfassungselektrode zu sein, als es die Mittelposition (O) ist, wobei das Heizzentrum angeordnet ist, um dem Versatzpunkt zugewandt zu sein und dabei verursacht wird, dass sich eine erste Durchschnittstemperatur an einem distalen Endbereich (221) der Erfassungselektrode (22) in der longitudinalen Richtung (D) von einer zweiten Durchschnittstemperatur an einem proximalen Endbereich (222) der Erfassungselektrode (22) in der longitudinalen Richtung (D) unterscheidet.



Beschreibung

Querverweis auf Verwandte Anmeldung

[0001] Diese Anmeldung basiert und beansprucht die Priorität der früheren japanischen Patentanmeldung No. 2018-214827, eingereicht am 15. November 2018, deren Beschreibung hierin durch Bezugnahme vollinhaltlich aufgenommen ist.

Technisches Gebiet

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft einen Gassensor, der ein Erfassungselement enthält.

Hintergrund

[0003] Beispielsweise enthalten Fahrzeuge einen Katalysator zum Reinigen von NOx (Stickoxiden), wie etwa NO und NO₂, in einem Abgas, das von einem Verbrennungsmotor ausgestoßen wird, welcher beispielsweise ein Dieselmotor ist. Der Katalysator ist in einer Abgasleitung angeordnet. Um NOx zu reduzieren, verursacht eine selektive katalytische Reduktion (SCR), welche ein Typ eines Katalysators ist, dass Ammoniak (NH₃), das beispielsweise in einer wässrigen Harnstofflösung enthalten ist, an einem Katalysatorträger anhaftet, sodass Ammoniak und NOx eine chemische Reaktion auf dem Katalysatorträger verursachen, wobei dabei NOx zu Stickstoff (N₂) und Wasser (H₂O) reduziert wird.

[0004] Zusätzlich ist eine Reduzierungsmittelzuführungsvorrichtung, welche ein Reduzierungsmittel, welches in diesem Fall Ammoniak ist, zur selektiven katalytischen Reduktion zuführt, stromaufwärts der selektiven katalytischen Reduktion in der Abgasleitung in der Strömungsrichtung des Abgases angeordnet. Darüber hinaus sind beispielsweise ein NOx Sensor, welcher die Konzentration an NOx im Abgas erfasst, und ein Ammoniak-sensor, welcher die Konzentration von Ammoniak im Abgas erfasst, stromabwärts der selektiven katalytischen Reduktion in der Abgasleitung in der Strömungsrichtung des Abgases angeordnet. Durch Erfassen der Menge an NOx und Ammoniak unter Verwendung des NOx Sensors und des Ammoniaksensors, wird die Reinigungseffizienz für NOx unter Verwendung von Ammoniak verbessert, während die Leckage bzw. das Auslaufen von Ammoniak von der selektiven katalytischen Reduktion verhindert wird.

[0005] Beispielsweise offenbart PTL1 einen Multi-Gassensor, der eine NOx Sensoreinheit, welche den Strom erfasst, der der NOx Konzentrationen entspricht, und eine Ammoniaksensoreinheit, welche auf der äußeren Oberfläche der NOx Sensoreinheit ausgebildet ist, enthält. Der Multi-Gassensor kann die NOx Konzentration und die Ammoniakkonzentration durch einen einzelnen Gassensor messen.

Zitierliste

Patentliteratur

[0006] PTL1 JP 2010-38806 A

Kurzfassung der Erfindung

[0007] Bei dem Ammoniaksensor erhöht sich wahrscheinlich die Empfindlichkeit gegenüber Ammoniak, wenn sich die Temperatur einer Elektrode zum Erfassen von Ammoniak auf einem Festelektrolyt einer Temperatur annähert, die so niedrig wie etwa 400 °C ist. Zudem erhöht sich beim Ammoniaksensor wahrscheinlich die Empfindlichkeit der Elektrode gegenüber Ammoniak durch ermöglichen, dass die Elektrode mit dem Gas, das erfasst werden soll, das Ammoniak enthält, in Kontakt kommt. Daher ist bei dem Multi-Gassensor aus PTL1 die Ammoniaksensoreinheit an einem äußeren Abschnitt des Ammoniaksensors angeordnet und die Temperatur der Ammoniaksensoreinheit wird gesteuert, um nahezu 400 °C zu sein.

[0008] Jedoch ergibt sich das folgende Problem, falls das Gas, das erfasst werden soll, leicht bzw. problemlos gegen die Ammoniaksensoreinheit stoßen kann und die Temperatur der Ammoniaksensoreinheit auf eine niedrige Temperatur gesteuert wird. D. h., falls beispielsweise die Strömungsrate des Gases, das erfasst werden soll, plötzlich schwankt, wird die Ammoniaksensoreinheit rasch abgekühlt, was die Temperatur des Ammoniaksensors ferner auf eine Temperatur unterhalb von etwa 400 °C verringert. Das kann möglicherweise die Temperatur der Ammoniaksensoreinheit verringern, um niedriger als die Betriebstemperatur zu sein. In

diesem Fall kann die Erfassungsgenauigkeit des Multi-Gassensors aus PTL1 beim Erfassen der Ammoniakkonzentration möglicherweise verschlechtert sein.

[0009] Die vorliegende Offenbarung wurde mit dem Bestreben erreicht, einen Gassensor vorzusehen, der die Konzentration eines spezifischen Gasbestandteils im Gas, das erfasst werden soll, in sowohl einem normalen Zustand, als auch in einem Übergangszustand genau erfasst.

[0010] Ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung sieht einen Gassensor vor, der enthält:

einen Erfassungselementabschnitt, der eine längliche Form entlang einer longitudinalen Richtung aufweist, und der ein Festelektrolyt mit einer Sauerstoffionenleitfähigkeit, eine Erfassungselektrode, welche auf einer Oberfläche des Festelektrolyts angeordnet ist und Gas ausgesetzt ist, das erfasst werden soll, und eine Referenzelektrode, die auf der Oberfläche des Festelektrolyts angeordnet ist, enthält;

eine Heizvorrichtung, die einen Heizabschnitt, der mittels Erregung Wärme erzeugt, enthält, wobei die Heizvorrichtung konfiguriert ist, das Festelektrolyt, die Erfassungselektrode und die Referenzelektrode basierend auf der Wärme, die durch den Heizabschnitt erzeugt wird, auf zu heizen; und

einen Potenzialdifferenzfassungsabschnitt, der eine Potenzialdifferenz zwischen der Erfassungselektrode und der Referenzelektrode erfasst, wobei die Potenzialdifferenz zwischen der Erfassungselektrode und der Referenzelektrode verursacht wird, wenn eine elektrochemische Reduktionsreaktion von Sauerstoff, der im Gas, das erfasst werden soll, enthalten ist und eine elektrochemische Oxidationsreaktion eines spezifischen Gasbestandteils, der in dem Gas, das erfasst werden soll, enthalten ist, in der Erfassungselektrode ausgeglichen sind, wobei

die Erfassungselektrode ein distales Ende, ein proximales Ende und eine Mittelposition in der longitudinalen Richtung aufweist; und

der Heizabschnitt ein Heizzentrum aufweist, das so angeordnet, dass es einem Versatzpunkt zugewandt ist,

der Versatzpunkt angeordnet ist, um näher an dem distalen Ende oder dem proximalen Ende der Erfassungselektrode zu sein, als es die Mittelposition ist, wobei das Heizzentrum angeordnet ist, um dem Versatzpunkt zugewandt zu sein, was verursacht, dass sich eine erste Durchschnittstemperatur an einem distalen Endbereich der Erfassungselektrode in der longitudinalen Richtung von einer zweiten Durchschnittstemperatur an einem proximalen Endbereich der Erfassungselektrode in der longitudinalen Richtung unterscheidet.

[0011] Bei dem Gassensor gemäß einem Aspekt ist die Lagebeziehung zwischen der Erfassungselektrode und dem Heizabschnitt der Heizvorrichtung entworfen, sodass sich die Temperatur der Erfassungselektrode zwischen dem distalen Endbereich und dem proximalen Endbereich in der longitudinalen Richtung unterscheidet. Genauer ausgedrückt, ist das Heizzentrum angeordnet, um einem Versatzpunkt zugewandt zu sein, wobei der Versatzpunkt näher an dem distalen Ende oder dem proximalen Ende der Erfassungselektrode ist, als es die Mittelposition ist. Auf diese Weise sind die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich der Erfassungselektrode in der longitudinalen Richtung und die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich der Erfassungselektrode in der longitudinalen Richtung bewusst eingestellt, um unterschiedlich zu sein.

[0012] Mit dieser Konfiguration ist beispielsweise der distale Endbereich oder der proximale Endbereich der Erfassungselektrode auf eine Betriebstemperatur, die die katalytische Aktivität aktiviert, oder auf eine geeignete Temperatur eingestellt, bei welcher die Empfindlichkeit gegenüber dem spezifischen Gasbestandteil sehr gut ist. Der jeweils andere Bereich von dem distalen Endbereich oder dem proximalen Endbereich ist auf eine Temperatur höher als die Betriebstemperatur oder eine Temperatur höher als die geeignete Temperatur eingestellt. In dem normalen Zustand des Gassensors wird die Empfindlichkeit gegenüber dem spezifischen Gasbestandteil in dem Bereich aufrechterhalten, der auf die Betriebstemperatur oder die geeignete Temperatur gesteuert wird. Darüber hinaus liegt in dem Übergangszustand, in welchem die Temperatur des Gassensors (des Erfassungselementes) infolge von beispielsweise einer Verringerung der Temperatur des Gases, das erfasst werden soll, oder einer Erhöhung der Strömungsrate plötzlich verringert wird, während die Temperatur von einem der Bereiche verringert wird, um niedriger als die Betriebstemperatur oder die geeignete Temperatur zu sein, die Temperatur des entsprechend anderen Bereichs bei der Betriebstemperatur oder der geeigneten Temperatur.

[0013] Dies hält zumindest bei einem von dem distalen Endbereich oder dem proximalen Endbereich der Erfassungselektrode die Betriebstemperatur oder die geeigneten Temperatur in sowohl dem normalen Zustand,

als auf dem Übergangszustand aufrecht. Demzufolge erfasst der Gassensor gemäß einem Aspekt die Konzentration des spezifischen Gasbestandteils in dem Gas, das erfasst werden soll, in sowohl dem normalen Zustand, als auch dem Übergangszustand genau.

[0014] Die Erfassungselektrode ist an der Mittelposition in der longitudinalen Richtung in einen distalen Endbereich und einen proximalen Endbereich aufgeteilt, wobei der distale Endbereich angeordnet ist, um näher an dem distalen Ende zu sein, als es der proximale Endbereich ist, und wobei der proximale Endbereich angeordnet ist, um näher an dem proximalen Ende zu sein, als es der distale Endbereich ist. Darüber hinaus bezeichnet „die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich“ den Durchschnittswert von Temperaturen von mehreren Abschnitten am distalen Endbereich und bezeichnet „die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich“ den Durchschnittswert von mehreren Temperaturen von mehreren Abschnitten an dem proximalen Endbereich.

[0015] Bezugszeichen in Klammern, die Bestandteile bei einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung zugeordnet sind, geben den Zusammenhang zwischen Bezugszeichen in den Zeichnungen der Ausführungsformen an und beschränken die Bestandteile nicht auf lediglich den Inhalt der Ausführungsformen.

Figurenliste

[0016] Die Aufgabe, Merkmale, Vorteile und dergleichen der vorliegenden Offenbarung werden mit der folgenden genauen Beschreibung unter Bezugnahme der beigefügten Zeichnungen offensichtlicher. Es zeigt:

Fig. 1 ein Erklärungsdiagramm im Querschnitt, das die Konfiguration eines Gassensors gemäß einer ersten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 2 eine Querschnittsansicht entlang einer Linie II-II aus **Fig. 1**, die ein Sensorelement gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 3 eine Querschnittsansicht entlang einer Linie III-III aus **Fig. 1**, die das Sensorelement gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 4 ein Diagramm, das dem Querschnitt entlang der Linie III-III aus **Fig. 1** entspricht und das ein weiteres Sensorelement gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 5 eine Querschnittsansicht entlang einer Linie V-V aus **Fig. 1**, die das Sensorelement gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 6 ein Erklärungsdiagramm, das die elektrische Konfiguration zeigt, die bei der Erfassung der Konzentration von Ammoniak in einer Sensorsteuerungseinheit gemäß der ersten Ausführungsform eingebunden ist,

Fig. 7 ein Erklärungsdiagramm, das den Zustand, in welchem der Gassensor in einem Verbrennungsmotor angeordnet ist, gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 8 ein Erklärungsdiagramm, das ein Mischpotenzial gemäß der ersten Ausführungsform zeigt, das an einer Erfassungselektrode erzeugt wird;

Fig. 9 ein Erklärungsdiagramm, das das Mischpotenzial gemäß der ersten Ausführungsform zeigt, das an der Erfassungselektrode erzeugt wird, wenn die Konzentration von Ammoniak verändert wird;

Fig. 10 ein Erklärungsdiagramm, das das Mischpotenzial gemäß der ersten Ausführungsform zeigt, das an der Erfassungselektrode erzeugt wird, wenn die Konzentration von Sauerstoff verändert wird;

Fig. 11 ein Erklärungsdiagramm, das das Mischpotenzial gemäß der ersten Ausführungsform zeigt, das an der Erfassungselektrode erzeugt wird, wenn die Temperatur der Erfassungselektrode verändert wird;

Fig. 12 einen Graph, der den Zusammenhang zwischen der Temperatur der Erfassungselektrode und dem Korrekturbetrag der Potenzialdifferenz gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

Fig. 13 ein Erklärungsdiagramm, das das Mischpotenzial gemäß der ersten Ausführungsform zeigt, das in der Erfassungselektrode in einem Fall erzeugt wird, in welchem das Messgas weitere Gase, wie etwa CO und C₃H₈ enthält;

Fig. 14 einen Graph, der den Zusammenhang zwischen der Ammoniakkonzentration und der Potenzialdifferenz gemäß der ersten Ausführungsform zeigt, wenn die Sauerstoffkonzentration verändert wird;

Fig. 15 einen Graph, der den Zusammenhang zwischen der Potenzialdifferenz und der Ammoniakkonzentration nach der Sauerstoffkorrektur gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

Fig. 16 ein Diagramm, das dem Querschnitt entlang der Linie III-III aus **Fig. 1** entspricht und das ein Sensorelement gemäß einer zweiten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 17 ein Diagramm, das dem Querschnitt entlang der Linie III-III aus **Fig. 1** entspricht und das ein weiteres Sensorelement gemäß der zweiten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 18 ein Erklärungsdiagramm im Querschnitt, das die Konfiguration eines Gassensors gemäß einer dritten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 19 eine Querschnittsansicht entlang einer Linie XIX-XIX aus **Fig. 18**, die ein Sensorelement gemäß der dritten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 20 ein Erklärungsdiagramm im Querschnitt, das ein Sensorelement gemäß einer vierten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 21 eine Querschnittsansicht entlang einer Linie XXI-XXI aus **Fig. 20**, die die Konfiguration eines Gassensors gemäß der vierten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 22 einen Graph, der den Zusammenhang zwischen der Temperatur einer Erfassungselektrode und einer Sensorausgabe gemäß dem Verifizierungstest 1 zeigt;

Fig. 23 einen Graph, der den Zusammenhang zwischen der Temperatur der Erfassungselektrode und der Reaktionszeit der Sensorausgabe gemäß dem Verifizierungstest 1 zeigt; und

Fig. 24 einen Graph, der Änderungen bei der Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich und dem proximalen Endbereich der Erfassungselektrode zeigt, wenn ein Zustand von einem normalen Zustand zu einem Übergangszustand gemäß dem Verifizierungstest 2 geändert wird.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0017] Der Gassensor gemäß der bevorzugten Ausführungsformen, die vorher beschrieben wurden, werden mit Bezug zu den Zeichnungen beschrieben.

Erste Ausführungsform

[0018] Wie in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** und **Fig. 5** gezeigt, enthält ein Gassensor **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform einen Erfassungselementabschnitt, welcher bei der vorliegenden Ausführungsform ein Ammoniakelementabschnitt **2** ist, eine Heizvorrichtung **4** und einen Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt **51**. Der Ammoniakelementabschnitt **2** und die Heizvorrichtung **4** stellen einen Teil eines Sensorelements **10** dar. Der Ammoniakelementabschnitt **2** enthält einen für Sauerstoffionen leitfähiges erstes Festelektrolyt **21**, eine Erfassungselektrode (Ammoniakelektrode) **22**, welche an einer ersten Oberfläche **211** des ersten Festelektrolyts **21** angeordnet ist und Gas **G** ausgesetzt ist, das erfasst werden soll und das Sauerstoff (O_2) und Ammoniak (NH_3) enthält, sowie eine Referenzelektrode **23**, welche an einer zweiten Oberfläche **212** des ersten Festelektrolyts **21**, die der ersten Oberfläche **211** entgegengesetzt ist, angeordnet ist. Der Ammoniakelementabschnitt **2** weist eine längliche Form entlang der longitudinalen Richtung **D** auf. Die Heizvorrichtung **4** enthält einen Heizabschnitt **411**, welcher nach einer Erregung Wärme erzeugt, und heizt das erste Festelektrolyt **21**, die Erfassungselektrode **22** und die Referenzelektrode **23** basierend auf der Wärme, die durch den Heizabschnitt **411** erzeugt wird, auf.

[0019] Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 3** gezeigt, erfasst der Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt **51** eine Potenzialdifferenz ΔV zwischen der Erfassungselektrode **22** und Referenzelektrode **23**, die erzeugt wird, wenn eine elektrochemische Reduktionsreaktionen von Sauerstoff, das in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, enthalten ist, und eine elektrochemische Oxidationsreaktion eines spezifischen Gasbestandteils, welcher bei der vorliegenden Ausführungsform Ammoniak ist, der in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, enthalten ist, in der Erfassungselektrode **22** ausgeglichen sind. Die Erfassungselektrode **22** weist ein distales Ende **D1**, ein proximales Ende **D2** und eine Mittelposition **O** in der longitudinalen Richtung auf. Der Heizabschnitt **411** weist ein Heizzentrum **P** auf, das angeordnet ist, um einem Versatzpunkt zugewandt zu sein, wobei der Versatzpunkt angeordnet ist, um näher an dem distalen Ende **D1** der Erfassungselektrode zu sein, als es die Mittelposition **O** ist, wobei das Heizzentrum **P** angeordnet ist, um dem Versatzpunkt zugewandt zu sein, um zu verursachen, dass sich die Durchschnittstemperatur an einem distalen Endbereich **221** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung **D** von der Durchschnittstemperatur an einem proximalen Endbereich **222** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung **D** unterscheidet.

[0020] Der Gassensor **1** der vorliegenden Ausführungsform wird nachstehend im Detail beschrieben.

(Gassensor 1)

[0021] Wien **Fig. 1** gezeigt, ist der Gassensor 1 der vorliegenden Ausführungsform ein Potenzialdifferenzsensor, welcher bei der vorliegenden Ausführungsform ein Mischpotenzialsensor ist. Der Gassensor 1 erfasst die Konzentration von Ammoniak in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, welches Sauerstoff und Ammoniak enthält. Der Gassensor 1 stellt einen Ammoniaksensor dar. Der Potenzialdifferenzfassungsabschnitt 51 der vorliegenden Ausführungsform erfasst die Potenzialdifferenz ΔV zwischen der Erfassungselektrode 22 und Referenzelektrode 23, die erzeugt wird, wenn ein Reduktionsstrom, der durch eine elektrochemischen Reduktionsreaktion von Sauerstoff (im Folgenden vereinfacht als Reduktionsreaktion bezeichnet) verursacht wird und ein Oxidationsstrom, der durch eine elektrochemische Oxidationsreaktion von Ammoniak (im Folgenden vereinfacht als die Oxidationsreaktion bezeichnet) an der Erfassungselektrode 22 gleich sind.

[0022] Es sei bemerkt, dass die Erfassungselektrode 22 des Sensorelements 10 des Gassensors 1 unter Verwendung des Mischpotenzials neben Ammoniak verschiedene spezifische Gasbestandteile erfassen kann. Beispielsweise kann die Erfassungselektrode 22 CO (Kohlenstoffmonoxid), NO (Stickstoffmonoxid), NO₂ (Stickstoffdioxid), N₂O (Distickstoffmonoxid), H₂ (Wasserstoff), H₂O (Wasser) und HC (Kohlenwasserstoffe wie etwa CH₄, C₂H₆, C₃H₈, C₄H₁₀, C₂H₄, C₃H₆, C₄H₈, und C₂H₂) unter Verwendung des Mischpotenzials erfassen.

[0023] Wie in **Fig. 7** gezeigt, erfasst der Gassensor 1 die Konzentration von Ammoniak, das aus einem Katalysator 72, welcher NOx reduziert, in einer Abgasleitung 71 eines Verbrennungsmotors (Motor) 7 eines Fahrzeugs ausströmt. Das Gas **G**, das erfasst werden soll, ist Abgas, das von der Verbrennungsmotor 7 zur Abgasleitung 71 ausgestoßen wird. Die Zusammensetzung des Abgases wird gemäß dem Verbrennungszustand des Verbrennungsmodus 7 verändert. Falls das Massenverhältnis von Luft und Kraftstoff, welches das Luft-Kraftstoff-Verhältnis ist, im Verbrennungsmotor 7 im Vergleich zum stöchiometrischen Luft-Kraftstoff-Verhältnis in einem kraftstoffreichen Zustand ist, wird bei der Zusammensetzung des Abgases das Verhältnis von NOx (Stickoxiden), wie etwa NO, NO₂ und N₂O, verringert, während das Verhältnis von beispielsweise HC (Kohlenwasserstoffe), CO (Kohlenstoffmonoxid) und H₂ (Wasserstoff), die in unverbrannten Gasen enthalten sind, erhöht wird. Falls das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Verbrennungsmotors 7 im Vergleich zum stöchiometrischen Luft-Kraftstoff-Verhältnis in einem kraftstoffarmen Zustand ist, wird bei der Zusammensetzung des Abgases das Verhältnis von NOx erhöht, während das Verhältnis von beispielsweise HC und CO verringert wird. Darüber hinaus ist in einem kraftstoffreichen Zustand wenig Sauerstoff (Luft) in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, enthalten wobei in einem kraftstoffarmen Zustand Sauerstoff (Luft) in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, in einer größeren Menge enthalten ist.

(Katalysator 72)

[0024] Wie in **Fig. 7** gezeigt, ist die Abgasleitung 71 mit dem Katalysator 72, welcher NOx reduziert, und einer Reduzierungsmittelzuführungsvorrichtung 73, welche ein Reduzierungsmittel K, das Ammoniak enthält, zum Katalysator 72 zuführt, vorgesehen. Das Reduzierungsmittel K bei der vorliegenden Ausführungsform ist Ammoniak. Die Menge an Ammoniak, die am Katalysatorträger des Katalysators 72 anhaftet, wird gemäß der Reduktionsreaktion von NOx verringert. Wenn die Menge an Ammoniak, die am Katalysatorträger anhaftet, verringert ist, wird von der Reduzierungsmittelzuführungsvorrichtung 73 zusätzlich Ammoniak zum Katalysatorträger zugeführt. Die Reduzierungsmittelzuführungsvorrichtung 73 ist in der Abgasleitung 71 stromaufwärts des Katalysators 72 in der Strömungsrichtung des Abgases angeordnet und führt Ammoniakgas, das durch Sprühen einer wässrigen Harnstofflösung erzeugt wird, der Abgasleitung 71 zu. Das Ammoniakgas wird durch Hydrolyse von wässriger Harnstofflösung erzeugt. Ein Tank 731 für die wässrige Harnstofflösung ist mit der Reduzierungsmittelzuführungsvorrichtung 73 verbunden.

[0025] Der Verbrennungsmotor 7 der vorliegenden Ausführungsform ist ein Dieselmotor, der die Verbrennung mittels der Selbstzündung von Leichtöl ausführt. Der Katalysator 72 ist eine selektive katalytische Reduktion (SCR), die verursacht, dass NOx (Stickoxide) chemisch mit Ammoniak (NH₃) reagiert, um NOx zu Stickstoff (N₂) und Wasser (H₂O) zu reduzieren.

[0026] Obwohl nicht gezeigt, können Bestandteile, wie etwa ein Oxidationskatalysator (DOC), welcher NO zu NO₂ umwandelt (oxidiert) und beispielsweise CO und HC (Kohlenwasserstoffe) reduziert, und ein Filter (DPF), welcher feine Partikel ansammelt, stromaufwärts des Katalysators 72 in der Abgasleitung 71 angeordnet sein.

(Multi-Gassensor)

[0027] Wie in **Fig. 7** gezeigt, ist der Gassensor **1** der vorliegenden Ausführungsform stromabwärts des Katalysators **72** in der Abgasleitung **71** angeordnet. Sinngemäß ist der Sensorkörper, der das Sensorelement **10** enthält, in der Abgasleitung **71** angeordnet, wobei eine Sensorsteuerungseinheit (SCU) **5**, welche beispielsweise den Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt **51** enthält, woanders angeordnet ist. Der Einfachheit halber wird der Sensorkörper bei der vorliegenden Ausführungsform manchmal als der Gassensor **1** bezeichnet.

[0028] Der Gassensor der vorliegenden Ausführungsform ist als ein Multi-Gassensor (Verbundsensor) ausgebildet, der zusätzlich zur Ammoniakkonzentration die Sauerstoffkonzentration und die NOx Konzentration erfassen kann. Der Gassensor **1** verwendet die Sauerstoffkonzentration, um die Ammoniakkonzentration zu korrigieren. Zusätzlich werden die Ammoniakkonzentration und die NOx Konzentration, die durch den Gassensor **1** erhalten werden, zum Bestimmen des Zeitpunkts verwendet, zu welchem das Reduzierungsmittel K, welches bei der vorliegenden Ausführungsform Ammoniak ist, der Abgasleitung **71** von der Reduzierungsmittelzuführungsvorrichtung **73** durch eine Steuerungsvorrichtung des Verbrennungsmotors **7** zugeführt wird. Die Steuerungsvorrichtung ist eine Motorsteuerungseinheit (ECU) **50**.

[0029] Die Steuerungsvorrichtung enthält neben der Motorsteuerungseinheit **50**, welche den Motor steuert, und der Sensorsteuerungseinheit **5**, welche den Gassensor **1** steuert, verschiedene elektronische Steuerungseinheiten. Die Steuerungsvorrichtung bezieht sich auf verschiedene Computer (Verarbeitungsvorrichtungen).

[0030] Falls der Gassensor das Vorhandensein von NOx in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, erfasst, erfasst die Motorsteuerungseinheit **50**, dass das Ammoniak im Katalysator **72** unzureichend ist und versprüht die wässrige Harnstofflösung durch die Reduzierungsmittelzuführungsvorrichtung **73**, um Ammoniak zum Katalysator **72** zuzuführen. Falls der Gassensor **1** das Vorhandensein von Ammoniak in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, erfasst die Motorsteuerungseinheit **50**, dass das Ammoniak im Katalysator **72** übermäßig ist und beendet das Versprühen der wässrigen Harnstofflösung durch die Reduzierungsmittelzuführungsvorrichtung **73**, um das Zuführen von Ammoniak zum Katalysator **72** zu beenden. Der Katalysator **72** empfängt zur Reduzierung von NOx vorzugsweise weder zu viel noch zu wenig Ammoniak.

[0031] Da die Motorsteuerungseinheit **50** die Zuführung von Ammoniak steuert, treten ein Zustand, in welchem NOx auf geeignete Weise durch Ammoniak reduziert wird, ein Zustand, in welchem das Ausströmen von NOx erhöht wird und ein Zustand, in welchem das Ausströmen von Ammoniak erhöht wird, zu einem unterschiedlichen Zeitpunkt in den Konzentrationsbereichen von NOx und Ammoniak in dem Gas **G**, das erfasst werden soll und das stromabwärts des Katalysators vorhanden ist (eines Katalysatorauslasses **721**) und an einer Position, an welcher der Gassensor **1** angeordnet ist, vorhanden ist, auf.

(Sensorkörper)

[0032] Obwohl nicht gezeigt, enthält der Sensorkörper des Gassensor **1** das Sensorelement **10**, welches die Heizvorrichtung **4** enthält und die Ammoniakkonzentration sowie die NOx Konzentration erfassst, ein Gehäuse, das das Sensorelement **10** trägt und an der Abgasleitung **71** befestigt, eine distale Endabdeckung, die an dem distalen Ende **D1** des Gehäuses befestigt ist und das Sensorelement **10** schützt, und eine proximale Endabdeckung, welche an einem proximalen Ende **D2** des Gehäuses befestigt ist und die elektrische Verdrahtung des Sensorelementes **10** schützt. Wie in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** gezeigt, ist ein Heizteil **41**, welches die Heizvorrichtung **4** darstellt, in dem Sensorelement **10** eingebettet.

(Sensorelement **10**)

[0033] Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, enthält das Sensorelement **10** den Ammoniakelementabschnitt **2** zum Erfassen der Ammoniakkonzentration und einen Sauerstoffelementabschnitt **3** zum Erfassen der Sauerstoffkonzentration und der NOx Konzentration, um den Multi-Gassensor auszubilden. Das Sensorelement **10** enthält das erste Festelektrolyt **21** zum Ausbilden des Ammoniakelementabschnitts **2** und ein zweites Festelektrolyt **31** zum Ausbilden des Sauerstoffelementabschnitts **3**.

[0034] Das erste Festelektrolyt **21** und das zweite Festelektrolyt **31** sind rechteckige Parallelepipede und sind wie eine Platte geformt. Plattenähnlichen Isolierkörper **25**, **36** und **42** sind auf das erste Festelektrolyt **21** und das zweite Festelektrolyt **31** aufgeschichtet. Ein Referenzgaskanal **24**, welcher die Referenzelektrode **23** aufnimmt, ist auf dem Isolierkörper **25** ausgebildet, der zwischen dem ersten Festelektrolyt **21** und dem zweiten Festelektrolyt **31** angeordnet ist. Die Erfassungselektrode **22** ist auf der ersten Oberfläche **211** angeordnet,

welche die äußere Oberfläche des ersten Festelektrolyts **21** ist. Die erste Oberfläche **211** bildet die äußere Oberfläche des Sensorelements **10** aus und ist dem Gas **G**, das erfasst werden soll, ausgesetzt. Die erste Oberfläche **211** des ersten Festelektrolyts **21** ist die vorderste Oberfläche des Sensorelements **10** und empfängt das Gas **G**, das erfasst werden soll und das bei einer vorbestimmten Strömungsrate auftrifft.

[0035] Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 6** gezeigt, enthält der Gassensor **1** der vorliegenden Ausführungsform zusätzlich zum Ammoniakelementabschnitt **2**, der Heizvorrichtung **4** und dem Potenzialdifferenzfassungsabschnitt **51** eine Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52** und einen Erregungssteuerungsabschnitt **58**. Die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52** berechnet die Ammoniakkonzentration des Gases **G**, das erfasst werden soll, die gemäß der Sauerstoffkonzentration basierend auf der Sauerstoffkonzentration des Gases **G**, das erfasst werden soll, und der Potenzialdifferenz ΔV , die durch den Potenzialdifferenzfassungsabschnitt **51** erhalten wird, korrigiert wurde. Der Erregungssteuerungsabschnitt **58** steuert den Erregungsbetrag des Heizteils **41**, sodass die Temperatur der Erfassungselektrode **22** gleich zu einer Soll-Steuerungstemperatur innerhalb des Bereichs von 350 bis 600 °C wird. Zusätzlich verringert, wenn die Soll-Steuerungstemperatur, die durch den Erregungssteuerungsabschnitt **58** gesteuert wird, erhöht wird, die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52** den Korrekturbetrag der Ammoniakkonzentration, wenn sich die Sauerstoffkonzentration um einen vorbestimmten Betrag ändert. Die Heizvorrichtung **4** enthält das Heizteil **41**, welches mittels Erregung Wärme erzeugt.

(Ammoniakelementabschnitt **2**)

[0036] Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, ist das erste Festelektrolyt **21** plattenförmig und aus einem Zirkonia-Material ausgebildet, das die Eigenschaft aufweist, bei einer vorbestimmten Temperatur für Sauerstofionen leitfähig zu sein. Das Zirkonia-Material kann aus verschiedenen Arten von Materialien ausgebildet sein, die Zirkonia als Hauptbestandteil enthalten. Das Zirkonia-Material kann stabilisiertes Zirkonia oder teilweise stabilisiertes Zirkonia, in welchem etwas von dem Zirkonia durch ein Seltene-Erden-Metallelement, wie etwa Yttrium (Yttriumoxid) oder durch ein Erdalkalimetallelement ersetzt ist, sein.

[0037] Die Erfassungselektrode **22** ist aus einem Edelmetallmaterial ausgebildet, das Gold (Au) enthält, welches eine katalytische Aktivität für Ammoniak und Sauerstoff aufweist. Das Edelmetallmaterial der Erfassungselektrode **22** kann beispielsweise aus einer Platinlegierung und Gold, Platinlegierung und Palladium, oder einer Palladiumlegierung und Gold ausgebildet sein. Die Referenzelektrode **23** ist aus einem Edelmetallmaterial ausgebildet, wie etwa Platin (PT), welches eine katalytische Aktivität für Sauerstoff aufweist. Darüber hinaus können die Erfassungselektrode **22** und die Referenzelektrode **23** ein Zirkonia-Material enthalten, das als ein übliches Material dient, das verwendet wird, wenn die Erfassungselektrode **22** und die Referenzelektrode **23** mit dem ersten Festelektrolyt **21** gesintert werden.

[0038] Die erste Oberfläche **211** des ersten Festelektrolyts **21**, die dem Gas **G**, das erfasst werden soll, ausgesetzt ist, bildet die äußerste Oberfläche des Sensorelements **10** des Gassensors **1** aus. Die Erfassungselektrode, die auf der ersten Oberfläche **211** angeordnet ist, ist ausgebildet, um leicht mit dem Gas **G**, das erfasst werden soll, in Kontakt zu kommen. Eine Schutzschicht, die beispielsweise aus einem porösen Keramikkörper ausgebildet ist, ist auf der Oberfläche der Erfassungselektrode **22** bei der vorliegenden Ausführungsform nicht vorgesehen. Das Gas **G**, das erfasst werden soll, kommt mit der Erfassungselektrode **22** ohne eine Diffusionsbegrenzung in Kontakt. Eine Schutzschicht, die die Strömungsrate des Gases **G**, das erfasst werden soll, so gut wie möglich nicht verringert, kann auf der Oberfläche der Erfassungselektrode **22** vorgesehen sein.

[0039] Die Referenzelektrode **23** ist auf der zweiten Oberfläche **212** des ersten Festelektrolyts **21** vorgesehen, um einem Referenzgas A ausgesetzt zu sein, welches bei der vorliegenden Ausführungsform atmosphärische Luft ist. Der Referenzgaskanal (Atmosphären-Luft-Kanal) **24**, welcher die atmosphärische Luft einleitet, ist benachbart zu der zweiten Oberfläche **212** des ersten Festelektrolyts **21** ausgebildet.

(Potenzialdifferenzfassungsabschnitt **51** und Potenzialdifferenz ΔV)

[0040] Wie in **Fig. 1** gezeigt, erfasst der Potenzialdifferenzfassungsabschnitt **51** der vorliegenden Ausführungsform die Potenzialdifferenz ΔV zwischen der Erfassungselektrode **22** und der Referenzelektrode **23**, wenn ein Mischpotenzial an der Erfassungselektrode **22** auftritt. Falls Ammoniak und Sauerstoff in dem Gas **G**, das erfasst werden soll und mit der Erfassungselektrode **22** in Kontakt kommt, vorhanden sind, finden die Oxidationsreaktion von Ammoniak und die Reduktionsreaktion von Sauerstoff gleichzeitig an der Erfassungselektrode **22** statt. Die Oxidationsreaktion von Ammoniak ist typischerweise dargestellt durch $2\text{NH}_3 + 3\text{O}^{2-} \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^-$. Die Reduktionsreaktion von Sauerstoff ist typischerweise dargestellt durch $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{O}^{2-}$. Das Mischpo-

tenzial, das durch Ammoniak und Sauerstoff an der Erfassungselektrode **22** verursacht wird, tritt als Potenzial in einem Fall, in welchen die Oxidationsreaktion (Geschwindigkeit) von Ammoniak und die Reduktionsreaktion (Geschwindigkeit) von Sauerstoff an der Erfassungselektrode **22** gleich sind, auf.

[0041] **Fig. 8** ist ein Diagramm zum Erläutern des Mischpotenzials, das an der Erfassungselektrode **22** auftritt. In **Fig. 8** stellt die horizontale Achse das Potenzial der Erfassungselektrode **22** hinsichtlich der Referenzelektrode **23** dar (Potenzialdifferenz ΔV) und die vertikale Achse stellt den Strom, der entlang der Erfassungselektrode **22** und Referenzelektrode **23** fließt, dar. **Fig. 8** zeigt die Art und Weise, wie sich das Mischpotenzial verändert. **Fig. 8** zeigt eine erste Linie **L1**, welche den Zusammenhang zwischen dem Potenzial und dem Strom darstellt, wenn die Oxidationsreaktion von Ammoniak an der Erfassungselektrode **22** stattfindet, und eine zweite Linie **L2**, welche den Zusammenhang zwischen dem Potenzial und dem Strom darstellt, wenn die Reduktionsreaktion von Sauerstoff an der Erfassungselektrode **22** stattfindet. Die erste Linie **L1** und die zweite Linie **L2** sind beide aufwärtsgerichtete Linien bzw. Linien mit positiver Steigung.

[0042] Falls die Potenzialdifferenz ΔV 0 (null) ist, ist das Potenzial der Erfassungselektrode **22** gleich zum Potenzial der Referenzelektrode **23**. Das Mischpotenzial ist das Potenzial, wenn der Strom auf der positiven Seite der ersten Linie **L1**, welche die Oxidationsreaktion von Ammoniak darstellt, mit dem Strom auf der negativen Seite der zweiten Linie **L2**, welche die Reduktionsreaktion von Sauerstoff darstellt, ausgeglichen ist. Das Mischpotenzial an der Erfassungselektrode **22** wird als Potenzial auf der negativen Seite hinsichtlich der Referenzelektrode **23** erfasst.

[0043] Wie in **Fig. 9** gezeigt, wird, falls die Ammoniakkonzentration in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, erhöht ist, die Steigung θ_a der ersten Linie **L1**, welche die Oxidationsreaktion von Ammoniak darstellt, steiler. In diesem Fall wird das Potenzial, bei welchem der Strom auf der positiven Seite der ersten Linie **L1** und der Strom auf der negativen Seite der Linie **L2** ausgeglichen sind, auf der negativen Seite nach links verschoben. Daher ist, wenn die Ammoniakkonzentration erhöht ist, das Potenzial der Erfassungselektrode **22** hinsichtlich der Referenzelektrode **23** auf der negativen Seite erhöht. Anders ausgedrückt, ist, wenn die Ammoniakkonzentration erhöht ist, die Potenzialdifferenz (Mischpotenzial) ΔV zwischen der Erfassungselektrode **22** und Referenzelektrode **23** erhöht. Da die Potenzialdifferenz ΔV erhöht ist, wenn die Ammoniakkonzentration erhöht ist, kann die Ammoniakkonzentration in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, durch Erfassen der Potenzialdifferenz ΔV erfasst werden.

[0044] Wie in **Fig. 10** gezeigt, wird, falls die Sauerstoffkonzentration in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, erhöht ist, die Steigung θ_s der zweiten Linie **L2**, welche die Reduktionsreaktion von Sauerstoff darstellt, steiler. In diesem Fall wird das Potenzial, bei welchem der Strom auf der positiven Seite der ersten Linie **L1** und der Strom auf der negativen Seite der zweiten Linie **L2** ausgeglichen sind, zu einer Position auf der negativen Seite verschoben, die näher bei null liegt. Daher ist, wenn die Sauerstoffkonzentration erhöht ist, das Potenzial auf der negativen Seite der Erfassungselektrode **22** hinsichtlich der Referenzelektrode **23** verringert. Anders ausgedrückt, ist, wenn die Sauerstoffkonzentration erhöht ist, die Potenzialdifferenz (Mischpotenzial) ΔV zwischen der Erfassungselektrode **22** und Referenzelektrode **23** verringert. Daher wird die Erfassungsgenauigkeit der Ammoniakkonzentration durch Korrigieren der Potenzialdifferenz ΔV oder der Ammoniakkonzentration, in dem sie entsprechend erhöht wird, wenn sich die Sauerstoffkonzentration erhöht, verbessert.

(Temperatur der Erfassungselektrode **22** und Potenzialdifferenz ΔV)

[0045] Wie in **Fig. 11** gezeigt, wird, falls die Temperatur der Erfassungselektrode **22** (und des Ammoniakelementabschnitts **2**) erhöht ist, die Steigung θ_a der ersten Linie **L1**, welche die Oxidationsreaktion von Ammoniak darstellt, steiler, wobei die Steigung θ_s der zweiten Linie **L2**, welche die Reduktionsreaktion von Sauerstoff darstellt, ebenfalls steiler wird. **Fig. 11** zeigt einen Fall, in welchen die Temperatur der Erfassungselektrode **22** von 450 °C auf 500 °C geändert wird. Falls die Temperatur der Erfassungselektrode **22** erhöht ist, sind der Oxidationsstrom, der durch die Oxidationsreaktion von Ammoniak verursacht wird, und der Reduktionsstrom, der durch die Reduktionsreaktion von Sauerstoff verursacht wird, erhöht, wobei die Potenzialdifferenz (Mischpotenzial) ΔV verringert ist. Falls die Temperatur der Erfassungselektrode **22** verringert ist, tritt eine gegensätzliche Änderung zu dem vorherigen auf.

[0046] **Fig. 11** zeigt auch Änderungen bei der Potenzialdifferenz (Mischpotenzial) ΔV , wenn die Sauerstoffkonzentration von 5 % (% nach Volumen) auf 10 % für Fälle erhöht wird, in welchen die Temperatur der Erfassungselektrode **22** 450 °C und 500 °C beträgt. Falls die Sauerstoffkonzentration erhöht ist, ist die Potenzialdifferenz (Mischpotenzial) ΔV verringert, wie vorher beschrieben. Der Änderungsbetrag der Potenzialdifferenz (Mischpotenzial) ΔV , die verringert ist, wenn die Sauerstoffkonzentration von 5 % auf 10 % in einem Fall, in

welchem die Temperatur der Erfassungselektrode **22** 450 °C ist, geändert wird, ist größer als der Änderungsbetrag der Potenzialdifferenz (Mischpotenzial) ΔV , die verringert wird, wenn die Sauerstoffkonzentration von 5 % auf 10 % in einem Fall, in welchem die Temperatur der Erfassungselektrode **22** 500 °C ist, geändert wird.

[0047] Anders ausgedrückt, je höher die Temperatur der Erfassungselektrode **22** ist, desto kleiner wird der Änderungsbetrag der Potenzialdifferenz (Mischpotenzial) ΔV , wenn die Sauerstoffkonzentration verändert wird. Basierend darauf verringert die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52** den Korrekturbetrag der Ammoniakkonzentration entsprechend dem Änderungsbetrag der Sauerstoffkonzentration, wenn die Temperatur der Erfassungselektrode **22** erhöht ist, d. h., wenn die Soll-Steuerungstemperatur des Erregungssteuerungsabschnitts **58** erhöht ist.

[0048] **Fig. 12** zeigt, wie stark die Ammoniakkonzentration durch die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52** gemäß den Änderungen in der Sauerstoffkonzentration korrigiert wurde, wenn die Sauerstoffkonzentration des Gases **G**, das erfasst werden soll, von 5 % auf 10 % in einem Fall, in welchem sich die Temperatur der Erfassungselektrode **22** bei einer vorbestimmten Temperatur zwischen 400 bis 600 °C befindet, geändert wurde. Der Korrekturbetrag der Ammoniakkonzentration ist als Korrekturbetrag [mV] der Potenzialdifferenz ΔV angegeben. Der Korrekturbetrag der Potenzialdifferenz ΔV ist in diesem Fall ein Korrekturbetrag, wenn die Sauerstoffkonzentration erhöht ist sowie ein Korrekturbetrag, der die Potenzialdifferenz ΔV erhöht.

[0049] In **Fig. 12** wird das Gas **G**, das erfasst werden soll und das zur Erfassungselektrode **22** zugeführt wird, von einem Zustand, in welchem 5 % (% nach Volumen) an Sauerstoff und 100 ppm Ammoniak in Stickstoff enthalten sind, zu einem Zustand, in welchem 10 % an Sauerstoff und 100 ppm Ammoniak in Stickstoff enthalten sind, geändert. Das Gas **G**, das erfasst werden soll, wird mit einer Strömungsrate von 500 ml/min zur Erfassungselektrode **22** zugeführt. Die Referenzelektrode **23** wird mit der atmosphärischen Luft in Kontakt gebracht.

[0050] Falls die Temperatur der Erfassungselektrode **22** so niedrig wie etwa 400 °C ist, ist der Korrekturbetrag der Potenzialdifferenz ΔV (Ammoniakkonzentration), wenn die Sauerstoffkonzentration um einen vorbestimmten Betrag geändert wird, (entsprechend dem Änderungsbetrag des Sauerstoffkonzentration) relativ groß. Falls die Temperatur der Erfassungselektrode **22** so hoch wie etwa 550 °C ist, ist der Korrekturbetrag der Potenzialdifferenz ΔV (Ammoniakkonzentration), wenn die Sauerstoffkonzentration um einen vorbestimmten Betrag geändert wird, (entsprechend dem Änderungsbetrag des Sauerstoffkonzentration) relativ klein. Es sei bemerkt, dass, da die Potenzialdifferenz ΔV die Ammoniakkonzentration angibt, das Korrigieren der Potenzialdifferenz ΔV und das Korrigieren der Ammoniakkonzentration das gleiche bedeuten.

[0051] Bei dem Gassensor **1** der vorliegenden Ausführungsform steuert der Erregungssteuerungsabschnitt **58** die Temperatur der Erfassungselektrode **22** auf eine Temperatur innerhalb eines Temperaturbereichs von 350 bis 600 °C. Falls die Erfassungselektrode **22** innerhalb des Temperaturbereichs von 350 bis 600 °C ist, ist die Genauigkeit beim Berechnen der Ammoniakkonzentration durch Vornehmen einer Korrektur gemäß der Sauerstoffkonzentration erhöht. Anders ausgedrückt, die Erfinder haben herausgefunden, dass die Anforderung, dass die Temperatur der Erfassungselektrode **22** innerhalb des Temperaturbereichs von 350 bis 600 °C ist, für den Mischpotenzial-Gassensor **1**, welcher die Ammoniakkonzentration durch Vornehmen einer Korrektur gemäß der Sauerstoffkonzentration erhält, absolut notwendig ist.

[0052] **Fig. 13** zeigt den Einfluss von anderen Gasen auf die Potenzialdifferenz (Mischpotenzial) ΔV , falls in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, Gase vorliegen, die anders als Ammoniak und Sauerstoff sind, wie etwa CO, NO und Kohlenwasserstoffe (wie etwa C_3H_8). **Fig. 13** zeigt einen Fall, in welchem die anderen Gase Co und C_3H_8 sind. In **Fig. 13** strebt, falls in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, Sauerstoff, CO und C_3H_8 vorliegen, der Strom auf der negativen Seite der zweiten Linie **L2**, welche die Reduktionsreaktion von Sauerstoff darstellt, danach, sich mit dem Strom auf der positiven Seite der ersten Linie **L1**, welche die Oxidationsreaktion von Ammoniak darstellt, auszugleichen, wobei sie ferner danach strebt, sich mit dem Strom auf der negativen Seite von dritten Linien **L3**, welche die Reduktionsreaktionen von anderen Gasen, wie etwa CO und C_3H_8 , darstellen, auszugleichen.

[0053] Da das Potenzial auf der negativen Seite, das durch CO und C_3H_8 verursacht wird, kleiner als das Potenzial auf der negativen Seite, das durch Ammoniak verursacht wird, ist, ist ein Mischpotenzial $\Delta V2$, bei welchem die Reduktionsreaktion von Sauerstoff und die Oxidationsreaktion von CO und C_3H_8 ausgeglichen sind, niedriger als das Mischpotenzial $\Delta V1$, bei welchem die Reduktionsreaktion von Sauerstoff und die Oxidationsreaktion von Ammoniak ausgeglichen sind (oder ist auf der negativen Seite nahe bei null). Daher kann das Mischpotenzial $\Delta V1$, welches die Ammoniakkonzentration darstellt, durch das Mischpotenzial $\Delta V2$, welches die Konzentration der anderen Gase darstellt, beeinflusst werden, was möglicherweise in einer Verschlechterung

der Erfassungsgenauigkeit des Mischpotenzials $\Delta V1$ resultiert. Anders ausgedrückt, das Mischpotenzial $\Delta V1$ kann möglicherweise ein Potenzial werden, welches mit dem Mischpotenzial $\Delta V2$ kombiniert ist. Zusätzlich unterscheidet sich die Temperaturabhängigkeit zwischen dem Mischpotenzial $\Delta V1$ und dem Mischpotenzial $\Delta V2$.

[0054] In **Fig. 13** sind, falls die Temperatur der Erfassungselektrode **22** verringert ist, die Steigung θ_a der ersten Linie **L1**, welche die Oxidationsreaktion von Ammoniak darstellt, die Steigung θ_s der zweiten Linie **L2**, welche die Reduktionsreaktion von Sauerstoff darstellt und die Steigung θ_x der dritten Linien **L3**, welche die Oxidationsreaktion der anderen Gase darstellen, verringert. Dies führt dazu, dass die Potenzialdifferenz (Mischpotenzial) $\Delta V1$, welches die Ammoniakkonzentration darstellt, leicht bzw. problemlos durch andere Gase beeinflusst wird.

[0055] Falls Sie Temperatur der Erfassungselektrode **22** $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ oder mehr beträgt, ist oxidative Katalysatorleistung der Erfassungselektrode **22** hinsichtlich des Ammoniaks signifikant höher als die oxidative Katalysatorleistung der Erfassungselektrode **22** hinsichtlich der anderen Gase. Daher wird das Mischpotenzial $\Delta V1$, das durch die Oxidationsreaktion von Ammoniak und die Reduktionsreaktion von Sauerstoff verursacht wird, schwer bzw. kaum durch das Mischpotenzial $\Delta V2$, das durch die Oxidationsreaktion der anderen Gase und Reduktionsreaktion von Sauerstoff verursacht wird, beeinflusst.

[0056] Falls Sie Temperatur der Erfassungselektrode **22** geringer als $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ ist, wird die Differenz zwischen der oxidativen Katalysatorleistung der Erfassungselektrode **22** hinsichtlich des Ammoniaks und der oxidativen Katalysatorleistung der Erfassungselektrode **22** hinsichtlich der anderen Gase verringert. Daher wird das Mischpotenzial $\Delta V1$, das durch die Oxidationsreaktion von Ammoniak und die Reduktionsreaktion von Sauerstoff verursacht wird, leicht bzw. problemlos durch das Mischpotenzial $\Delta V2$, das durch die Oxidationsreaktion von anderen Gasen und die Reduktionsreaktion von Sauerstoff verursacht wird, beeinflusst.

[0057] Darüber hinaus werden, falls Sie Temperatur der Erfassungselektrode **22** $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ überschreitet, die Steigung θ_a der ersten Linie **L1**, welche die Oxidationsreaktion von Ammoniak darstellt, und die Steigung θ_s der zweiten Linie **L2**, welche die Reduktionsreaktion von Sauerstoff darstellt, extrem steil. Daher gleichen sich der Strom auf der positiven Seite, der die Oxidationsreaktion von Ammoniak darstellt, und der Strom auf der negativen Seite, der die Reduktionsreaktion von Sauerstoff darstellt, in der Umgebung des Ursprungs, an welchem die Potenzialdifferenz ΔV null ist, wahrscheinlich aus. Aus diesem Grund wird das Mischpotenzial $\Delta V1$ oder der Absolutwert der Ammoniakkonzentration klein, was die Erfassungsgenauigkeit der Ammoniakkonzentration verringert.

[0058] Daher ermöglicht das Steuern der Temperatur der Erfassungselektrode **22** mittels des Erregungssteuerungsabschnitts **58**, sodass diese innerhalb des Temperaturbereichs von 350 bis $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ist, dass die Erfassungsgenauigkeit der Ammoniakkonzentration nach der Sauerstoffkorrektur hoch gehalten wird. Es sei bemerkt, dass es, falls die Temperatur der Erfassungselektrode **22** innerhalb des Bereichs **350** bis **600** $^{\circ}\text{C}$ ist und Ammoniak in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, mit 10 ppm oder mehr enthalten ist, bestätigt wurde, dass andere Gase, wie etwa NOx, CO und HC (Kohlenwasserstoffe), welche in dem Gas **G**, das erfasst werden soll und welches bei dieser Ausführungsform Abgas ist, enthalten sein können, einen unerheblichen Effekt auf die Erfassungsgenauigkeit der Ammoniakkonzentration aufweisen.

(Sauerstoffelementabschnitt 3)

[0059] Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 6** gezeigt, enthält der Gassensor **1** der vorliegenden Ausführungsform zusätzlich zu dem Ammoniakelementabschnitt **2**, dem Potenzialdifferenzfassungsabschnitt **51**, der Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52**, der Heizvorrichtung **4** und dem Erregungssteuerungsabschnitt **58** den Sauerstoffelementabschnitt **3**, einen Pumpabschnitt **53**, einen Pumpstromfassungsabschnitt **54**, eine Sauerstoffkonzentrationsberechnungsvorrichtung **55**, einen NOx Erfassungsabschnitt **56** und eine NOx Konzentrationsberechnungsvorrichtung **57**, um den Multi-Gassensor auszubilden. Die Heizvorrichtung **4**, welche den Sauerstoffelementabschnitt **3** und den Ammoniakelementabschnitt **2** aufheizt, ist auf dem Sauerstoffelementabschnitt **3** aufgeschichtet.

[0060] Der Sauerstoffelementabschnitt **3** enthält das zweite Festelektrolyt **31**, eine Gaskammer **35**, einen Diffusionswiderstandsabschnitt **351**, eine Pumpelektrode **32**, eine NOx Elektrode **33** und weitere Referenzelektroden **34**. Das zweite Festelektrolyt **31** ist angeordnet, um dem ersten Festelektrolyt **21** zugewandt zu sein. Das zweite Festelektrolyt **31** ist plattenförmig und aus einem Zirkonia-Material ausgebildet, das die Eigenschaft aufweist, bei einer vorbestimmten Temperatur für Sauerstoffionen leitfähig zu sein. Das Zirkonia-Material ist das gleiche wie beim ersten Festelektrolyt **21**.

[0061] In dem Fall, in welchem der Gassensor **1** keine Funktion zum Erfassen von NOx aufweist, muss der Sauerstoffelementabschnitt **3** nicht notwendigerweise die NOx Elektrode **33** aufweisen, wobei der Gassensor **1** nicht notwendigerweise den NOx Erfassungsabschnitt **56** und die NOx Konzentrationsberechnungsvorrichtung **57** aufweisen muss.

[0062] Wie in den **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 5** gezeigt, ist die Gaskammer **35** neben einer dritten Oberfläche **311** des zweiten Festelektrolyts **31** ausgebildet. Die Gaskammer **35** ist durch einen Gaskammerisolierkörper **36** definiert. Der Gaskammerisolierkörper **36** ist aus einem keramischen Material, wie etwa Aluminiumoxid, ausgebildet. Der Diffusionswiderstandsabschnitt **351** ist als eine poröse keramische Schicht ausgebildet und leitet das Gas **G**, das erfasst werden soll, zu der Gaskammer **35**, während es die Diffusionsgeschwindigkeit beschränkt.

[0063] Die Pumpelektrode **32** befindet auf der dritten Oberfläche **311** und ist in der Gaskammer **35** aufgenommen. Die Pumpelektrode **32** ist dem Gas **G**, das erfasst werden soll, in der Gaskammer **35** ausgesetzt. Die NOx Elektrode **33** befindet sich auf der dritten Oberfläche **311** und ist in der Gaskammer **35** aufgenommen. Die NOx Elektrode **33** ist dem Gas **G**, das erfasst werden soll und dessen Sauerstoffkonzentration durch die Pumpelektrode **32** angepasst wurde, ausgesetzt. Die weiteren Referenzelektroden **34** sind an einer vierten Oberfläche **312** des zweiten Festelektrolyts **31**, die der dritten Oberfläche **311** entgegengesetzt ist, angeordnet.

[0064] Die Pumpelektrode **32** ist aus einem Edelmetallmaterial ausgebildet, das eine katalytische Aktivität für Sauerstoff aufweist, jedoch keine katalytische Aktivität für NOx besitzt. Das Edelmetallmaterial der Pumpelektrode **32** kann aus einer Platinlegierung und Gold oder einem Material hergestellt sein, das Platin und Gold enthält. Die NOx Elektrode **33** ist aus einem Edelmetallmaterial ausgebildet, das eine katalytische Aktivität für NOx und Sauerstoff aufweist. Das Edelmetallmaterial der NOx Elektrode **33** kann aus einer Platinlegierung und Rhodium oder einem Material hergestellt sein, das Platin und Rhodium (Rh) enthält. Die weiteren Referenzelektroden **34** sind aus einem Edelmetallmaterial ausgebildet, wie etwa Platin, das eine katalytische Aktivität für Sauerstoff aufweist. Darüber hinaus können die Pumpelektrode **32**, die NOx Elektrode **33** und die weiteren Referenzelektroden **34** ein Zirkonia-Material enthalten, das als ein gemeinsames Material dient, das verwendet wird, wenn die Pumpelektrode **32**, die NOx Elektrode **33** und die weiteren Referenzelektroden **34** mit dem zweiten Festelektrolyt **31** gesintert werden.

[0065] Die weiteren Referenzelektroden **34** der vorliegenden Ausführungsform sind jeweils entgegengesetzt zur Pumpelektrode **32** angeordnet, wobei das zweite Festelektrolyt **31** dazwischen angeordnet ist, und sind jeweils entgegengesetzt zur NOx Elektrode **33** angeordnet, wobei das zweite Festelektrolyt **31** dazwischen angeordnet ist. Es sei bemerkt, dass die weiteren Referenzelektroden eine einzelne Elektrode sein kann, die entgegengesetzt zur Pumpelektrode **32** und der NOx Elektrode **33** angeordnet ist, wobei das Festelektrolyt **31** dazwischen angeordnet ist.

[0066] Wie in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** gezeigt, sind die weiteren Referenzelektroden **34**, welche an der vierten Oberfläche **312** des zweiten Festelektrolyts **31** angeordnet sind, dem Referenzgas A, welches bei der vorliegenden Ausführungsform atmosphärische Luft ist, ausgesetzt. Das erste Festelektrolyt **21** und das zweite Festelektrolyt **31** sind aufeinander geschichtet, wobei der Kanalisolierkörper **25**, welcher den Referenzgaskanal **24** definiert, dazwischen angeordnet ist. Der Kanalisolierkörper **25** ist aus einem keramischen Material, wie etwa Aluminiumoxid, ausgebildet.

[0067] Der Referenzgaskanal **24** ist auf eine solche Weise ausgebildet, dass die Referenzelektrode **23** auf der zweiten Oberfläche **212** des ersten Festelektrolyts **21** und die weiteren Referenzelektroden **34** auf der vierten Oberfläche **312** des zweiten Festelektrolyts **31** mit der atmosphärischen Luft in Kontakt kommen. Die Referenzelektrode **23** und die weiteren Referenzelektroden **34** sind im Referenzgaskanal **24** aufgenommen. Der Referenzgaskanal **24** erstreckt sich von dem proximalen Ende des Sensorelements **10** bis zur Position, die der Gaskammer **35** zugewandt ist.

[0068] Das Referenzgas A, das in die proximale Endabdeckung des Gassensors **1** eingeleitet wird, wird in den Referenzgaskanal **24** über den Öffnungsabschnitt an dem proximalen Ende **D2** des Referenzgaskanals **24** eingeleitet. Da das Sensorelement **10** der vorliegenden Ausführungsform den Referenzgaskanal **24** zwischen dem ersten Festelektrolyt **21** und dem zweiten Festelektrolyt **31** enthält, werden die Referenzelektroden **23** und die weiteren Referenzelektroden **34** zur selben Zeit mit der atmosphärischen Luft in Kontakt gebracht.

(Pumpabschnitt 53, Pumpstromerfassungsabschnitt 54 und Sauerstoffkonzentrationsberechnungsvorrichtung 55)

[0069] Wie in **Fig. 1** gezeigt, legt der Pumpabschnitt 53 eine Gleichspannung über die Pumpelektrode 32 und die jeweils entsprechende weitere Referenzelektrode 34 an, wobei die jeweils entsprechende weitere Referenzelektrode 34 als die positive Seite eingestellt ist, sodass der Sauerstoff in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, in der Gaskammer 35 abgepumpt wird. Wenn die Gleichspannung über die Pumpelektrode 32 und die jeweils entsprechende weitere Referenzelektrode 34 angelegt ist, wird Sauerstoff in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, in der Gaskammer 35, der mit der Pumpelektrode 32 in Kontakt kommt, in Sauerstoffionen umgewandelt, die das zweite Festelektrolyt 31 in Richtung der jeweils entsprechenden weiteren Referenzelektrode 34 durchlaufen, wobei sie bzw. die Sauerstoffionen von der jeweils entsprechenden weiteren Referenzelektrode 34 an den Referenzgaskanal 34 abgeführt werden. Daher wird die Sauerstoffkonzentration in der Gaskammer 35 auf eine Konzentration angepasst, die zum Erfassen von NOx geeignet ist.

[0070] Der Pumpstromerfassungsabschnitt 54 erfasst den Gleichstrom, der zwischen der Pumpelektrode 32 und der jeweils entsprechenden weiteren Referenzelektrode 34 fließt. Die Sauerstoffkonzentrationsberechnungsvorrichtung 55 berechnet die Sauerstoffkonzentration in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, basierend auf dem Gleichstrom, der durch den Pumpstromerfassungsabschnitt 54 erfasst wird. Der Pumpstromerfassungsabschnitt 54 erfasst den Gleichstrom proportional zur Menge an Sauerstoff, die von der Gaskammer 35 zum Referenzgaskanal 24 durch den Pumpabschnitt 53 abgeführt wird.

[0071] Darüber hinaus führt der Pumpabschnitt 53 Sauerstoff aus der Gaskammer 35 zum Referenzgaskanal 24 ab, bis die Sauerstoffkonzentration des Gases **G**, das erfasst werden soll, in der Gaskammer 35 gleich zu einer vorbestimmten Konzentration ist. Daher kann die Sauerstoffkonzentrationsberechnungsvorrichtung 55 die Sauerstoffkonzentration des Gases **G**, das erfasst werden soll und das den Ammoniakelementabschnitt 2 und den Sauerstoffelementabschnitt 3 erreicht, durch Überwachen des Gleichstroms, der durch den Pumpstromerfassungsabschnitt 54 erfasst wird, berechnen.

[0072] Die Sauerstoffkonzentration, die durch die Sauerstoffkonzentrationsberechnungsvorrichtung 55 berechnet wird, wird als die Sauerstoffkonzentration zum Korrigieren der Ammoniakkonzentration durch die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung 52 verwendet.

(NOx Erfassungsabschnitt 56 und NOx Konzentrationsberechnungsvorrichtung 57)

[0073] Wie in **Fig. 1** gezeigt, legt der NOx Erfassungsabschnitt 56 eine Gleichspannung über die NOx Elektrode 33 und die jeweils entsprechende weitere Referenzelektrode 34 an, wobei die jeweils entsprechende weitere Referenzelektrode 34 als die positive Seite eingestellt ist, und erfasst den Gleichstrom, der zwischen der NOx Elektrode 33 und der jeweils entsprechenden weiteren Referenzelektrode 34 fließt. Die NOx Konzentrationsberechnungsvorrichtung 57 berechnet eine unkorrigierte NOx Konzentration des Gases **G**, das erfasst werden soll, basierend auf dem Gleichstrom, der durch den NOx Erfassungsabschnitt 56 erfasst wird, und berechnet eine korrigierte NOx Konzentration durch Subtrahieren der Ammoniakkonzentration, die durch die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung 52 erhalten wird, von der unkorrigierten NOx Konzentration. Der NOx Erfassungsabschnitt 56 erfasst neben NOx auch Ammoniak. Aus diesem Grund erhält die NOx Konzentrationsberechnungsvorrichtung 57 die tatsächlich erfasste Menge an NOx durch Subtrahieren der erfassten Menge an Ammoniak.

[0074] Es werden zwei Arten von NOx Konzentrationen durch die NOx Konzentrationsberechnungsvorrichtung 57 erhalten. Die NOx Konzentration basierend auf dem Strom, der in dem NOx Erfassungsabschnitt 56 auftritt, wird als die unkorrigierte NOx Konzentration bezeichnet. Die unkorrigierte NOx Konzentration enthält die Ammoniakkonzentration von Ammoniak, das an der NOx Elektrode 33 reagiert. Die Konzentration, die durch Subtrahieren der Ammoniakkonzentration, die durch die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung 52 erhalten wird, von der unkorrigierten NOx Konzentration, die durch die NOx Konzentrationsberechnungsvorrichtung 57 erhalten wird, erhalten wird, wird als die korrigierte NOx Konzentration bezeichnet. Die korrigierte NOx Konzentration gibt die NOx Konzentration an, die den Einfluss von Ammoniak ausschließt bzw. bereinigt. Beim Vergleichen der Ammoniakkonzentration und der NOx Konzentration wird die korrigierte NOx Konzentration verwendet.

[0075] Das Gas **G**, das erfasst werden soll, nachdem die Sauerstoffkonzentration durch die Pumpelektrode 32 angepasst wurde, kommt mit der NOx Elektrode 33 in Kontakt. Wenn der NOx Erfassungsabschnitt 56 eine Gleichspannung über die NOx Elektrode 33 und die jeweils entsprechende weitere Referenzelektrode

34 angelegt, wird NOx, das mit der NOx Elektrode **33** in Kontakt kommt, in Stickstoff und Sauerstoff zerlegt. Sauerstoff wird in Sauerstoffionen umgewandelt, um das zweite Festelektrolyt **31** in Richtung der jeweils entsprechenden weiteren Referenzelektrode **34** zu durchlaufen und um von der jeweils entsprechenden weiteren Referenzelektrode **34** an den Referenzgaskanal **24** abgeführt zu werden. Falls Ammoniak den NOx Erfassungsabschnitt **56** erreicht, wird NOx, das bei der Oxidation von Ammoniak erzeugt wird, ebenfalls auf die gleiche Weise zu Stickstoff und Sauerstoff zerlegt. Die NOx Konzentrationsberechnungsvorrichtung **57** berechnet die unkorrigierte NOx Konzentration des Gases **G**, das erfasst werden soll und das den Sauerstoffelementabschnitt **3** erreicht, durch Überwachen des Gleichstroms, der durch den NOx Erfassungsabschnitt **56** erfasst wird, und berechnet die NOx Konzentration als die korrigierte NOx Konzentration durch Subtrahieren der Ammoniakkonzentration von der unkorrigierten NOx Konzentration.

[0076] Da der Gassensor **1** ein Multi-Gassensor ist, der zusätzlich zur Ammoniakkonzentration die Sauerstoffkonzentration und die NOx Konzentration erfasst, wird die Anzahl an Gassensoren **1**, die in der Abgasleitung **71** zum Erfassen der Ammoniakkonzentration und der NOx Konzentration angeordnet sind, verringert. Darüber hinaus wird die Sauerstoffkonzentration durch den Pumpstromerfassungsabschnitt **54** und die Sauerstoffkonzentrationsberechnungsvorrichtung **55** durch die Verwendung von der Pumpelektrode **32** und dem Pumpabschnitt **53**, der zum Erfassen der NOx Konzentration verwendet wird, erfasst.

[0077] Der Pumpabschnitt **53**, der Pumpstromerfassungsabschnitt **54** und der NOx Erfassungsabschnitt **56** sind in der Sensorsteuerungseinheit **5** beispielsweise unter Verwendung von Verstärkern ausgebildet. Die Sauerstoffkonzentrationsberechnungsvorrichtung **55** und die NOx Konzentrationsberechnungsvorrichtung **57** sind in der Sensorsteuerungseinheit **5** beispielsweise unter Verwendung von Computern ausgebildet.

[0078] In **Fig. 1** sind der Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt **51**, der Pumpabschnitt **53**, der Pumpstromerfassungsabschnitt **54** und der NOx Erfassungsabschnitt **56** der Einfachheit halber separat zur Sensorsteuerungseinheit **5** veranschaulicht. In Wirklichkeit sind diese in der Sensorsteuerungseinheit **5** integriert. Obwohl nicht gezeigt, ist jede von den Elektroden **22**, **23**, **32**, **33** und **34** mit einem Anschluss zur elektrischen Verbindung vorgesehen, der sich, wie ein Anschluss **412** des Heizteils **41**, zum proximalen Ende **D2** des Sensorelements **10** erstreckt.

(Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52**)

[0079] Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 6** gezeigt, berechnet die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52** die Ammoniakkonzentration des Gases **G**, das erfasst werden soll, basierend auf der Sauerstoffkonzentration, die durch die Sauerstoffkonzentrationsberechnungsvorrichtung **55** erhalten wird, und der Potenzialdifferenz ΔV , die durch den Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt **51** erhalten wird.

[0080] **Fig. 14** zeigt, dass sich die Potenzialdifferenz (Mischpotenzial) ΔV zwischen der Erfassungselektrode **22** und Referenzelektrode **23** an dem Mischpotenzial-Ammoniakelementabschnitt **2**, die durch den Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt **51** erhalten wird, unter dem Einfluss der Sauerstoffkonzentration ändert. Die Potenzialdifferenz (Mischpotenzial) ΔV wird gemäß Änderungen in der Ammoniakkonzentration des Gases **G**, das erfasst werden soll, erfasst. Wie in **Fig. 14** gezeigt, gilt, je höher die Sauerstoffkonzentration ist, desto kleiner wird die Potenzialdifferenz (Mischpotenzial) ΔV , die durch den Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt **51** erfasst wird (die an einer Position auf der negativen Seite nahe null erfasst wird). Der Grund hierfür ist der, der für die Steigung θ_s , die in **Fig. 14** gezeigt ist, beschrieben wurde.

[0081] Wie in **Fig. 15** gezeigt, stellt die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52** der vorliegenden Ausführungsform ein Zusammenhangskennfeld **M1** ein, welches den Zusammenhang zwischen der Potenzialdifferenz ΔV , die durch den Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt **51** erlangt wird, und einer Ammoniakkonzentration nach der Sauerstoffkorrektur **C1**, welche gemäß der Sauerstoffkonzentration korrigiert wurde, zeigt, wobei die Sauerstoffkonzentration des Gases **G**, das erfasst werden soll, als Parameter eingestellt. Das Zusammenhangskennfeld **M1** ist als ein Zusammenhang zwischen der Potenzialdifferenz ΔV , wenn die Sauerstoffkonzentration einem vorbestimmten Wert entspricht (die Ammoniakkonzentration vor der Sauerstoffkorrektur **C0**), und der Ammoniakkonzentration nach der Sauerstoffkorrektur **C1** erstellt. Die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52** verifiziert die Sauerstoffkonzentration des Gases **G**, das erfasst werden soll, und die Potenzialdifferenz ΔV , die durch den Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt **51** erhalten wird, gegenüber dem Zusammenhangskennfeld **M1** und berechnet die Ammoniakkonzentration nach der Sauerstoffkorrektur **C1** des Gases **G**, das erfasst werden soll.

[0082] Genauer ausgedrückt, die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52** verifiziert jeweils die Sauerstoffkonzentration, die durch die Sauerstoffkonzentrationsberechnungsvorrichtung **55** erlangt wird, und die Potenzialdifferenz ΔV , die durch den Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt **51** erlangt wird, gegenüber der Sauerstoffkonzentration und der Potenzialdifferenz ΔV in dem Zusammenhangskennfeld **M1**. Die Ammoniakkonzentration nach der Sauerstoffkorrektur **C1** bei der Potenzialdifferenz ΔV wird aus dem Zusammenhangskennfeld **M1** ausgelesen. Die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52** korrigiert die Ammoniakkonzentration nach der Sauerstoffkorrektur **C1**, um höher zu sein, wenn die Sauerstoffkonzentration erhöht ist. Auf diese Weise dient, wie in **Fig. 6** gezeigt, die Ammoniakkonzentration nach der Sauerstoffkorrektur **C1** als eine Ausgabe der Ammoniakkonzentration, die gemäß der Sauerstoffkonzentration korrigiert wurde und von dem Gassensor **1** ausgegeben wird. In dem Zusammenhangskennfeld **M1** kann die Potenzialdifferenz ΔV die Ammoniakkonzentration vor der Sauerstoffkorrektur **C0** sein.

[0083] **Fig. 15** zeigt das Zusammenhangskennfeld **M1** für die Fälle, in welchen die Sauerstoffkonzentration in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, beispielsweise 5 [% nach Volumen], 10 [% nach Volumen] und 20 [% nach Volumen] ist. Das Verwenden des Zusammenhangskennfelds **M1** ermöglicht das Korrigieren der Ammoniakkonzentration **C0** oder der Potenzialdifferenz ΔV gemäß der Sauerstoffkonzentration. Das Zusammenhangskennfeld **M1** der Potenzialdifferenz ΔV und der Ammoniakkonzentration nach der Sauerstoffkorrektur **C1** wird vorab durch Herstellen von Prototypen und dem Durchführen von Experimenten für den Gassensor **1** erhalten.

[0084] Darüber hinaus kann das Zusammenhangskennfeld **M1** aus **Fig. 15** für verschiedene Temperaturen der Erfassungselektrode **22** eingestellt sein. Die Ammoniakkonzentration nach der Sauerstoffkorrektur **C1** kann gemäß der Sauerstoffkonzentration berechnet werden, wobei der Temperaturunterschied der Erfassungselektrode **22** berücksichtigt wird. Alternativ kann die Ammoniakkonzentration nach der Sauerstoffkorrektur **C1**, die aus dem Zusammenhangskennfeld **M1** berechnet wird, unter Verwendung des Temperaturkorrekturkoeffizienten korrigiert werden, der gemäß der Temperatur der Erfassungselektrode **22** bestimmt ist.

[0085] Der Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt **51** und die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52** sind in der Sensorsteuerungseinheit (SCU) **5** ausgebildet, welche elektrisch mit dem Gassensor **1** verbunden ist. Der Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt **51** ist beispielsweise unter Verwendung eines Verstärkers ausgebildet, der die Potenzialdifferenz ΔV zwischen der Erfassungselektrode **22** und Referenzelektrode **23** misst. Die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52** ist beispielsweise unter Verwendung eines Computers ausgebildet. Darüber hinaus ist die Sensorsteuerungseinheit **5** mit der Motorsteuerungseinheit (ECU) **50** des Verbrennungsmotors **7** verbunden und wird durch die Motorsteuerungseinheit **50** zum Steuern des Betriebs von beispielsweise dem Verbrennungsmotors **7** und der Reduzierungsmittelzuführungsvorrichtung **73** verwendet.

[0086] Durch Korrigieren der Ammoniakkonzentration gemäß der Sauerstoffkonzentration, kann die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52** ebenso die Ammoniakkonzentration unter Berücksichtigung der unkorrigierten NOx Konzentration oder der korrigierten NOx Konzentration, die durch den NOx Erfassungsabschnitt **56** erhalten werden, korrigieren. Die NOx Elektrode **33** an dem Sauerstoffelementabschnitt **3** weist die katalytische Aktivität nicht nur für NOx, sondern auch für Ammoniak auf. Daher kann die Ammoniakkonzentration als die unkorrigierte NOx Konzentration an der NOx Elektrode **33** erfasst werden. Daher kann die Ammoniakkonzentrationsberechnungsvorrichtung **52** die Ammoniakkonzentration, die als die Potenzialdifferenz ΔV erhalten wird, ebenso basierend auf der Sauerstoffkonzentration, der Temperatur der Erfassungselektrode **22** und der NOx Konzentration korrigieren.

(Heizvorrichtung **4** und Erregungssteuerungsabschnitt **58**)

[0087] Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, ist die Heizvorrichtung **4** zum Aufheizen des Sauerstoffelementabschnitts **3** und des Ammoniakelementabschnitts **2** auf der Seite des zweiten Festelektrolyts **31** aufgeschichtet, die entgegengesetzt zu der Seite ist, an welcher das erste Festelektrolyt **21** aufgeschichtet ist. Anders ausgedrückt, ist die Heizvorrichtung **4** auf der Seite des Sauerstoffelementabschnitts **3** aufgeschichtet, die entgegengesetzt zu der Seite ist, an welcher der Ammoniakelementabschnitt **2** aufgeschichtet ist.

[0088] Die Heizvorrichtung **4** enthält das Heizteil **41**, welches mittels Erregung Wärme erzeugt, und den Heizisolierkörper **42**, welcher das Heizteil **41** einbetten. Der Heizisolierkörper **42** ist aus einem keramischen Material, wie etwa Aluminiumoxid, ausgebildet. Der Referenzgaskanal **24**, in welchem das Referenzgas A eingeleitet wird, ist zwischen dem Ammoniakelementabschnitt **2** und dem Sauerstoffelementabschnitt **3** ausgebildet. Die Referenzelektrode **23** und die weiteren Referenzelektroden **34** sind in dem Referenzgaskanal **24** aufgenommen.

[0089] Wie in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** gezeigt, enthält das Heizteil **41** den Heizabschnitt **411** und den Anschluss **412**, welcher mit dem Heizabschnitt **411** verbunden ist. Der Heizabschnitt **411** ist an einer Position ausgebildet, die den Elektroden **22, 23, 32, 33** und **34** in einer Richtung, in welcher jedes Festelektrolyt **21** und **31** und jeder Isolierkörper **25, 36** und **42** aufgeschichtet sind (im Folgenden als eine Beschichtungsrichtung **S** bezeichnet), zugewandt ist. Der Erregungssteuerungsabschnitt **58** zum Erregen des Heizteils **41** ist mit dem Heizteil **41** verbunden. Der Erregungsbetrag des Heizteils **41** durch den Erregungssteuerungsabschnitt **58** wird durch Ändern der Spannung, die an das Heizteil **41** angelegt wird, angepasst. Der Erregungssteuerungsabschnitt **58** ist beispielsweise aus einer Ansteuerungsschaltung ausgebildet, die eine Spannung unter Ausführen einer PWM (Pulsweitenmodulation) Steuerung oder dergleichen an das Heizteil **41** angelegt. Der Erregungssteuerungsabschnitt **58** ist in der Sensorsteuerungseinheit **5** ausgebildet.

[0090] Der Abstand zwischen dem Ammoniakelementabschnitt **2** und der Heizvorrichtung **4** ist größer als der Abstand zwischen dem Sauerstoffelementabschnitt **3** und Heizvorrichtung **4**. Verglichen mit der Temperatur, auf welche der Sauerstoffelementabschnitt **3** durch die Heizvorrichtung **4** aufgeheizt wird, ist die Temperatur, auf welche der Ammoniakelementabschnitt **2** durch die Heizvorrichtung **4** aufgeheizt wird, niedrig. Die Pumpelektrode **32** und die NOx Elektrode **33** an dem Sauerstoffelementabschnitt **3** werden innerhalb des Betriebs-temperaturbereichs von 600 bis 900 °C verwendet und die Erfassungselektrode **22** des Ammoniakelement-abschnitts **2** wird in dem Betriebstemperaturbereich von 350 bis 600 °C verwendet. Die untere Grenze der Betriebstemperatur der Erfassungselektrode **22** ist 350 °C und der die obere Grenze der Betriebstemperatur ist 600 °C. Die untere Grenze der Betriebstemperatur der Erfassungselektrode **22** kann auch bei 400 °C liegen.

[0091] Die Temperatur der Erfassungselektrode **22** wird mittels Aufheizen durch die Heizvorrichtung **4** auf eine Soll-Temperatur innerhalb des Betriebstemperaturbereichs von 350 bis 600 °C gesteuert. Beim Steuern der Temperatur der Erfassungselektrode **22** auf die Soll-Steuerungstemperatur, heizt der Erregungssteuerungs-abschnitt **58** die NOx Elektrode **33** innerhalb des Betriebstemperaturbereichs von 600 bis 900 °C auf. Mit dieser Konfiguration steuert der Erregungssteuerungsabschnitt **58** die Heizvorrichtung **4**, um die Erfassungselektrode **22** an dem Ammoniakelementabschnitt **2** und die NOx Elektrode **33** an dem Sauerstoffelementabschnitt **3** auf eine Temperatur aufzuheizen, die jeweils zum Erfassen von Ammoniak und zum Erfassen von NOx geeignet ist.

[0092] Darüber hinaus dient, da der Referenzgaskanal **24** zwischen dem Sauerstoffelementabschnitt **3** und dem Ammoniakelementabschnitt **2** ausgebildet ist, der Referenzgaskanal **24** als eine Wärme-Isolierschicht beim Aufheizen des Sauerstoffelementabschnitts **3** und des Ammoniakelementabschnitts **2** durch die Heizvorrichtung **4**. Daher wird leicht bzw. problemlos die Temperatur der Erfassungselektrode **22** an dem Ammoniak-elementabschnitt **2** hergestellt, die niedriger als die Temperatur der Pumpelektrode **32** und der NOx Elektrode **33** an dem Sauerstoffelementabschnitt **3** ist. Darüber hinaus werden, da der Erregungssteuerungsabschnitt **58** die Erregung steuert, die Temperatur des Sauerstoffelementabschnitts **3** und des Ammoniakelementabschnitts **2** auf die Soll-Temperatur gesteuert.

(Temperatureinstelleinheit **501**)

[0093] Wie in **Fig. 6** gezeigt, enthält der Gassensor **1** einen Temperatureinstellabschnitt **501** zum Einstellen der Soll-Steuerungstemperatur des distalen Endbereichs **221** und des proximalen Endbereichs **222** der Erfassungselektrode **22**, die durch den Erregungssteuerungsabschnitt **58** gesteuert wird. Der Temperatureinstellabschnitt **501** stellt die Soll-Steuerungstemperatur der Erfassungselektrode **22** auf eine spezifische Temperatur innerhalb des Betriebstemperaturbereichs von 350 bis 600 °C ein. Die Soll-Steuerungstemperatur der Erfassungselektrode **22** kann innerhalb des Betriebstemperaturbereichs und 350 bis 600 °C geändert werden, wenn erforderlich.

(Lagebeziehung zwischen Erfassungselektrode **22** und Heizzentrum **P**)

[0094] Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 3** gezeigt, ist das Heizzentrum **P** des Heizabschnitts **411** des Heizteils **41** bei dem Sensorelement **10** des Gassensors **1** der vorliegenden Ausführungsform näher an dem distalen Ende **D1** in der longitudinalen Dichtung **D** als die Mittelposition **O** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Dichtung **D** angeordnet. Darüber hinaus ist, wie in **Fig. 3** gezeigt, das Heizzentrum **P** des Heizabschnitts **411** der vorliegenden Ausführungsform näher an dem distalen Ende **D1** in der longitudinalen Dichtung **D** als der distale Endbereich **221** der Erfassungselektrode **22** angeordnet. Wie in **Fig. 4** gezeigt, kann das Heizzentrum **P** des Heizabschnitts **411** an einer Position (Überlappungsposition) angeordnet sein, die dem distalen Endbereich **221** der Erfassungselektrode **22** in der Beschichtungsrichtung **S** zugewandt ist.

[0095] In der Erfassungselektrode **22** ist die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** in der longitudinalen Richtung D höher als die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** in der longitudinalen Dichtung D. Die Erfassungselektrode **22** ist an der Mittelposition **O** in der longitudinalen Richtung D in den distalen Endbereich **221** und den proximalen Endbereich **222** aufgeteilt. Der distale Endbereich **221** ist angeordnet, um näher an dem distalen Ende **D1** zu sein, als es der proximale Endbereich **222** ist. Der proximalen Endbereich **222** bezieht sich auf den Bereich der Erfassungselektrode **22**, der den distalen Endbereich **221** ausschließt, d. h., der proximalen Endbereich **222** ist angeordnet, um näher an dem proximalen Ende **D2** zu sein, als es der distale Endbereich **221** ist.

[0096] Die Temperaturverteilung des Heizabschnitts **411** in der longitudinalen Richtung D, die aus der Wärmeerzeugung resultiert, ist eine hügelförmige Verteilung, bei welcher die Temperatur in Richtung des Heizzentrums **P** des Heizabschnitts **411** erhöht ist. Jeder Abschnitt der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung D wird aufgeheizt, sodass der Abschnitt näher an dem Heizzentrum **P** des Heizabschnitts **411** auf eine höhere Temperatur aufgeheizt wird.

[0097] Die Temperaturen des distalen Endbereichs **221** und des proximalen Endbereich **222** entsprechend der Oberflächentemperatur der Erfassungselektrode **22**. Die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** ist der Mittelwert aus Oberflächentemperaturen an mehreren Positionen an dem distalen Endbereich **221** und die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** ist der Mittelwert aus Oberflächentemperaturen an mehreren Positionen an den proximalen Endbereich **222**. Die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** kann beispielsweise das arithmetische Mittel sein, das durch Messen der Oberflächentemperaturen an 5 bis 100 Positionen am distalen Endbereich **221** erhalten wird. Die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** kann beispielsweise das arithmetische Mittel sein, das durch Messen der Oberflächentemperaturen an 5 bis 100 Positionen am proximalen Endbereich **222** erhalten wird. Die Oberflächentemperatur der Erfassungselektrode **22** kann beispielsweise durch Thermographie gemessen werden, bei welcher die Temperatur auf eine kontaktlose Weise unter Verwendung von Infrarotstrahlung gemessen wird.

[0098] Die Temperaturen, auf welche der distale Endbereich **221** und der proximale Endbereich **222** der Erfassungselektrode **22** aufgeheizt werden, können durch Variieren von beispielsweise der Höhe des Erregungsstroms an das Heizteil **41** durch den Erregungssteuerungsabschnitt **58** geändert werden. Darüber hinaus kann die Temperaturdifferenz zwischen der Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** und der Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** innerhalb des Bereichs von 10 bis 60 °C liegen. Die Temperaturdifferenz kann durch Ändern der Position der Mittelposition **O** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung D hinsichtlich der Position des Heizzentrums **P** des Heizabschnitts **411** in der longitudinalen Richtung D angepasst werden. Zusätzlich kann die Temperaturdifferenz beispielsweise durch die Höhe des Erregungsstroms an das Heizteil **41** durch den Erregungssteuerungsabschnitt **58** angepasst werden.

[0099] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der Heizabschnitt **411** des Heizteils **41** an einer Position angeordnet, die der Pumpelektrode **32** und der NOx Elektrode **33** in der Beschichtungsrichtung **S** zugewandt ist, um die Pumpelektrode **32** und die NOx Elektrode **33** auf eine Betriebstemperatur von 600 bis 900 °C aufzuheizen. In der Zwischenzeit kann die Position der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung D hinsichtlich des Heizzentrums **P** des Heizteils **41** geändert werden, falls erforderlich, um eine Betriebstemperatur von 350 bis 600 °C zu erreichen. Je weiter die Mittelposition **O** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung D von dem Heizzentrum **P** in Richtung des distalen Endes **D1** oder des proximalen Endes **D2** verschoben ist, desto größer wird die Temperaturdifferenz zwischen der Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** und der Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222**.

[0100] Wenn das Heizzentrum **P** des Heizabschnitts **411** näher an die Mittelposition **O** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung D gebracht wird (Grenzposition zwischen dem distalen Endbereich **221** und dem proximalen Endbereich **222**), wird die Temperaturdifferenz verringert. Wenn das Heizzentrum **P** des Heizabschnitts **411** in der longitudinalen Richtung D weiter von der Mittelposition **O** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung D entfernt ist, erhöht sich die Temperaturdifferenz. Da die Temperaturdifferenz zwischen der Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** und der Durchschnittstemperatur an den proximalen Endbereich **222** in dem Bereich von 10 bis 60 °C geeignet eingestellt ist, wird in sowohl dem normalen Zustand, als auch dem Übergangszustand des Gassensors **1**, der einer Temperaturänderung des Gases **G**, das erfasst werden soll, ausgesetzt ist, zumindest eine der Temperaturen an dem distalen Endbereich **221** und dem proximalen Endbereich **222** bei der Betriebstemperatur von 350 °C oder mehr gehalten.

[0101] Darüber hinaus ist in der Erfassungselektrode **22** der vorliegenden Ausführungsform die Position des Heizzentrums **P** des Heizabschnitts **411** in der longitudinalen Richtung D hinsichtlich der Mittelposition **O** der

Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung D eingestellt, sodass die Temperaturen von allen Abschnitten am distalen Endbereich **221** größer oder gleich der Temperaturen von allen Abschnitten des proximalen Endbereichs **222** werden. Mit dieser Konfiguration wird die Temperaturdifferenz zwischen der Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** und der Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** leicht bzw. problemlos hergestellt, wobei zumindest einer von dem distalen Endbereich **221** und dem proximalen Endbereich **222** leicht bzw. problemlos bei der Betriebstemperatur von 350 °C oder mehr gehalten wird.

[0102] In den normalen Zustand des Gassensors **1** ist die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** der Erfassungselektrode **22** in den Bereich von 390 bis 480 °C. Zusätzlich ist in dem normalen Zustand des Gassensors **1** die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** der Erfassungselektrode **22** niedriger als die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** und liegt in dem Bereich von 380 bis 420 °C.

(Betriebliche Vorteile)

[0103] Bei dem Gassensor **1** der vorliegenden Ausführungsform ist die Lagebeziehung zwischen der Erfassungselektrode **22** und dem Heizabschnitt **411** der Heizvorrichtung **4** auf eine solche Weise entworfen, dass sich die Temperatur der Erfassungselektrode **22** zwischen dem distalen Endbereich **221** und dem proximalen Endbereich **222** in der longitudinalen Richtung D unterscheidet. Genauer ausgedrückt, das Heizzentrum **P** des Heizabschnitts **411** ist in der Beschichtungsrichtung **S** des Sensorelements **10** angeordnet, um einem Versatzpunkt zugewandt zu sein, wobei der Versatzpunkt angeordnet ist, um näher an dem distalen Ende **D1** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung zu sein, als es die Mittelposition **O** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung ist. Anders ausgedrückt, wenn das Sensorelement **10** von der Beschichtungsrichtung **S** der Festelektrolyte **21** und **31** und der Isolierkörper **25**, **36** und **42** aus betrachtet wird, ist das Heizzentrum **P** des Heizabschnitts **411** an einem Versatzpunkt angeordnet, welcher angeordnet ist, um näher an dem distalen Ende **D1** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung zu sein, als es die Mittelposition **O** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung ist. Die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung D wird mehr erhöht, als die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung D.

[0104] Wenn der Ammoniaksensor aus dem Gassensor **1** besteht, ist es bekannt, dass die Empfindlichkeit der Erfassungselektrode **22** im Erfassen von Ammoniak erhöht ist, wenn die Heiztemperatur der Erfassungselektrode **22** zum Erfassen von Ammoniak nahe an die untere Grenze der Betriebstemperatur von 350 °C oder 400 °C innerhalb des Betriebstemperaturbereichs verringert ist. Dadurch wird die Temperatur, auf welche die Erfassungselektrode **22** durch das Heizteil **41** aufgeheizt wird, vorzugsweise bis nahe an die untere Grenze der Betriebstemperatur innerhalb des Betriebstemperaturbereichs eingestellt. Jedoch wird, falls die Temperatur, auf welche die Erfassungselektrode **22** aufgeheizt wird, nahe an die untere Grenze der Betriebstemperatur eingestellt ist, in einem Fall, in welchem die Temperatur des Gases **G**, das erfasst werden soll, welches bei der vorliegenden Ausführungsform das Abgas ist, gemäß der Betriebsbedingung des Verbrennungsmotors rasch verringert wird, das Sensorelement **10** durch das Abgas rasch abgekühlt, wobei die Temperatur der Erfassungselektrode **22** möglicherweise geringer als die untere Grenze der Betriebstemperatur werden kann.

[0105] Bei dem Gassensor **1** der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich die Temperatur, auf welche die Erfassungselektrode **22** aufgeheizt ist, zwischen dem distalen Endbereich **221** und dem proximalen Endbereich **222**. Die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** ist auf eine Temperatur nahe der unteren Grenze der Betriebstemperatur innerhalb des Betriebstemperaturbereichs eingestellt. Die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** ist auf eine Temperatur eingestellt, die höher als die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** ist. Mit dieser Konfiguration wird durch den proximalen Endbereich **222**, der auf die Temperatur nahe der unteren Grenze der Betriebstemperatur gesteuert wird, in dem normalen Zustand des Gassensors **1** die Empfindlichkeit auf NOx hoch gehalten. Darüber hinaus wird in einem Übergangszustand, in welchem die Temperatur des Ammoniakelementabschnitts **2** infolge von beispielsweise der Verringerung in der Temperatur des Abgases **G**, das erfasst werden soll, oder der Erhöhung in der Strömungsrate, rasch verringert wird, selbst falls sie Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** niedriger als die untere Grenze der Betriebstemperatur wird, die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** auf eine Temperatur nahe der unteren Grenze der Betriebstemperatur innerhalb des Betriebstemperaturbereichs gebracht.

[0106] Mit dieser Konfiguration wird sowohl in dem normalen Zustand, als auch dem Übergangszustand, zumindest einer von dem distalen Endbereich **221** und dem proximalen Endbereich **222** der Erfassungselektrode **22** bei einer Temperatur nahe der unteren Grenze der Betriebstemperatur innerhalb des Betriebstemperaturbereichs gehalten. Demzufolge erfasst der Gassensor **1** der vorliegenden Ausführungsform die Konzentration eines spezifischen Gasbestandteils in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, sowohl in den normalen Zustand, als auch dem Übergangszustand genau.

Zweite Ausführungsform

[0107] Die vorliegende Ausführungsform zeigt das Sensorelement **10**, in welchem sich die Lagebeziehung zwischen der Erfassungselektrode **22** und dem Heizzentrum **P** von der der ersten Ausführungsform unterscheidet.

[0108] Wie in **Fig. 16** gezeigt, ist in dem Sensorelement **10** des Gassensors **1** der vorliegenden Ausführungsform das Heizzentrum **P** des Heizabschnitts **411** des Heizteils **41** an dem Versatzpunkt angeordnet, wobei der Versatzpunkt angeordnet ist, um näher an dem proximalen Ende **D2** in der longitudinalen Richtung **D** zu sein, als es die Mittelposition **O** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung **D** ist. Darüber hinaus ist das Heizzentrum **P** des Heizabschnitts **411** der vorliegenden Ausführungsform an einem Punkt angeordnet, wobei der Punkt angeordnet ist, um näher an dem proximalen Ende **D2** in der longitudinalen Richtung **D** zu sein, als es der proximale Endbereich **222** der Erfassungselektrode **22** ist. Es sei bemerkt, dass, wie in **Fig. 17** gezeigt, das Heizzentrum **P** des Heizabschnitts **411** angeordnet sein kann, um dem proximalen Endbereich **222** der Erfassungselektrode **22** in der Beschichtungsrichtung **S** zugewandt zu sein (damit zu überlappen). In der Erfassungselektrode **22** der vorliegenden Ausführungsform ist die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** in der longitudinalen Richtung **D** höher als die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** in der longitudinalen Richtung **D**.

[0109] In der er Erfassungselektrode **22** der vorliegenden Ausführungsform ist die Position des Heizzentrums **P** des Heizabschnitts **411** hinsichtlich der Mittelposition **O** der Erfassungselektrode **22** in der longitudinalen Richtung **D** eingestellt, sodass die Temperaturen von allen Abschnitten an dem distalen Endbereich **221** geringer oder gleich zu den Temperaturen von allen Abschnitten an dem proximalen Endbereich **222** werden. Mit dieser Konfiguration wird die Temperaturdifferenz zwischen der Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** und der Durchschnittstemperatur an den proximalen Endbereich **222** leicht bzw. problemlos hergestellt, wobei zumindest einer von dem distalen Endbereich **221** und dem proximalen Endbereich **222** leicht bzw. problemlos innerhalb des Betriebstemperaturbereichs von 350°C oder mehr gehalten wird.

[0110] In dem normalen Zustand des Gassensors **1** ist die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** der Erfassungselektrode **22** in dem Bereich von 390 bis 480 °C. Zusätzlich ist in dem normalen Zustand des Gassensors **1** die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** der Erfassungselektrode **22** niedriger als die Durchschnittstemperatur an den proximalen Endbereich **222** und befindet sich in dem Bereich von 380 bis 420 °C.

[0111] Weitere Strukturen und betriebliche Vorteile des Gassensors **1** der vorliegenden Ausführungsform sind die gleichen wie bei der ersten Ausführungsform. Bei der vorliegenden Ausführungsform geben die gleichen Bezugszeichen wie die bei der ersten Ausführungsform ebenso Bestandteile an, die zu denen bei der ersten Ausführungsform identisch sind.

Dritte Ausführungsform

[0112] Die vorliegende Ausführungsform zeigt das Sensorelement **10**, das den Sauerstoffelementabschnitt **3** nicht enthält.

[0113] Wie in den **Fig. 18** und **Fig. 19** gezeigt, enthält in einem Fall, in welchem das Sensorelement **10** nur die Ammoniakkonzentration erfasst, das Sensorelement **10** das erste Festelektrolyt **21**, auf welchem die Erfassungselektrode **22** und die Referenzelektrode **23** angeordnet sind, den Isolierkörper **25**, in welchem der Referenzgaskanal **24** ausgebildet ist, und den Isolierkörper **42**, in welchem das Heizteil **41** eingebettet ist. Das erste Festelektrolyt **21**, der Isolierkörper **25** und der Isolierkörper **42** sind aufeinander geschichtet. Das Festelektrolyt der vorliegenden Ausführungsform ist das erste Festelektrolyt **21**, das mit der Erfassungselektrode **22** und der Referenzelektrode **23**, die darauf angeordnet sind, vorgesehen ist.

[0114] Der Erfassungselektrode **22** ist auf der ersten Oberfläche **211**, welche die außenseitige Oberfläche des ersten Festelektrolyts **21** ist, die dem Gas **G**, das erfasst werden soll, ausgesetzt ist, angeordnet, und die Referenzelektrode **23** ist in dem Referenzgaskanal **24** angeordnet. Auch in diesem Fall unterscheidet sich die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** der Erfassungselektrode **22** zur Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222**. In diesem Fall kann die Sauerstoffkonzentration, die durch andere Gassensoren gemessen wird, verwendet werden, um die Ammoniakkonzentration durch den Gassensor **1** zu erhalten.

[0115] Weitere Strukturen und die betrieblichen Vorteile des Gassensors **1** der vorliegenden Ausführungsform sind die gleichen wie die bei der ersten und zweiten Ausführungsform. Bei der vorliegenden Ausführungsform geben die gleichen Bezugszeichen wie bei der ersten und zweiten Ausführungsform ebenso Bestandteile an, die identisch zu denen der ersten und zweiten Ausführungsform sind.

Vierte Ausführungsform

[0116] Die vorliegende Ausführungsform zeigt das Sensorelement **10**, das den Sauerstoffelementabschnitt **3** und den Referenzgaskanal **24** nicht enthält.

[0117] Wie in den **Fig. 20** und **Fig. 21** gezeigt, sind in einem Fall, in welchem die Referenzelektrode **23** nicht in dem Referenzgaskanal **24** angeordnet ist, die Erfassungselektrode **22** und die Referenzelektrode **23** an der ersten Oberfläche **211** des ersten Festelektrolyts **21** angeordnet. Die erste Oberfläche **211** stellt die außenseitige Oberfläche des Sensorelements **10** dar. In diesem Fall wird die Konzentration an Ammoniak in dem Gas **G**, das erfasst werden soll, basierend auf der Differenz zwischen der Erfassungselektrode **22** und der Referenzelektrode **23** in der katalytischen Aktivität für Ammoniak erfasst. Auch in diesen Fall unterscheiden sich die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** und die Durchschnittstemperatur in dem proximalen Endbereich **222** in der Erfassungselektrode **22** voneinander.

[0118] Weitere Strukturen und betriebliche Vorteile des Gassensors **1** der vorliegenden Ausführungsform sind die gleichen wie die bei der ersten und zweiten Ausführungsform. Bei der vorliegenden Ausführungsform geben die gleichen Bezugszeichen wie die der ersten und zweiten Ausführungsform ebenso Bestandteile an, die identisch zu denen der ersten und zweiten Ausführungsform sind.

Verifizierungstest 1

[0119] Beim Verifizierungstest **1** wurden der Zusammenhang zwischen der Temperatur der Erfassungselektrode **22** und der Sensorausgabe sowie der Zusammenhang zwischen der Temperatur der Erfassungselektrode **22** und der Reaktionszeit der Erfassungselektrode **22** verifiziert. **Fig. 22** zeigt das Ergebnis der Verifizierung des Zusammenhangs zwischen der Temperatur [°C] der Erfassungselektrode **22** und der Sensorausgabe [mV]. Die Temperatur der Erfassungselektrode **22** entspricht der Temperatur an der Mittelposition **O** der Erfassungselektrode **22**. Die Sensorausgabe entspricht dem Mischpotenzial, das an der Erfassungselektrode **22** erzeugt wird (die Potenzialdifferenz ΔV zwischen der Erfassungselektrode **22** und Referenzelektrode **23**). Die Erfassungselektrode **22** wurde mit dem Testgas in Kontakt gebracht, wobei die Referenzelektrode **23** mit der atmosphärischen Luft in Kontakt gebracht wurde. Das Testgas enthielt 10 % nach Volumen an Sauerstoff, 100 ppm an Ammoniak und Stickstoff, das den restlichen Teil ausmachte. Die Temperatur des Testgases war 250 °C und die Strömungsrate des Testgases, das zur Erfassungselektrode **22** zugeführt wurde, war 3 L/min.

[0120] **Fig. 22** zeigt, dass, wenn die Temperatur der Erfassungselektrode **22** in dem Bereich von 350 bis 600 °C liegt, die Sensorausgabe erhalten wird, wobei dieser Bereich der Betriebstemperatur der Erfassungselektrode **22** entspricht. Darüber hinaus ist es offensichtlich, dass das Mischpotenzial an der Erfassungselektrode **22** größer wird, wenn die Temperatur im Betriebstemperaturbereich von 350 bis 600 °C so niedrig wie möglich ist. In der Zwischenzeit wurde verifiziert, dass, falls die Temperatur der Erfassungselektrode **22** geringer als 350 °C ist, die Sauerstoffionenleitfähigkeit des Festelektrolyts verringert ist und das Mischpotenzial an der Erfassungselektrode **22** nicht auftritt. Darüber hinaus wurde verifiziert, dass, falls die Temperatur der Erfassungselektrode 600 °C übersteigt, Ammoniak reagiert und an der Erfassungselektrode **22** beseitigt wird, wobei dabei das Mischpotenzial an der Erfassungselektrode **22** nur schwer auftritt.

[0121] **Fig. 23** zeigt das Ergebnis der Verifizierung des Zusammenhangs zwischen der Temperatur [°C] der Erfassungselektrode **22** und der Reaktionszeit [s] der Sensorausgabe, wenn die Ammoniakkonzentration des Testgases geändert wurde. Die Temperatur der Erfassungselektrode **22** entspricht der Temperatur der Mittelposition **O** der Erfassungselektrode **22**. Die Reaktionszeit der Sensorausgabe entspricht der Zeit, die für die

Sensorausgabe benötigt wird, um sich von einer 10 % Ausgabe zu einer 90 % Ausgabe der Ausgabedifferenz zwischen der Sensorausgabe nach der Veränderung und der Sensorausgabe vor der Veränderung zu ändern, wenn die Konzentration von Ammoniak des Testgases von 100 ppm auf 200 ppm verändert wurde. Weitere Bedingungen des Testgases sind die gleichen wie im Fall des Sensorausgabetests von **Fig. 22**.

[0122] **Fig. 23** zeigt, je höher die Temperatur der Erfassungselektrode **22** ist, desto kürzer ist die Reaktionszeit. In der Zwischenzeit ist gezeigt, dass, falls die Temperatur der Erfassungselektrode **22** so niedrig wie etwa auf 350 °C verringert ist, die Reaktionszeit erhöht ist.

[0123] Unter Betrachtung des Ergebnisses der Sensorausgabe aus **Fig. 22** und des Ergebnisses der Reaktionszeit aus **Fig. 23**, verschlechtert sich, obwohl die Empfindlichkeit (Sensorausgabe) der Erfassungselektrode **22** erhöht ist, wenn die Temperatur der Erfassungselektrode **22** auf etwa 350 °C im Betriebstemperaturbereich verringert ist, die Reaktion der Erfassungselektrode **22** (Reaktionszeit ist erhöht). Daher ist es eher bevorzugt, dass die Temperatur der Erfassungselektrode **22** in dem Bereich von 400 bis 500 °C eingestellt ist, wobei dabei der Ausgleich bzw. die Balance zwischen Sensorausgabe und Reaktionszeit berücksichtigt wird.

Verifizierungstest 2

[0124] Beim Verifizierungstest **2** wurden Prototypen des Sensorelements **10** vorbereitet, die die Erfassungselektrode **22** enthalten, an welcher der distale Endbereich **221** und der proximalen Endbereich **220** ausgebildet wurden, wobei Änderungen in der Temperatur des distalen Endbereichs **221** und des proximalen Endbereichs **222** beobachtet wurden. Das Sensorelement **10**, das als Prototyp vorbereitet wurde, war ein Schichtstoff aus einem Isolierkörper, der aus einem Aluminiumoxid hergestellt war, und dem ersten Festelektrolyt **21**, der aus stabilisiertem Zirkonia mit Yttriumoxid (YSZ) hergestellt war. Die Erfassungselektrode **22** und die Referenzelektrode **23** wurden angeordnet, um einander zugewandt zu sein, wobei das erste Festelektrolyt **21** dazwischen angeordnet war. Die Erfassungselektrode **22** bestand aus einer Cermet-Elektrode, die aus Au und YSZ hergestellt war, und die Referenzelektrode **23** bestand aus einer Cermet-Elektrode, die aus Pt und YSZ hergestellt war. Zusätzlich wurde der Referenzgaskanal **24**, welcher die Referenzelektrode **23** aufnimmt, in dem Isolierkörper ausgebildet.

[0125] Darüber hinaus ist das Sensorelement **10** des vorliegenden Verifizierungstests das gleiche wie das Sensorelement **10**, das in den **Fig. 18** und **Fig. 19** gezeigt ist, mit der Ausnahme, dass die Position der Heizvorrichtung **4** hinsichtlich des ersten Festelektrolyts **21** veränderbar ist. Die Temperaturverteilung an der Oberfläche des distalen Endbereichs **221** und des proximalen Endbereichs **222** der Erfassungselektrode **22** wurde durch Thermographie gemessen und die Position der Erfassungselektrode **22** wurde hinsichtlich der Heizvorrichtung **4** eingestellt, wobei der Erregungsbetrag der Heizvorrichtung **4** gesteuert wurde, sodass die Temperaturverteilung, die durch die Thermographie erhalten wird, die gewünschte Verteilung ergibt. Die Fläche der Erfassungselektrode **22** und der Referenzelektrode **23** war 10 mm² (2 mm × 5 mm).

[0126] Darüber hinaus wurde die Erfassungselektrode **22** mit dem Testgas in Kontakt gebracht, wobei die Referenzelektrode **23** mit der atmosphärischen Luft in Kontakt gebracht wurde. Das Testgas enthielt 10 % nach Volumen an Sauerstoff, 100 ppm an Ammoniak und Stickstoff, das den restlichen Teil ausmachte. Die Temperatur des Testgases war 250 °C und die Strömungsrate des Testgases, das der Erfassungselektrode **22** zugeführt wurde, war 0,3 L/min im normalen Zustand und war 30 L/min im Übergangszustand.

[0127] In dem normalen Zustand, in welchem das Testgas mit 250 °C bei 0,3 L/min strömt, wurde die Heizvorrichtung **4** gesteuert, sodass die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** etwa 440 °C wird und die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** etwa 400 °C wird. Nachdem eine vorbestimmte Zeit verstrichen ist, wurde der Zustand zum Übergangszustand geändert, in welchem das Testgas bei 30 L/min strömt. Die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** und die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** wurden über die Zeit hinweg durch Thermographie gemessen. Es sei bemerkt, dass, nachdem eine vorbestimmte Zeit, seit der Zustand zum Übergangszustand geändert wurde, verstrichen ist, durch die Temperatursteuerung des distalen Endbereich **221** und des proximalen Endbereich **222** der Erfassungselektrode **22**, die durch die Heizvorrichtung **4** ausgeführt wurde, die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** auf etwa 440 °C wiederhergestellt wurde und die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** auf etwa 400 °C wiederhergestellt wurde.

[0128] **Fig. 24** zeigt das Messergebnis der Temperatur beim vorliegenden Verifizierungstest. Wie in **Fig. 24** gezeigt, ist die untere Grenze der Betriebstemperatur der Erfassungselektrode **22** auf 350 °C eingestellt und die obere Grenze der Betriebstemperatur der Erfassungselektrode **22** auf 600 °C eingestellt. Es ist offensichtlich,

dass nachdem der Zustand des Testgases vom normalen Zustand zum Übergangszustand geändert wurde, sowohl die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221**, als auch die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** verringert sind. Die Verringerung in der Durchschnittstemperatur wurde verursacht, weil das Sensorelement **10** des Prototyps durch die Erhöhung in der Strömungsrate des Testgases abgekühlt wurde.

[0129] Wenn die Durchschnittstemperatur verringert wurde, wurde die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** auf eine Temperatur verringert, die niedriger als die untere Grenze Betriebstemperatur von 350 °C war. Es wird gefolgert, dass zu dieser Zeit zumindest ein Teil des proximalen Endbereichs **222** niedriger als 350 °C war und der proximalen Endbereich **222** in einem Zustand war, der das Aufweisen der Sauerstoffionenleitfähigkeit zum Erzeugen der Sensorausgabe verhindert. Jedoch wurde in diesem Fall ebenso die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** bei etwa 400 °C oder mehr aufrechterhalten und der distale Endbereich **221** wurde in einem Zustand gehalten, der das Aufweisen der Sauerstoffionenleitfähigkeit zum Erzeugen der Sensorausgabe ermöglicht.

[0130] Gemäß dem Testergebnis wurde verifiziert, dass die Empfindlichkeit der Erfassungselektrode **22** über die Gesamtheit der Erfassungselektrode **22** selbst in einem Übergangszustand, in welchem sich die Temperatur des Sensorelements **10** rasch verringert, unter Verwendung des Sensorelements **10**, das die Erfassungselektrode **22** enthält, bei welcher sich die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** von der Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** unterscheidet, aufrechterhalten wird. Es sei bemerkt, dass in dem Fall, in welchen die Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** höher als die Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** eingestellt ist, das gleiche Ergebnis wie beim vorliegenden Verifizierungstest erhalten wurde.

Verifizierungstest 3

[0131] Beim Verifizierungstest **3** wurde verifiziert, wie hoch die Temperaturdifferenz zwischen der Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** und der Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** an der Erfassungselektrode **22** vorzugsweise ist. Bei diesem Verifizierungstest wurde der distale Endbereich **221** als ein Hochtemperaturbereich eingestellt, wobei der proximalen Endbereich **222** als ein Niedrigtemperaturbereich eingestellt wurde, an welchem die Durchschnittstemperatur niedriger als die Durchschnittstemperatur an dem Hochtemperaturbereich ist. Darüber hinaus wurden Sensorelemente **10** von Prototypen **1** bis **8** vorbereitet, die eine unterschiedliche Temperaturdifferenz in dem Bereich von 5 bis 70 °C zueinander aufweisen.

[0132] Wenn der Zustand von dem normalen Zustand, in welchem die Strömungsrate des Testgases, das zur Erfassung zugeführt wurde, 0,3 L/min ist, zum Übergangszustand, in welchem die Strömungsrate des Testgases 30 L/min ist, geändert wurde, wurde gemessen, wie sehr sich die Sensorausgabe des Gassensors **1** geändert hat (Potenzialdifferenz ΔV zwischen der Erfassungselektrode **22** und Referenzelektrode **23**), wobei die Änderung als Änderungsverhältnis [%] der Sensorausgabe für jeden Prototyp erhalten wurde. Das Änderungsverhältnis der Sensorausgabe wird durch die Formel $(X_1 - X_2)/X_1 \times 100 [\%]$, bei welcher die Sensorausgabe im normalen Zustand **X1** [mV] ist und die Sensorausgabe im Übergangszustand **X2** [mV] ist, erhalten.

[0133] Wie viel Schwankung bei der Sensorausgabe aufgetreten ist, wurde für jeden der Prototypen als die Stabilität der Sensorausgabe überprüft. Die Stabilität wurde als Exzellenz angegeben, falls die Schwankung klein ist und wurde als Mangelhaft angegeben, falls die Schwankung groß ist.

[0134] Das Ergebnis des vorliegenden Verifizierungstests ist in Tabelle 1 gezeigt. In dieser Tabelle wird beurteilt, ob die Prototypen **1** bis **8** für die Erfassungselektrode **22** geeignet sind, wobei sie als Exzellenz angegeben sind, falls sie geeignet sind, und als Mangelhaft angegeben sind, falls nicht geeignet sind.

Tabelle 1

Prototyp	Durchschnitts-temperatur im Niedertemperaturbereich [°C]	Durchschnitts-temperatur im Hochtemperaturbereich [°C]	Temperaturdifferenz [°C]	Änderungsverhältnis [%] der Sensorausgabe	Stabilität der Sensorausgabe	Beurteilung
1	400	405	5	55	Exzellent	Mangelhaft
2		410	10	20	Exzellent	Exzellent
3		415	15	15	Exzellent	Exzellent
4		420	20	11	Exzellent	Exzellent
5		430	30	11	Exzellent	Exzellent
6		450	50	8	Exzellent	Exzellent
7		460	60	5	Exzellent	Exzellent
8		470	70	4	Mangelhaft	Mangelhaft

[0135] Für den Prototyp 1 mit der Temperaturdifferenz von 5 °C wurde das Änderungsverhältnis der Sensorausgabe so groß wie etwa 55 % und die Bewertung war Mangelhaft. Für den Prototypen 8 mit der Temperaturdifferenz von 70 °C war die Stabilität der Sensorausgabe Mangelhaft und die Bewertung war Mangelhaft. In der Zwischenzeit war das Änderungsverhältnis der Sensorausgabe bei den Prototypen 2 bis 7 mit der Temperaturdifferenz von 10 bis 60°C klein, wobei die Stabilität der Sensorausgabe zufriedenstellend war, sodass die Beurteilung Exzellent war. Demzufolge wurde herausgefunden, dass die Temperaturdifferenz zwischen der Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich **221** und der Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich **222** an der Erfassungselektrode **22** vorzugsweise in dem Bereich von 10 bis 60°C liegt.

[0136] Die vorliegende Offenbarung ist nicht auf die vorher beschriebenen Ausführungsformen beschränkt und kann, ohne vom Umfang der Offenbarung abzuweichen, modifiziert werden. Die vorliegende Offenbarung umfasst Modifikationen und Ausbildungen, die in den Äquivalenzbereich fallen. Darüber hinaus sind verschiedene Kombinationen und Ausbildungen von Komponenten, die in der vorliegenden Offenbarung denkbar sind, in der technischen Idee, die aus der vorliegenden Offenbarung erhalten wird, enthalten.

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 2018214827 [0001]
- JP 2010038806 A [0006]

Patentansprüche**1. Gassensor (1) aufweisend:**

einen Erfassungselementabschnitt (2), der eine verlängerte Form entlang einer longitudinalen Richtung (D) aufweist und ein Festelektrolyt (21) mit einer Sauerstoffionenleitfähigkeit, eine Erfassungselektrode (22), welche an einer Oberfläche des Festelektrolyts angeordnet ist und dem Gas (G), das erfasst werden soll, ausgesetzt ist, und eine Referenzelektrode (23), die an der Oberfläche des Festelektrolyts angeordnet ist, enthält; eine Heizvorrichtung (4), die einen Heizabschnitt (411), der mittels Erregung Wärme erzeugt, enthält, wobei die Heizvorrichtung konfiguriert ist, um das Festelektrolyt, die Erfassungselektrode und die Referenzelektrode basierend auf der Wärme, die durch den Heizabschnitt erzeugt wird, auf zu heizen; und einen Potenzialdifferenz erfassungsabschnitt (51), der eine Potenzialdifferenz (ΔV) zwischen der Erfassungselektrode und der Referenzelektrode erfasst, wobei die Potenzialdifferenz zwischen der Erfassungselektrode und der Referenzelektrode verursacht wird, wenn eine elektrochemische Reduktionsreaktion von Sauerstoff, der in dem Gas, das erfasst werden soll, enthalten ist, und eine elektrochemische Oxidationsreaktion eines spezifischen Gasbestandteils, der in dem Gas, das erfasst werden soll, enthalten ist, an der Erfassungselektrode ausgeglichen sind, wobei die Erfassungselektrode ein distales Ende (D1), ein proximales Ende (D2) und eine Mittelposition (O) in der longitudinalen Richtung aufweist; und der Heizabschnitt ein Heizzentrum (P) aufweist, das angeordnet ist, um einem Versatzpunkt zugewandt zu sein, und wobei der Versatzpunkt angeordnet ist, um näher an entweder dem distalen Ende oder dem proximalen Ende der Erfassungselektrode angeordnet zu sein, als es die Mittelposition ist, wobei das Heizzentrum angeordnet ist, um dem Versatzpunkt zugewandt zu sein, wobei dies verursacht, dass sich eine erste Durchschnittstemperatur an einem distalen Endbereich (221) der Erfassungselektrode in der longitudinalen Richtung von einer zweiten Durchschnittstemperatur an einem proximalen Endbereich (222) der Erfassungselektrode in der longitudinalen Richtung unterscheidet.

2. Gassensor gemäß Anspruch 1, wobei Temperaturen von allen Abschnitten des distalen Endbereichs größer oder gleich zu Temperaturen an allen Abschnitten des proximalen Endbereichs, oder kleiner oder gleich zu Temperaturen an allen Abschnitten des proximalen Endbereichs sind.

3. Gassensor gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei

der Versatzpunkt entweder ein erster Punkt oder ein zweiter Punkt ist, wobei der erste Punkt innerhalb des distalen Endbereichs der Erfassungselektrode angeordnet ist und der zweite Punkt angeordnet ist, um dem distalen Ende näher zu sein, als es der distale Endbereich ist, und die erste Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich der Erfassungselektrode höher als die zweite Durchschnittstemperatur am proximalen Endbereich der Erfassungselektrode ist.

4. Gassensor gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei

der Versatzpunkt entweder ein erster Punkt oder ein zweiter Punkt ist, wobei der erste Punkt innerhalb des proximalen Endbereichs der Erfassungselektrode angeordnet ist und der zweite Punkt angeordnet ist, um näher an dem proximalen Ende zu sein, als es der proximale Endbereich ist; und die zweite Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich der Erfassungselektrode höher als die erste Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich der Erfassungselektrode ist.

5. Gassensor gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei eine Differenz zwischen der ersten Durchschnittstemperatur an dem distalen Endbereich und der zweiten Durchschnittstemperatur an dem proximalen Endbereich in einem Bereich von 10 bis 60 °C liegt.

6. Gassensor gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei

das Festelektrolyt plattenförmig ist, ein plattenähnlicher Isolierkörper (25, 42) auf dem Festelektrolyt aufgeschichtet ist, die Heizvorrichtung ein Heizteil (41) enthält, das in dem Isolierkörper eingebettet ist, wobei der Heizabschnitt in dem Heizteil ausgebildet ist, ein Referenzgaskanal (24) in dem Isolierkörper ausgebildet ist, wobei der Referenzgaskanal die Referenzelektrode aufnimmt, das Festelektrolyt eine äußere Oberfläche aufweist, die dem Gas, das erfasst werden soll, ausgesetzt ist, und wobei die Erfassungselektrode an der äußeren Oberfläche des Festelektrolyts angeordnet ist.

Es folgen 17 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

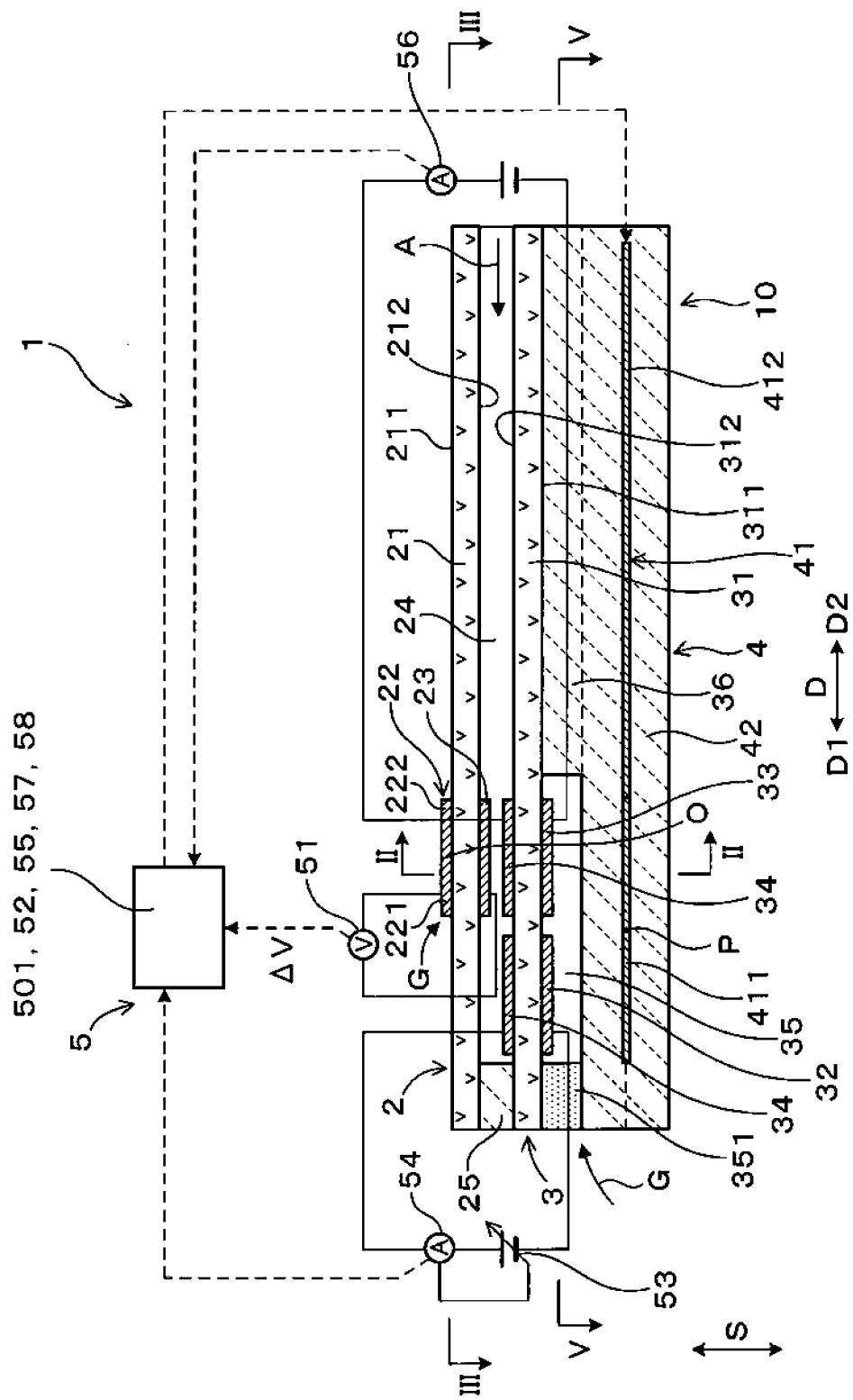


FIG.2

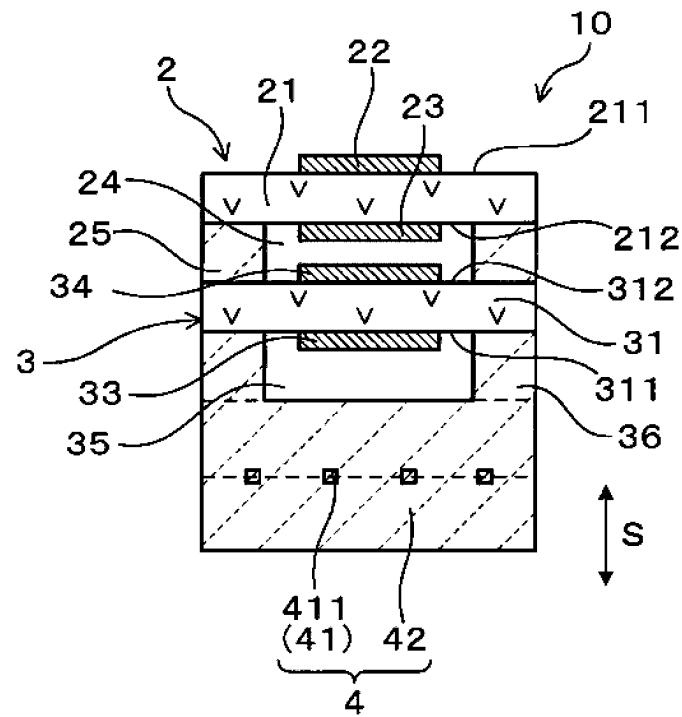


FIG.3

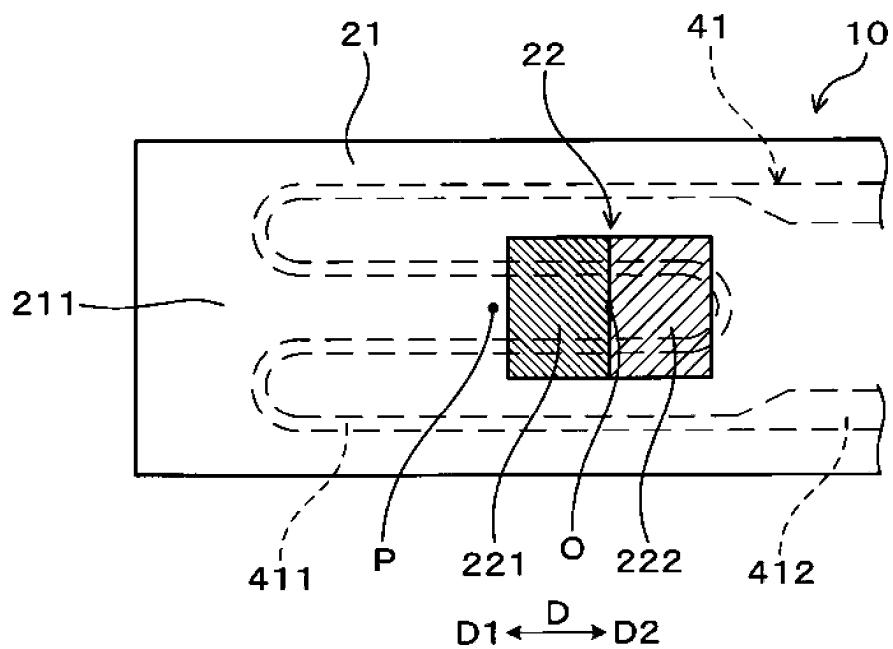


FIG.4

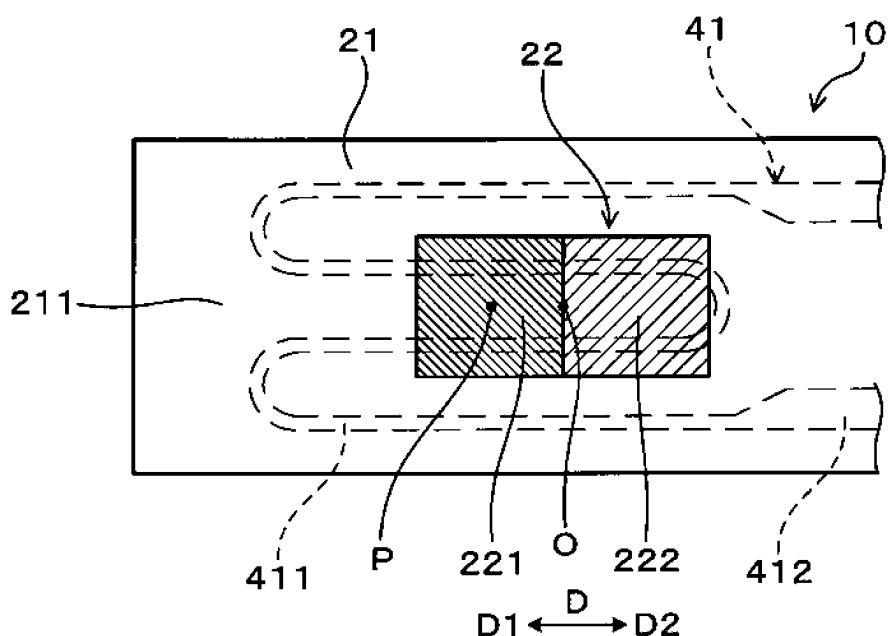


FIG.5

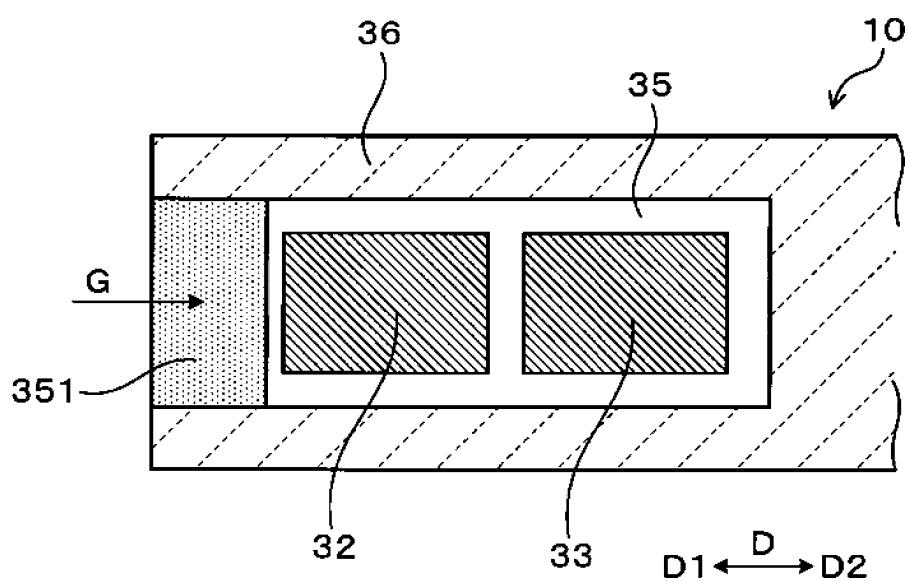


FIG. 6.

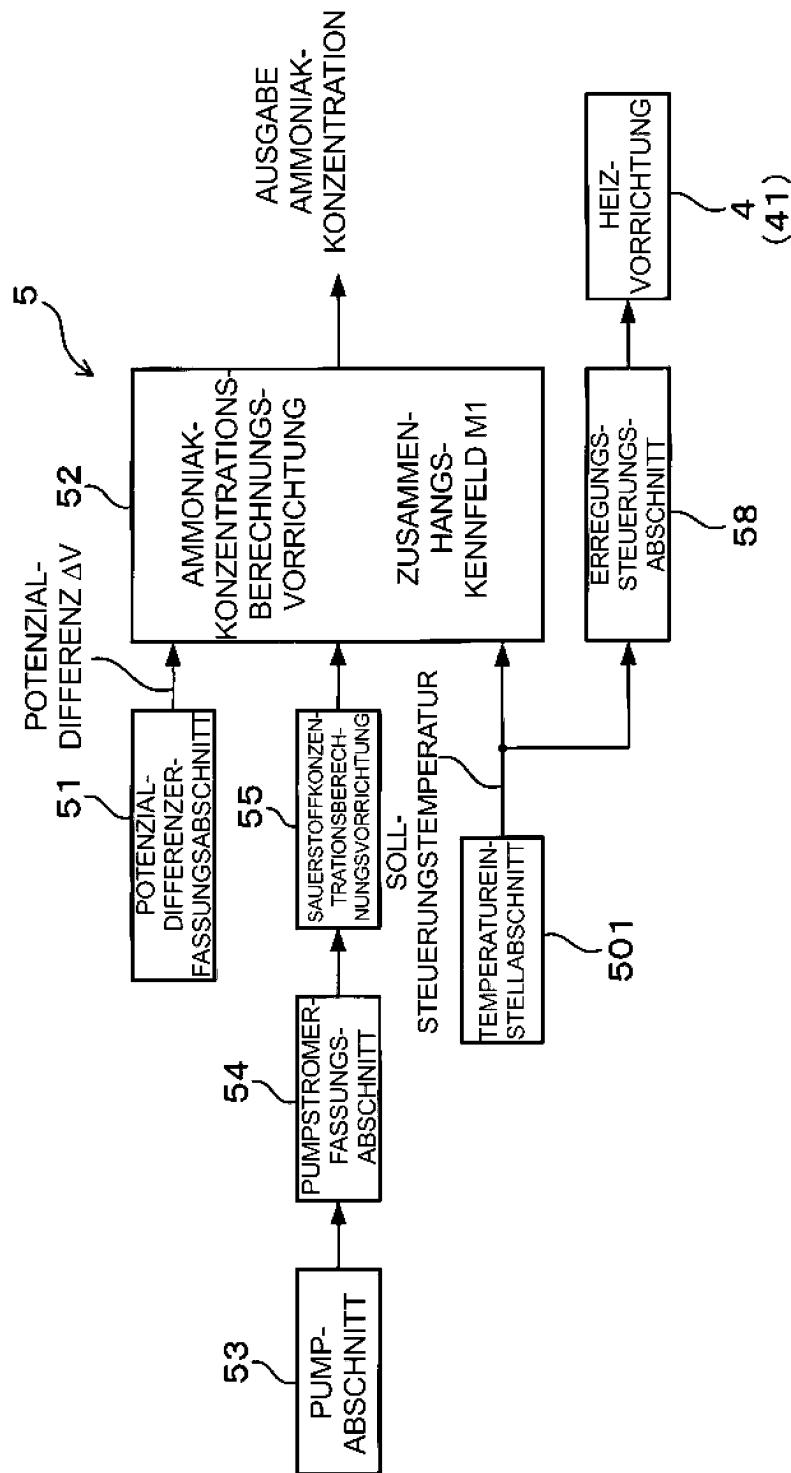


FIG.7

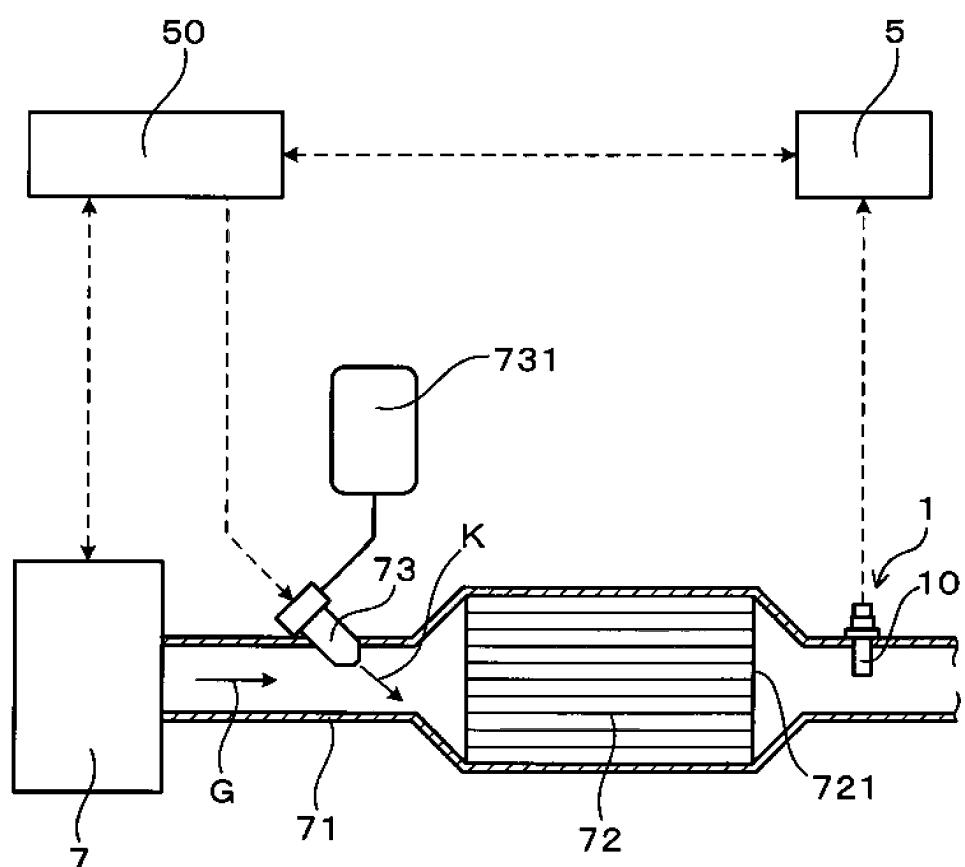


FIG.8

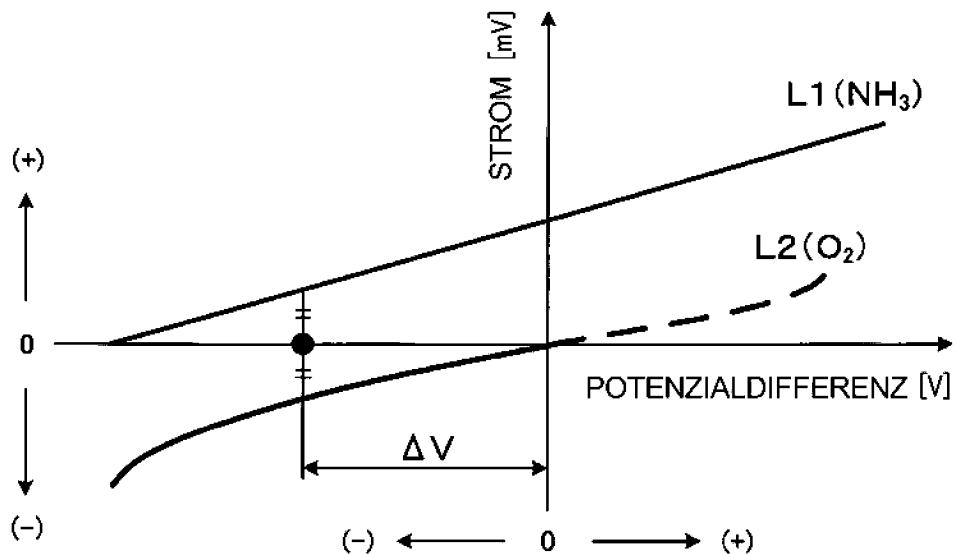


FIG.9

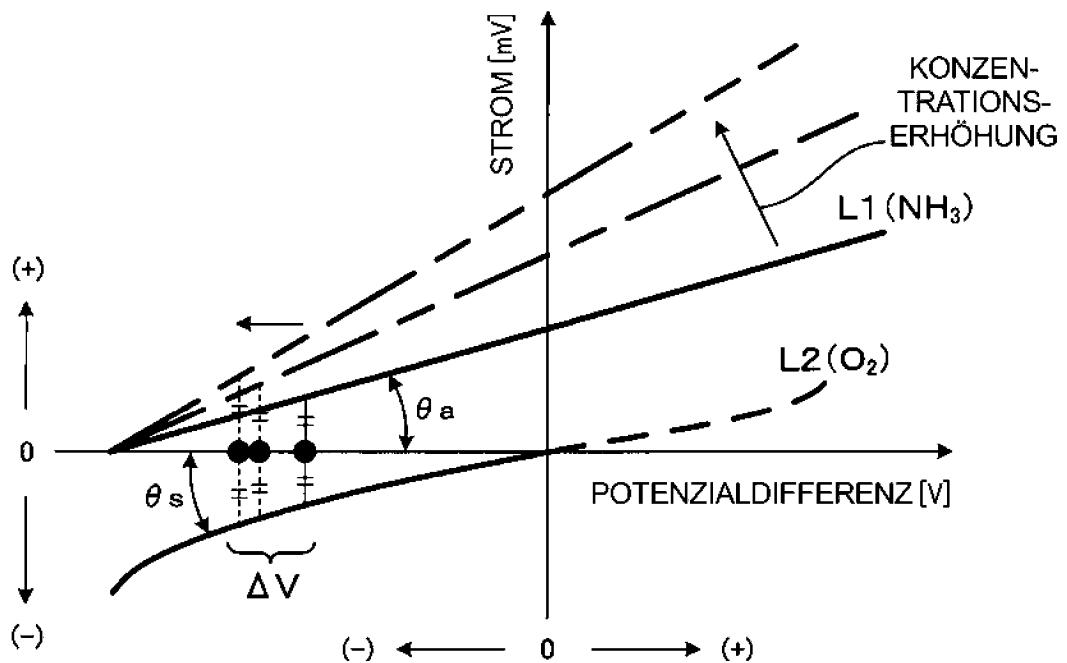


FIG.10

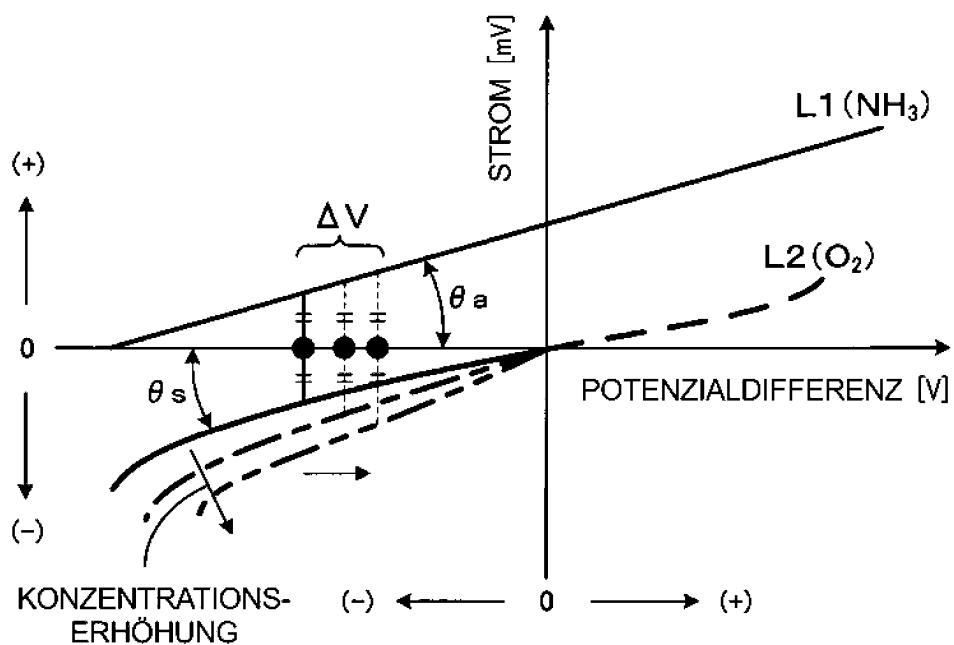


FIG.11

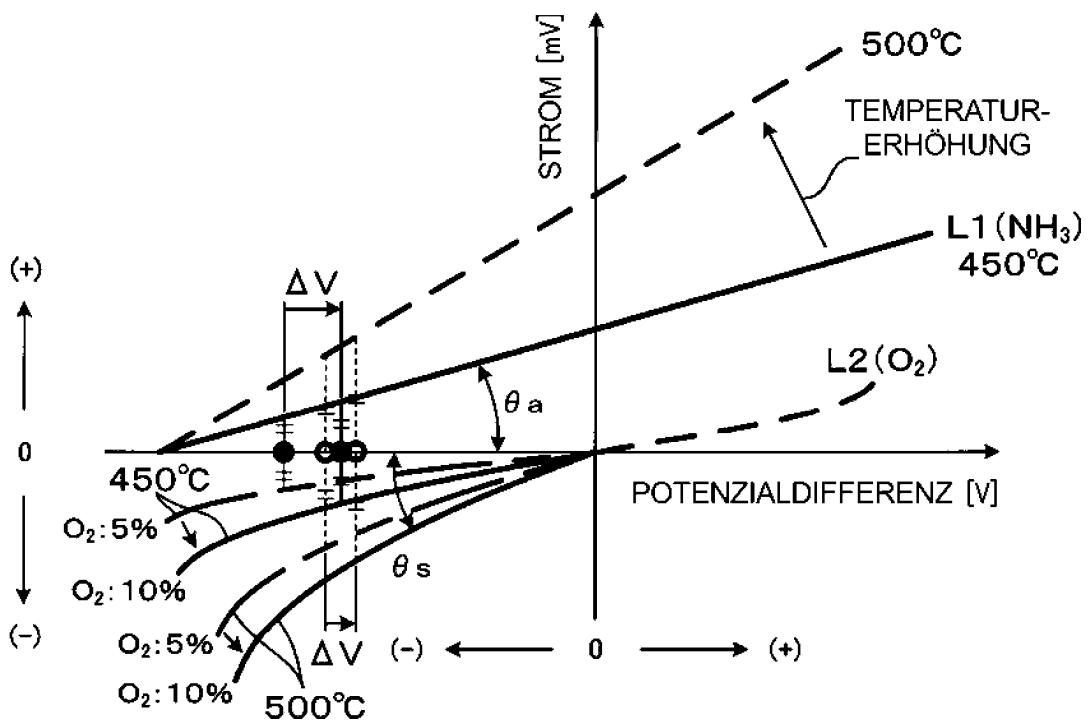


FIG.12

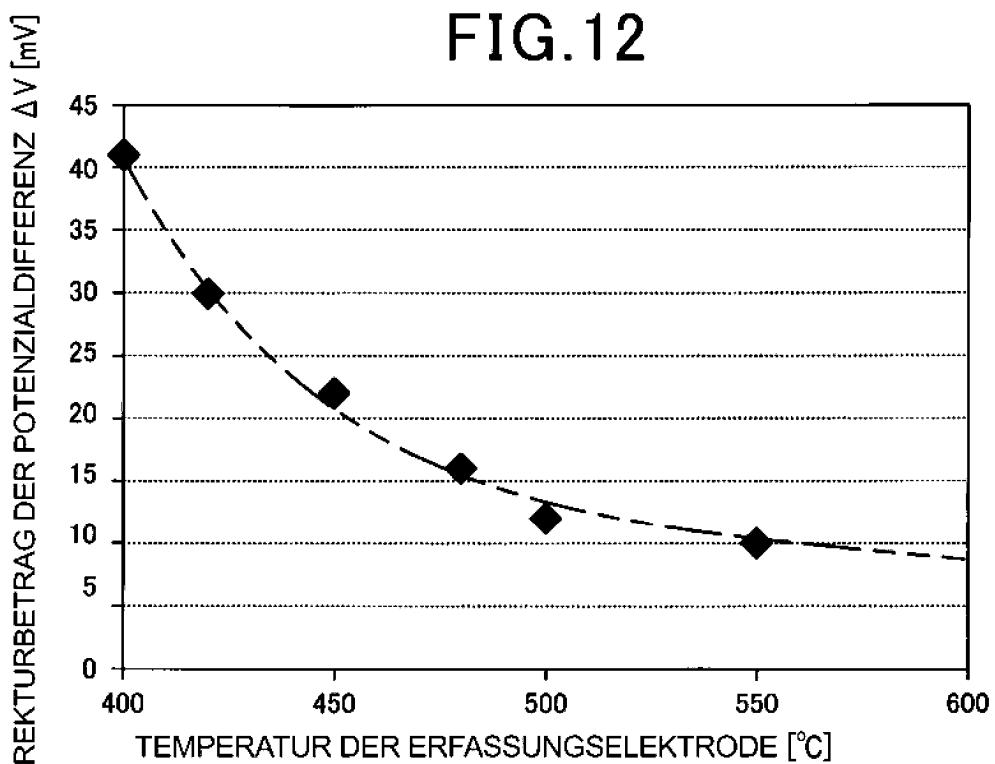


FIG.13

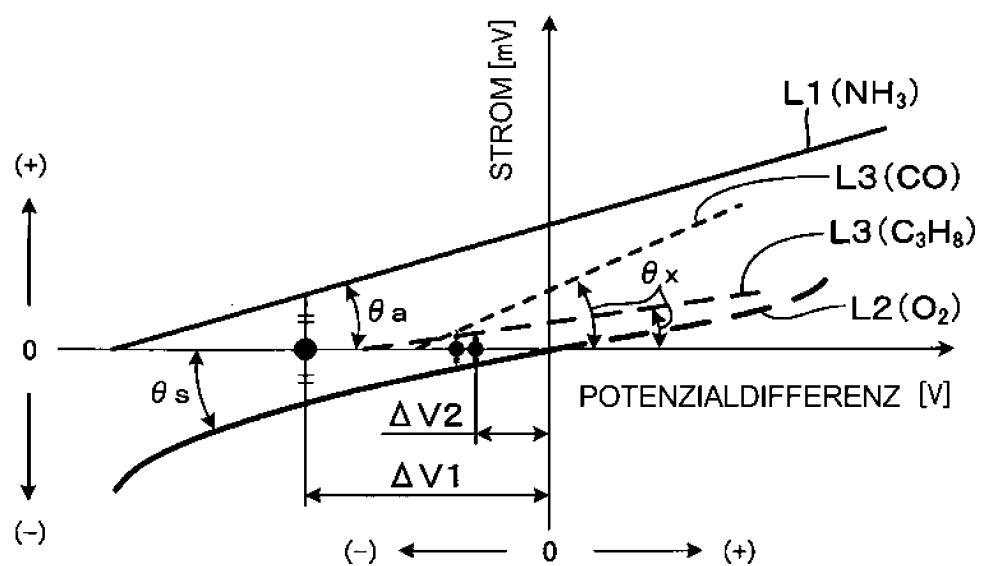


FIG.14

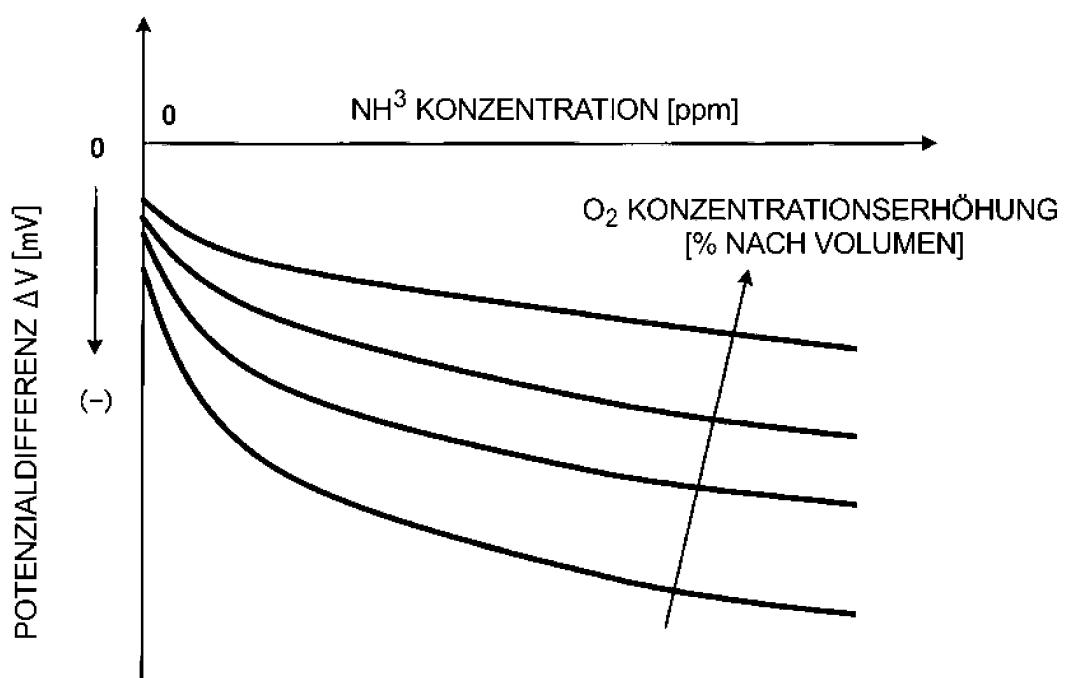


FIG.15

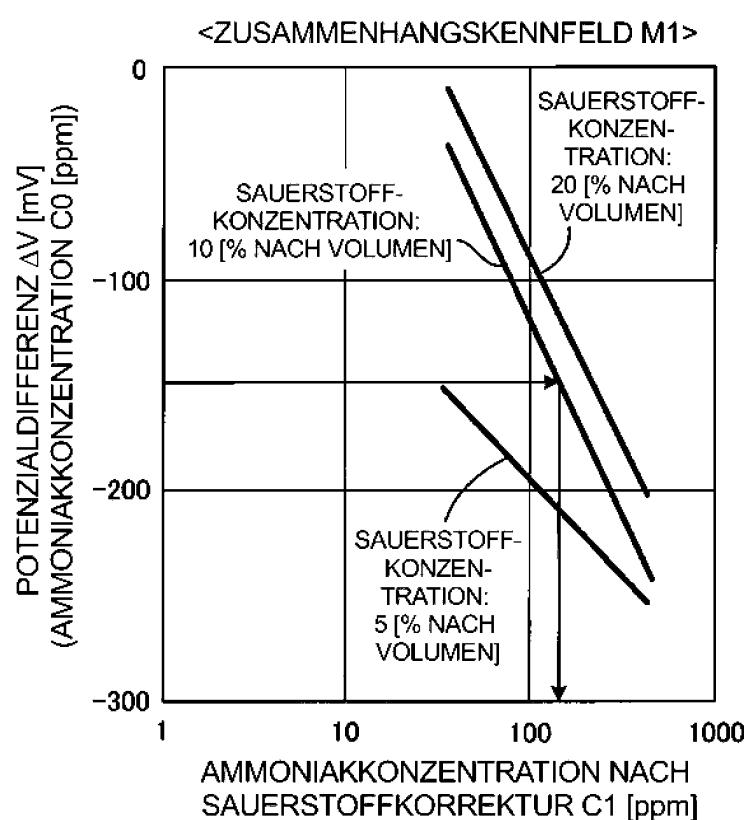


FIG.16

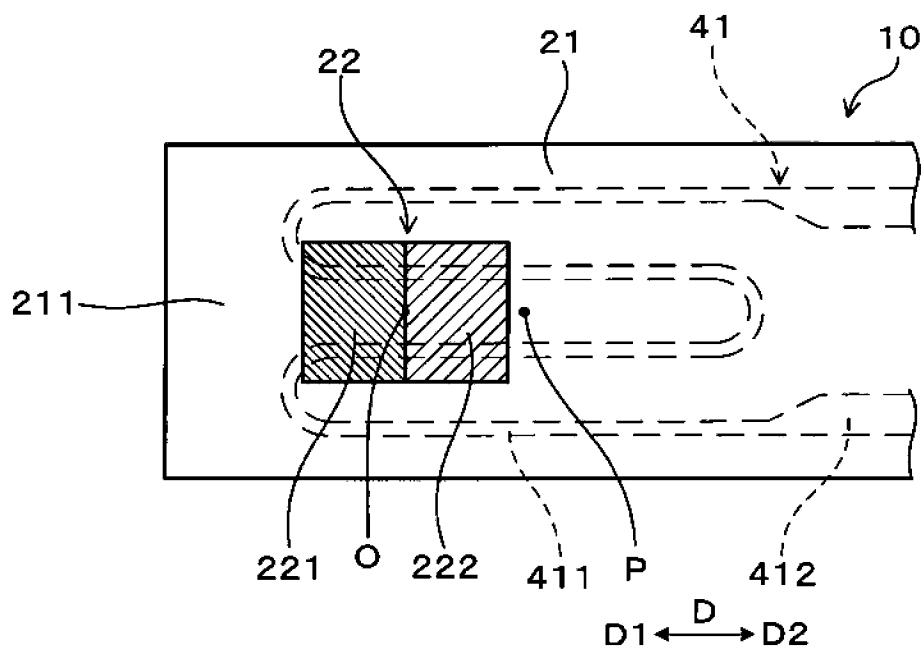


FIG.17

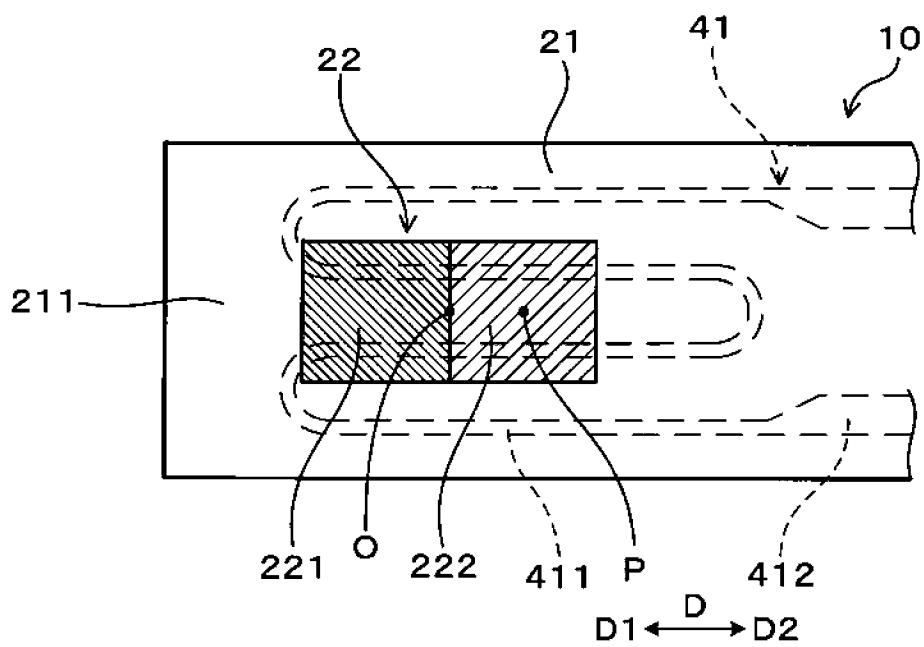


FIG. 18

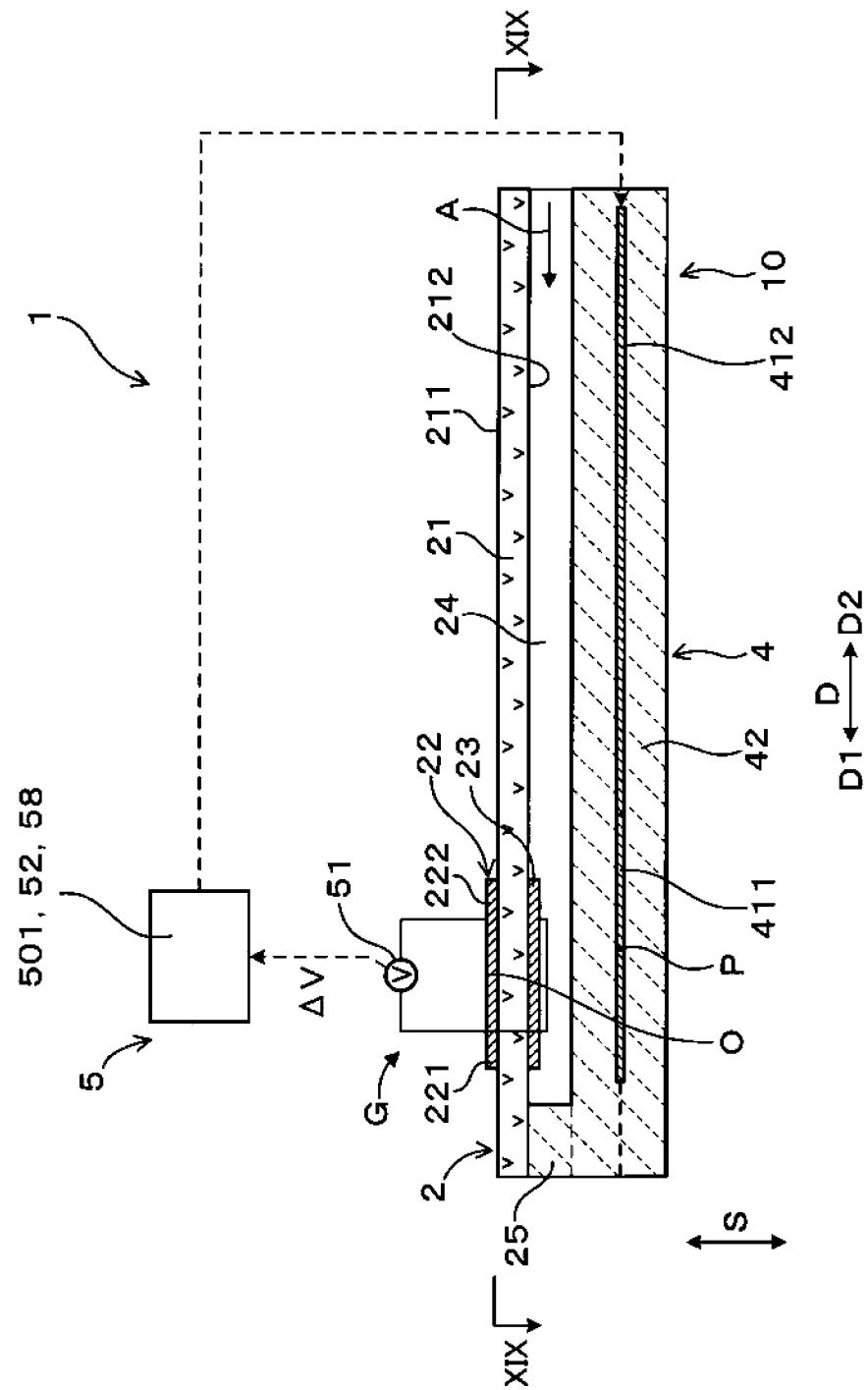


FIG.19

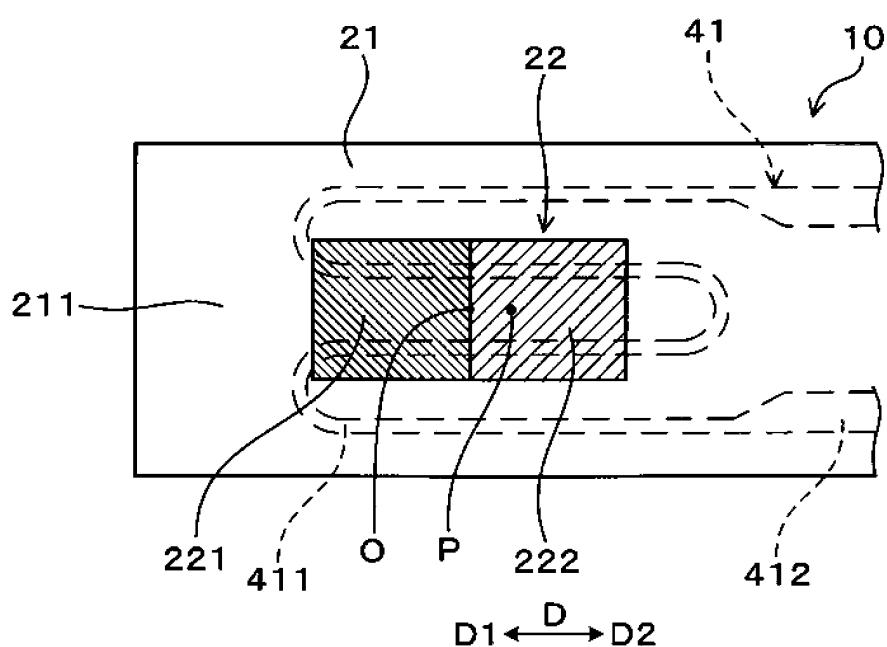


FIG.20

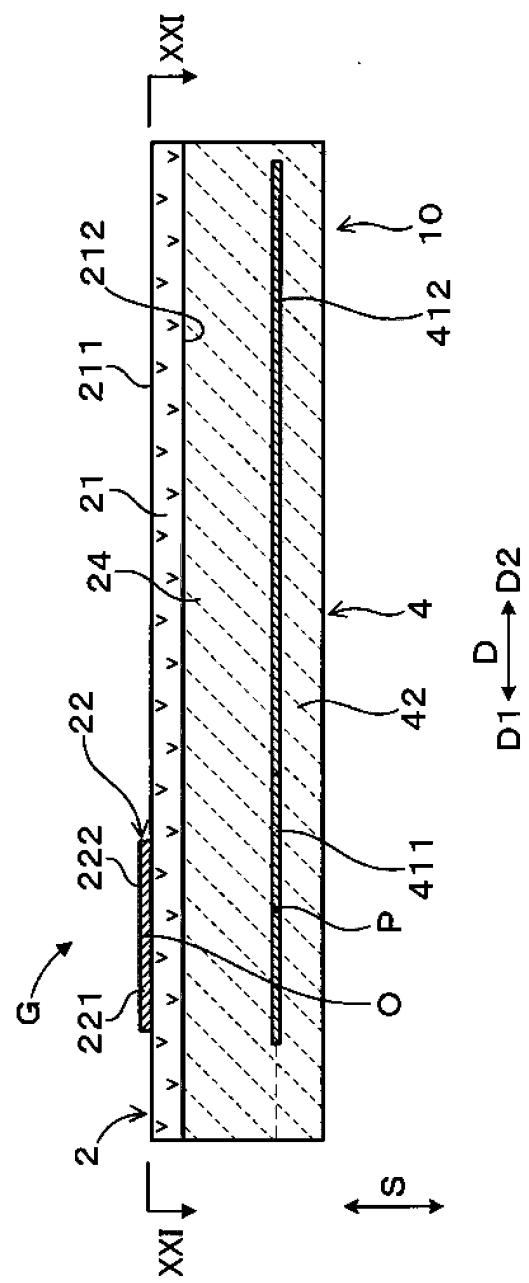


FIG.21

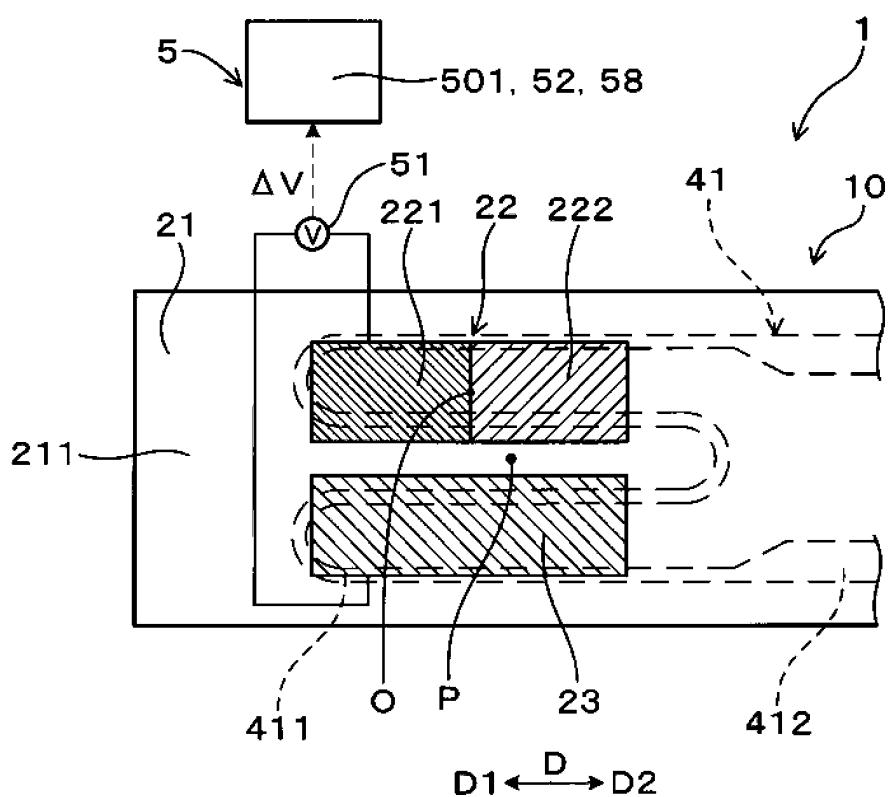


FIG.22

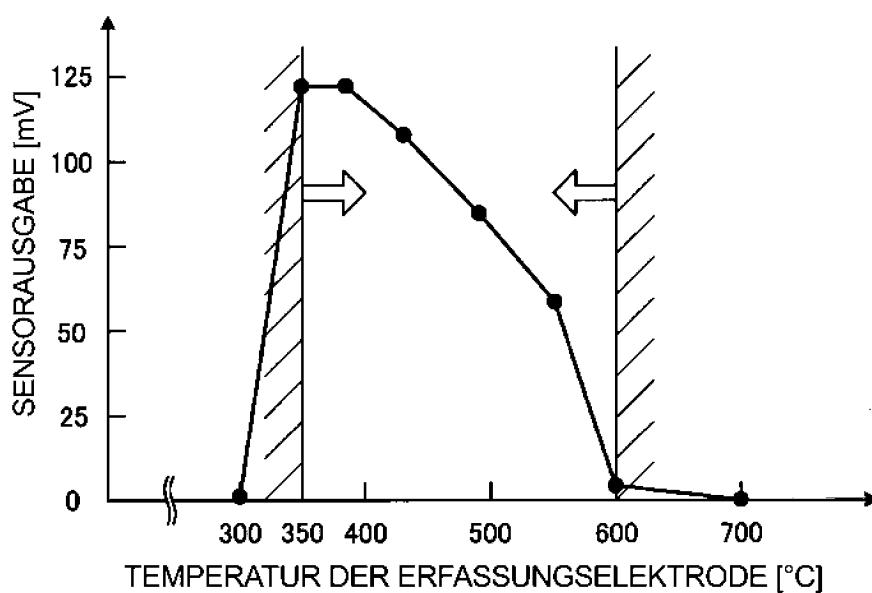


FIG.23

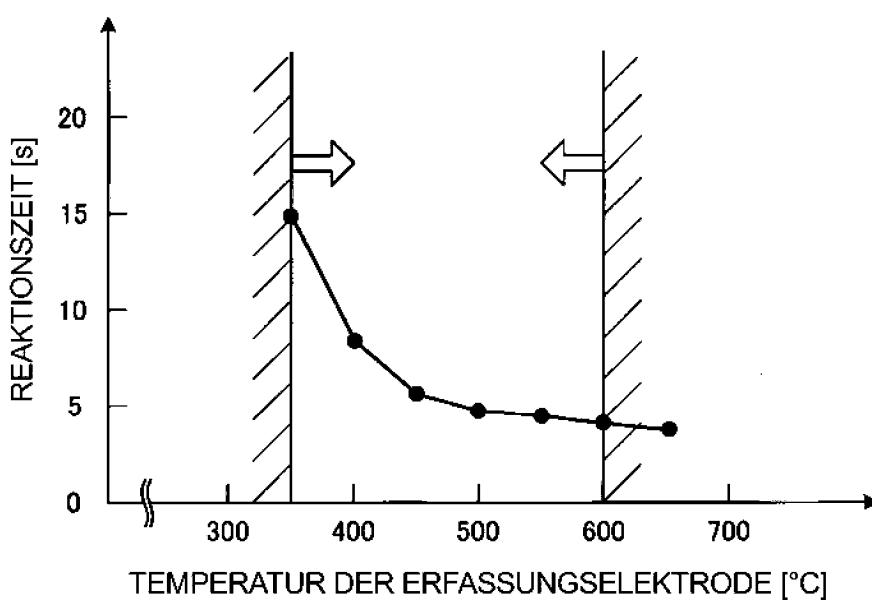


FIG.24

