



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/030165**
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 003 968.3**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2014/072719**
 (86) PCT-Anmeldetag: **29.08.2014**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **05.03.2015**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **25.05.2016**

(51) Int Cl.: **G01N 27/26 (2006.01)**
G01N 27/416 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2013-178980 **30.08.2013** **JP**
2014-165752 **18.08.2014** **JP**

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

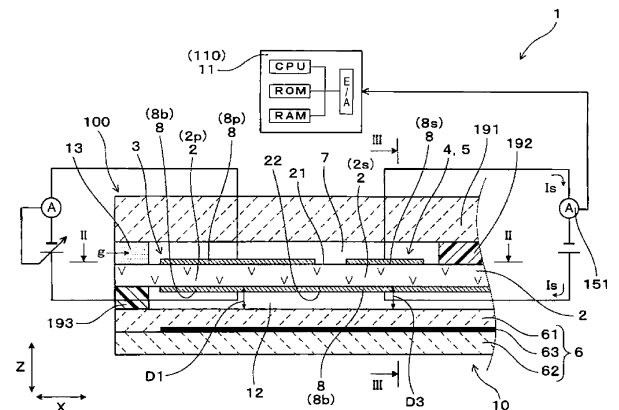
(71) Anmelder:
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,
 JP**

(72) Erfinder:
**Toudou, Yuusuke, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
 Kimata, Takehito, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
 Katafuchi, Toru, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Gaskonzentrationsmessvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Gaskonzentrationsmessvorrichtung ist geschaffen, die funktioniert, um die Konzentration einer gegebenen Gaskomponente mit einer verbesserten Genauigkeit zu berechnen. Die Gaskonzentrationsmessvorrichtung (1) weist einen Gassensor (10) und einen berechnenden Abschnitt (11) auf. Der Gassensor (10) ist mit einer Pumpenzelle (3), einer Überwachungszelle (4) und einer Sensorzelle (5) ausgestattet. Der berechnende Abschnitt (11) subtrahiert einen Überwachungszellenstrom I_m , der ein Strom ist, der durch die Überwachungszelle (4) fließt, von einem Sensorzellenstrom (I_s), der ein Strom ist, der durch die Sensorzelle (5) fließt, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente in einem Gas g zu berechnen. Wenn die Konzentration der gegebenen Gaskomponente berechnet wird, führt der berechnende Abschnitt (11) einen Korrekturbetrieb durch, um einen Wert des Überwachungszellenstroms I_m nahe zu einem Wert eines sauerstoffabhängigen Stroms I_{s0} zu bringen, der eine Komponente des Sensorzellenstroms I_s ist, die von der Konzentration von Sauerstoff herrührt.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf eine Gaskonzentrationsmessvorrichtung, die funktioniert, um eine Konzentration einer Gaskomponente, wie zum Beispiel NO_x, die in einem Abgas von selbstfahrenden Fahrzeugen enthalten ist, zu messen.

HINTERGRUNDTECHNIK

[0002] Eine Gasmessvorrichtung, die mit einem Gassensor, der einem Abgas von einem selbstfahrenden Fahrzeug ausgesetzt ist, und mit einem berechnenden Abschnitt ausgestattet ist, der eine Ausgabe des Gassensors verwendet, um die Konzentration von NO_x, das in dem Abgas enthalten ist, zu berechnen (siehe eine Patentliteratur 1, die im Folgenden aufgelistet ist).

[0003] Der Gassensor ist mit einem Festelektrolytkörper, der eine Sauerstoffionenleitfähigkeit hat, und einer Mehrzahl von Elektroden, die an beiden Oberflächen des Festelektrolytkörpers gebildet sind, ausgestattet. Der Festelektrolytkörper und die Elektroden bilden drei Zellen: eine Pumpenzelle, eine Überwachungszelle und eine Sensorzelle. Die Pumpenzelle ist eine Zelle, die eine Konzentration von Gas reduziert. Die Überwachungszelle ist eine Zelle, die die Konzentration von Sauerstoff, der leicht in dem Gas, dessen Konzentration von Sauerstoff durch die Pumpenzelle reduziert wurde, verbleibt, erfasst. Die Sensorzelle ist eine Zelle, die eine Summe von Konzentrationen von Sauerstoff und einer gegebenen Gaskomponente (NO_x), die in dem Gas, dessen Konzentration von Sauerstoff durch die Pumpenzelle reduziert wurde, enthalten sind, misst.

[0004] Eine Menge eines elektrischen Stroms (das heißt eines Überwachungszellenstroms I_m), die der Konzentration von Sauerstoff, der in dem Gas verbleibt, entspricht, fließt durch die Überwachungszelle. Ein elektrischer Strom (das heißt ein Sensorzellenstrom I_s) fließt ferner durch die Sensorzelle. Die Sensorzelle ist sowohl gegenüber Sauerstoff als auch gegenüber der gegebenen Gaskomponente aktiv. Der Sensorzellenstrom I_s weist daher eine Komponente (das heißt einen sauerstoffabhängigen Strom I_{so}), die von der Konzentration von Sauerstoff herrührt, und eine Komponente (das heißt einen von einem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x), die von einer Konzentration einer gegebenen Gaskomponente herrührt, auf. Die genaue Bestimmung der Konzentration der gegebenen Gaskomponente erfordert eine Eliminierung des sauerstoffabhängigen Stroms I_{so} aus dem Sensorzellenstrom I_s, um den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x präzise abzuleiten.

[0005] Es ist jedoch üblicherweise unmöglich, den sauerstoffabhängigen Strom I_{so} direkt zu messen. Die vorhergehende Gaskonzentrationsmessvorrichtung verwendet daher den Überwachungszellenstrom statt des sauerstoffabhängigen Stroms I_{so}. Der Überwachungszellenstrom I_m besitzt genauer gesagt wie der sauerstoffabhängige Strom I_{so} eine Korrelation mit der Konzentration von Sauerstoff. Der Überwachungszellenstrom I_m wird somit von dem Sensorzellenstrom I_s (= I_{so} + I_x) subtrahiert, um einen Näherungswert des von dem gegebenen Gas abhängigen Stroms I_x zu erhalten. Der Näherungswert wird verwendet, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente zu berechnen. Dieser Betrieb wird durch den vorhergehenden berechnenden Abschnitt durchgeführt.

ZITATLISTE

PATENTLITERATUR

[0006]

Patentliteratur 1 Japanisches Patent Nr. 3979240

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

DURCH DIE ERFINDUNG
ZU LÖSENDES PROBLEM

[0007] Es kann jedoch für die vorhergehende Gasmessvorrichtung unmöglich sein, die Konzentration der gegebenen Gaskomponente genau zu messen. Die Elektrode, die die Überwachungszelle bildet, ist genauer gesagt aus Metall, beispielsweise aus einer Pt-Au-Legierung, hergestellt, das lediglich Sauerstoffmoleküle reduziert. Die Elektrode, aus der die Sensorzelle hergestellt ist, ist aus Metall, beispielsweise aus einer Pt-Rh-Legierung, hergestellt, das sowohl die Sauerstoffmoleküle als auch die gegebene Gaskomponente reduziert. Die Überwachungszelle und die Sensorzelle unterscheiden sich hinsichtlich des Materials der Elektroden voneinander und unterscheiden sich somit hinsichtlich der Empfindlichkeit gegenüber der Konzentration von Sauerstoff voneinander. Es gibt zusätzlich ferner eine Herstellungsvariation eines Bereichs der Elektroden. Dies kann in einem Unterschied zwischen dem Überwachungszellenstrom I_m und dem sauerstoffabhängigen Strom I_{so} resultieren, was zu einer Schwierigkeit beim Subtrahieren des Überwachungszellenstroms I_m von dem Sensorzellenstrom I_s (= I_x + I_{so}) führt, um den von einem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x zum Bestimmen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente genau zu berechnen.

[0008] Die Erfindung wurde auf einem solchen Hintergrund gemacht und schafft eine Gaskonzentrationsmessvorrichtung, die fähig ist, die Konzentration der gegebenen Gaskomponente mit einer verbesserten Genauigkeit zu bestimmen.

MITTEL ZUM LÖSEN DES PROBLEMS

[0009] Ein Aspekt der Erfindung ist eine Gaskonzentrationsmessvorrichtung, die einen Gassensor, der einem Gas ausgesetzt ist, und einen berechnenden Abschnitt aufweist, der eine Ausgabe von dem Gassensor verwendet, um eine Konzentration einer gegebenen Gaskomponente, die in dem Gas enthalten ist, zu berechnen, wobei der Gassensor eine Gaskammer, in die Gas eingeleitet wird, eine Bezugsgaskammer, in die ein Bezugsgas eingeleitet wird, einen Festelektrolytkörper, der zwischen der Gaskammer und der Bezugsgaskammer angeordnet ist und eine Sauerstoffionenleitfähigkeit hat, und eine Mehrzahl von Elektroden, die auf beiden Oberflächen des Festelektrolytkörpers angeordnet sind, aufweist, und der Festelektrolytkörper und die Elektroden eine Pumpenzelle, die funktioniert, um eine Sauerstoffkonzentration des Gases in der Gaskammer zu regeln, eine Überwachungszelle, durch die eine Menge eines Stroms, die der Sauerstoffkonzentration des Gases entspricht, fließt, und eine Sensorzelle bilden, durch die ein Strom fließt, der eine Summe einer Menge eines Stroms, die der Sauerstoffkonzentration entspricht, und einer Menge eines Stroms, die einer Konzentration der gegebenen Gaskomponente in dem Gas entspricht, ist, und der berechnende Abschnitt funktioniert, um einen Wert eines Überwachungszellenstroms I_m , der der Strom ist, der durch die Überwachungszelle fließt, zu korrigieren, um denselben nahe zu einem Wert eines sauerstoffabhängigen Stroms I_{so} zu bringen, der eine Komponente eines Sensorzellenstroms I_s ist, der der Strom ist, der durch die Sensorzelle fließt, und der von einer Konzentration von Sauerstoff herrührt, und um ferner einen korrigierten Wert $I_{m'}$ desselben von dem Sensorzellenstrom I_s zu subtrahieren, um einen von einem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x zu bestimmen, der eine Komponente des Sensorzellenstroms I_s ist, die von der Konzentration der gegebenen Gaskomponente herrührt, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente in dem Gas zu berechnen.

EFFEKT DER ERFINDUNG

[0010] Der berechnende Abschnitt der Gaskonzentrationsmessvorrichtung funktioniert, um den Überwachungszellenstrom I_m zu korrigieren, um denselben nahe zu dem sauerstoffabhängigen Strom I_{so} zu bringen, wenn die Konzentration der gegebenen Gaskomponente bestimmt wird. Dies verbessert die Genauigkeit beim Berechnen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente. Der Sensorzellestrom I_s , wie er im Vorhergehenden beschrieben ist, weist genauer gesagt den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x , der eine Komponente ist, die von der Konzentration der gegebenen Gaskomponente herrührt, und den sauerstoffabhängigen Strom I_{so} auf. Der vorhergehende Korrekturbetrieb ist daher gemacht, um den Überwachungszellenstrom $I_{m'}$ zu

nähern, nachdem derselbe auf den sauerstoffabhängigen Strom I_{so} korrigiert wurde. Durch eine Subtraktion des Überwachungszellenstroms $I_{m'}$ von dem Sensorzellenstrom $I_s (= I_x + I_{so})$ wird somit eine Beziehung von $I_s - I_{m'} = (I_x + I_{so}) - I_{m'} \approx I_x$ abgeleitet, die ermöglicht, dass der von dem gegebenen Gas abhängige Strom I_x genau berechnet wird. Dies resultiert in einer verbesserten Genauigkeit beim Bestimmen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente.

[0011] Die vorliegende Erfindung, wie sie im Vorhergehenden beschrieben ist, liefert die Gaskonzentrationsmessvorrichtung, die fähig ist, die Konzentration der gegebenen Gaskomponente mit einer verbesserten Genauigkeit zu berechnen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] Fig. 1 ist eine Schnittansicht eines Gassensors bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0013] Fig. 2 ist eine Schnittansicht bei II-II in Fig. 1.

[0014] Fig. 3 ist eine Schnittansicht bei III-III in Fig. 1.

[0015] Fig. 4 ist eine perspektivische Explosionsansicht eines Gassensors bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0016] Fig. 5 ist eine grafische Darstellung, die eine Beziehung zwischen einer Pumpenzellenspannung, einem Überwachungszellenstrom und einem Sensorzellenstrom darstellt, wenn Gas, das NO_x enthält, bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemessen wird.

[0017] Fig. 6 ist eine grafische Darstellung, die Aufschlüsselungen eines Sensorzellenstroms und eines Überwachungszellenstroms darstellt, wenn V_p auf etwa 0,37 V in Fig. 5 eingestellt ist.

[0018] Fig. 7 ist eine grafische Darstellung, die eine Beziehung zwischen einer Pumpenzellenspannung, einem Überwachungszellenstrom und einem Sensorzellenstrom darstellt, wenn Gas, das kein NO_x enthält, bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemessen wird.

[0019] Fig. 8 ist eine grafische Darstellung, die eine Korrelation zwischen einem Überwachungszellenstrom und einem Sensorzellenstrom darstellt, wenn Gas, das kein NO_x enthält, bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemessen wird.

[0020] Fig. 9 ist eine grafische Darstellung, die eine Beziehung zwischen einer Pumpenzellenspannung V_p , I_m , I_s , $I_m - I_s$ und $I_m - I_{m'}$ als darstellt, wenn Gas, das kein NO_x enthält, bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemessen wird.

[0021] Fig. 10 ist eine grafische Darstellung, die Aufschlüsselungen eines Sensorzellenstroms und eines Überwachungszellenstroms darstellt, wenn Gas, das NOx enthält, bei V_p , die auf etwa 0,2 V eingestellt ist, bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemessen wird.

[0022] Fig. 11 ist eine Korrelation zwischen dem Überwachungszellenstrom und dem Sensorzellenstrom in Fig. 10.

[0023] Fig. 12 ist eine grafische Darstellung, die eine Beziehung zwischen einer Pumpenzellenspannung, einem Überwachungszellenstrom und einem Sensorzellenstrom hinsichtlich V_1 , V_2 , I_{m_1} , I_{m_2} , I_{s_1} und I_{s_2} darstellt, wenn Gas, das NOx enthält, gemessen wird.

[0024] Fig. 13 ist eine grafische Darstellung, die eine Aufschlüsselung eines Sensorzellenstroms darstellt, wenn eine Pumpenzellenspannung V_p auf V_1 oder V_2 in Fig. 12 eingestellt ist.

[0025] Fig. 14 ist eine grafische Darstellung, die eine Aufschlüsselung eines Überwachungszellenstroms darstellt, wenn eine Pumpenzellenspannung V_p auf V_1 oder V_2 in Fig. 12 eingestellt ist.

[0026] Fig. 15 ist eine grafische Darstellung, die eine Beziehung zwischen einer Pumpenzellenspannung, einem Überwachungszellenstrom und einem Sensorzellenstrom hinsichtlich Werten von V_0 und V_3 darstellt, wenn Gas, das NOx enthält, bei dem dritten Ausführungsbeispiel gemessen wird.

[0027] Fig. 16 ist eine grafische Darstellung, die Aufschlüsselungen [eines Sensorzellenstroms] und [eines Überwachungszellenstroms] darstellt, wenn eine Pumpenzellenspannung V_p auf V_3 eingestellt ist, wie es in Fig. 15 dargestellt ist.

[0028] Fig. 17 ist eine grafische Darstellung, die eine Beziehung zwischen einer Pumpenzellenspannung, einem Überwachungszellenstrom und einem Sensorzellenstrom hinsichtlich Werten von V_1 und V_2 darstellt, wenn Gas, das kein NOx enthält, bei dem vierten Ausführungsbeispiel gemessen wird.

[0029] Fig. 18 ist eine grafische Darstellung, die Aufschlüsselungen von I_{m_1} und I_{s_1} bei dem vierten Ausführungsbeispiel zeigt.

[0030] Fig. 19 ist eine grafische Darstellung, die Aufschlüsselungen von I_{m_2} und I_{s_2} bei dem vierten Ausführungsbeispiel zeigt.

[0031] Fig. 20 ist eine grafische Darstellung, die Aufschlüsselungen von I_m und I_s zeigt, wenn Gas, das NOx enthält, bei dem vierten Ausführungsbeispiel gemessen wird.

[0032] Fig. 21 ist eine grafische Darstellung, die Aufschlüsselungen von Sensorzellenströmen I_{m_3} und I_{s_4} darstellt, wenn eine Pumpenzellenspannung auf V_3 oder V_4 bei dem fünften Ausführungsbeispiel eingestellt ist.

[0033] Fig. 22 ist eine grafische Darstellung, die Aufschlüsselungen von Überwachungszellenströmen I_{m_3} und I_{m_4} darstellt, wenn eine Pumpenzellenspannung auf V_3 oder V_4 bei dem fünften Ausführungsbeispiel eingestellt ist.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

[0034] Die im Vorhergehenden beschriebene Gaskonzentrationsmessvorrichtung kann als beispielsweise eine NOx-Konzentrationsmessvorrichtung entworfen sein, die die Konzentration von NOx, das in Abgasemissionen von selbstfahrenden Fahrzeugen enthalten ist, misst.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 1

[0035] Ein Ausführungsbeispiel der vorhergehenden Gaskonzentrationsmessvorrichtung ist unter Verwendung von Fig. 1 bis Fig. 11 erläutert. Die Gaskonzentrationsmessvorrichtung **1** dieses Ausführungsbeispiels ist, wie in Fig. 1 bis Fig. 4 dargestellt ist, mit einem Gassensor **10** und einem berechnenden Abschnitt **11** ausgestattet. Der Gassensor **10** hat ein oberes Ende **100**, das dem Gas g ausgesetzt ist. Der berechnende Abschnitt **11** verwendet einen Ausgangsstrom von dem Gassensor **10**, um die Konzentration einer Gaskomponente, die in dem Gas g enthalten ist, zu berechnen.

[0036] Der Gassensor **10** weist eine Gaskammer **7**, eine Bezugsgaskammer **12**, einen Festelektrolytkörper **2** und eine Mehrzahl von Elektroden **8** auf. Das Gas g wird der Gaskammer **7** zugeführt. Ein Bezugsgas, wie zum Beispiel eine atmosphärische Luft, wird der Bezugsgaskammer **7** zugeführt. Der Festelektrolytkörper **2** ist zwischen die Gaskammer **7** und die Bezugsgaskammer **12** gebracht. Der Festelektrolytkörper **2** ist aus einem Material hergestellt, das eine Sauerstoffionenleitfähigkeit hat. Die Elektroden **8** sind an beiden Oberflächen des Festelektrolytkörpers **2** gebildet.

[0037] Der Festelektrolytkörper **2** und die Elektroden **8**, wie es in Fig. 1 bis Fig. 3 dargestellt ist, bilden eine Pumpenzelle **3**, eine Überwachungszelle **4** und eine Sensorzelle **5**. Die Pumpenzelle **3** ist eine Zelle, die funktioniert, um die Konzentration von Sauerstoff in dem Gas g in der Gaskammer **7** zu regeln. Die Überwachungszelle **4** ist eine Zelle, durch die als eine Funktion der Konzentration von Sauerstoff in dem

Gas g ein elektrischer Strom fließt. Die Sensorzelle **5** ist eine Zelle, durch die die Summe einer Menge eines Stroms, die der Konzentration von Sauerstoff in dem Gas g entspricht, und einer Menge eines Stroms, die der Konzentration einer gegebenen Gaskomponente in dem Gas g entspricht, fließt.

[0038] Der Überwachungszellenstrom I_m fließt durch die Überwachungszelle **4**. Der Sensorzellenstrom I_s fließt durch die Sensorzelle **5**. Der Sensorzellenstrom I_s weist einen sauerstoffabhängigen Strom I_{so} , der eine Komponente ist, die durch die Konzentration von Sauerstoff entwickelt wird, und einen von einem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x auf, der eine Komponente ist, die durch die Konzentration der gegebenen Gaskomponente entwickelt wird (siehe **Fig. 6**). Der berechnende Abschnitt **11** funktioniert, um einen Korrekturbetrieb durchzuführen, um den Wert des Überwachungszellenstroms I_m nahe zu dem Wert des sauerstoffabhängigen Stroms I_{so} zu bringen. Der Wert des korrigierten Überwachungszellenstroms I_m' wird von dem Sensorzellenstrom I_s subtrahiert, um den von einem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x abzuleiten. Der Wert des von einem gegebenen Gas abhängigen Stroms I_x wird verwendet, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente, die in dem Gas g enthalten ist, zu berechnen.

[0039] Die Gaskonzentrationsmessvorrichtung **1** dieses Ausführungsbeispiels ist eine NO_x-Konzentrationsmessvorrichtung, die entworfen ist, um die Konzentration von NO_x, das in dem Abgas von einem selbstfahrenden Fahrzeug enthalten ist, zu messen. Das Gas g ist genauer gesagt das Abgas von dem selbstfahrenden Fahrzeug. Die gegebene Gaskomponente ist NO_x. Das Ganze des Gassensors **10** wird in eine zylindrische Hülle, die nicht gezeigt ist, eingebaut und in einem Abgasrohr des selbstfahrenden Fahrzeugs eingebaut. Das obere Ende **100** des Gassensors **10** wird in das Abgasrohr eingeführt, während das hintere Ende desselben der atmosphärischen Luft ausgesetzt ist.

[0040] Die Elektrode **8**, wie sie in **Fig. 1** bis **Fig. 4** dargestellt ist, weist eine Pumpenelektrode **8p**, eine Überwachungselektrode **8m** und eine Sensorelektrode **8s**, die an einer Hauptoberfläche **21** des Festelektrolytkörpers **2**, der Gaskammer **7** zugewandt, gebildet sind, und eine Bezugsselektrode **8b**, die an einer Hauptoberfläche des Festelektrolytkörpers **2**, der Bezugsgaskammer **12** zugewandt, gebildet ist, auf. Der Festelektrolytkörper **2**, die Pumpenelektrode **8p** und die Bezugsselektrode **8b** bilden die Pumpenzelle **3**. Der Festelektrolytkörper **2**, die Überwachungselektrode **8m** und die Bezugsselektrode **8b** bilden die Überwachungszelle **4**. Der Festelektrolytkörper **2**, die Sensorelektrode **8s** und die Bezugsselektrode **8b** bilden die Sensorzelle **5**.

[0041] Wie die Konzentration von NO_x in dem Gas g zu messen ist, ist im Folgenden beschrieben. Das Gas g , wie es in **Fig. 1** dargestellt ist, geht durch eine Diffusionswiderstandsschicht **13** und tritt dann in die Gaskammer **7** ein. Das Gas g enthält Sauerstoffmoleküle, die unter Verwendung der Pumpenzelle **3** entladen werden. Eine Gleichspannung ist genauer gesagt zwischen der Bezugsselektrode **8b** und der Pumpenelektrode **8p** angelegt, um die Bezugsselektrode **8b** auf einem höheren Potenzial zu platzieren. Dies verursacht, dass die Sauerstoffmoleküle an der Pumpenelektrode **8p** in Sauerstoffionen reduziert werden, die dann durch eine Pumpwirkung in die Bezugsgaskammer **12** entladen werden. Die Konzentration von Sauerstoff in der Gaskammer **7** wird durch Regeln der Stufe einer Gleichspannung, die an die Pumpenzelle **3** angelegt ist, gesteuert.

[0042] Das Gas g , dessen Konzentration von Sauerstoff verringert wurde, wird zu der Überwachungszelle **4** und der Sensorzelle **5** geliefert. Das Gas g enthält immer noch die Sauerstoffmoleküle, die nicht durch die Pumpenzelle **3** entfernt wurden. Die Konzentration von solchen Sauerstoffmolekülen wird durch die Überwachungszelle **4** gemessen. Die Gleichspannung wird, wie in **Fig. 3** dargestellt ist, zwischen der Bezugsselektrode **8b** und der Überwachungselektrode **8m** der Überwachungszelle **4** angelegt, um die Bezugsselektrode **8b** auf einem höheren Potenzial zu platzieren. Dies wird verursachen, dass Sauerstoffmoleküle, die in dem Gas g enthalten sind, in Sauerstoffionen reduziert werden, die dann durch eine Pumpwirkung in die Bezugsgaskammer **12** entladen werden. Die Überwachungselektrode **8m** ist, wie es später beschrieben ist, aus einer Pt-Au-Metallkeramik- bzw. Cermet-Elektrode hergestellt, die bezüglich einer Zerlegung von NO_x inaktiv ist. Der Strom (das heißt der Überwachungszellenstrom I_m), der durch die Überwachungszelle **4** fließt, hängt somit lediglich von der Konzentration von Sauerstoffmolekülen, die in dem Gas g enthalten sind, und nicht von der Konzentration von NO_x ab.

[0043] Die Gleichspannung ist ferner zwischen der Bezugsselektrode **8b** und der Sensorelektrode **8s** der Sensorzelle **5** angelegt, um die Bezugsselektrode **8b** auf einem höheren Potenzial zu platzieren. Die Sensorelektrode **8** ist, wie es später beschrieben ist, aus einer Pt-Rh-Cermet-Elektrode hergestellt, die gegenüber einer Zerlegung von NO_x inaktiv ist. Die Sauerstoffmoleküle und NO_x-Moleküle werden somit an der Sensorelektrode **8s** in Sauerstoffionen reduziert, die dann durch die Pumpwirkung in die Bezugsgaskammer **12** entladen werden. Der Strom (das heißt der Sensorzellenstrom I_s), der durch die Sensorzelle **5** fließt, hängt daher von sowohl der Konzentration der Sauerstoffmoleküle als auch der Konzentration der NO_x-Moleküle ab.

[0044] Wenn die Spannung (das heißt die Pumpenzellenspannung V_p), die an die Pumpenzelle **3** angelegt ist, wie es in **Fig. 5** dargestellt ist, verringert wird, wird dies verursachen, dass sich der Überwachungszellenstrom I_m und der Sensorzellenstrom I_s erhöhen. Dies liegt daran, dass ein Abfall der Pumpenzellenspannung V_p üblicherweise in einer Verringerung einer Menge von Sauerstoff, die von dem Gas g durch die Pumpenzelle **3** entladen wird, resultiert, sodass die Konzentration von Sauerstoff in dem Gas g ansteigt, sodass verursacht wird, dass die Menge von Sauerstoff, die durch die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5** hinausgepumpt wird, die Menge von Sauerstoffionen erhöht, die durch die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5** fließt, was zu Erhöhungen des Überwachungszellenstroms I_m und des Sensorzellenstroms I_s führen wird.

[0045] Für eine Messung der Konzentration von NO_x wird die Pumpenzellenspannung V_p auf einen gegebenen Pegel, zum Beispiel etwa 0,37 V, eingestellt.

[0046] Die Sensorzelle **5** ist, wie es im Vorhergehenden beschrieben ist, sowohl gegenüber der gegebenen Gaskomponente als auch Sauerstoff aktiv, sodass der Sensorzellenstrom I_s , wie es auch **Fig. 6** zu sehen ist, den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x , der von der Konzentration der gegebenen Gaskomponente herrührt, und den sauerstoffabhängigen Strom I_{so} , der von der Konzentration von Sauerstoff herrührt, aufweist. Die Überwachungszelle **4** ist lediglich gegenüber Sauerstoff aktiv, sodass der Überwachungszellenstrom I_m keine Komponente hat, die durch die Konzentration der gegebenen Gaskomponente entwickelt wird.

[0047] Der Überwachungszellenstrom I_m ist, wie es in **Fig. 6** zu sehen ist, leicht niedriger als der sauerstoffabhängige Strom I_{so} . Die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5** unterscheiden sich mit anderen Worten hinsichtlich der Empfindlichkeit gegenüber der Konzentration von Sauerstoff voneinander. Dies liegt daran, dass sich die Elektroden **8** der Überwachungszelle **4** und der Sensorzelle **5** hinsichtlich des Materials voneinander unterscheiden, und es eine Erzeugungsvariabilität hinsichtlich der Größe von Bereichen zwischen denselben gibt. Dies wird zu einem Fehler beim Subtrahieren des Überwachungszellenstroms I_m von dem Sensorzellenstrom I_s führen, um den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x beim Berechnen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente abzuleiten.

[0048] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird dementsprechend der Korrekturbetrieb durchgeführt, um den Überwachungszellenstrom I_m nahe zu dem sauerstoffabhängigen Strom I_{so} zu bringen. Der berechnende Abschnitt **11** (siehe **Fig. 1**) speichert genauer gesagt darin einen Wert, der durch Teilen des sauerstoffabhängigen Stroms I_{so} durch den Über-

wachungszellenstrom I_m als ein Empfindlichkeitsverhältnis α und dann Einsetzen des Sensorzellenstroms I_s , des Überwachungszellenstroms I_m , die gemessen wurden, und des Empfindlichkeitsverhältnisses α in eine folgende Gleichung, um den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x abzuleiten, abgeleitet wird.

$$I_s - \alpha I_m = I_x$$

[0049] Der von dem gegebenen Gas abhängige Strom I_x , wie er im Vorhergehenden berechnet wird, wird verwendet, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente zu bestimmen. Es sei bemerkt, dass, da $I_s - \alpha I_m = (I_x + I_{so}) - I_{so}/I_m \times I_m = I_x$, $I_s - \alpha I_m$ gleich I_x ist.

[0050] Aufgrund einer Variabilität von Einheit zu Einheit des Gassensors **10** muss das Empfindlichkeitsverhältnis α gemessen und gespeichert werden. Wenn die Gaskonzentrationsmessvorrichtung **1** erzeugt und ausgeliefert wird, wird beispielsweise die atmosphärische Luft, die nicht die gegebene Gaskomponente enthält, als das Gas g gemessen. Unter Verwendung von resultierenden Werten des Sensorzellenstroms I_s und des Überwachungszellenstroms I_m wird das Empfindlichkeitsverhältnis α berechnet.

[0051] Wenn das Gas g die gegebene Gaskomponente enthält, ist es unmöglich, den sauerstoffabhängigen Strom I_{so} direkt zu messen, wenn jedoch das Gas g die gegebene Gaskomponente nicht enthält, wird eine Beziehung des Sensorzellenstroms $I_s =$ der sauerstoffabhängige Strom I_{so} erfüllt, sodass es möglich wird, den sauerstoffabhängigen Strom I_{so} direkt zu messen. Das Empfindlichkeitsverhältnis α wird daher unter Verwendung einer folgenden Gleichung abgeleitet.

$$\alpha = I_{so}/I_m = I_s/I_m$$

[0052] Die grafische Darstellung von **Fig. 7** zeigt, dass, wenn die atmosphärische Luft, die die gegebene Gaskomponente nicht enthält, gemessen wird, dies verursachen wird, dass der Sensorzellenstrom I_s leicht höher als der Überwachungszellenstrom I_m ist. Dies liegt daran, dass die Sensorzelle **5** eine höhere Empfindlichkeit gegenüber Sauerstoff als die Überwachungszelle **4** hat. Das Empfindlichkeitsverhältnis $\alpha (= I_s/I_m)$ ist oftmals höher als eins.

[0053] Bei diesem Ausführungsbeispiel ändert sich unter einer Bedingung, bei der das Gas g nicht die gegebene Gaskomponente enthält, die Pumpenzellenspannung V_p schrittweise, um Bedingungen in der Gaskammer **7** herzustellen, die sich hinsichtlich des Werts der Konzentration von Sauerstoff unterscheiden. Bei jeder der Bedingungen werden der Überwachungszellenstrom I_m und der Sensorzellenstrom I_s gemessen. **Fig. 8** stellt eine Korrelation zwischen

dem Überwachungszellenstrom I_m und dem Sensorzellenstrom I_s , wie es auf die vorhergehende Weise abgeleitet wird, dar.

[0054] Wenn die Pumpenzellenspannung V_p niedriger ist, erhöht sich die Konzentration von Sauerstoff in dem Gas g (das heißt der atmosphärischen Luft), sodass sich der Überwachungszellenstrom I_m und der Sensorzellenstrom I_s erhöhen. Wenn im Gegensatz dazu die Pumpenzellenspannung V_p höher ist, verringert sich die Konzentration von Sauerstoff in dem Gas g , sodass sich der Überwachungszellenstrom I_m und der Sensorzellenstrom I_s verringern. **Fig. 8** zeigt, dass Werte des Überwachungszellenstroms I_m und des Sensorzellenstroms I_s , wie sie gemessen werden, wenn sich die Konzentration von Sauerstoff in dem Gas g ändert, auf einer geraden Linie erscheinen. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Steigung einer solchen geraden Linie als das Empfindlichkeitsverhältnis $\alpha (= I_s/I_m)$ verwendet. Die Bestimmung der Steigung der geraden Linie wird unter Verwendung des Verfahrens der kleinsten Quadrate erreicht.

[0055] Das Empfindlichkeitsverhältnis α , wie es im Vorhergehenden beschrieben ist, hängt von der individuellen Variabilität des Gassensors **10** ab. Das Empfindlichkeitsverhältnis α , das heißt die Steigung der geraden Linie in **Fig. 8**, hat bei den meisten Gassensoren **10** einen Wert von 1 bis 2.

[0056] Die grafische Darstellung von **Fig. 9** stellt eine Beziehung zwischen der Pumpenzellenspannung V_p , I_m , I_s , $I_s - I_m$ und $I_s - \alpha I_m$ dar, wenn das Gas g , das kein NO_x enthält, gemessen wird. Die grafische Darstellung zeigt, dass ein Wert, der durch Subtrahieren des Überwachungszellenstroms I_m von dem Sensorzellenstrom I_s (das heißt $I_s - I_m$) abgeleitet wird, ein großer Wert, der äquivalent zu etwa ± 6 ppm ist, gewandelt hinsichtlich einer Konzentration von NO_x , in einem Bereich von 0,35 bis 0,39 V der Pumpenzellenspannung V_p (das heißt einem Bereich, in dem die Pumpenzellenspannung V_p variiert wird, wenn die Konzentration von NO_x gemessen wird) sein wird. Ein Wert, der durch Multiplizieren des Überwachungszellenstroms I_m mit dem Empfindlichkeitsverhältnis α bei dem Korrekturbetrieb und Subtrahieren von dem Sensorzellenstrom I_s (das heißt $I_s - \alpha I_m$) abgeleitet wird, wird ein kleiner Wert sein, der äquivalent zu ± 1 ppm oder weniger ist, gewandelt hinsichtlich einer Konzentration von NO_x , was niedriger als $I_s - I_m$ in einem Bereich von 0,35 bis 0,39 V der Pumpenzellenspannung V_p ist.

[0057] Wenn das Gas g , das NO_x enthält, gemessen wird, wird der Sensorzellenstrom I_s , wie er in **Fig. 6** dargestellt ist, die Summe des von dem gegebenen Gas abhängigen Stroms I_x und des sauerstoffabhängigen Stroms I_{so} sein. Bei diesem Ausführungsbeispiel werden I_{so} und αI_m angepasst, um im Wesent-

lichen einander gleich zu sein, sodass die Konzentration von NO_x , wie sie aus $I_{so} - \alpha I_m$ abgeleitet wird, ± 1 ppm oder weniger sein wird, was in einer verbesserten Genauigkeit beim Berechnen des von dem gegebenen Gas abhängigen Stroms I_x resultiert.

[0058] Die Charakteristiken der Elektrode **8** des Gassensors **10** ändern sich mit der Zeit, sodass sich das Empfindlichkeitsverhältnis α mit der Zeit ändern wird. Es ist somit notwendig, das Empfindlichkeitsverhältnis α in regelmäßigen Intervallen zu messen, um den Wert des Empfindlichkeitsverhältnisses α zu aktualisieren und zu speichern.

[0059] Bevor die Gaskonzentrationsmessvorrichtung **1** in dem selbstfahrenden Fahrzeug eingebaut wird, ist es, wie es im Vorhergehenden beschrieben ist, möglich, das Gas g , das die gegebene Gaskomponente nicht enthält, zu messen, sodass eine Beziehung $I_s = I_{so}$ erfüllt wird. Eine Beziehung $\alpha = I_{so}/I_m = I_s/I_m$ wird somit abgeleitet, die ermöglicht, dass das Empfindlichkeitsverhältnis α genau berechnet wird.

[0060] Nachdem die Gaskonzentrationsmessvorrichtung **1** jedoch in dem selbstfahrenden Fahrzeug angebracht wurde, ist es unmöglich, die atmosphärische Luft, die die gegebene Gaskomponente (das heißt NO_x) nicht enthält, zu messen. Wenn das Gas g die gegebene Gaskomponente enthält, ist es unmöglich, den sauerstoffabhängigen Strom I_{so} direkt zu messen, sodass dies in einem Fehler beim Messen des Empfindlichkeitsverhältnisses $\alpha (= I_{so}/I_m)$ resultiert.

[0061] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird folglich ein Näherungswert α' , des Empfindlichkeitsverhältnisses α in regelmäßigen Intervallen berechnet. Wenn genauer gesagt die Konzentration von NO_x gemessen wird, wird die Pumpenzellenspannung V_p , wie es im Vorhergehenden beschrieben ist, auf etwa 0,37 V eingestellt, während, wenn der Näherungswert α' des Empfindlichkeitsverhältnisses α berechnet wird, die Pumpenzellenspannung V_p auf einen Wert eingestellt wird, der niedriger als 0,37 V, beispielsweise etwa 0,2 V, ist. Dies resultiert in einer Verringerung der Menge von Sauerstoffmolekülen, die durch die Pumpenzelle **3** entladen wird, sodass sich die Konzentration von Sauerstoff in dem Gas g erhöhen wird, die wesentlich höher als die Konzentration der gegebenen Gaskomponente ist, sodass ein Prozentsatz des sauerstoffabhängigen Stroms I_{so} in dem Sensorzellenstrom I_s , wie es in **Fig. 10** angegeben ist, wesentlich höher sein wird als derselbe des von dem gegebenen Gas abhängigen Stroms I_x . Es ist somit möglich, den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x zu ignorieren, sodass ermöglicht wird, wie es in **Fig. 11** dargestellt ist, dass der Näherungswert $\alpha' (= I_s/I_m)$ abgeleitet wird, um im Wesentlichen gleich dem Empfindlichkeitsverhältnis $\alpha (= I_{so}/I_m)$ zu sein.

[0062] Nachdem der Näherungswert α' berechnet wurde, wird eine folgende Gleichung verwendet, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente zu bestimmen. Gemessene Werte des Sensorzellenstroms I_s , des Überwachungszellenstroms I_m und des Näherungswerts α' werden genauer gesagt in die folgende Gleichung eingesetzt, um einen Näherungswert I_x' des von dem gegebenen Gas abhängigen Stroms I_x zu bestimmen. Eine Verwendung des Näherungswerts I_x' ermöglicht, dass die Konzentration der gegebenen Gaskomponente mit einer hohen Genauigkeit berechnet wird.

$$I_s - \alpha' I_m = I_x'$$

[0063] Die Struktur des Gassensors **10** ist im Folgenden im Detail beschrieben. Der Gassensor **10** ist, wie in **Fig. 1** bis **Fig. 4** dargestellt ist, mit dem einzelnen Festelektrolytkörper **2** ausgestattet. Die Pumpenelektrode **8p**, die Überwachungselektrode **8m**, die Sensorelektrode **8s** und die Bezugselektrode **8b** sind in oder an dem Festelektrolytkörper **2** gebildet. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird genauer gesagt der einzelne Festelektrolytkörper verwendet, um drei Zellen herzustellen: Die Pumpenzelle **3**, die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5**.

[0064] Der Gassensor **10**, wie er in **Fig. 1** und **Fig. 4** dargestellt ist, weist eine isolierende Platte **191**, die aus Keramik hergestellt ist, einen ersten Abstandshalter **192**, der plattenartig ist und die Gaskammer **7** definiert, den Festelektrolytkörper **2**, einen zweiten Abstandshalter **193**, der plattenartig ist und die Bezugsgaskammer **12** definiert, und einen Heizer **6** auf, die alle in einer Breitenrichtung des Heizers **6** (das heißt einer z-Richtung) gestapelt sind.

[0065] In dem ersten Abstandshalter **192** ist, wie es in **Fig. 4** dargestellt ist, ein erster Ausschnitt **79** gebildet, der die Gaskammer **7** definiert. Der erste Abstandshalter **192** hat ferner die Diffusionswiderstandsschicht **13**, durch die das Gas g von dem Abgasrohr der Gaskammer **7** zugeführt wird. Die Diffusionswiderstandsschicht **13** funktioniert, um die Geschwindigkeit zu begrenzen, mit der das Gas g fließt.

[0066] Der zweite Abstandshalter **193** hat einen zweiten Ausschnitt **129**, der darin gebildet ist. Der zweite Ausschnitt **129** definiert die Bezugsgaskammer **12**. Der zweite Ausschnitt **129** kommuniziert mit einem externen Raum, in dem eine atmosphärische Luft existiert. Der erste Abstandshalter **192** und der zweite Abstandshalter **193** sind aus einem isolierenden Material, wie zum Beispiel Aluminiumoxid, hergestellt.

[0067] Die Pumpenelektrode **8p** und die Überwachungselektrode **8m** sind aus einem metallischen Material hergestellt, das eine niedrige Aktivität hat, NO_x zu zerlegen. Die Elektroden **8p** und **8m** sind genauer gesagt aus einer porösen Cermet-Elektro-

de hergestellt, die hauptsächlich Gold Au und Platin Pt enthält. Ein Gehalt von Au in den Elektroden **8p** und **8m** ist 1 bis 10 Gewichtsprozent. Die Sensorelektrode **8s** ist aus einem metallischen Material hergestellt, das eine hohe Aktivität hat, NO_x zu zerlegen. Die Sensorelektrode **8s** ist genauer gesagt aus einer porösen Cermet-Elektrode hergestellt, die hauptsächlich Platin Pt und Rhodium Rh enthält.

[0068] An den Elektroden **8** sind Leitungen **16** gebildet, die Stromwege definieren. In dem Festelektrolytkörper **2**, dem ersten Abstandshalter **192** und der isolierenden Platte **191** sind Durchgangslöcher **17**, die durch dieselben in der z-Richtung gehen, gebildet. Metallische Stopfen sind in den Durchgangslöchern **17** gebildet. An einer Oberfläche der isolierenden Platte **191** ist eine Mehrzahl von Kontaktstellen **15** für elektrische Verbindungen mit einer externen Vorrichtung gebildet. Jede der Kontaktstellen **15** ist durch den Stopfen elektrisch mit einer der Elektroden **8m**, **8s** und **8p** verbunden.

[0069] Der Heizer **6** ist aus einer Keramikheizerplatte **62**, einer Heizelektrode **63**, die an der Oberfläche der Heizerplatte **62** gebildet ist, und funktioniert, um Wärme zu erzeugen, wenn dieselbe elektrisch erregt wird, und einer isolierenden Schicht **61**, die die Heizelektrode **63** bedeckt, zusammengesetzt. Der Heizer **6** ist entworfen, um die Heizelektrode **63** zu haben, die Wärme erzeugt, wenn dieselbe mit einem Strom von einer externen Vorrichtung versorgt wird, um die im Vorhergehenden beschriebenen Zellen **3**, **4** und **5** bis zu einer Aktivierungstemperatur derselben zu wärmen. Der zweite Abstandshalter **193**, die isolierende Schicht **61** und die Heizerplatte **62** haben Durchgangslöcher **170**, die darin gebildet sind. Die Heizerplatte **62** hat Kontaktstellen **18**, die an der Oberfläche desselben gebildet sind. Metallische Stopfen sind in den Durchgangslöchern **170** gebildet, um elektrische Verbindungen der Heizelektrode **63** und der Bezugselektrode **8b** mit den Kontaktstellen **18** einzurichten.

[0070] Die Mitte, in der die Heizelektrode **63** Wärme erzeugt, befindet sich näher zu der Pumpenzelle **3**. Die Zellen **3**, **4** und **5** werden mit anderen Worten unter Verwendung der Heizelektrode **63** gewärmt, sodass die Temperatur der Pumpenzelle **3** höher als dieselben der Überwachungszelle **4** und der Sensorzelle wird.

[0071] Die Gaskammer **7** dieses Ausführungsbeispiels ist, wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt ist, einstückig gebildet, um einen Raum zu haben, der sowohl in der z-Richtung als auch in einer Breitenrichtung (das heißt einer y-Richtung), die senkrecht zu sowohl der x- als auch der z-Richtung ist, von dort, wo die Pumpenzelle **3** gebildet ist, bis dort, wo die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5** gebildet sind, konstant ist. Es gibt mit anderen Worten kein Objekt,

wie zum Beispiel eine Öffnung oder eine Aufteilung, die den Raum in der z-Richtung oder der y-Richtung von dort, wo die Pumpenzelle **3** gebildet ist, bis dort, wo die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5** gebildet sind, in der Gaskammer **7** verringert, wodurch verursacht wird, dass das Gas g fließt, ohne einer Diffusionsbegrenzung von dort, wo die Pumpenzelle **3** gebildet ist, bis dort, wo die Überwachungszelle **4** und Sensorzelle **5** gebildet sind, unterworfen zu sein.

[0072] Der Abstand L_1 , wie er in **Fig. 2** dargestellt ist, zwischen der Pumpenelektrode **8p** und der Überwachungselektrode **8m** und der Abstand L_2 zwischen der Pumpenelektrode **8p** und der Sensorelektrode **8s** sind in der x-Richtung einander gleich.

[0073] Die Bezugselektrode **8b** ist, wie in **Fig. 1** und **Fig. 4** zu sehen ist, eine gemeinsame Elektrode. Abschnitte der Bezugselektrode **8b**, die die Pumpenzelle **3**, die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5** bilden, sind mit anderen Worten einstückig gebildet.

[0074] Die Betriebsvorgänge und die vorteilhaften Effekte dieses Ausführungsbeispiels sind beschrieben. Der berechnende Abschnitt **11** der Gaskonzentrationsmessvorrichtung **1** funktioniert, um den Überwachungszellenstrom I_m zu korrigieren, um denselben nahe zu dem sauerstoffabhängigen Strom I_{so} zu bringen, wenn die Konzentration der gegebenen Gaskomponente bestimmt wird. Dies verbessert die Genauigkeit beim Berechnen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente. Der Sensorzellenstrom I_s , wie er im Vorhergehenden beschrieben ist, weist genauer gesagt den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x , der eine Komponente ist, die von der Konzentration der gegebenen Gaskomponente herührt, und den sauerstoffabhängigen Strom I_{so} auf. Der vorhergehende Korrekturbetrieb wird daher vorgenommen, um den Überwachungszellenstrom I_m' zu nähern, nachdem derselbe zu dem sauerstoffabhängigen Strom I_{so} korrigiert wurde. Durch eine Subtraktion des Überwachungszellenstroms I_m' von dem Sensorzellenstrom $I_s (= I_x + I_{so})$ wird somit eine Beziehung $I_s - I_m' = (I_x + I_{so}) - I_m' \approx I_x$ abgeleitet, die ermöglicht, dass der von dem gegebenen Gas abhängige Strom I_x genau berechnet wird. Dies resultiert in einer verbesserten Genauigkeit beim Bestimmen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente.

[0075] Der berechnende Abschnitt **11** verwendet ferner die folgende Gleichung, um den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x in dem Sensorzellenstrom I_s zu berechnen.

$$I_s - \alpha I_m = I_x$$

[0076] Der von dem gegebenen Gas abhängige Strom I_x , wie er im Vorhergehenden abgeleitet wird, wird verwendet, um die Konzentration der gegebenen

Gaskomponente zu bestimmen. Dies erleichtert die Berechnung des von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x in dem Sensorzellenstrom I_s und stellt dieselbe sicher.

[0077] Bei diesem Ausführungsbeispiel werden der Sensorzellenstrom I_s und der Überwachungszellenstrom I_m , wie es in **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellt ist, unter der Bedingung gemessen, bei der das Gas nicht die gegebene Gaskomponente enthält. Unter einer solchen Bedingung wird, da der Sensorzellenstrom I_s nicht den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x enthält, eine Beziehung des Sensorzellenstrom $I_s =$ der sauerstoffabhängige Strom I_{so} erfüllt. Es ist daher möglich, die folgende Gleichung zu verwenden, um das Empfindlichkeitsverhältnis α ohne Weiteres und genau zu berechnen.

$$\alpha = I_{so}/I_m = I_s/I_m$$

[0078] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Berechnung des Empfindlichkeitsverhältnisses α erreicht, wie es in **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellt ist, indem die Pumpenzellenspannung V_p geändert wird. Dies stellt eine Mehrzahl von Bedingungen her, die unterschiedliche Werte der Konzentration von Sauerstoff in dem Gas g in der Gaskammer **7** haben. Unter jeder Bedingung werden der Sensorzellenstrom I_s und der Überwachungszellenstrom I_m gemessen, um das Empfindlichkeitsverhältnis α abzuleiten.

[0079] Die Verwendung der Mehrzahl von gemessenen Daten ermöglicht, dass das Empfindlichkeitsverhältnis α genauer bestimmt wird.

[0080] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird, nachdem der Gassensor **10** in dem selbstfahrenden Fahrzeug eingebaut ist, das Gas g , das die gegebene Gaskomponente enthält, verwendet, um den Näherungswert α' des Empfindlichkeitsverhältnisses α zu berechnen. Diese Berechnung wird durch Einstellen der Pumpenzellenspannung V_p , um niedriger als dieselbe zu sein, wenn die Konzentration der gegebenen Gaskomponente bestimmt wird, erreicht. Der Näherungswert α' wird unter Verwendung der folgenden Gleichung abgeleitet.

$$I_s/I_m = \alpha'$$

[0081] Dies macht es möglich, das Gas g , das die gegebene Gaskomponente enthält, zu verwenden, um den Näherungswert α' zu berechnen, der das Empfindlichkeitsverhältnis α nähert. Das Empfindlichkeitsverhältnis α , wie es bereits beschrieben ist, ändert sich mit der Zeit, sodass die Notwendigkeit zum Aktualisieren des Empfindlichkeitsverhältnisses α zyklisch erforderlich ist. Sobald die Gaskonzentrationsmessvorrichtung in dem selbstfahrenden Fahrzeug angebracht ist, ist es unmöglich, die atmosphärische Luft als das Gas g , das die gegebene Gas-

komponente (NO_x) nicht enthält, zu messen. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist es möglich, den Wert, der das Empfindlichkeitsverhältnis α nähert, abzuleiten, selbst wenn das Gas g die gegebene Gaskomponente enthält, sodass die Genauigkeit beim Messen der Konzentration der gegebenen Gaskomponente sichergestellt wird, selbst wenn sich das Empfindlichkeitsverhältnis α mit der Zeit ändert.

[0082] Es ist vorzuziehen, dass die Berechnung des Näherungswerts α' vorgenommen wird, wenn die Konzentration der gegebenen Gaskomponente so niedrig wie möglich ist, wie wenn die Maschine des Fahrzeugs einer Kraftstoffabspernung unterzogen wird.

[0083] Der Gassensor **10** dieses Ausführungsbeispiels, wie es in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt ist, ist einstückig gebildet, um eine Breite zu haben, die in der z-Richtung von dort, wo die Pumpenzelle **2** gebildet ist, bis dort, wo die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5** gebildet sind, gänzlich konstant ist. Es gibt mit anderen Worten kein Objekt, wie zum Beispiel eine Öffnung oder eine Aufteilung, die den Raum in der z-Richtung oder der y-Richtung von dort, wo die Pumpenzelle **3** gebildet ist, bis dort, wo die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5** gebildet sind, in der Gaskammer **7** verringert, wodurch verursacht wird, dass das Gas g fließt, ohne einer Diffusionsbegrenzung von dort, wo die Pumpenzelle **3** gebildet ist, bis dort, wo die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5** gebildet sind, unterworfen zu sein. Dies erreicht eine schnelle Erfassung einer Änderung der Konzentration der gegebenen Gaskomponente, sodass die Ansprechgeschwindigkeit des Gassensors **10** verbessert wird.

[0084] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird der einzelne Festelektrolytkörper **2**, wie es in **Fig. 1** bis **Fig. 4** dargestellt ist, zwischen der Pumpenzelle **3**, der Überwachungszelle **4** und der Sensorzelle **5** gemeinsam verwendet. Dies eliminiert die Notwendigkeit zum Verwenden einer Mehrzahl von Festelektrolytkörpern, was in einer Verringerung eines Erzeugungsaufwands des Gassensors **10** resultiert.

[0085] Es ist somit möglich, eine Gaskonzentrationsmessvorrichtung zu schaffen, die fähig ist, die Konzentration der gegebenen Gaskomponente genauer zu messen.

ZWEITES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0086] Bei den folgenden Ausführungsbeispielen beziehen sich die gleichen Bezugssymbole, die in den Zeichnungen verwendet werden, wie jene bei dem ersten Ausführungsbeispiel auf die gleichen Teile, es sei denn, dass es anders spezifiziert ist.

[0087] Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Beispiel einer Modifikation dessen, wie der Näherungswert α des Empfindlichkeitsverhältnisses α unter Verwendung des Gases g , das die gegebene Gaskomponente enthält, zu berechnen ist. Eine erste Spannung V_1 und eine zweite Spannung V_2 , die sich hinsichtlich des Pegels voneinander unterscheiden, wie es in **Fig. 12** dargestellt ist, werden an die Pumpenzelle **3** angelegt. Der Überwachungszellenstrom Im_1 und der Sensorzellenstrom Is_1 , wenn die erste Spannung V_1 angelegt ist, werden gemessen. Der Überwachungszellenstrom Im_2 und der Sensorzellenstrom Is_2 , wenn die zweite Spannung V_2 angelegt ist, werden gemessen. Die gemessenen Werte Im_1 , Is_1 , Im_2 und Is_2 werden verwendet, um den Näherungswert α' gemäß einer folgenden Gleichung zu bestimmen.

$$(Is_1 - Is_2)/(Im_1 - Im_2) = \alpha' \quad (1)$$

[0088] Die Sensorzellenströme Is_1 und Is_2 , die in **Fig. 13** zu sehen sind, weisen jeweils den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x , der eine Komponente ist, die von der Konzentration der gegebenen Gaskomponente herrührt, und den sauerstoffabhängigen Strom I_{so} , der eine Komponente ist, die von der Konzentration von Sauerstoff herrührt, auf. Die Sensorzellenströme Is_1 und Is_2 sind Werte, die durch Ändern der Pumpenzellenspannung V_p gemessen werden, sodass sich Werte des sauerstoffabhängigen Stroms I_{so} voneinander unterscheiden. Wenn genauer gesagt die Pumpenzellenspannung V_p niedrig (das heißt die erste Spannung V_1) ist, wird die Konzentration von Sauerstoff in dem Gas g hoch sein, sodass der Wert des sauerstoffabhängigen Stroms I_{so} hoch sein wird. Wenn alternativ die Pumpenzellenspannung V_p hoch (das heißt die zweite Spannung V_2) ist, wird die Konzentration von Sauerstoff in dem Gas g niedrig sein, sodass der Wert des sauerstoffabhängigen Stroms I_{so} niedrig sein wird.

[0089] Die Konzentration der gegebenen Gaskomponente wird im Gegensatz dazu nicht durch die Pumpenzellenspannung V_p beeinträchtigt, sodass sich der von dem gegebenen Gas abhängige Strom I_x nicht zwischen $V_p = V_1$ und $V_p = V_2$ ändert. Die Eliminierung des von dem gegebenen Gas abhängigen Stroms I_x wird daher durch Ableiten von $Is_1 - Is_2$ in der vorhergehenden Gleichung (1) erreicht. Der sauerstoffabhängige Strom I_{so} (I_{so_2}), wenn $V_p = V_2$ ist, wird wesentlich niedriger als der sauerstoffabhängige Strom I_{so} (I_{so_1}) sein, wenn $V_p = V_1$.

[0090] Wie in **Fig. 14** dargestellt ist, wird ähnlicherweise, wenn die Pumpenzellenspannung V_p niedrig (das heißt die erste Spannung V_1) ist, der Überwachungszellenstrom Im_1 hoch sein. Wenn alternativ die Pumpenzellenspannung V_p hoch (das heißt die zweite Spannung V_2) ist, wird der Überwachungszellenstrom Im_2 niedrig sein.

[0091] Wie im Vorhergehenden beschrieben ist, eliminiert die Verwendung der vorhergehenden Gleichung (1) den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x , sodass der Näherungswert α' durch die Konzentration der gegebenen Gaskomponente nicht beeinträchtigt wird, sodass ein Näherungswert α' ermöglicht wird, der sehr nahe an dem Empfindlichkeitsverhältnis α ist, das abzuleiten ist.

[0092] Nachdem der Näherungswert α' berechnet wurde, wird die Konzentration der gegebenen Gaskomponente wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel unter Verwendung einer folgenden Gleichung genau bestimmt.

$$I_s - \alpha' I_m = I_x'$$

[0093] Dieses Ausführungsbeispiel bietet die gleichen Anordnungen und vorteilhaften Effekte wie jene bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

DRITTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0094] Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Beispiel einer Modifikation, wie der Näherungswert α' des Empfindlichkeitsverhältnisses α unter Verwendung des Gases g , das die gegebene Gaskomponente enthält, zu berechnen ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Pumpenzellenspannung V_p zur Verwendung beim Berechnen des Näherungswerts α' , wie es in **Fig. 15** dargestellt ist, auf einen Pegel V_3 eingestellt, der höher als ein Pegel V_0 ist, der verwendet wird, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente zu berechnen. Dies verursacht, dass NO_x , das die gegebene Gaskomponente ist, an der Pumpenelektrode **8p** zerlegt wird (siehe **Fig. 1** und **Fig. 2**). Der Überwachungszellenstrom I_m und der Sensorzellenstrom I_s werden dann gemessen. Da die gegebene Gaskomponente in dem Gas g zerlegt wird, weist der Sensorzellenstrom I_s , wie es in **Fig. 16** dargestellt ist, nicht den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x auf, enthält jedoch lediglich den sauerstoffabhängigen Strom I_{so} . Dies ermöglicht, dass der Näherungswert α' des Empfindlichkeitsverhältnisses α gemäß einer folgenden Gleichung berechnet wird.

$$\alpha' = I_{so}/I_m = I_s/I_m$$

[0095] Ein zu hoher Pegel der Pumpenzellenspannung V_p wird verursachen, dass H_2O , das in dem Gas g enthalten ist, an der Pumpenelektrode **8p** zerlegt wird, sodass H_2 -Gas erzeugt wird. Das H_2 -Gas fließt dann auf der Überwachungszelle **4** und der Sensorzelle **5**, wodurch verursacht wird, dass der Überwachungszellenstrom I_m und der Sensorzellenstrom I_s negative Werte haben. Wenn solche Werte verwendet werden, um das Empfindlichkeitsverhältnis zu berechnen, wird dies verursachen, dass die Empfindlichkeit gegenüber H_2 abgeleitet wird. Die

Bestimmung des Empfindlichkeitsverhältnisses α gegenüber O_2 erfordert folglich eine Verwendung von positiven Werten des Überwachungszellenstroms I_m und des Sensorzellenstroms I_s .

[0096] Dieses Ausführungsbeispiel bietet die gleichen Anordnungen und vorteilhaften Effekte wie jene bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

VIERTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0097] Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Beispiel einer Modifikation, wie der von dem gegebenen Gas abhängige Strom I_x zu berechnen ist. Es ist bekannt, dass ungeachtet einer Anwesenheit von Sauerstoff und der gegebenen Gaskomponente üblicherweise ein Versatzstrom I_{off} durch die Überwachungszelle **4** und die Sensorzelle **5** fließt. Es wird vermutet, dass der Versatzstrom I_{off} von der Elektronenleitung, die zwischen dem Festelektrolytkörper **2** und der Elektrode **8** auftritt, herrührt. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird der Überwachungszellenstrom I_m unter der Annahme korrigiert, dass der Überwachungszellenstrom I_m und der Sensorzellenstrom I_s den Versatzstrom I_{off} enthalten. Dies ist im Folgenden im Detail beschrieben.

[0098] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird, wenn die Gaskonzentrationsmessvorrichtung **1** ausgeliefert wird, die atmosphärische Luft, die kein NO_x enthält, verwendet, um den Sensorzellenstrom I_s und den Überwachungszellenstrom I_m zu messen. Eine erste Spannung V_1 und eine zweite Spannung V_2 , die sich hinsichtlich des Pegels voneinander unterscheiden, werden genauer gesagt an die Pumpenzelle **3** angelegt (siehe **Fig. 17**). Der Sensorzellenstrom I_{s_1} und der Überwachungszellenstrom I_{m_1} , wenn die erste Spannung V_1 angelegt ist, werden gemessen. Der Sensorzellenstrom I_{s_2} und der Überwachungszellenstrom I_{m_2} , wenn die zweite Spannung V_2 angelegt ist, werden gemessen.

[0099] Wenn die erste Spannung V_1 , die niedriger als die zweite Spannung V_2 ist, an die Pumpenzelle **3** angelegt ist, wird die Konzentration von O_2 in der Gaskammer **7** höher als dieselbe sein, wenn die zweite Spannung V_2 , die höher als die erste Spannung V_1 ist, an die Pumpenzelle **3** angelegt ist. Werte des Sensorzellenstroms I_{s_1} und des Überwachungszellenstroms I_{m_1} , wenn die erste Spannung V_1 angelegt ist, werden daher größer als jene des Sensorzellenstroms I_{s_2} und des Überwachungszellenstroms I_{m_2} sein, wenn die zweite Spannung V_2 angelegt ist.

[0100] Die Überwachungszellenströme I_{m_1} und I_{m_2} (siehe **Fig. 19**) und die Sensorzellenströme I_{s_1} und I_{s_2} , wie es in **Fig. 18** und **Fig. 19** dargestellt ist, enthalten jeweils den Versatzstrom I_{off} . Der Versatzstrom I_{off} hängt nicht von der Konzentration von Sauerstoff ab, sodass Werte der Versatzströme I_{off} , die in den

Strömen I_{m_1} , I_{m_2} , I_{s_1} und I_{s_2} enthalten sind, im Wesentlichen einander identisch sind.

[0101] Komponenten des Überwachungszellenstroms I_{m_1} und des Sensorzellenstroms I_{s_1} , die gegenüber der Konzentration von Sauerstoff empfindlich sind, sind lediglich Komponenten $(I_{m_1} - I_{off})$ und $(I_{s_1} - I_{off})$ derselben, aus denen der Versatzstrom I_{off} entfernt ist. Ein Verhältnis von $I_{m_1} - I_{off}$ zu $I_{s_1} - I_{off}$ ist als ein Subtraktionswert-Empfindlichkeitsverhältnis β definiert.

$$\beta = (I_{s_1} - I_{off}) / (I_{m_1} - I_{off})$$

[0102] Das Subtraktionswert-Empfindlichkeitsverhältnis β ist selbst dann konstant, wenn sich die Pumpenzellenspannung V_p ändert, um die Konzentration von Sauerstoff in der Gaskammer 7 zu ändern (siehe **Fig. 19**). Das Subtraktionswert-Empfindlichkeitsverhältnis β , wenn die Pumpenzellenspannung V_p auf die vorhergehende zweite Spannung V_2 eingestellt ist, ist gegeben durch

$$\beta = (I_{s_2} - I_{off}) / (I_{m_2} - I_{off})$$

[0103] Das Subtraktionswert-Empfindlichkeitsverhältnis β ist daher allgemein durch eine folgende Formel definiert.

$$\beta = (I_s - I_{off}) / (I_m - I_{off})$$

[0104] Es ist aus **Fig. 18** und **Fig. 19** offensichtlich, dass der Sensorzellenstrom I_{s_1} und I_{s_2} ausgedrückt werden durch

$$I_{s_1} = \beta(I_{m_1} - I_{off}) + I_{off}$$

$$I_{s_2} = \beta(I_{m_2} - I_{off}) + I_{off}$$

[0105] Durch ein Lösen des vorhergehenden Gleichungssystems werden β und I_{off} ausgedrückt durch

$$\beta = (I_{s_1} - I_{s_2}) / (I_{m_1} - I_{m_2})$$

$$I_{off} = (I_{s_1} - \beta I_{m_1}) / (1 - \beta)$$

[0106] Der berechnende Abschnitt 11 bei diesem Ausführungsbeispiel berechnet unter Verwendung der vorhergehenden Gleichungen das Subtraktionswert-Empfindlichkeitsverhältnis β und den Versatzstrom I_{off} und speichert dieselben.

[0107] Wenn die Konzentration von NOx bestimmt wird, misst der berechnende Abschnitt 11, wie es in **Fig. 20** dargestellt ist, den Überwachungszellenstrom I_m und den Sensorzellenstrom I_s . Der berechnende Abschnitt 1 korrigiert dann den gemessenen Wert des Überwachungszellenstroms I_m , um denselben unter Verwendung der folgenden Gleichung nahe zu dem Wert des sauerstoffabhängigen Stroms zu bringen.

$$I_m' = \beta(I_m - I_{off}) + I_{off}$$

[0108] Der berechnende Abschnitt 11 subtrahiert anschließend unter Verwendung einer folgenden Gleichung den korrigierten Wert I_m' des Überwachungszellenstroms I_m von dem Sensorzellenstrom I_s , um den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x abzuleiten.

$$I_x = I_s - I_m' = I_s - \{\beta(I_m - I_{off}) + I_{off}\}$$

[0109] Durch die vorhergehenden Betriebsvorgänge wird der von dem gegebenen Gas abhängige Strom I_x genau abgeleitet, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente zu bestimmen.

[0110] Dieses Ausführungsbeispiel bietet die gleichen Anordnungen und vorteilhaften Effekte wie jene bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

FÜNFTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0111] Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Beispiel, bei dem das Gas g , das NOx enthält, verwendet wird, um den Näherungswert β' des Subtraktionswert-Empfindlichkeitsverhältnisses β und den Näherungswert I_{off}' des Versatzstroms I_{off} zu bestimmen. Das Subtraktionswert-Empfindlichkeitsverhältnis β und der Versatzstrom I_{off} ändern sich üblicherweise mit der Zeit. Nachdem die Gaskonzentrationsmessvorrichtung 1 in dem selbstfahrenden Fahrzeug eingebaut wurde, gibt es wenige Möglichkeiten, das Gas g , das kein NOx enthält, zu messen. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird daher das Gas g , das NOx enthält, verwendet, um den Näherungswert β' des Subtraktionswert-Empfindlichkeitsverhältnisses β und den Näherungswert I_{off}' des Versatzstroms I_{off} in regelmäßigen Intervallen zu messen und dieselben zu aktualisieren.

[0112] Wenn die Näherungswerte β' und I_{off}' gemessen werden, werden eine dritte Spannung V_3 und eine vierte Spannung V_4 , die sich hinsichtlich des Pegels voneinander unterscheiden, an die Pumpenzelle 3 angelegt. Der Sensorzellenstrom I_{s_3} und der Überwachungszellenstrom I_{m_3} , wenn die dritte Spannung V_3 angelegt ist (siehe **Fig. 21** und **Fig. 22**), und der Sensorzellenstrom I_{s_4} und der Überwachungszellenstrom I_{m_4} , wenn die vierte Spannung V_4 angelegt ist, werden gemessen. Die Näherungswerte β' und I_{off}' werden gemäß den folgenden Gleichungen berechnet.

$$\beta' = (I_{s_3} - I_{s_4}) / (I_{m_3} - I_{m_4}) \quad (2)$$

$$I_{off}' = (I_{s_3} - \beta' I_{m_3}) / (1 - \beta')$$

[0113] Die Werte der Sensorzellenströme I_{s_3} und I_{s_4} werden abgeleitet, wenn das Gas g die gleiche Konzentration der gegebenen Gaskomponente hat, so-

dass Werte des von dem gegebenen Gas abhängigen Stroms I_x , der in den Sensorzellenströmen I_{s_3} und I_{s_4} enthalten ist, einander identisch sind. Die Werte des Versatzstroms I_{off} sind ebenfalls einander identisch. In dem Zähler der vorhergehenden Gleichung (2) wird eine Operation von $I_{s_3} - I_{s_4}$ vorgenommen, sodass I_x und I_{off} eliminiert werden. Wie in **Fig. 22** dargestellt ist, ist ähnlicherweise der Wert des Versatzstroms I_{off} , der in den Überwachungszellenströmen I_{m_3} und I_{m_4} enthalten ist, gleich. In dem Nenner der vorhergehenden Gleichung (2) wird eine Operation von $I_{m_3} - I_{m_4}$ vorgenommen, sodass I_{off} eliminiert wird.

[0114] Die Verwendung der vorhergehenden Gleichung (2) resultiert in einer Eliminierung des Versatzstroms I_{off} und des von dem gegebenen Gas abhängigen Stroms I_x , die in jedem der Ströme I_{s_3} , I_{s_4} , I_{m_3} und I_{m_4} enthalten sind, wodurch eine verbesserte Genauigkeit beim Berechnen des Näherungswerts β' des Subtraktionswert-Empfindlichkeitsverhältnisses β sichergestellt wird.

[0115] Wenn die Konzentration der gegebenen Gaskomponente (NOx) gemessen wird, funktioniert der berechnende Abschnitt **11**, um den Sensorzellenstrom I_s und den Überwachungszellenstrom I_m zu messen und dann den Wert des Überwachungszellenstroms I_m gemäß einer folgenden Gleichung zu korrigieren, um denselben nahe zu dem Wert des sauerstoffabhängigen Stroms I_{so} zu bringen.

$$I_m' = \beta'(I_m - I_{off}') + I_{off}'$$

[0116] Der berechnende Abschnitt **11** verwendet anschließend eine folgende Gleichung, um den korrigierten Wert I_m' des Überwachungszellenstroms I_m von dem Sensorzellenstrom I_s zu subtrahieren, um den Näherungswert I_x' des von dem gegebenen Gas abhängigen Stroms I_x abzuleiten, und verwendet dann den Näherungswert I_x' , um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente zu bestimmen.

$$I_x' = I_s - I_m' = I_s - \{\beta'(I_m - I_{off}') + I_{off}'\}$$

[0117] Auf die vorhergehende Weise werden die Näherungswerte β' und I_{off}' , die in regelmäßigen Intervallen aktualisiert wurden, verwendet, um den Näherungswert I_x' des von dem gegebenen Gas abhängigen Stroms I_x zu berechnen, was dadurch in einer verbesserten Genauigkeit beim Bestimmen der Konzentration des Gases ungeachtet eines Alters des Gassensors **10** resultiert.

[0118] Dieses Ausführungsbeispiel bietet die gleichen Anordnungen und vorteilhaften Effekte wie jene bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

Bezugszeichenliste

1	Gaskonzentrationsmessvorrichtung
10	Gassensor
11	berechnender Abschnitt
12	Bezugsgaskammer
2	Festelektrolytkörper
3	Pumpenzelle
4	Überwachungszelle
5	Sensorzelle
7	Gaskammer
8	Elektrode
Im	Überwachungszellenstrom
Is	Sensorzellenstrom
Iso	sauerstoffabhängiger Strom
Ix	von einem gegebenen Gas abhängiger Strom
g	Gas

Patentansprüche

1. Gaskonzentrationsmessvorrichtung (**1**), die einen Gassensor (**10**), der einem Gas ausgesetzt ist, und einen berechnenden Abschnitt (**11**) aufweist, der eine Ausgabe von dem Gassensor (**10**) verwendet, um eine Konzentration einer gegebenen Gaskomponente, die in dem Gas enthalten ist, zu berechnen, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gassensor (**10**) eine Gaskammer (**7**), in die das Gas eingeleitet wird, eine Bezugsgaskammer (**12**), in die ein Bezugsgas eingeleitet wird, einen Festelektrolytkörper (**2**), der zwischen der Gaskammer (**7**) und der Bezugsgaskammer (**12**) angeordnet ist und eine Sauerstoffionenleitfähigkeit hat, und eine Mehrzahl von Elektroden (**8**), die auf beiden Oberflächen des Festelektrolytkörpers (**2**) angeordnet sind, aufweist, der Festelektrolytkörper (**2**) und die Elektroden (**8**) eine Pumpenzelle (**3**), die funktioniert, um eine Sauerstoffkonzentration des Gases in der Gaskammer (**7**) zu regeln, eine Überwachungszelle (**4**), durch die eine Menge eines Stroms, die der Sauerstoffkonzentration des Gases entspricht, fließt, und eine Sensorzelle (**5**) bilden, durch die ein Strom fließt, der eine Summe einer Menge eines Stroms, die der Sauerstoffkonzentration entspricht, und einer Menge eines Stroms, die einer Konzentration der gegebenen Gaskomponente in dem Gas entspricht, ist, der berechnende Abschnitt (**11**) funktioniert, um einen Wert eines Überwachungszellenstroms I_m , der der Strom ist, der durch die Überwachungszelle (**4**) fließt, zu korrigieren, um denselben nahe zu einem Wert eines sauerstoffabhängigen Stroms I_{so} zu bringen, der von einer Sauerstoffkonzentration herrührt und eine Komponente eines Sensorzellenstroms I_s ist, der der Strom ist, der durch die Sensorzelle (**5**) fließt, und um ferner einen korrigierten Wert I_m' desselben von dem Sensorzellenstrom I_s zu subtrahieren, um einen von einem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x zu bestimmen, der eine Komponente

des Sensorzellenstroms I_s ist, die von der Konzentration der gegebenen Gaskomponente herrührt, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente in dem Gas zu berechnen.

2. Gaskonzentrationsmessvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der berechnende Abschnitt (11) den Sensorzellenstrom I_s und den Überwachungszellenstrom I_m unter einer Bedingung misst, dass das Gas nicht die gegebene Gaskomponente enthält, und ein Empfindlichkeitsverhältnis α , das ein Verhältnis zwischen dem sauerstoffabhängigen Strom I_{so} und dem Überwachungszellenstrom I_m ist, unter Verwendung einer folgenden Gleichung (1) berechnet,

$$\alpha = I_{so}/I_m = I_s/I_m \quad (1)$$

und dadurch, dass der berechnende Abschnitt (11) funktioniert, um den Sensorzellenstrom I_s und den Überwachungszellenstrom I_m unter einer Bedingung zu messen, bei der das Gas die gegebene Gaskomponente enthält, und den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x unter Verwendung einer folgenden Gleichung (2) berechnet, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente abzuleiten,

$$I_s - \alpha I_m = I_x \quad (2)$$

3. Gaskonzentrationsmessvorrichtung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der berechnende Abschnitt (11) funktioniert, um eine Spannung, die an die Pumpenzelle (3) unter der Bedingung angelegt ist, bei der das Gas nicht die gegebene Gaskomponente enthält, zu ändern, um eine Mehrzahl von Bedingungen zu erzeugen, die Werte der Sauerstoffkonzentration in dem Gas haben, die sich voneinander in der Gaskammer (7) unterscheiden, und ferner den Sensorzellenstrom I_s und den Überwachungszellenstrom I_m unter jeder der Bedingungen zu berechnen, um das Empfindlichkeitsverhältnis α zu berechnen.

4. Gaskonzentrationsmessvorrichtung (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der berechnende Abschnitt (11) funktioniert, um eine Spannung, die an die Pumpenzelle (3) angelegt ist, zu verringern, wenn das Gas die gegebene Gaskomponente enthält, um niedriger als dieselbe zu sein, wenn die Konzentration der gegebenen Gaskomponente gemessen wird, und dann unter einer solchen Bedingung den Sensorzellenstrom I_s und den Überwachungszellenstrom I_m zu messen, um unter Verwendung einer folgenden Gleichung (3) einen Näherungswert α' des Empfindlichkeitsverhältnisses α zu berechnen,

$$I_s/I_m = \alpha' \quad (3)$$

und dadurch, dass, wenn die Konzentration der gegebenen Gaskomponente in dem Gas gemessen wird, der berechnende Abschnitt (11) den Sensorzellenstrom I_s und den Überwachungszellenstrom I_m misst und unter Verwendung einer folgenden Gleichung (4) einen Näherungswert I_x' des von dem gegebenen Gas abhängigen Stroms I_x berechnet, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente nähernd zu bestimmen,

$$I_s - \alpha' I_m = I_x' \quad (4)$$

5. Gaskonzentrationsmessvorrichtung (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass, wenn das Gas die gegebene Gaskomponente enthält, der berechnende Abschnitt (11) eine erste Spannung (V_1) und eine zweite Spannung (V_2), die Werte haben, die sich voneinander unterscheiden, an die Pumpenzelle (3) anlegt und den Überwachungszellenstrom I_{m_1} und den Sensorzellenstrom I_{s_1} misst, wenn die erste Spannung (V_1) angelegt ist, und den Überwachungszellenstrom I_{m_2} und den Sensorzellenstrom I_{s_2} misst, wenn die zweite Spannung (V_2) angelegt ist, um unter Verwendung einer folgenden Gleichung (5) einen Näherungswert α' des Empfindlichkeitsverhältnisses α zu berechnen

$$(I_{s_1} - I_{s_2})/(I_{m_1} - I_{m_2}) = \alpha' \quad (5)$$

und dadurch, dass, wenn die Konzentration der gegebenen Gaskomponente in dem Gas gemessen wird, der berechnende Abschnitt (11) den Sensorzellenstrom I_s und den Überwachungszellenstrom I_m misst und unter Verwendung einer folgenden Gleichung (6) einen Näherungswert I_x' des von dem gegebenen Gas abhängigen Stroms I_x berechnet, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente nähernd zu bestimmen,

$$I_s - \alpha' I_m = I_x' \quad (6)$$

6. Gaskonzentrationsmessvorrichtung (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass, wenn das Gas die gegebene Gaskomponente enthält, der berechnende Abschnitt (11) die Spannung, die an die Pumpenzelle (3) angelegt ist, erhöht, um höher als dieselbe zu sein, wenn die Konzentration der gegebenen Gaskomponente berechnet wird, und dann unter einer solchen Bedingung den Sensorzellenstrom I_s und den Überwachungszellenstrom I_m misst, um unter Verwendung einer folgenden Gleichung (7) einen Näherungswert α' des Empfindlichkeitsverhältnisses α zu berechnen

$$I_s/I_m = \alpha' \quad (7)$$

und dadurch, dass, wenn die Konzentration der gegebenen Gaskomponente in dem Gas gemessen wird, der berechnende Abschnitt (11) den Sensorzellenstrom I_s und den Überwachungszellenstrom I_m misst

und unter Verwendung einer folgenden Gleichung (8) einen Näherungswert I_x' des von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x berechnet, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente nähernd zu bestimmen,

$$I_s - \alpha' I_m = I_x' \quad (8)$$

7. Gaskonzentrationsmessvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der berechnende Abschnitt (11) eine erste Spannung (V1) und eine zweite Spannung (V2), die Werte haben, die sich voneinander unterscheiden, an die Pumpenzelle (3) unter einer Bedingung anlegt, bei der das Gas die gegebene Gaskomponente nicht enthält, und den Überwachungszellenstrom I_{m_1} und den Sensorzellenstrom I_{s_1} , wenn die erste Spannung (V1) angelegt ist, und den Überwachungszellenstrom I_{m_2} und den Sensorzellenstrom I_{s_2} , wenn die zweite Spannung (V2) angelegt ist, misst, um ein Subtraktionswert-Empfindlichkeitsverhältnis β , das ein Verhältnis zwischen einem Wert $I_s - I_{off}$, wie er durch Subtrahieren eines Versatzstroms I_{off} , der eine Komponente ist, die ungeachtet einer Anwesenheit der gegebenen Gaskomponente und von Sauerstoff fließt, von dem Sensorzellenstrom I_s abgeleitet wird, und einem Wert $I_m - I_{off}$ ist, wie er durch Subtrahieren des Versatzstroms I_{off} von dem Überwachungszellenstrom I_m abgeleitet wird, unter Verwendung einer folgenden Gleichung (9) zu berechnen, und ferner unter Verwendung einer folgenden Gleichung (10) den Versatzstrom I_{off} bestimmt,

$$\beta = (I_{s_1} - I_{s_2}) / (I_{m_1} - I_{m_2}) \quad (9)$$

$$I_{off} = (I_{s_1} - \beta I_{m_1}) / (1 - \beta) \quad (10)$$

und dadurch, dass, wenn die Konzentration der gegebenen Gaskomponente in dem Gas gemessen wird, der berechnende Abschnitt (11) den Sensorzellenstrom I_s und den Überwachungszellenstrom I_m misst und unter Verwendung einer folgenden Gleichung (11) den von dem gegebenen Gas abhängigen Strom I_x berechnet, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente zu bestimmen,

$$I_x = I_s - \{\beta(I_m - I_{off}) + I_{off}\} \quad (11)$$

8. Gaskonzentrationsmessvorrichtung (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass, wenn das Gas die gegebene Gaskomponente enthält, der berechnete Abschnitt (11) eine dritte Spannung (V3) und eine vierte Spannung (V4), die Werte haben, die sich voneinander unterscheiden, an die Pumpenzelle (3) anlegt und den Überwachungszellenstrom I_{m_3} und den Sensorzellenstrom I_{s_3} , wenn die dritte Spannung (V3) angelegt ist, und den Überwachungszellenstrom I_{m_4} und den Sensorzellenstrom I_{s_4} , wenn die vierte Spannung (V4) angelegt ist, misst, um unter Verwendung einer folgenden Gleichung (12) einen

Näherungswert β' des Subtraktionswert-Empfindlichkeitsverhältnisses β zu berechnen, und um ferner unter Verwendung einer folgenden Gleichung (13) einen Näherungswert I_{off}' des Versatzstroms I_{off} zu berechnen,

$$\beta' = (I_{s_3} - I_{s_4}) / (I_{m_3} - I_{m_4}) \quad (12)$$

$$I_{off}' = (I_{s_3} - \beta' I_{m_3}) / (1 - \beta') \quad (13)$$

und dadurch, dass, wenn die Konzentration der gegebenen Gaskomponente in dem Gas gemessen wird, der berechnende Abschnitt (11) den Sensorzellenstrom I_s und den Überwachungszellenstrom I_m misst und unter Verwendung einer folgenden Gleichung (14) einen Näherungswert I_x' des von dem gegebenen Gas abhängigen Stroms I_x berechnet, um die Konzentration der gegebenen Gaskomponente nähernd zu bestimmen,

$$I_x' = I_s - \{\beta'(I_m - I_{off}') + I_{off}'\} \quad (14)$$

9. Gasmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gaskammer (7) einstückig gebildet ist, um einen Raum zu haben, der in einer Dickenrichtung des Festelektrolytkörpers und ferner in einer Breitenrichtung, die sowohl zu einer Richtung eines Flusses des Gases als auch zu der Dickenrichtung senkrecht ist, von dort, wo die Pumpenzelle gebildet ist, bis dort, wo die Überwachungszelle und die Sensorzelle gebildet sind, gänzlich konstant ist.

10. Gaskonzentrationsmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der einzelne Festelektrolytkörper (2) durch die Pumpenzelle (3), die Überwachungszelle (4) und die Sensorzelle (5) gemeinsam verwendet wird.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

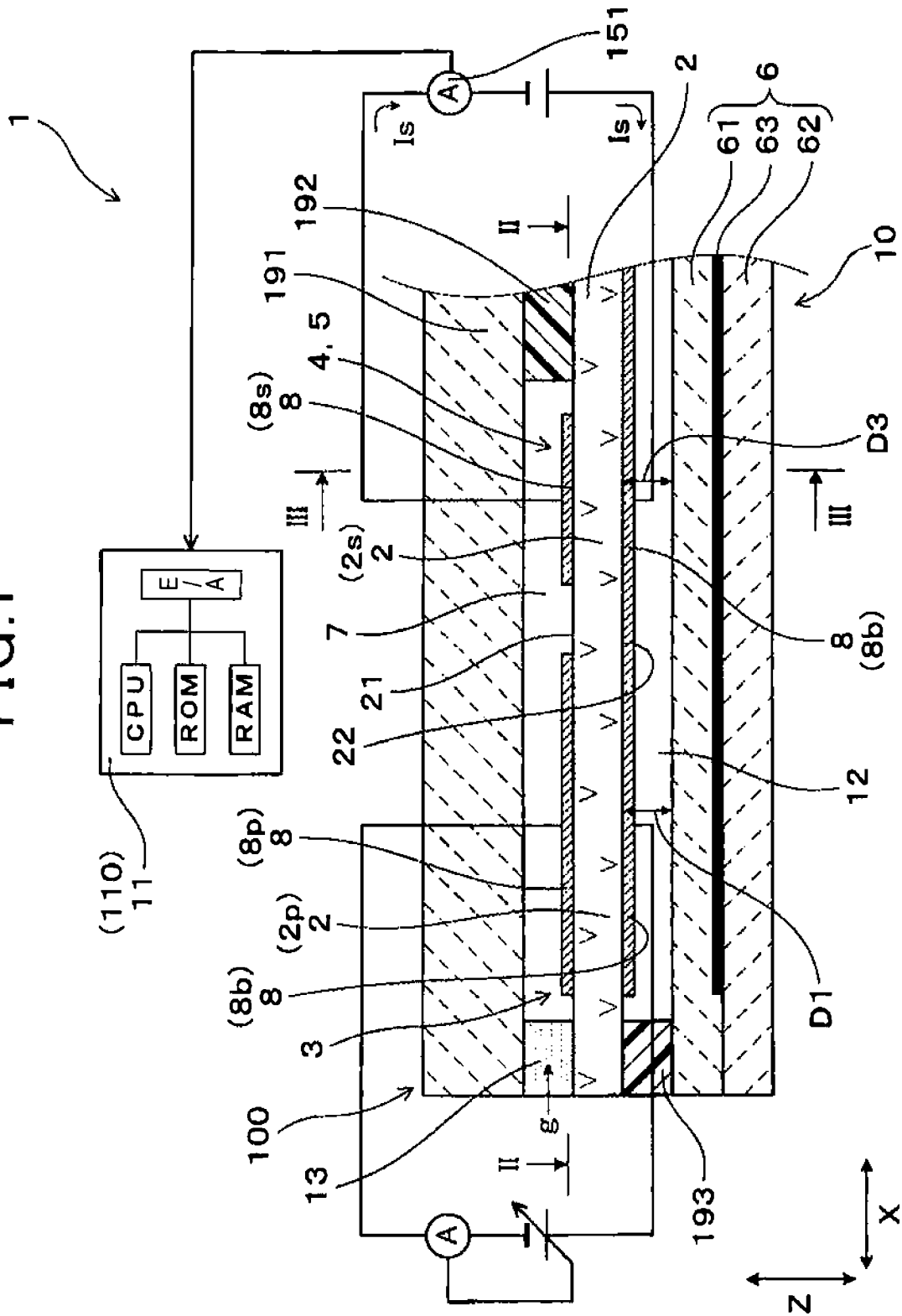


FIG.2

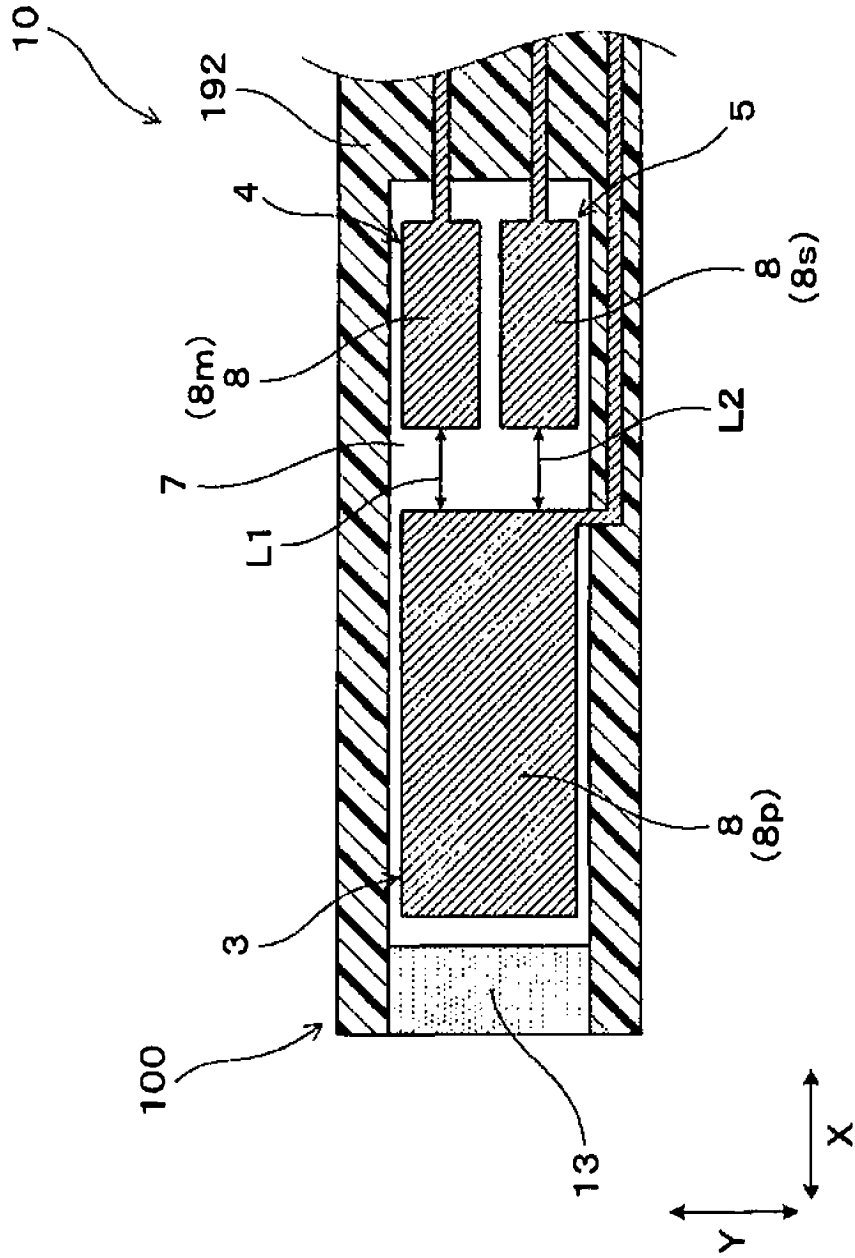


FIG.3

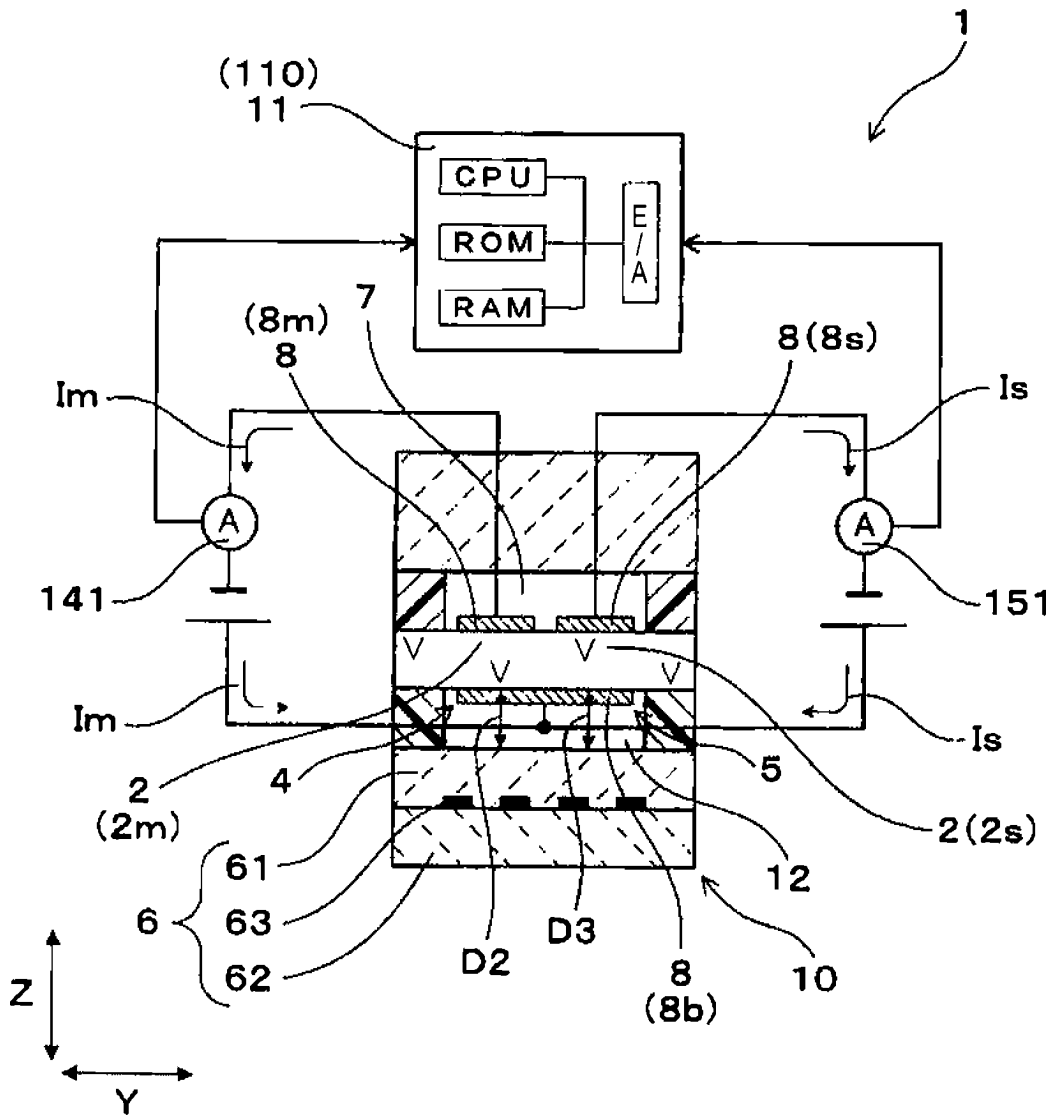


FIG.4

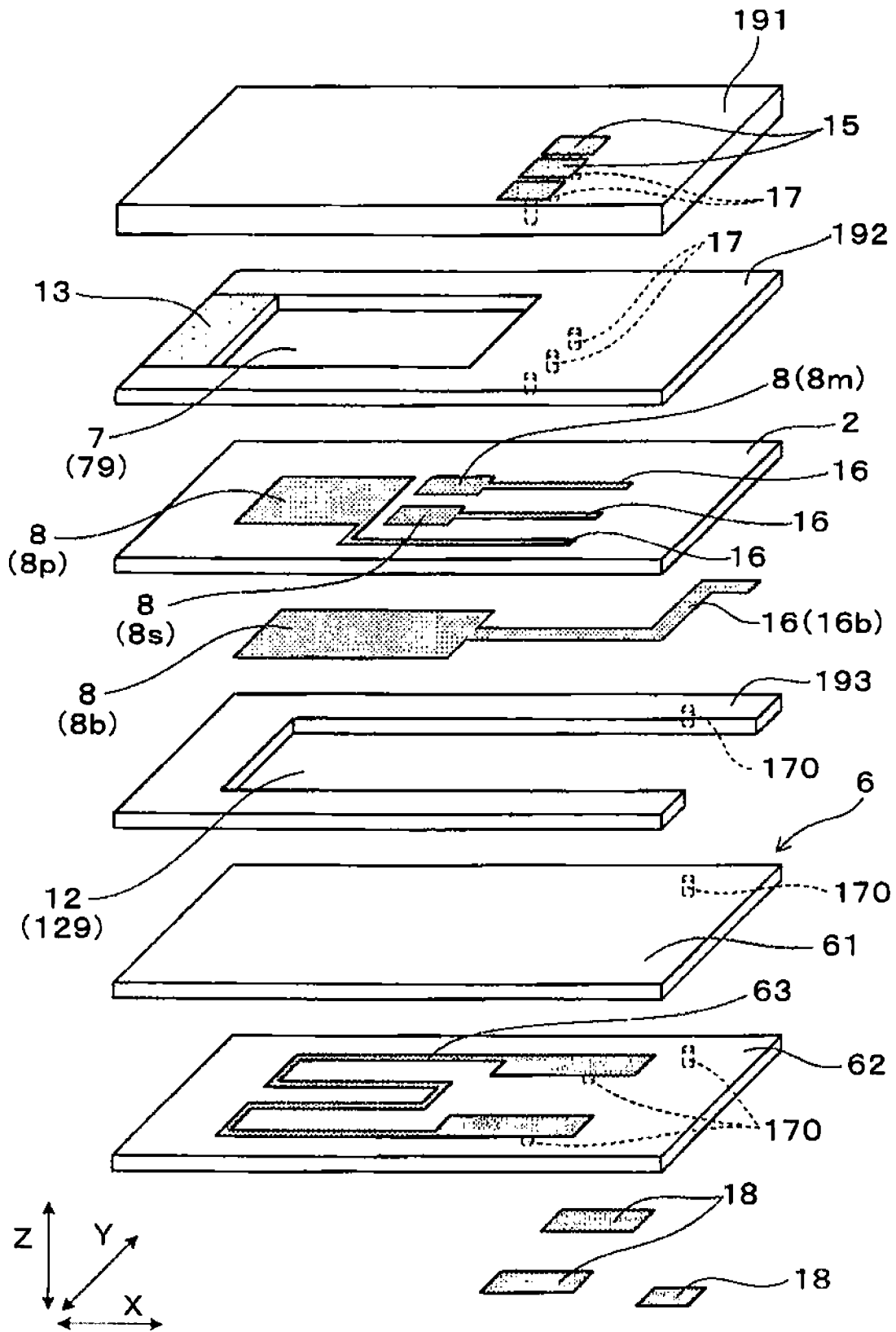


FIG.5

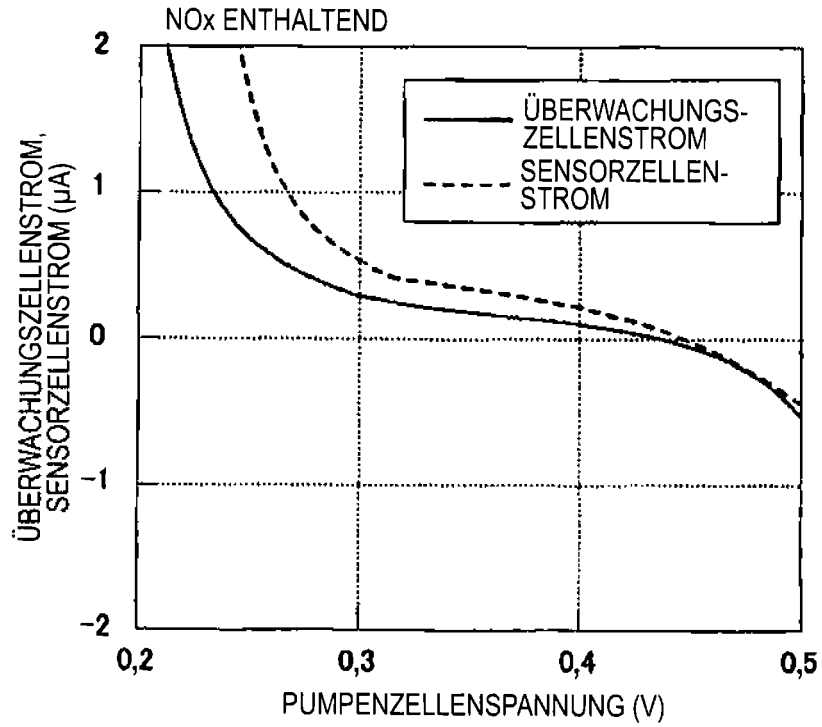


FIG.6

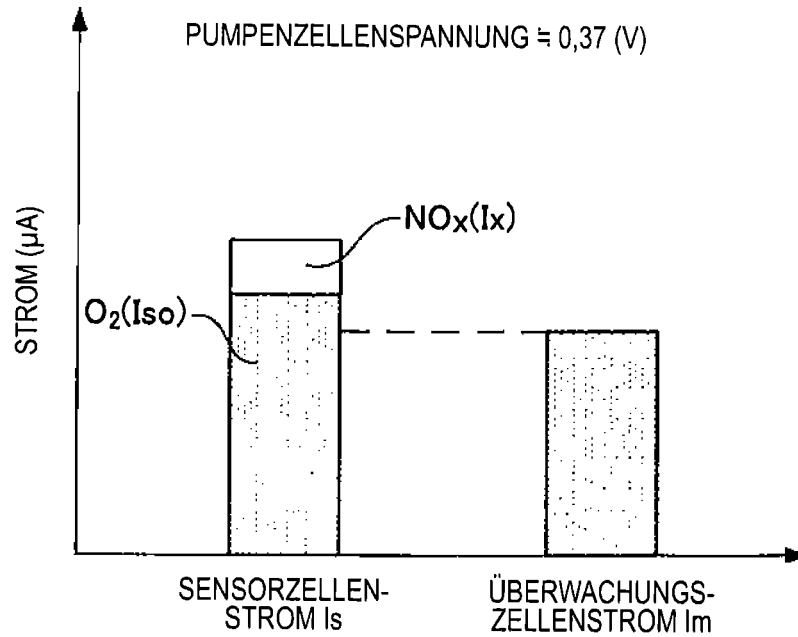


FIG.7

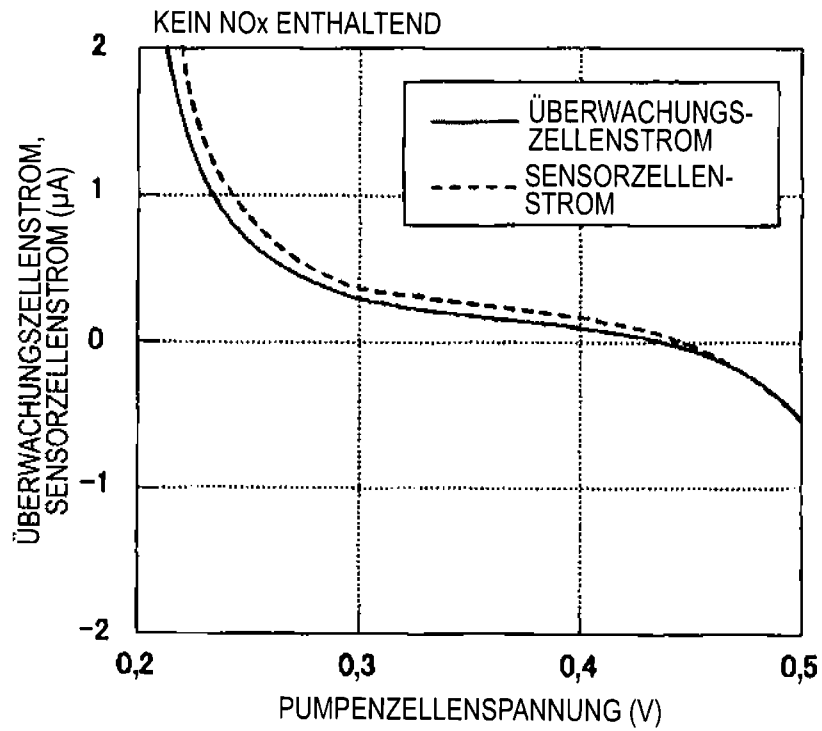


FIG.8

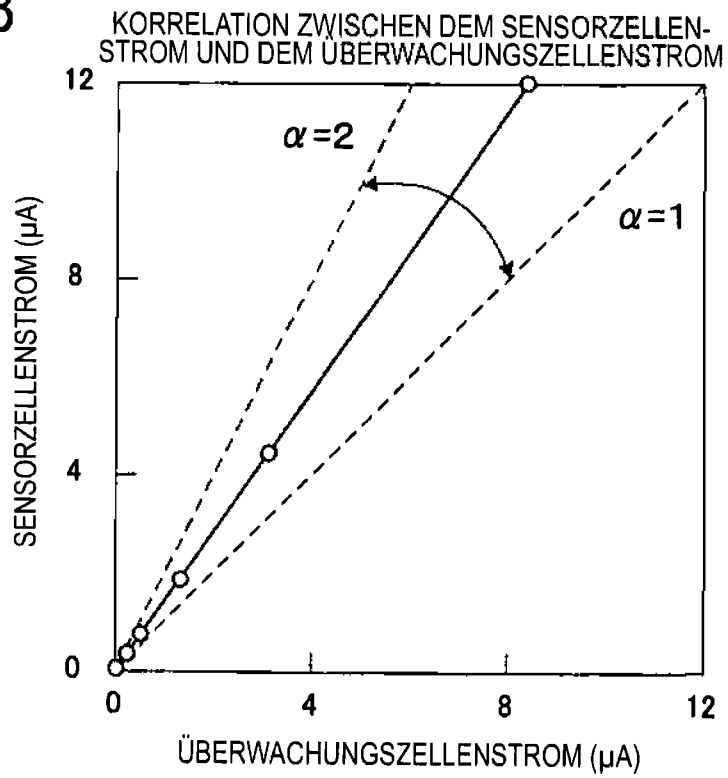


FIG.9

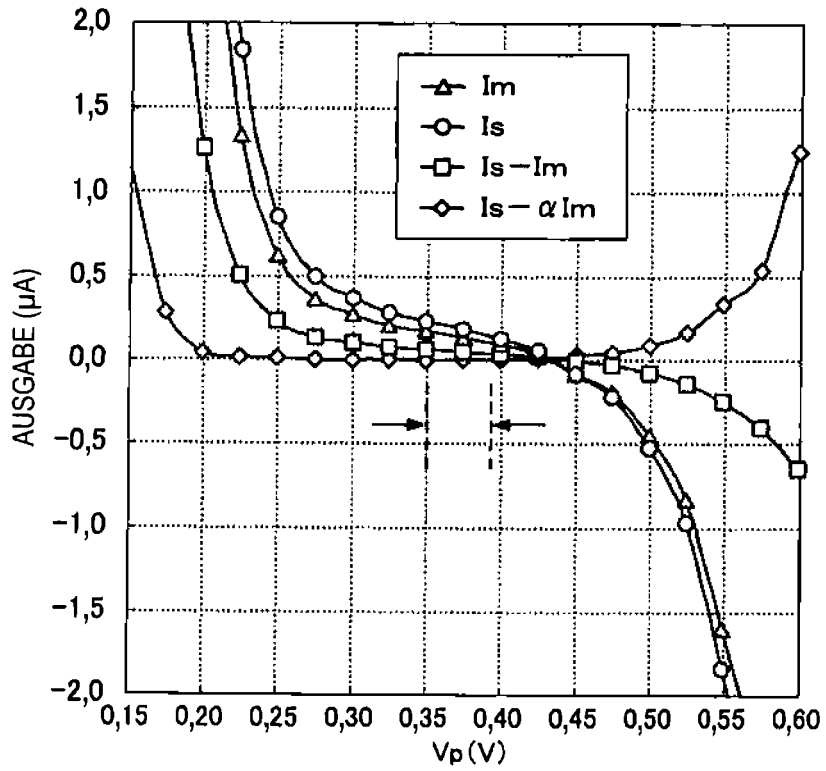


FIG.10

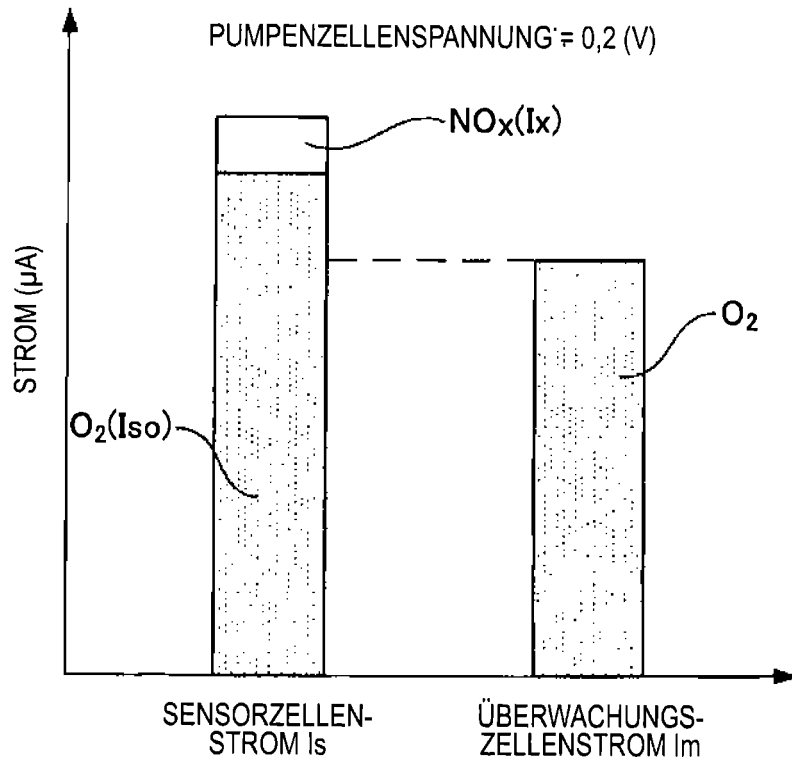


FIG.11

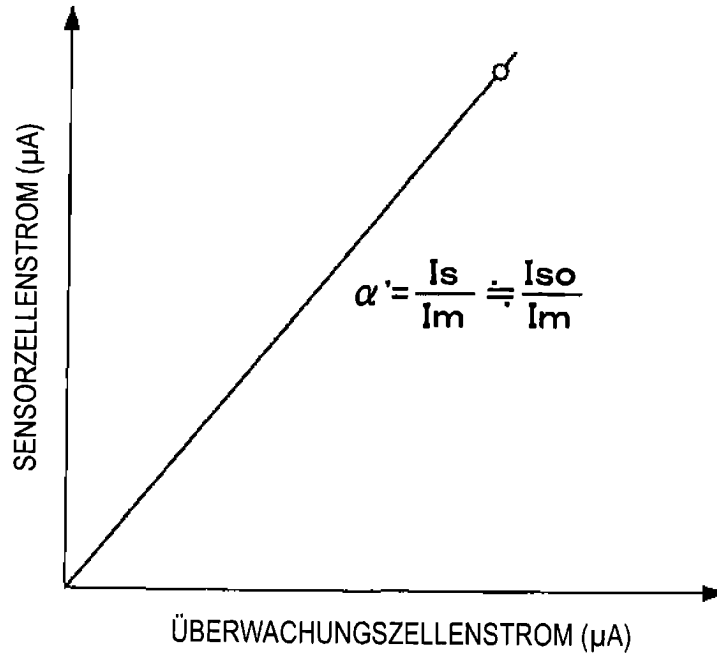


FIG.12

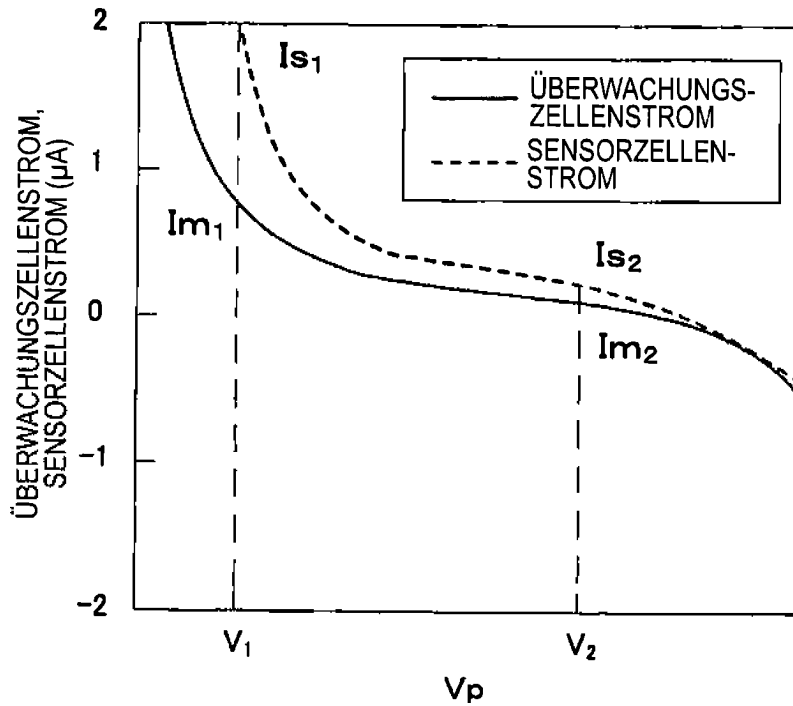


FIG.13

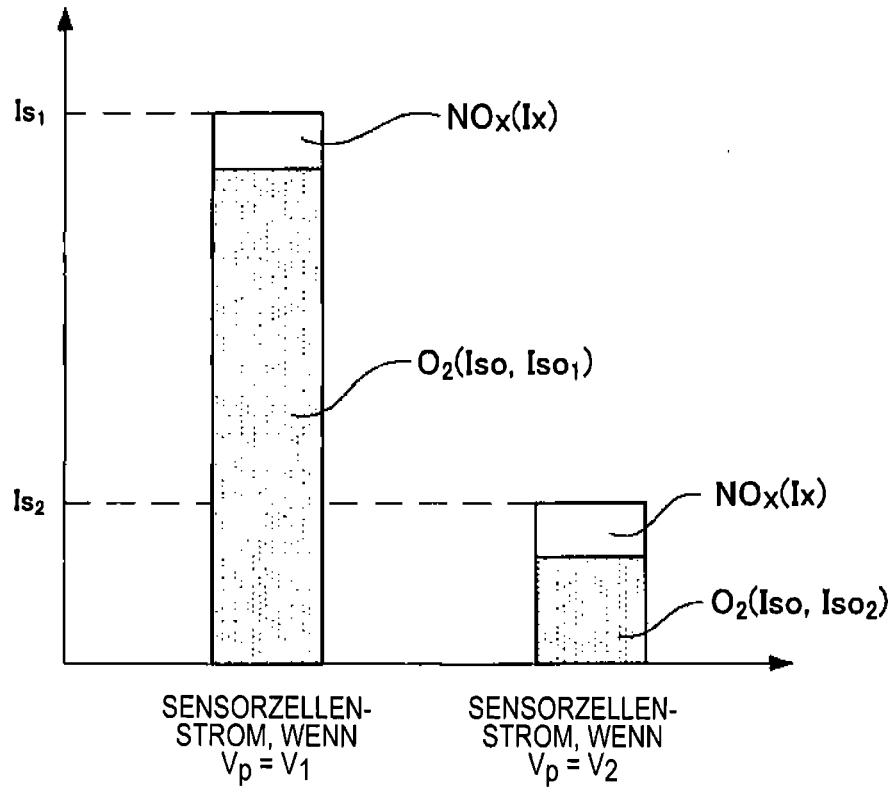


FIG.14

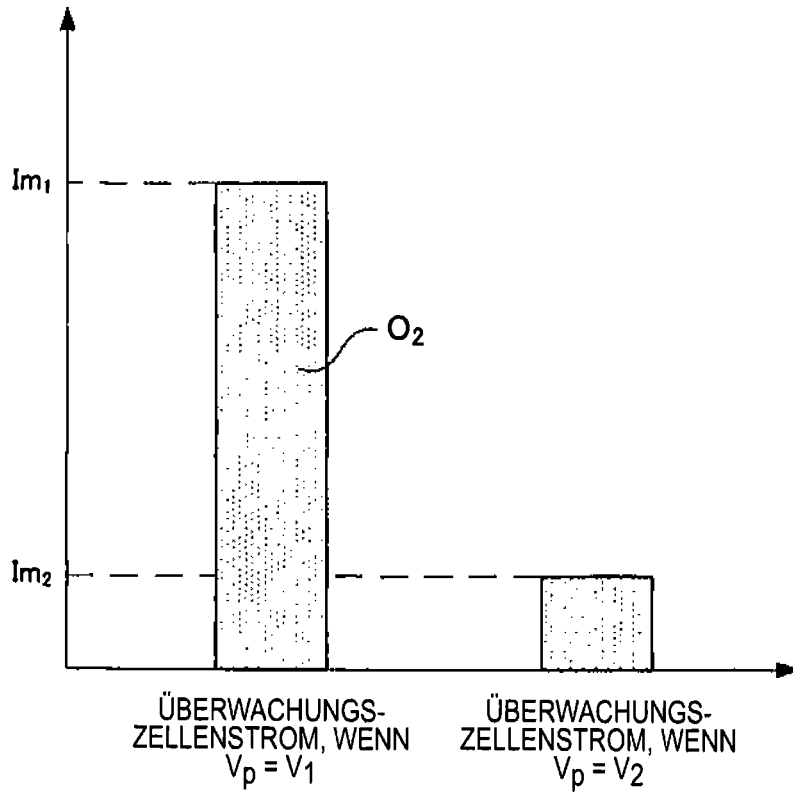


FIG.15

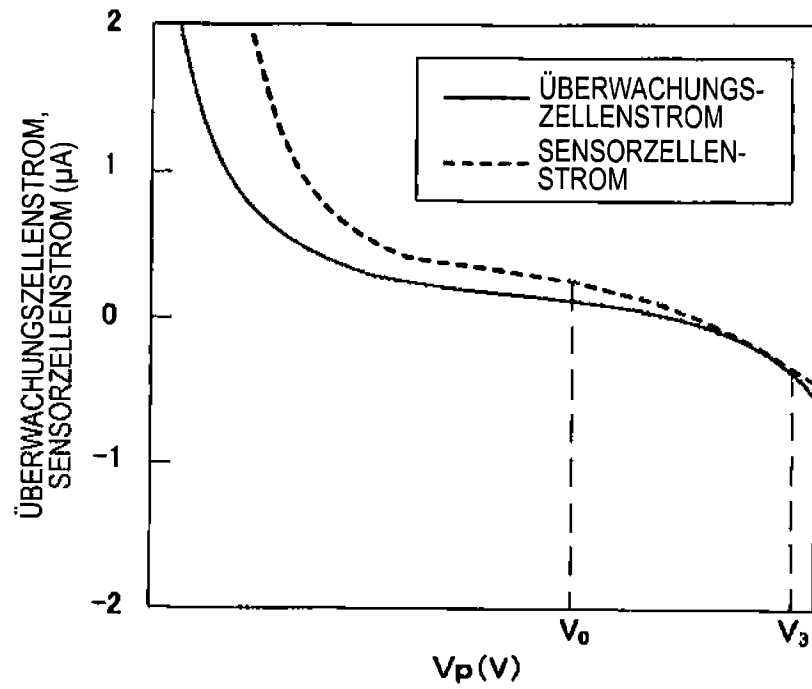


FIG.16

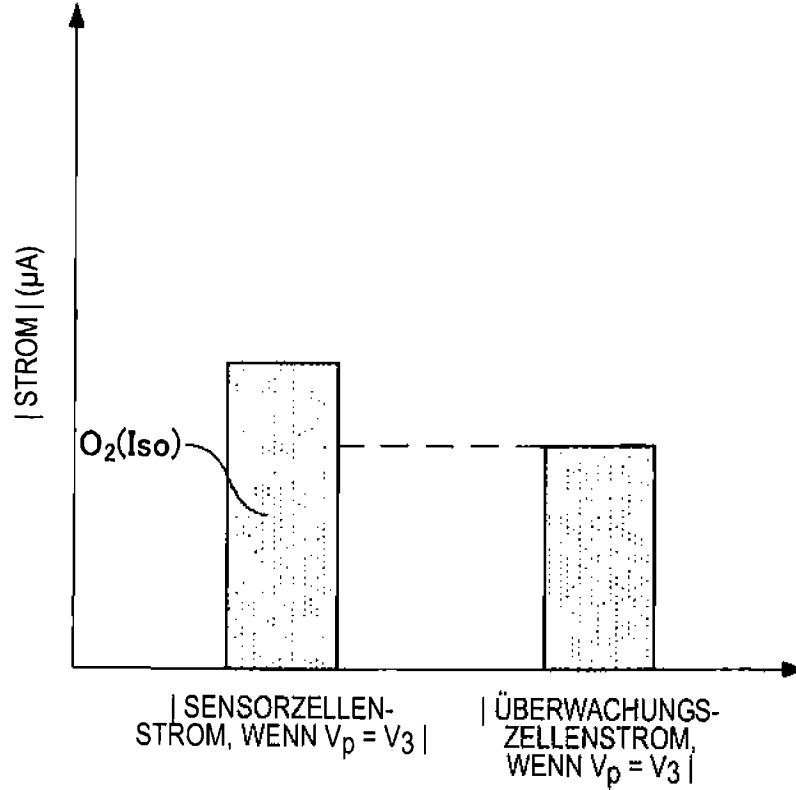


FIG.17

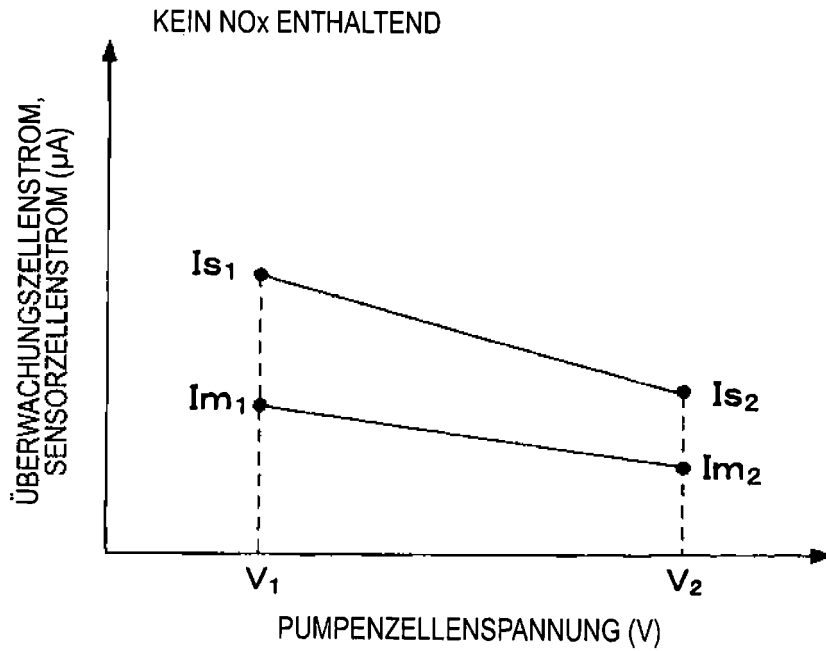


FIG.18

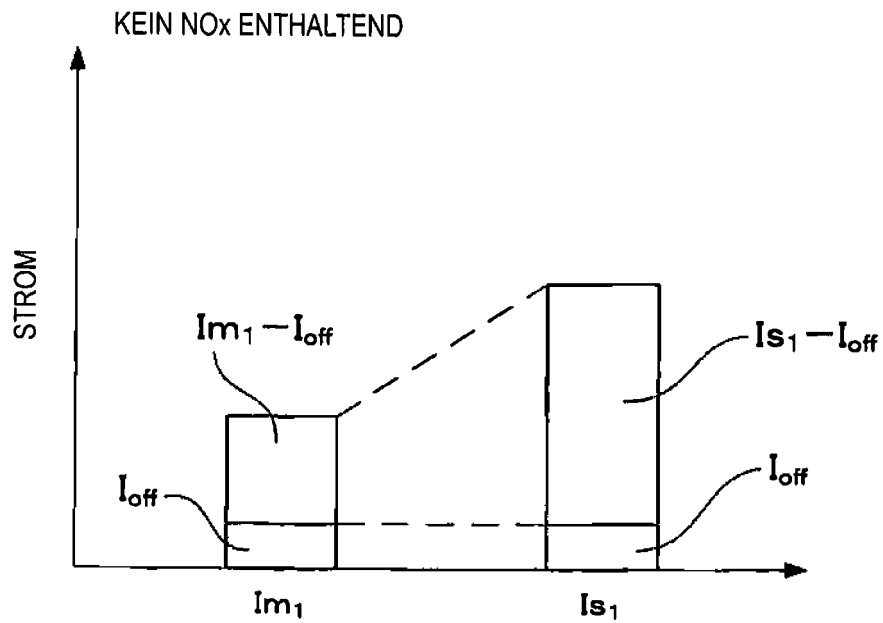


FIG.19

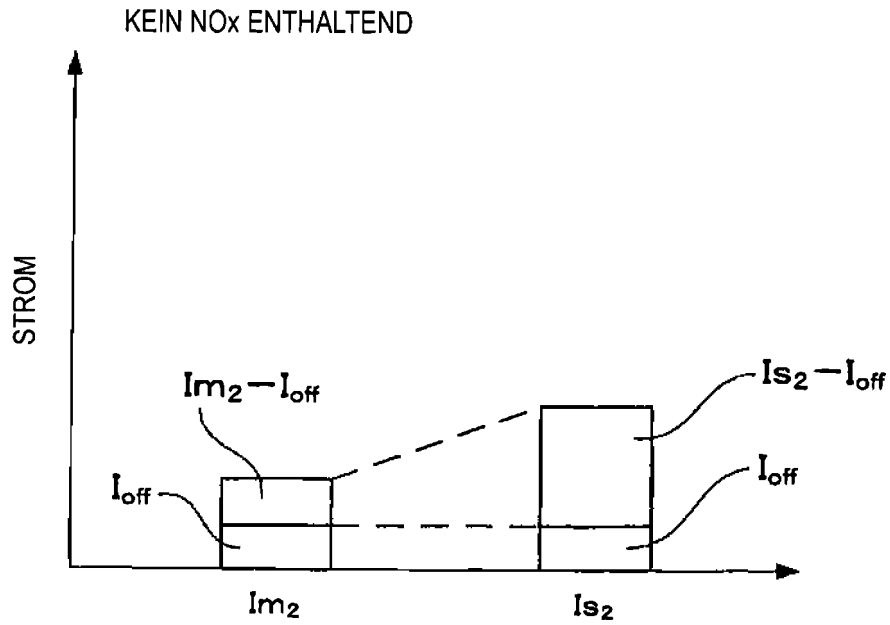


FIG.20

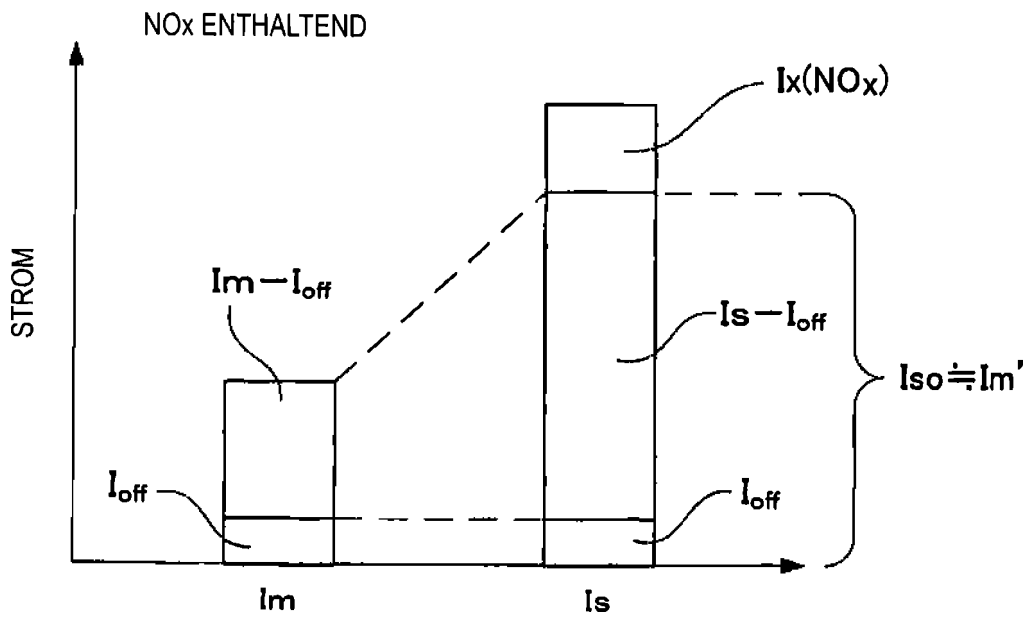


FIG.21

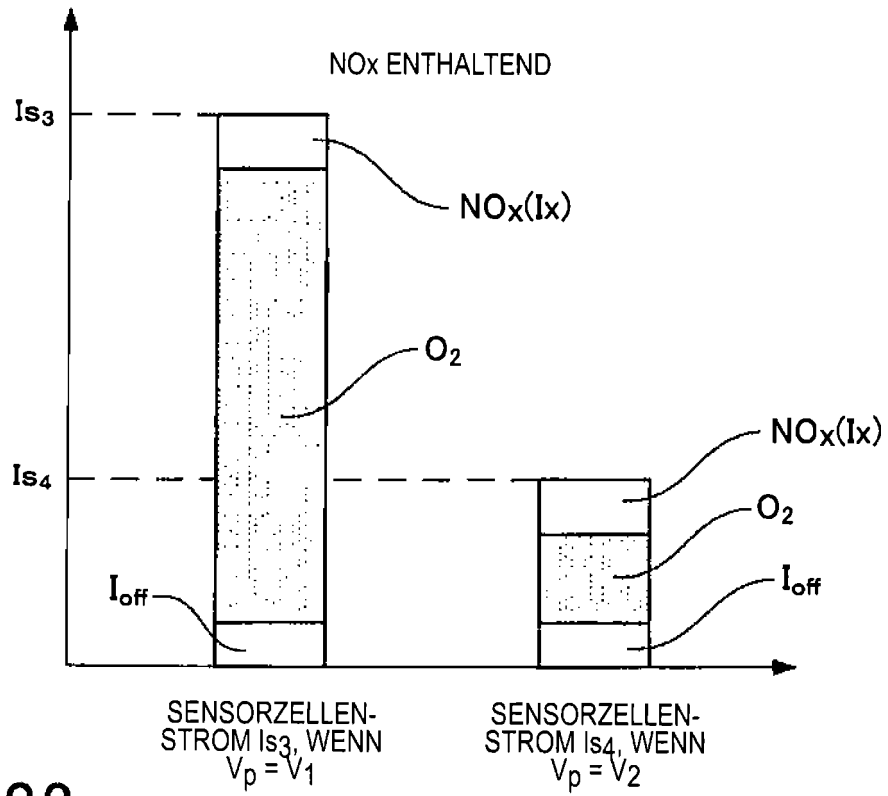


FIG.22

