



(10) **DE 11 2014 004 479 T5** 2016.07.14

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/045381**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 004 479.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2014/004903**
(86) PCT-Anmeldetag: **25.09.2014**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **02.04.2015**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **14.07.2016**

(51) Int Cl.: **G01N 27/409 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
2013-202132 **27.09.2013** **JP**
2014-189033 **17.09.2014** **JP**

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

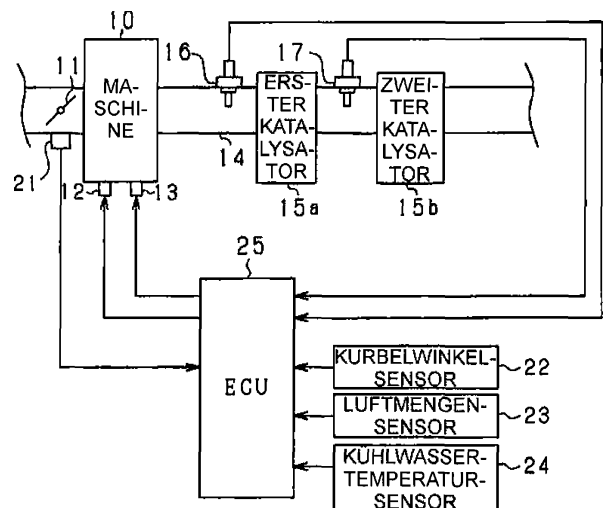
(71) Anmelder:
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,
JP**

(72) Erfinder:
**Mishima, Takao, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Matsuoka, Mikiyasu, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Nakata, Shingo, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Gassensorsteuervorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Ein O₂-Sensor (17) beinhaltet ein Sensorelement (31) unter Verwendung einer massiven Elektrolytschicht (32) und eines Paares von Elektroden (33, 34), welche an einer Position platziert sind, dass diese die massive Elektrolytschicht zwischenlagern, und dieser erfasst ein Abgas von einer internen Verbrennungsmaschine als ein Objekt der Erfassung, und dieser gibt ein Signal der elektromotorischen Kraft in Abhängigkeit zu einem Luft-Kraftstoffverhältnis des Abgases aus. Das Sensorelement (31) ist mit einem Konstantstromschaltkreis (43) verbunden, welcher einen Konstantstrom zuführt, der vorbestimmt ist. Ein Mikrocomputer (41) berechnet einen Widerstandswert (einen Elementwiderstand) des Sensorelements (31), und führt eine Beschränkung des Konstantstroms, der durch den Konstantstromschaltkreis (43) zugeführt wird, auf der Basis des Elementwiderstands durch.



Beschreibung

QUERVERWEIS AUF ÄHNLICHE ANMELDUNGEN

[0001] Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung mit der Nr. 2013-202132, eingereicht am 27. September 2013, und auf der japanischen Patentanmeldung mit der Nr. 2014-189033, eingereicht am 17. September 2014, wobei deren Offenbarungen hierin durch Bezugnahme mit aufgenommen werden.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Gassensorsteuervorrichtung.

STAND DER TECHNIK

[0003] Beispielsweise verwendet eine Fahrzeugmaschine herkömmlich einen Gassensor mit einem Ausgang bezüglich der elektromotorischen Kraft, welcher das Abgas, das von der Maschine ausgestoßen wird, als ein Erfassungsobjekt verwendet, und welcher die Sauerstoffkonzentration erfasst. Der Gassensor weist eine elektrogene Zelle auf, welche ein elektromotorisches Kraftsignal ausgibt, welches sich dahingehend verändert, ob das Luft/Kraftstoff-Verhältnis des Abgases fett oder mager ist. Genauer gesagt, wenn das Luft/Kraftstoff-Verhältnis reich bzw. fett ist, dann gibt der Gassensor ein elektromotorisches Kraftsignal von etwa 0,9 V aus, und wenn das Luft/Kraftstoff-Verhältnis mager ist, gibt der Gassensor ein elektromotorisches Kraftsignal von etwa 0 V aus.

[0004] Bei dieser Art von Gassensor muss die Tatsache beachtet werden, dass, wenn das Luft/Kraftstoffverhältnis des Abgases sich auf fett oder mager verändert, der Sensorausgang sich mit einer Verzögerung gegenüber der tatsächlichen Änderung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses ändert. Verschiedene Techniken wurden beschrieben, um diese Ausgangscharakteristik zu verbessern.

[0005] Beispielsweise ist bei der Gassensorsteuervorrichtung der Patentliteratur 1 ein Konstantstromschaltkreis mit zumindest einer eines Paares von Sensorelektroden verbunden. Wenn bestimmt ist, dass eine Änderungsanforderung, um die Ausgangscharakteristik des Gassensors zu ändern, erzeugt worden ist, wird die Richtung des Konstantstroms entsprechend der Änderungsanforderung bestimmt, und der Konstantstromschaltkreis wird derart gesteuert, dass der Konstantstrom in die vorbestimmte Richtung fließt. Auf diese Weise wird die Ausgangscharakteristik des Gassensors in geeigneter Art und Weise durch das Zuführen des konstanten Stroms gesteuert.

[0006] Bei einem Gassensor ändert sich der Widerstandswert des Sensorelements in Abhängigkeit zur Temperatur des Sensorelements. Genauer gesagt, wenn die Maschine in dem kalten Zustand gestartet wird, oder wenn sich die Abgastemperatur mit einer Kraftstoffunterbrechung bzw. -verringerung zu der Maschine verringert, erhöht sich der Widerstand des Elements mit der Verringerung der Temperatur des Sensorelements. In diesem Fall, so wie sich der Elementwiderstand erhöht, erhöht sich die Spannung, die an das Sensorelement angelegt ist, und dies sogar unter der Bedingung, dass ein Konstantstrom fließt. Wenn die angelegte Spannung exzessiv hoch wird, kann ein Nachteil (ein schlechter Einfluss), wie z. B. eine Verschlechterung des elektrolytischen Festkörpers des Sensorelements, auftreten. Daher, bei der Konfiguration, bei der ein konstanter Strom zu dem Sensorelement zugeführt wird, gibt es einen Raum für eine Verbesserung aus dem Standpunkt heraus, das Sensorelement zu schützen. Das Sensorelement entspricht einer elektrogenen Zelle. Der Widerstandswert des Sensorelements wird ebenso als Elementwiderstand bezeichnet.

LITERATUR DES STANDS DER TECHNIK

Patentliteratur

[0007]

Patentliteratur 1: JP 2012-63345 A

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Es ist die Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung eine Gassensorsteuervorrichtung vorzusehen, welche eine Erfassung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses in geeigneter Art und Weise durchführt, während der Gassensor geschützt wird.

[0009] Entsprechend der vorliegenden Offenbarung wird eine Gassensorsteuervorrichtung auf einen Gassensor angewandt, welcher eine elektrogene Zelle aufweist, und welcher einen elektrolytischen Festkörper und ein Paar von Elektroden verwendet, die an einer Position platziert sind, um den elektrolytischen Festkörper dazwischen gelagert zu haben, und welcher ein Abgas von einer internen Verbrennungsmaschine als ein Erfassungsobjekt erfasst, und welcher ein elektromotorisches Kraftsignal in Abhängigkeit zu einem Luft/Kraftstoff-Verhältnis des Abgases ausgibt. Die Gassensorsteuervorrichtung beinhaltet eine Konstantstromzuführsektion, welche einen Konstantstrom zuführt, der für die elektrogene Zelle vorbestimmt ist, eine Einflussbestimmungssektion, welche die Möglichkeit eines Auftretens eines schlechten Einflusses auf den elektrolytischen Festkörper aufgrund einer Zuführung des Konstantstroms, die durch die Konstantstromzuführsektion durchgeführt wird, bestimmt, und eine Stromsteuersektion, welche den Konstantstrom, der durch die Konstant-

stromzuführsektion zugeführt wird, beschränkt, wenn die Einflussbestimmungssektion bestimmt, dass der schlechte Einfluss auf den elektrolytischen Festkörper auftreten kann.

[0010] Wenn ein Konstantstrom zu der elektrogenen Zelle zugeführt wird, kann ein schlechter Einfluss auf den elektrolytischen Festkörper auftreten, und dies aufgrund der Zuführung des Konstantstroms. Beispielsweise, wenn die Maschine in einem kalten Zustand gestartet wird, oder wenn sich die Abgastemperatur mit einer Kraftstoffbegrenzung der Maschine verringert, wenn sich der Elementwiderstand mit der Verringerung der Sensorelementtemperatur erhöht, dann kann die Spannung, die an dem Sensorelement angelegt ist, exzessiv unter der Bedingung groß werden, dass der konstante Strom fließt, wobei dies einen Nachteil, wie z. B. eine Verschlechterung des elektrolytischen Festkörpers, verursacht. In Hinblick auf das vorstehend gesagte wird bei der vorstehend erläuterten Konfiguration der Konstantstrom, der durch die Konstantstromzuführsektion zugeführt wird, beschränkt, wenn bestimmt ist, dass ein schlechter Einfluss auf den elektrolytischen Festkörper auftreten kann, um die Möglichkeit zu unterdrücken, dass an dem Sensorelement eine exzessive Spannung anliegt. Im Ergebnis kann ein Luft/Kraftstoff-Verhältnis in geeigneter Art und Weise erfasst werden, während der Gassensor geschützt ist.

[0011] Zusätzlich kann eine Widerstandswertberechnungssektion, welche den Widerstandswert der elektrogenen Zelle berechnet, derart vorgesehen sein, dass die Einflussbestimmungssektion die Möglichkeit des Auftretens eines schlechten Einflusses auf den elektrolytischen Festkörper entsprechend dem Widerstandswert der elektrogenen Zelle bestimmt, so wie dieser durch die Widerstandswertberechnungssektion berechnet wird.

[0012] Bei der vorstehend erläuterten Struktur, in Erwartung, dass der Widerstandswert der elektrogenen Zelle bei dem Kaltstart der internen Verbrennungsmaschine oder bei der Verringerung der Temperatur der elektrogenen Zelle, wenn sich die Abgastemperatur aufgrund einer Kraftstoffverringerng für die interne Verbrennungsmaschine verringert, groß wird, wird der Konstantstrom, der der elektrogenen Zelle zugeführt wird, entsprechend dem Widerstandswert der elektrogenen Zelle beschränkt. Folglich, sogar wenn die Spannung, die an die elektrogene Zelle angelegt wird, aufgrund der Erhöhung des Widerstandswerts der elektrogenen Zelle hoch wird, kann die Möglichkeit eines Nachteils verringert bzw. unterdrückt werden, welcher der Anwendung einer exzessiven Spannung (wie z. B. eine Verschlechterung des elektrolytischen Festkörpers) zuordenbar ist. Im Ergebnis kann das Luft/Kraftstoff-Verhältnis in geeigneter Art und Weise erfasst werden, während der Gassensor geschützt ist.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0013] Die vorstehenden und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden aus der nachstehenden detaillierten Beschreibung deutlich werden, die mit Bezug auf die beiliegende Zeichnung getätigt wird. Es zeigt/es zeigen:

[0014] Fig. 1 ein schematisches Diagramm, welches die allgemeine Konfiguration eines Maschinensteuersystems zeigt;

[0015] Fig. 2 ein schematisches Diagramm, welches die Querschnittsstruktur eines Sensorelements und die allgemeine Struktur einer Sensorsteuersektion zeigt;

[0016] Fig. 3 ein Graph bezüglich der Charakteristik einer elektromotorischen Kraft, wobei dieser die Beziehung zwischen einem exzessiven Luftverhältnis und der elektromotorischen Kraft des Sensorelements zeigt;

[0017] Fig. 4 ein schematisches Diagramm, welches die Reaktion von Gaskomponenten in dem Sensorelement zeigt;

[0018] Fig. 5 einen Graph der Charakteristik der elektromotorischen Kraft, wobei dieser die Beziehung zwischen einem exzessiven Luft-Verhältnis und der elektromotorischen Kraft des Sensorelements zeigt;

[0019] Fig. 6 ein Diagramm, welches die Struktur der Sensorsteuersektion zeigt;

[0020] Fig. 7 einen Graphen, welcher die Beziehung zwischen Strom und der Höhe des Spannungsabfalls zeigt, wenn ein Konstantstrom fließt;

[0021] Fig. 8 ein Flussdiagramm, welches das Konstantstromsteuerverfahren einer ersten Ausführungsform zeigt;

[0022] Fig. 9 ein Flussdiagramm, welches das Elementwiderstandberechnungsverfahren zeigt;

[0023] Fig. 10 einen Graphen, welcher die Beziehung zwischen einem Elementwiderstand und einem zulässigen Stromwert zeigt;

[0024] Fig. 11 ein Zeitdiagramm, welches eine Konstantstromsteuerung bei dem Zeitpunkt des Maschinenstarts zeigt;

[0025] Fig. 12 ein Flussdiagramm, welches das Konstantstromsteuerverfahren einer zweiten Ausführungsform zeigt;

[0026] Fig. 13 einen Graphen, welcher die Beziehung zwischen einem konstanten Strom und einer oberen Grenze des Widerstands zeigt;

[0027] Fig. 14 eine Querschnittsansicht des Sensorelements einer dritten Ausführungsform;

[0028] Fig. 15 einen Graphen, welcher die beschränkende Stromcharakteristik des Sensorelements zeigt;

[0029] Fig. 16 einen Graphen der elektromotorischen Kraft, welcher die Beziehung zwischen dem Luft-Kraftstoffverhältnis und der elektromotorischen Kraft des Sensorelements zeigt;

[0030] Fig. 17 ein äquivalentes Schaltkreisdiagramm des Sensorelements und dessen Peripherie;

[0031] Fig. 18 ein Flussdiagramm, welches das Konstantstromsterverfahren der dritten Ausführungsform zeigt;

[0032] Fig. 19 ein Flussdiagramm, welches das Konstantstromsterverfahren einer vierten Ausführungsform zeigt; und

[0033] Fig. 20 ein Flussdiagramm, welches das Konstantstromsterverfahren einer fünften Ausführungsform zeigt.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

(Erste Ausführungsform)

[0034] Als Nächstes wird eine Ausführungsform einer Gassensorsteuervorrichtung gemäß der vorliegenden Offenbarung mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben werden. Diese Ausführungsform betrifft ein Maschinensteuersystem, welches einen Gassensor verwendet, der auf bzw. an dem Abgasrohr einer fahrzeuggestützten Maschine (internen Verbrennungsmaschine) platziert ist, um verschiedene Steuerungen, etc., der Maschine gemäß dem Ausgang des Gassensors durchzuführen. Das Steuersystem, zentriert in bzw. an einer elektrischen Steuereinheit (ECU) führt eine Steuerung des Betrags der Kraftstoffeinspritzung, eine Steuerung des Zündtimings usw., durch. Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, welches die allgemeine Konfiguration des Systems zeigt.

[0035] In Fig. 1 ist eine Maschine 10 beispielsweise ein Benzinverbrenner, welcher ein Drosselventil 11, das elektronisch gesteuert wird, ein Kraftstoffeinspritzventil 12 und eine Zündvorrichtung 13 beinhaltet. Ein Abgasrohr 14 der Maschine 10 ist mit den Katalysatoren 15a und 15b als Abgasreinigungsvorrichtungen vorgesehen. Das Abgasrohr 14 entspricht einer Abgassektion. Die Katalysatoren 15a und 15b

sind beispielsweise beide jeweils Drei-Wege-Katalysatoren; Der Katalysator 15a ist ein erster Katalysator als ein stromaufwärts gelagerter Katalysator, und der Katalysator 15b ist ein zweiter Katalysator als ein stromabwärts gelagerter Katalysator. So wie dies allgemein bekannt ist, reinigt ein Drei-Wege-Katalysator die drei Hauptkomponenten, die für toxische Emissionen verantwortlich sind, namentlich Kohlenstoffmonoxid (CO), Kohlenwasserstoff (HC) und Stickstoffdioxid (NO_x), wie zum Beispiel NO, wobei dieser derart strukturiert ist, dass ein Metall, wie zum Beispiel Platin, Palladium, oder Rhodium in einer wabenförmigen oder einer lattice-förmigen keramischen Lagerung gelagert sind. In diesem Fall reinigt der Drei-Wege-Katalysator CO und HC als die fetten Komponenten durch Oxidation und NO_x als eine magere Komponente durch eine Reduktion.

[0036] Ein A/F-Sensor 16 ist stromaufwärts zu dem ersten Katalysator 15a platziert, und ein O₂-Sensor 17 ist zwischen den Katalysatoren 15a und 15b platziert (d. h., stromabwärts zu dem ersten Katalysator 15a und stromaufwärts zu dem zweiten Katalysator 15b). Der A/F-Sensor 16 gibt ein A/F-Signal aus, welches in etwa proportional zu dem Luft-Kraftstoffverhältnis des Abgases ist. Der O₂-Sensor 17 gibt ebenso ein elektromotorisches Kraftsignal aus, welches sich in Abhängigkeit dazu verändert, ob das Luft-Kraftstoffverhältnis des Abgases fett oder mager ist.

[0037] Das System beinhaltet ferner verschiedene Sensoren beinhaltend einen Drosselöffnungssensor 21, welcher die Öffnung des Drosselventils 11 erfasst, einen Drehwinkelsensor 22, welcher ein rechteckförmiges Drehwinkelsignal bei jedem vorbestimmten Drehwinkel der Maschine ausgibt, einen Luftmengensensor 23, welcher die Menge der Einlassluft in die Maschine 11 erfasst, und einen Kühlwassertempersensoren 24, welcher die Temperatur des Maschinenkühlwassers erfasst. Zusätzlich zu dem vorstehend gesagten beinhaltet das System einen Verbrennungsdrucksensor, welcher den Verbrennungsdruck in dem Zylinder erfasst, einen Beschleunigungsöffnungssensor, welcher die Öffnung des Beschleunigers bzw. des Gaspedals erfasst (d. h., einen Betrag der Betätigung des Gaspedals), und einen Öltemperatursensor, welcher die Temperatur des Schmiermittels der Maschine erfasst, obwohl dies in der Figur nicht gezeigt ist. Bei dieser Ausführungsform ist der vorbestimmte Drehwinkel 30 Grad CA-Zyklus. Diese Sensoren entsprechen einer Betriebsbedingungserfassungssektion.

[0038] ECU 25 ist hauptsächlich aus einem bekannten Mikrocomputer 41 ausgebildet, welcher eine CPU, ROM und RAM beinhaltet, und welcher verschiedene Steuerprogramme ausführt, die in dem ROM gespeichert sind, um verschiedene Steuerungen der Maschine 10 in Abhängigkeit zu jeder Maschinenbetriebsbedingung durchzuführen. In an-

deren Worten empfängt die ECU **25** Signale von den vorstehend erläuterten verschiedenen Sensoren, etc., und berechnet den Betrag der Kraftstoffeinspritzung bzw. die Menge der Kraftstoffeinspritzung und das Zündtiming entsprechend den verschiedenen Signalen, um den Antrieb des Kraftstoffeinspritzventils **12** und der Zündvorrichtung **13** zu steuern.

[0039] In Verbindung mit der Mengensteuerung der Kraftstoffeinspritzung führt die ECU **25** eine Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Feedbacksteuerung gemäß einem Erfassungssignal von dem A/F-Sensor **16** an der stromaufwärts gelagerten Seite zu dem ersten Katalysator und gemäß einem Erfassungssignal von dem O₂-Sensor **17** an der stromabwärts gelagerten Seite zu dem ersten Katalysator durch. Genauer gesagt führt die ECU **25** eine Hauptfeedbacksteuerung durch, so dass das tatsächliche Luft/Kraftstoff-Verhältnis (das tatsächliche Luft/Kraftstoff-Verhältnis an der stromaufwärts gelegenen Seite des Katalysators), das durch den A/F-Sensor **16** erfasst wird, ein Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnis wird, welches gemäß dem Betriebszustand der Maschine eingestellt wird, und ebenso führt diese eine Sub-Feedbacksteuerung solcher Art durch, dass das tatsächliche Luft/Kraftstoff-Verhältnis (das tatsächliche Luft/Kraftstoff-Verhältnis an der stromabwärts gelegenen Seite des Katalysators), das durch den O₂-Sensor **17** erfasst wird, ein Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnis wird. Bei der Sub-Feedbacksteuerung wird beispielsweise gemäß dem Unterschied zwischen dem tatsächlichen Luft/Kraftstoff-Verhältnis an der stromabwärts gelegenen Seite des Katalysators und dem Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnis das Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnis in der Hauptfeedbacksteuerung modifiziert, oder der Betrag der Korrektur durch das Feedback bei der Hauptfeedbacksteuerung wird modifiziert. Für die Luft/Kraftstoff-Verhältnissteuerung führt die ECU **25** beispielsweise ein stöchiometrisches Feedback durch, um das Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnis stöchiometrisch auszugestalten, oder dieses annähernd stöchiometrisch auszugestalten. In diesem Fall ist die Stöchiometrie äquivalent zu dem theoretischen Luft/Kraftstoff-Verhältnis.

[0040] Als nächstes wird die Struktur des O₂-Sensors **17** an der stromabwärts gelagerten Seite des ersten Katalysators näher beschrieben werden. Der O₂-Sensor **17** weist ein Sensorelement **31** mit einer becherförmigen Struktur auf. **Fig. 2** zeigt die Querschnittsstruktur des Sensorelements **31**. Genauer gesagt weist das Sensorelement **31** eine annähernd U-förmige Querschnittsstruktur auf. Tatsächlich ist das Sensorelement **31** vollständig eingehaust in einem Gehäuse oder einer Elementabdeckung untergebracht, und dieses ist in dem Abgasrohr der Maschine installiert. Das Sensorelement **31** entspricht einer elektrogenen Zelle.

[0041] Das Sensorelement **31** weist einen massiven Elektrolytlayer **32** bzw. eine Elektrolytschicht **32** mit einem annähernd U-förmig ausgestalteten Querschnitt und einer abgasseitigen Elektrode **33** an dessen äußerer Oberfläche und eine luftseitigen Elektrode **34**, an dessen innerer Oberfläche auf. Diese Elektroden **33** und **34** liegen als Schichten an den Oberflächen der massiven Elektrolytschicht **32**. Die massive Elektrolytschicht **32** weist ein Sauerstoffionen-leitendes gesintertes Oxid auf, welches durch das Lösen von CaO, MgO, Y₂O₃, Yb₂O₃ oder dergleichen als ein Stabilisator in ZrO₂, HfO₂, ThO₂, Bi₂O₃ oder dergleichen. Die Elektroden **33** und **34** sind beide aus einem katalytisch aktiven Edelmetall, wie z. B. Platin, hergestellt, und diese weisen ein poröses chemisches Coating bzw. eine poröse chemische Beschichtung oder dergleichen an deren Oberflächen auf. Die Elektroden **33** und **34** sind ein Paar von gegenüberliegenden Elektroden und werden ebenso als Sensorelektroden bezeichnet. Der Innenraum, der durch die massive Elektrolytschicht **32** umgeben ist, ist eine Luftkammer **35**, in welcher atmosphärische Luft als ein Referenzgas eingeführt ist, und es ist ein Heizer **36** in der Luftkammer **35** eingehaust. Die Luftkammer **35** wird ebenso als Referenzkammer bezeichnet. Der Heizer **36** weist eine ausreichende Wärmeerzeugungskapazität auf, um das Sensorelement **31** zu aktivieren, und dieser heizt das gesamte Sensorelement mit dessen erzeugter Wärmeenergie auf. Die Aktivierungstemperatur des O₂-Sensors **17** beträgt beispielsweise etwa 500 bis 650°C. Das Innere der Luftkammer **35** wird mit einer vorbestimmten Sauerstoffkonzentration durch das Einführen der Luft erhalten.

[0042] Bei dem vorstehend erläuterten Sensorelement **31** weist die Außenseite der massiven Elektrolytschicht **32**, welche sich in der Nähe zu der Abgasseitigen Elektrode **33** befindet, eine Abgasatmosphäre auf, und die Innenseite der massiven Elektrolytschicht **32**, welche in der Nähe zu der luftseitigen Elektrode **34** gelegen ist, weist eine Luftatmosphäre auf, und in Abhängigkeit zu dem Konzentrationsunterschied von Sauerstoff (partieller Sauerstoffdruckunterschied) zwischen diesen wird eine elektromotorische Kraft zwischen den Elektroden **33** und **34** erzeugt. In Kürze wird eine elektromotorische Kraft erzeugt, welche sich in Abhängigkeit dessen verändert, ob das Luft/Kraftstoff-Verhältnis fett oder mager ist. In diesem Fall ist die abgasseitige Elektrode **33** in seiner Sauerstoffkonzentration niedriger als die luftseitige Elektrode **34** als die Referenzelektrode angeordnet, und in dem Sensorelement **31** wird eine elektromotorische Kraft mittels der luftseitigen Elektrode **34** als die positive Seite und der abgasseitigen Elektrode **33** als die negative Seite erzeugt. Im Ergebnis gibt der O₂-Sensor **17** ein elektromotorisches Kraftsignal aus, welches von der Sauerstoffkonzentration in dem Abgas abhängig ist (namentlich von dem Luft/Kraftstoff-Verhältnis abhängig ist).

[0043] Fig. 3 ist ein charakteristischer Graph bezüglich der elektromotorischen Kraft, welche die Beziehung zwischen dem exzessiven Luftverhältnis λ des Abgases und der elektromotorischen Kraft des Sensorelements **31** zeigt. In Fig. 3 repräsentiert die horizontale Achse das exzessive Luftverhältnis λ , und wenn λ 1 ist, dann ist das Luft/Kraftstoff-Verhältnis des Abgases stöchiometrisch. Das Sensorelement **31** erzeugt eine elektromotorische Kraft, welche sich in Abhängigkeit dessen verändert, ob das Luft/Kraftstoff-Verhältnis fett oder mager ist, und dieses weist eine Charakteristik auf, dass sich die elektromotorische Kraft plötzlich verändert, wenn das Verhältnis annähernd stöchiometrisch ist. Genauer gesagt, wenn das Verhältnis fett ist, beträgt die elektromotorische Kraft des Sensorelements **31** etwa 0,9 V, und wenn das Verhältnis mager ist, beträgt die elektromotorische Kraft des Sensorelements **31** etwa 0 V.

[0044] In Fig. 2 ist eine Sensorsteuersektion **40** mit dem Sensorelement **31** verbunden, und wenn eine elektromotorische Kraft in dem Sensorelement **31** in Abhängigkeit zu dem Luft/Kraftstoff-Verhältnis (der Sauerstoffkonzentration) des Abgases erzeugt wird, wird ein Sensorerfassungssignal (ein elektromotorisches Kraftsignal) äquivalent zu der elektromotorischen Kraft zu einem Mikrocomputer **41** in der Sensorsteuersektion **40** gesendet. Der Mikrocomputer **41** berechnet das Luft/Kraftstoff-Verhältnis gemäß dem elektromotorischen Kraftsignal von dem Sensorelement **31**. Die Sensorsteuersektion **40** ist in der ECU **25** platziert, die in Fig. 1 gezeigt ist. In der ECU **25** ist der Mikrocomputer **41** als eine Berechnungssektion vorgesehen, welche eine Maschinensteuerfunktion und eine Sensorsteuerfunktion aufweist. In diesem Fall berechnet der Mikrocomputer **41** die Maschinendrehgeschwindigkeit und den Einlassluftbetrag gemäß dem Ergebnis der Erfassung der vorstehend aufgeführten verschiedenen Sensoren. Alternativ können in der ECU **25** ein Mikrocomputer zur Maschinensteuerung und ein Mikrocomputer zur Sensorsteuerung getrennt zueinander vorgesehen sein.

[0045] Der Mikrocomputer **41** führt eine Bestimmung über den Aktivitätszustand des Sensorelements **31** durch, und steuert ebenso den Heizer **36** mittels eines Heizerantriebsschaltkreises **42** gemäß dem Ergebnis der Bestimmung.

[0046] Ferner wird bei dieser Ausführungsform ein vorbestimmter Konstantstrom zu dem Paar der Elektroden **33** und **34** in dem Sensorelement **31** zugeführt, um die Ausgangscharakteristik (die Charakteristik der elektromotorischen Kraft) des O₂-Sensors **17** zu ändern. In anderen Worten führt das Sensorelement **31** ein Pumpen von Sauerstoff durch. Das Sensorelement **31** erhöht den Abgasemissionsreduktionseffekt in der Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Feedbacksteuerung durch das Ändern der Ausgangscharakteristik. Das Prinzip, gemäß dem die Sensorausgang-

scharakteristik durch das Zuführen eines Konstantstroms geändert wird, wird nachstehend näher dargestellt.

[0047] So wie dies in Fig. 4 gezeigt ist, gibt es CO, HC, NO_x, und O₂ in der Nähe der abgasseitigen Elektrode **33** des O₂-Sensors **17** und unter dieser Bedingung wird ein Strom zu dem Sensorelement **31** zugeführt, so dass sich die Sauerstoffionen von der luftseitigen Elektrode **34** zu der abgasseitigen Elektrode **33** durch die massive Elektrolytschicht **32** bewegen. Genauer gesagt wird ein Pumpen des Sauerstoffs in dem Sensorelement **31** durchgeführt. In diesem Fall reagieren an der abgasseitigen Elektrode **33** die Sauerstoffe, welche sich zu der abgasseitigen Elektrode **32** durch die massive Elektrolytschicht **32** bewegt haben, mit dem CO und dem HC und erzeugen CO₂ und H₂O. Als eine Folge werden CO und HC in der Nähe der abgasseitigen Elektrode **33** entfernt, und der Gleichgewichtspunkt der Gasreaktion in der Nähe der abgasseitigen Elektrode **33** des O₂-Sensors **17** verschiebt sich auf die fette Seite. In anderen Worten, so wie dies in Fig. 5 gezeigt ist, verschiebt sich die Sensorausgangscharakteristik, welche die Beziehung zwischen dem exzessiven Luftverhältnis λ und der elektromotorischen Kraft als ein Ganzes beschreibt, auf die fette Seite und entsprechend wird der Punkt auf die fette Seite verschoben, bei welchem die elektromotorische Kraft der stöchiometrische Wert wird (0,45 V).

[0048] Als nächstes wird die Struktur der Sensorsteuersektion **40** beschrieben werden, welche die Steuerung des O₂-Sensors **17** durchführt. Die Struktur der Sensorsteuersektion **40** ist in Fig. 2 dargestellt und die Sensorsteuersektion **40** weist den Mikrocomputer **41** als eine Steuersektion auf. Der Mikrocomputer **41** empfängt ein elektromotorisches Kraftsignal von dem Sensorelement **31** über einen A/D-Wandler etc., und berechnet das Luft/Kraftstoff-Verhältnis des Abgases gemäß dem elektromotorischen Kraftsignal. Alternativ berechnet der Mikrocomputer **41** das Luft/Kraftstoff-Verhältnis an der stromabwärts gelegenen Seite des Katalysators gemäß dem elektromotorischen Kraftsignal. Ein Konstantstromschaltkreis **43** als eine Konstantstromzuführsektion ist in der Mitte eines Elektropfades verbunden, welcher die luftseitige Elektrode **34** des Sensorelements **31** und den Mikrocomputer **41** verbindet. Wenn das Sensorelement **31** eine elektromotorische Kraft erzeugt, empfängt der Konstantstromschaltkreis **43** die elektromotorische Kraft von dem Sensorelement **31** und führt einen Strom, welcher von der elektromotorischen Kraft abhängig ist, zu dem Sensorelement **31** zu. In diesem Fall, gemäß dem Konstantstromschaltkreis **43**, fließt der Strom von der abgasseitigen Elektrode **33** zu der luftseitigen Elektrode **34** durch die massive Elektrolytschicht **32** und entsprechend bewegen sich Sauerstoffionen in der massiven Elektrolytschicht **32**

von der luftseitigen Elektrode **34** zu der abgasseitigen Elektrode **33**.

[0049] Die Struktur des Konstantstromschaltkreises **43** der Sensorsteuersektion **40** und der periphere Schaltkreis um den Schaltkreis **43** werden noch mehr im Detail mit Bezug auf **Fig. 6** beschrieben werden.

[0050] In **Fig. 6** beinhaltet der Konstantstromschaltkreis **43** eine Spannungserzeugungssektion **51**, um eine vorbestimmte konstante Spannung zu erzeugen, einen Operationsverstärker **52**, einen n-Kanal MOSFET **53**, der durch den Ausgang des Operationsverstärkers **52** angetrieben werden soll, und ein Widerstand **54**, der mit der Source des MOSFET **53** verbunden ist. In der Spannungserzeugungssektion **51** sind eine Konstantspannungsquelle **51a** und Widerstände **51b** und **51c** in Serie miteinander verbunden, und der Mittelpunkt zwischen den Widerständen **51b** und **51c** ist der Spannungsausgangspunkt X1. Bei dieser Ausführungsform ist die Konstantspannungsquelle **51a** eine Quelle mit 5 V. Bei dem Operationsverstärker **52** ist der +Eingangsanschluss mit dem Spannungsausgangspunkt X1 verbunden, und der Ausgangsanschluss ist mit dem Gate des MOSFET **53** verbunden. Außerdem ist der mathematisch – Eingangsanschluss mit dem Mittelpunkt X2 zwischen dem MOSFET **53** und dem Widerstand **54** verbunden. Aus dem Blickpunkt des MOSFET **53** ist das Gate mit dem Ausgangsanschluss des Operationsverstärkers **52** verbunden, und ist der Drain mit der luftseitigen Elektrode **34** des Sensorelements **31** verbunden, und ist die Source mit dem Widerstand **54** verbunden.

[0051] Der vorstehend erläuterte Konstantstromschaltkreis **43** ist derart tätig, dass die Spannung des +Eingangsanschlusses des Operationsverstärkers **52** gleich der Spannung von dessen –Eingangsanschluss ist, sodass die Spannung bei X2 gleich der Spannung bei X1 wird. Dann fließt der Konstantstrom I_{cs} , dessen Betrag durch die Spannung bei X2 und den Widerstandswert des Widerstands **54** bestimmt wird, in den Serienschaltkreis beinhaltend das Sensorelement **31**, den MOSFET **53** und den Widerstand **54**. Bei diesem Zeitpunkt ist der MOSFET **53** gemäß der Ausgangsspannung des Operationsverstärkers basierend auf dem Unterschied zwischen den + und – Eingangsspannungen und Funktionen als ein Stromsteuerelement tätig, welches den Konstantstrom I_{cs} zuführt.

[0052] Hier sollten die Spannungen bei X1 und bei X2 und der Widerstandswert des Widerstands **54** gemäß dem Strombetrag bestimmt werden, welcher erforderlich ist, in das Sensorelement **31** hineinzufließen, wenn eine elektromotorische Kraft in dem Sensorelement **31** erzeugt wird. Genauer gesagt, wenn eine elektromotorische Kraft (0 bis 0,9 V) in dem Sensorelement **31** erzeugt wird, wenn ein Strom von 0,1

mA beispielsweise in das Sensorelement **31** hinein-fließen soll, dann sollte die Spannung bei X1 und bei X2 10 mV sein, und sollte der Widerstandswert des Widerstands **54** 100 Ω betragen. Wenn ein Strom von 0,2 mA fließen soll, sollte beispielsweise die Spannung bei X1 und bei X2 20 mV betragen, und sollte der Widerstandswert des Widerstands **54** 100 Ω betragen. Wenn der Strombetragsbereich 0,1 bis 2, 0 mA betragen soll, und wenn der Widerstandswert des Widerstands **54** 100 Ω beträgt, dann sollte die Spannung bei X1 und bei X2 in dem Bereich von 10 mV bis 200 mV liegen.

[0053] Bei der Sensorsteuersektion **40**, welches den vorstehend genannten Konstantstromkreis **43** verwendet, wenn eine elektromotorische Kraft in dem Sensor **31** erzeugt wird, dann fließt der vorbestimmte Konstantstrom I_{cs} in den MOSFET **53** und den Widerstand **54** mit der elektromotorischen Kraft als Leistungsquelle (namentlich arbeitet das Sensorelement **31** als eine Batterie). Die Ausgangscharakteristik des O_2 -Sensors **17** kann auf diese Weise geändert werden.

[0054] Bei dieser Ausführungsform kann der Konstantstrom I_{cs} , der durch den Konstantstromschaltkreis **43** zugeführt wird, gemäß einem Befehl von dem Mikrocomputer **41** geändert werden, und so kann der Konstantstrom I_{cs} entsprechend jeder Bedingung bzw. jedem Zustand erhöht oder verringert werden. Genauer gesagt können die Spannungswerte bei den Punkten X1 und X2 beispielsweise durch das Ändern des Widerstandsverhältnisses zwischen den Widerständen **51b** und **51c** gemäß einem Befehl von dem Mikrocomputer **41** geändert werden, und entsprechend wird ein Konstantstrom I_{cs} geändert.

[0055] Ein erstes Ende eines Shunt-Widerstandes **55** zur Stromerfassung ist mit der abgasseitigen Elektrode **33** des Sensorelements **31** verbunden, und das zweite Ende des Shunt-Widerstands **55** ist mit dem Spannungsschaltkreis **57** verbunden. Der Strom, welcher in den Shunt-Widerstand **55** fließt, wird durch eine Stromerfassungssektion **56** erfasst, und die Erfassungssignale werden sequentiell zu dem Mikrocomputer **41** gesendet. Die Stromerfassungssektion **56** kann ein differentieller Verstärkerschaltkreis sein, welcher beispielsweise einen Operationsverstärker oder dergleichen verwendet. In **Fig. 2**, bei der Sensorsteuersektion **40**, sind Komponenten, wie zum Beispiel der Shunt-Widerstand **55** und der Spannungsschaltkreis **57** (andere Komponenten, als der Konstantstromschaltkreis **43** und der Heizerantriebschaltkreis **42**) weggelassen.

[0056] Der Spannungsschaltkreis **57**, bei dem beabsichtigt ist, dass dieser eine positive Spannung an die abgasseitige Elektrode **33** anlegt, ist ein Offset-Spannungsschaltkreis, welcher das Potential der abgasseitigen Elektrode **33** um ein gegebenes Po-

tential höher als das Potential an der Seite, von welchem der Strom in den Konstantstromschaltkreis **43** fließt, gestaltet (masseseitiges Potential des Widerstands **54**). Der Spannungsschaltkreis **57** weist einen Spannungsteilerschaltkreis auf, welcher eine vorbestimmte Offset-Spannung erzeugt, und der Mittelpunkt des Spannungsteilerschaltkreises ist der Offset-Spannungspunkt X3. Die Spannung an dem Spannungsteiler X3 beträgt beispielsweise 2,0 V.

[0057] Ein Spannungsschalt-Schaltkreis **59** ist mit der luftseitigen Elektrode **34** des Sensorelements **31** verbunden. Dieser Spannungsschalt-Schaltkreis **59** kehrt temporär die Spannung um, die an das Sensorelement **31** angelegt wird, und dies gemäß einem Befehl von dem Mikrocomputer **41**, und der Widerstandswert des Sensorelements **31** kann durch die Stromerfassungssektion **56** erfasst werden, die den Betrag der Stromänderung mit der Spannungsänderung erfasst. Der Widerstandswert des Sensorelements **31** ist ebenso als Elementwiderstand bezeichnet. Der Elementwiderstand wird in einem gegebenen Zyklus erfasst, und während der Erfassung wird die an den Sensor angelegte Spannung durch das Umkehren geändert. Wenn die angelegte Spannung durch das Umkehren geändert wird, kann die an den Sensor angelegte Spannung in Richtung der positiven Seite oder in Richtung sowohl der positiven als auch der negativen Seite geändert werden. Beim Berechnen des Elementwiderstands, anstelle des Änderns der Spannung durch das Umkehren, kann der Strom durch das Umkehren solcher Art geändert werden, dass der Elementwiderstand aus dem Betrag der resultierenden Spannungsänderung berechnet werden kann.

[0058] Außerdem weist bei der Sensorsteuersektion **40** der Heizerantriebsschaltkreis **42** ein Schaltelement **42** auf, welches die Leistung zu dem Heizer **36** an- oder ausschaltet. In dem Sensorelement **31** wird die Erregung des Heizers durch das An- oder Ausschalten des Schaltelements **42a** gesteuert, sodass das Sensorelement **31** in einem vorbestimmten aktiven Zustand erhalten wird. In diesem vorbestimmten aktiven Zustand beträgt die Aktivierungstemperatur etwa 500 bis 650°C. Die Steuerung der Heizererregung durch den Mikrocomputer **41** wird nachstehend kurz erläutert werden. Vor der Aktivierung des Sensorelements **31**, um die Aktivierung zu beschleunigen, wird das Schaltelement **42a** AN beibehalten, und der Heizer **36** wird mit der maximalen elektrischen Leistung aufgeheizt. In diesem Fall wird eine Erregungssteuerung vollständig durchgeführt. Nach der Aktivierung des Sensorelements **31** wird der Betrag der Heizererregung mit einer Feedback-Steuerung gesteuert, und dies gemäß dem Unterschied zwischen dem Sollwert und dem tatsächlichen Wert (dem berechneten Wert) des Elementwiderstands. Beispielsweise wird der Betrag der Zyklussteuerung bei jedem Zeitpunkt mittels einem PID-Steuerverfahren gesteu-

ert, und die Erregung des Heizers wird durch das An- oder Ausschalten des Schaltelements **42** gemäß dem Betrag der Zyklussteuerung gesteuert.

[0059] Da sich der Widerstandswert des Sensorelements **31** in Abhängigkeit zur Temperatur des Sensorelements **31** ändert, wenn die Maschine **10** im Kalten gestartet wird, oder wenn sich die Abgastemperatur mit der Kraftstoffeinsparung zu der Maschine verringert, erhöht sich der Elementwiderstand, da die Temperatur des Sensorelements **31** kleiner wird. In diesem Fall, so wie sich der Elementwiderstand erhöht, erhöht sich die Spannung, die an das Sensorelement **31** angelegt wird (= Elementwiderstand × Konstantstrom I_{cs}) sogar unter der Bedingung, dass ein vorbestimmter Konstantstrom I_{cs} fließt. Wenn die angelegte Spannung exzessiv groß wird, kann ein Nachteil (schlechter Einfluss) solchermaßen auftreten, dass eine Verschlechterung der massiven Elektrolytschicht **32** in dem Sensorelement **31** auftreten kann. Die Temperatur des Sensorelements **31** wird ebenso als Elementtemperatur bezeichnet.

[0060] Es ist bekannt, dass eine Reduktionsreaktion in dem ZrO_2 nach dem Anlegen einer Spannung von 2,24 V auftritt, und dass eine Reduktionsreaktion in dem Y_2O_3 nach dem Anlegen von 2,75 V auftritt. Wenn die Reduktionsreaktion auftritt, verschlechtert sich ZrO_2 oder Y_2O_3 , was die Eigenschaft des Elektrolyts verändern kann, und in dem schlimmsten Fall kann dies die massive Elektrolytschicht beschädigen. Bei dem Verfahren des Herstellens des O_2 -Sensors **17** kann es passieren, dass die massive Elektrolytschicht **32** eine Unreinheit beinhaltet, und die Spannung, welche ZrO_2 oder Y_2O_3 reduziert, verringert sich in Abhängigkeit zu der Art der Unreinheit. Sogar wenn ein Bestandteil, welcher ein anderer ist, als der Hauptbestandteil, sich in der massiven Elektrolytschicht **32** verschlechtert, tritt die gleiche Art eines Nachteils auf, so wie dies der Fall ist, wenn ein Defekt in der soliden bzw. massiven Elektrolytschicht **32** auftritt. Daher muss der Spannungsänderung Aufmerksamkeit gewidmet werden.

[0061] Als Nächstes wird die Beziehung zwischen dem Strom und der Höhe des Spannungsabfalls unter der Bedingung erläutert werden, dass der Konstantstrom I_{cs} in das Sensorelement **31** fließt. Dies wird mit Bezug auf **Fig. 7** erläutert werden. **Fig. 7** zeigt die Beziehung zwischen dem Strom und der Höhe des Spannungsabfalls, wenn die Elementtemperatur 500°C, 550°C und 600°C beträgt. Gemäß **Fig. 7** wird beispielsweise ein Konstantstrom von 2 mA zugeführt, und das Minus-Symbol in den Figuren gibt die Richtung des Stroms an. Wenn die Elementtemperatur 500°C beträgt, beträgt der Elementwiderstand 800 Ω und der Spannungsabfall von etwa 1,6 V tritt auf, so wie dies durch V1 angegeben ist. Wenn die Elementtemperatur 550°C beträgt, beträgt der Elementwiderstand 300 Ω und der Spannungsab-

fall von etwa 0,6 V tritt auf, so wie durch V2 angegeben. Wenn die Elementtemperatur 600°C beträgt, ist der Elementwiderstand 100 Ω , und der Spannungsabfall von etwa 0,2 V tritt auf, so wie dies durch V3 angegeben ist. In Kürze, wenn das Sensorelement **31** eine niedrigere Temperatur aufweist, ist der Betrag des Spannungsabfalls größer.

[0062] Beispielsweise, unter der Annahme, dass der zulässige Betrag des Spannungsabfalls 1,5 V beträgt, und wenn ein Konstantstrom 2 mA zugeführt wird, und wenn die Elementtemperatur 500°C beträgt, ist der Betrag des Spannungsabfalls von 1,6 V bei diesem Zeitpunkt nicht zulässig; wenn die Elementtemperatur 550°C oder 600°C beträgt, ist der Betrag des Spannungsabfalls von 0,6 V oder 0,2 V bei diesem Zeitpunkt zulässig.

[0063] Daher wird bei dieser Ausführungsform die Möglichkeit des Auftretens eines schlechten Einflusses auf die massive Elektrolytschicht **32** gemäß dem Widerstandswert des Sensorelements **31** bestimmt, und der Konstantstrom I_{cs} , der zu dem Sensorelement **31** zugeführt wird, wird gemäß dem Ergebnis dieser Bestimmung begrenzt. In der Folge wird die Möglichkeit unterdrückt, dass die Spannung, die an das Sensorelement **31** angelegt wird, exzessiv hoch wird, und so wird das Sensorelement **31** geschützt.

[0064] Fig. 8 ist ein Flussdiagramm, welches das Konstantstromsteuerverfahren zeigt, und dieses Verfahren wird durch die Mikrocomputer **41** in einem gegebenen Zyklus wiederholt werden.

[0065] In Fig. 8 bestimmt bei S11 der Mikrocomputer **41**, ob der Konstantstrom durch den Konstantstromschaltkreis **43** zugeführt wird, oder nicht. Bei S12 bestimmt der Mikrocomputer **41**, ob ein Kaltstart der Maschine **10** oder eine Treibstoffbegrenzung ausgeführt wird, oder nicht. Wenn bei S11 oder S12 ein NEIN auftritt, beendet der Mikrocomputer **41** das Verfahren, oder wenn bei S11 oder S12 ein JA auftritt, dann fährt das Verfahren mit dem nächsten Schritt S13 fort. Bei dieser Ausführungsform entspricht der Schritt S12 einer Zustandsbestimmungssektion.

[0066] Bei S13 erfasst der Mikrocomputer **41** einen tatsächlichen Strom I_a und den Elementwiderstand R_a . Der tatsächliche Strom I_a ist der Stromwert, der durch die Stromerfassungssektion **56** der Fig. 6 erfasst wird, und dieser ist äquivalent zu dem Konstantstrom I_{cs} , welcher in das Sensorelement **31** fließt. Der Elementwiderstand R_a sollte durch den Mikrocomputer **41** in einem gegebenen Zyklus berechnet werden; beispielsweise wird der Elementwiderstand R_a durch das Verfahren berechnet, welches in Fig. 9 gezeigt ist. In Fig. 9 bestimmt bei S21 der Mikrocomputer **41**, ob es Zeit ist den Elementwiderstand zu bestimmen. Wenn der Mikrocomputer **41** bestimmt, dass es Zeit ist, zu rechnen, dann fährt der Mikro-

computer **41** mit S22 fort. Das Elementwiderstandsberechnungsintervall beträgt beispielsweise 128 ms. Bei S22 schaltet der Mikrocomputer **41** temporär die an den Sensor angelegte Spannung durch den Spannungsschaltkreis **59** um. Bei S23 berechnet der Mikrocomputer **41** den Betrag der Stromänderung, welcher in Abhängigkeit zu der Spannungsänderung auftritt. Außerdem berechnet bei S24 der Mikrocomputer **41** den Elementwiderstand R_a aus dem Betrag der Stromänderung, die bei S23 berechnet wurde. Bei dieser Ausführungsform entspricht Schritt S24 einer Widerstandswertberechnungssektion.

[0067] Bei S14 stellt der Mikrocomputer **41** die obere Schwelle eines Stroms, dem es erlaubt ist, in das Sensorelement **31** zu fließen, als eine zulässige Stromschwelle I_{th} ein, und dies gemäß dem Elementwiderstand R_a . Bei diesem Zeitpunkt wird der zulässige Stromwert I_{th} beispielsweise unter Verwendung der Beziehung der Fig. 10 eingestellt. Gemäß Fig. 10, wenn der Elementwiderstandswert R_a größer ist, wird ein kleinerer Wert als der zulässige Stromwert I_{th} eingestellt. Genauer gesagt, unter der Annahme, dass A_1 den Elementwiderstand repräsentiert, welcher der Referenztemperatur (beispielsweise 600°C) des Sensorelements **31** entspricht, wenn die Elementtemperatur niedriger ist, als die Referenztemperatur, dann ist der Elementwiderstand A_2 , was größer ist, als A_1 . In diesem Fall, wenn der Elementwiderstand größer ist, ist der Betrag der Spannungsänderung des Sensorelements **31** unter der Bedingung größer, dass ein vorbestimmter Konstantstrom zugeführt wird, sodass „B2“ als der zulässige Stromwert I_{th} bei dem Elementwiderstand A_2 als ein kleinerer Wert als „B1“ als der zulässige Stromwert I_{th} bei dem Elementwiderstand A_1 eingestellt wird. Bei dieser Ausführungsform entspricht der Schritt S14 einer Einflussbestimmungssektion und einer zulässigen Wert-Einstellsektion.

[0068] Danach vergleicht bei S15 der Mikrocomputer **41** den tatsächlichen Strom I_a und den zulässigen Stromwert I_{th} und bestimmt, ob $I_a > I_{th}$ ist, oder nicht. Wenn $I_a \leq I_{th}$ ist, bestimmt der Mikrocomputer **41**, dass die laufende Konstantstromzuführung durch den Konstantstromschaltkreis **43** zulässig ist, und beendet dieses Verfahren. Wenn $I_a > I_{th}$ ist, fährt der Mikrocomputer **41** mit S16 fort, und beschränkt die laufende Konstantstromzuführung aus dem Grund, dass ein schlechter Einfluss auf die massive Elektrolytschicht **32** auftreten kann. Bei diesem Zeitpunkt verringert der Mikrocomputer **41** den Konstantstrom I_{cs} so, dass der Konstantstrom I_{cs} der durch den Konstantstrom **43** zugeführt wird, nicht größer als der zulässige Konstantstromwert I_{th} ist. Bei dieser Ausführungsform entspricht Schritt S15 einer Einflussbestimmungssektion und einer Strombestimmungssektion, und der Schritt S16 entspricht einer Stromsteuersektion.

[0069] Wenn $I_a > I_{th}$ ist, berechnet der Mikrocomputer **41** den Betrag der Stromverringerng mathematisch ΔI von dem Überschuss des tatsächlichen Stroms I_a (oder von dem Konstantstrom I_{cs}) über den zulässigen Stromwert I_{th} . Beispielsweise, unter der Annahme, dass $\Delta I = (I_a \text{ (oder } I_{cs}) - I_{th})$ ist, oder dass $\Delta I = I_a \text{ (oder } I_{cs}) - I_{th}/n$ ($n > 1$) ist, verringert der Mikrocomputer **41** den Konstantstrom I_{cs} um den Betrag der Stromverringerng ΔI ($I_{cs} = I_{cs} - \Delta I$).

[0070] Fig. 11 ist ein Zeitdiagramm, welches eine Konstantstromsteuerung bei dem Start der Maschine zeigt. Fig. 11 zeigt, dass bei dieser Ausführungsform, wenn die Maschine **10** in dem kalten gestartet wird, die Temperatur des Sensorelements **31** graduell ansteigt. In diesem Fall verringert sich der Elementwiderstand R_a mit der Zeit. Bei dieser Ausführungsform wird der Referenzwert I_e des Konstantstroms bestimmt, und unter der Bedingung, dass es keine Beschränkung des Stroms gibt, führt der Konstantstromschaltkreis **43** den Konstantstrom I_e zu. In Fig. 11 ist der tatsächliche Strom I_a durch die durchgezogene Linie dargestellt, und der zulässige Stromwert I_{th} wird durch die punktgestrichelte Linie dargestellt.

[0071] Vor dem Timing t_1 fällt in Fig. 11 der Elementwiderstand R_a von dem Maximalwert herab. Bei dem Timing t_1 erreicht der Elementwiderstand R_a einen vorbestimmten Schwellwert R_{th} (beispielsweise 1000 Ω), was die Zuführung des Konstantstroms durch den Konstantstromschaltkreis **43** startet. Bei dieser Ausführungsform ist der vorbeschriebene Schwellwert R_{th} 1000 Ω . Nach dem Timing t_1 wird der zulässige Stromwert I_{th} entsprechend dem Elementwiderstand R_a eingestellt, und der Konstantstrom wird durch den zulässigen Stromwert I_{th} beschränkt. Kurz nach dem Timing t_1 liegt der tatsächliche Strom I_a (Konstantstrom I_{cs}) unterhalb des zulässigen Stromwerts I_{th} und der Konstantstrom wird durch den zulässigen Stromwert I_{th} beschränkt.

[0072] Danach verringert sich der Elementwiderstand R_a mit dem Anstieg der Temperatur des Sensorelements **31** und der zulässige Stromwert I_{th} verringert sich graduell mit der Verringerung des Elementwiderstands R_a . Dann, bei dem Timing t_2 , wird die Beziehung von $I_a \leq I_{th}$ etabliert, und danach wird der Konstantstrom zu dem Sensorelement **31** ohne eine Beschränkung zugeführt.

[0073] In der Periode bzw. der Zeitdauer von dem Timing t_1 bis t_2 , was kurz nach dem Start der Maschine ist, weist das Sensorelement **31** die niedrige Temperatur auf, und der Elementwiderstand ist entsprechend groß. Wenn der vorbestimmte Konstantstrom unter einer solchen Bestimmung zugeführt wird, würde eine exzessive Spannung an das Sensorelement **31** angelegt werden, und entsprechend würde ein Nachteil auftreten, wie z. B. eine Verschlechterung

der massiven Elektrolytschicht **32** in dem Sensorelement **31**. Da der Konstantstrom so wie vorstehend erläutert beschränkt ist, wird die Möglichkeit eines Auftretens eines Nachteils unterdrückt.

[0074] Sogar nachdem das Sensorelement **31** aktiv wird, kann sich die Elementtemperatur verringern, beispielsweise aufgrund bzw. während einer Treibstoffbegrenzung nach der Beendigung des Aufwärmens oder wenn die Maschine bei einer Leerlaufstopsteuerung gestoppt wird, was zu dem Risiko einer Überschussspannung führt, die an das Sensorelement **31** angelegt wird, obwohl nachstehend eine Erläuterung mit Bezug auf die Zeichnung dessen weggelassen wird. Im Hinblick auf das vorstehend erläuterte unterdrückt die vorstehende Beschränkung des Konstantstroms ebenso in diesem Fall das Auftreten eines Nachteils.

[0075] Entsprechend der vorstehend detailliert erläuterten Ausführungsform werden die nachstehenden Vorteile bzw. vorteilhaften Effekte erzielt.

[0076] Bei der vorstehenden Struktur, in der Erwartung, dass der Elementwiderstand bei dem Kaltstart der Maschine **10** groß wird, oder bei der Verringerung der Temperatur des Sensorelements **31**, wenn sich die Abgastemperatur aufgrund der Kraftstoffbegrenzung zu der Maschine **10** verringert, wird der Konstantstrom, der zu dem Sensorelement **31** zugeführt wird, entsprechend dem Elementwiderstand verringert bzw. beschränkt. In der Folge, sogar wenn die Spannung, die an das Sensorelement **31** angelegt wird, aufgrund des Anwachsens des Elementwiderstands groß wird, dann kann die Möglichkeit eines Nachteils, der dem Anlegen der exzessiven Spannung zugeordnet werden kann, beispielsweise eine Verschlechterung der massiven Elektrolytschicht **32**, unterdrückt werden. Im Ergebnis kann das Luft/Kraftstoff-Verhältnis geeignet erfasst werden, während der O_2 -Sensor **17** geschützt ist.

[0077] Die obere Schwelle des Stroms, welche zu dem Sensorelement **31** zugeführt werden kann, wird als der zulässige Stromwert I_{th} entsprechend dem Elementwiderstand eingestellt, und die Zuführung des Konstantstroms wird beschränkt, wenn der Konstantstrom (der tatsächliche Strom I_a) des Sensorelements **31** den zulässigen Stromschwellwert I_{th} erreicht, so dass der Konstantstrom geeignet gemäß der Beziehung zugeführt werden kann, welche zwischen dem Konstantstrom und dem zulässigen Stromwert I_{th} besteht.

[0078] Wenn der Konstantstrom (tatsächlicher Strom I_a), welcher in das Sensorelement **31** fließt, den zulässigen Stromwert I_{th} überschreitet, wird der Konstantstrom gemäß dem Betrag der Stromverringerng verringert, so wie dies aus dem Betrag des Überschusses des Konstantstroms berechnet wird.

Folglich kann der Betrag der Verringerung des Konstantstroms in geeigneter Art und Weise eingestellt werden, und sogar falls bzw. wenn der Elementwiderstand sich aufgrund der Verringerung der Temperatur des Sensorelements **31** erhöht, kann eine geeignete Strombeschränkung entsprechend durchgeführt werden.

[0079] Das Sensorelement **31** weist eine relativ geringe Temperatur bei dem Kaltstart der Maschine **10** oder während der Kraftstoffbegrenzung auf. Bei einer solchen Niedertemperaturbedingung kann ein Nachteil auftreten, der dem Anwenden der exzessiven Spannung zuordenbar ist, wie z. B. Eine Verschlechterung der massiven Elektrolytschicht. Im Hinblick dessen, wenn bestimmt ist, dass der Kaltstart oder die Kraftstoffbegrenzung durchgeführt wird, wird die Zuführung des Konstantstroms beschränkt, und auf diese Weise kann eine Bedingung adressiert werden, bei der ein Nachteil wahrscheinlich ist, dass dieser auftritt.

Modifikation der ersten Ausführungsform

[0080] Bei der vorstehenden Ausführungsform wird der tatsächliche Strom I_a , welcher in das Sensorelement **31** fließt, berechnet, und der Konstantstrom wird auf der Basis des Vergleichs zwischen dem tatsächlichen Strom I_a und dem zulässigen Stromwert I_{th} beschränkt; allerdings kann dies auch anders gehandhabt werden. Beispielsweise kann der Konstantstrom auf der Basis eines Vergleichs zwischen dem Konstantstrom, der durch den Konstantstromschaltkreis **43** zugeführt wird (der Stromwert, der durch den Mikrocomputer **41** spezifiziert wird, dies ist beispielsweise der Referenzwert I_e) und dem zulässigen Stromwert I_{th} beschränkt werden.

[0081] Bei der vorstehenden Ausführungsform, als Beschränkung der Zuführung des Konstantstroms, wenn der Konstantstrom den zulässigen Stromwert I_{th} als einen zulässigen Wert erreicht, wird der Konstantstrom durch den zulässigen Stromwert I_{th} beschränkt; allerdings kann dies auf eine Anordnung derart abgeändert werden, dass die Zuführung des Konstantstroms gestoppt wird, wenn der Konstantstrom den zulässigen Stromwert I_{th} erreicht. Das folgende ist ein Beispiel, was auf den Kaltstart der Maschine **10** bezogen ist: wenn der Elementwiderstand graduell anwächst, so wie das Aufwärmen nach dem Maschinenstart voranschreitet, wird die Zuführung des Konstantstroms gestoppt, bis der zulässige Stromwert I_{th} , der aus dem Elementwiderstand berechnet wird, den Konstantstromreferenzwert I_e überschreitet.

[0082] Der Konstantstrom I_{cs} , der zu dem Konstantstromschaltkreis **43** zugeführt werden soll, kann als eine Variable gemäß dem Maschinenbetriebszustand etc. eingestellt werden. Wenn sich der Be-

triebszustand der Maschine ändert, ändert sich der Betrag von fetten Komponenten in dem Abgas entsprechend. Genauer gesagt, wenn die Maschinendrehgeschwindigkeit höher ist, oder die Last auf der Maschine größer ist, erhöht sich der Anteil der fetten Komponenten in dem Abgas. In diesem Fall, um die gewünschte Performance betreffend die Abgasemission beizubehalten, ist es wünschenswert den Konstantstrom I_{cs} des Konstantstromschaltkreises **43** als den Strom zu steuern, der zu dem Sensorelement **31** zugeführt werden soll, und dies als eine Variable gemäß dem Maschinenbetriebszustand. Beispielsweise, wenn die Maschinendrehgeschwindigkeit höher ist, oder wenn die Last auf die Maschine größer ist, dann sollte der Konstantstrom I_{cs} erhöht werden.

[0083] Obwohl bei der vorstehenden Ausführungsform der O_2 -Sensor **17** stromabwärts zu dem ersten Katalysator **15a** platziert ist, kann anstelle dessen der O_2 -Sensor **17** in dem mittleren Abschnitt des ersten Katalysators **15a** platziert sein. In diesem Fall kann der O_2 -Sensor **17** auf der Lagerung des ersten Katalysators **15a** angeordnet sein. In jedem Fall sollte der O_2 -Sensor **17** zumindest das Abgas aufnehmen, welches durch den ersten Katalysator **15a** gereinigt wird, und dies als Objekt der Erfassung, und um die Gaskomponenten zu erfassen.

[0084] Als nächstes wird eine andere Ausführungsform beschrieben werden, welche zu der ersten Ausführungsform, welche vorstehend erläutert wurde, unterschiedlich ist, wobei Fokus auf die Unterschiede zu der ersten Ausführungsform gelegt wird.

Zweite Ausführungsform

[0085] Bei der zweiten Ausführungsform, für die Zuführung des Konstantstroms durch den Konstantstromschaltkreis **43**, wird ein zulässiger Widerstandsbereich für den Elementwiderstand festgelegt, in welchem die Zuführung des Konstantstroms erlaubt wird. Wenn bestimmt wird, dass der Elementwiderstand R_a größer ist als ein zulässiger Bereich, dann wird der Konstantstrom, der durch den Konstantstromschaltkreis **43** zugeführt wird, aus dem Grund beschränkt, dass ein schlechter Einfluss auf die massive Elektrolytschicht **32** auftreten kann. Die konkrete Anordnung ist nachstehend beschrieben. In diesem Beispiel wird der Konstantstrom als eine Variable gemäß dem Maschinenbetriebszustand etc. eingestellt. **Fig. 12** ist ein Flussdiagramm, welches das Konstantstromsteuerungsverfahren zeigt, und dieses Verfahren wird durch den Mikrocomputer **41** in einem gegebenen Zyklus geholt.

[0086] In **Fig. 12**, bei S31, bestimmt der Mikrocomputer **41**, ob der Konstantstrom durch den Konstantstromschaltkreis **43** zugeführt wird oder nicht. Bei S32 bestimmt der Mikrocomputer **41**, ob ein Kaltstart der Maschine **10** oder eine Kraftstoffbeschrän-

kung durchgeführt wird oder nicht. Wenn bei S31 oder S32 ein Nein auftritt, beendet der Mikrocomputer **41** dieses Verfahren; oder wenn bei sowohl S31 und S32 ein Ja auftritt, fährt es mit dem nächsten Schritt S33 fort. Bei dieser Ausführungsform entspricht der Schritt S32 einer Zustandsbestimmungssektion. Bei S33 erhält der Mikrocomputer **41** die vorliegenden Werte des Konstantstroms I_{cs} und des Elementwiderstands R_a . Bei diesem Zeitpunkt wird der vorliegende Wert des Konstantstroms I_{cs} durch den Mikrocomputer **41** entsprechend dem Maschinenbetriebszustand, wie z. B. die Maschinendrehgeschwindigkeit oder die Maschinenlast, eingestellt. Bei dieser Ausführungsform entspricht der Schritt S33 einer Konstantstromeinstellsektion. Danach, bei S34, stellt der Mikrocomputer **41** die obere Schwelle des Widerstands R_{max} ein, welche den zulässigen Widerstandsbereich gemäß dem Wert des Konstantstroms I_{cs} definiert. Bei diesem Zeitpunkt wird die obere Schwelle des Widerstands R_{max} beispielsweise unter Verwendung der Beziehung der **Fig. 13** eingestellt. Gemäß **Fig. 13**, wenn der Konstantstrom I_{cs} größer ist, wird die obere Schwelle des Widerstands R_{max} auf einen kleineren Wert eingestellt.

[0087] Danach vergleicht bei S35 der Mikrocomputer **41** den Elementwiderstand R_a und die obere Schwelle des Widerstands R_{max} und bestimmt, ob $R_a > R_{max}$ ist oder nicht. Wenn $R_a \leq R_{max}$ ist, bestimmt der Mikrocomputer **41**, dass die laufende Konstantstromzuführung durch den Konstantstromschaltkreis **43** zulässig ist, und beendet dieses Verfahren. Wenn $R_a > R_{max}$ ist, fährt der Mikrocomputer **41** mit S36 fort, und beschränkt die laufende Konstantstromzuführung aus dem Grund, dass ein schlechter Einfluss auf die massive Elektrolytschicht **32** auftreten kann. Bei diesem Zeitpunkt verringert der Mikrocomputer **41** den Konstantstrom I_{cs} , der durch den Konstantstromschaltkreis **43** zugeführt wird. Bei dieser Ausführungsform entspricht der Schritt S35 einer Einflussbestimmungssektion und einer Widerstandsbestimmungssektion, und der Schritt S36 entspricht einer Stromsteuersektion.

[0088] Wenn bestimmt ist, dass der Elementwiderstand R_a größer als die obere Schwelle des Widerstands R_{max} ist, dann wird die Zuführung des Konstantstroms beschränkt. Folglich kann der Konstantstrom in geeigneter Weise gemäß der Beziehung zwischen dem Elementwiderstand R_a und der oberen Schwelle des Widerstands R_{max} zugeführt werden. Ebenso wird der Konstantstrom als eine Variable gemäß dem Maschinenbetriebszustand eingestellt, und wenn $R_a > R_{max}$ ist, dann wird der Konstantstrom beschränkt. Folglich kann nicht nur der Konstantstrom in geeigneter Weise gemäß dem Betriebszustand der Maschine **10** gesteuert werden, sondern kann ebenso vermieden werden, dass die Spannung, die an das Sensorelement **31** angelegt wird, exzessiv hoch wird,

wenn der Konstantstrom I_{cs} relativ groß aufgrund der hohen Drehgeschwindigkeit oder der hohen Last ist.

Dritte Ausführungsform

[0089] Bei der dritten Ausführungsform ist der Gassensor auf der stromaufwärts gelegenen Seite des ersten Katalysators **15a** der **Fig. 1** ein O₂-Sensor **16A** mit dem gleichen elektromotorischen Kraftausgang wie der O₂-Sensor **17** auf der stromabwärts gelegenen Seite. Die ECU **25** führt eine Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Feedbacksteuerung gemäß den Erfassungssignalen von den zwei O₂-Sensoren **16A** und **17A** an der stromaufwärts und der stromabwärts gelegenen Seite des ersten Katalysators **15a**, der zwischen diesen Sensoren gelegen ist. In diesem Fall führt die ECU **25** eine Haupt-Feedbacksteuerung solcher Art durch, dass das vordere Luft/Kraftstoff-Verhältnis, welches durch den stromaufwärts gelegenen O₂-Sensor **16A** erfasst wird, ein Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnis wird (beispielsweise ein theoretisches Luft/Kraftstoff-Verhältnis), und diese führt ebenso eine Sub-Feedbacksteuerung durch, um die Verzögerungszeit einzustellen, von wann an das vordere Luft/Kraftstoff-Verhältnis reich oder mager wird, bis tatsächlich bestimmt ist, dass dieses reich oder mager ist, und dies als eine Variable gemäß dem rückwärtigen Luft/Kraftstoff-Verhältnis, welches durch den stromabwärts gelegenen O₂-Sensor **17** erfasst wird. Als nächstes wird die Haupt-Feedbacksteuerung und die Sub-Feedbacksteuerung in kürze erläutert.

[0090] Bei dem Zeitpunkt, wenn eine Fette-Verzögerungszeit verstrichen ist, nachdem der Ausgangswert V_a des stromaufwärtig gelegenen O₂-Sensors **16A** entsprechend dem vorderen Luft/Kraftstoff-Verhältnis fetter als der Referenzwert geworden ist, führt die ECU **25** eine Fett-Bestimmung durch, dass das Luft/Kraftstoff-Verhältnis fett geworden ist, und bei dem Zeitpunkt, wenn die Magere-Verzögerungszeit verstrichen ist, nachdem V_a magerer als der Referenzwert geworden ist, führt die ECU **25** eine Mager-Bestimmung durch, dass das Luft/Kraftstoff-Verhältnis mager geworden ist. Bei dieser Ausführungsform ist der Referenzwert beispielsweise 0,45 V. Dann erhöht die ECU **25** oder verringert die ECU **25** den Betrag der Einspritzkorrektur als den Betrag der Feedbackkorrektur durch das Übergehen und Integrieren entsprechend dem Ergebnis der Mager/Fett-Bestimmung und korrigiert den Betrag der Kraftstoffeinspritzung um den Betrag der Feedbackkorrektur. Diese Steuerung entspricht einer Haupt-Feedbacksteuerung. bei der Sub-Feedbacksteuerung steuert die ECU **25** die Fett-Verzögerungszeit und die Mager-Verzögerungszeit als Variablen entsprechend dazu, ob der Ausgangswert V_b des stromabwärts gelegenen O₂-Sensors **17** entsprechend dem rückwärtigen Luft/Kraftstoff-Verhältnis fett oder mager ist. In diesem Fall, wenn der Ausgangswert V_b größer als der

Referenzwert ist (das rückwärtige Luft/Kraftstoff-Verhältnis ist fett), dann verringert die ECU **25** zumindest die Fette-Verzögerungszeit oder erhöht die Mager-Verzögerungszeit. Wenn der Ausgangswert V_b kleiner als der Referenzwert ist (das rückwärtige Luft/Kraftstoff-Verhältnis ist mager), dann erhöht die ECU **25** zumindest entweder die Fette-Verzögerungszeit oder verringert die Mager-Verzögerungszeit.

[0091] Außerdem weist der O₂-Sensor **16A** eine teilweise modifizierte Sensorelementstruktur auf, und das Sensorelement **31A**, welches in **Fig. 14** gezeigt ist, weist eine Gasdiffusionswiderstandsschicht **61** auf, welche die Diffusion des Abgases beschränkt, und diese ist an der Abgasseite der Abgas- und Luftseiten der massiven Elektrolytschicht **32** platziert. Die Gasdiffusionswiderstandsschicht **61** ist aus einem porösen Material, wie z. B. Aluminium, Spinell, oder Zirkon hergestellt, und ist an der äußeren Oberfläche des Sensorelements **31** in einer Art und Weise platziert, dass diese die abgasseitige Elektrode **33** abdeckt. Folglich tritt das Abgas durch die Gasdiffusionswiderstandsschicht **61** mit einer gegebenen Durchlässigkeit hindurch, und erreicht die abgasseitige Elektrode **33**.

[0092] Obwohl das Sensorelement **31A**, welches wie vorstehend erläutert strukturiert ist, im Kern eine elektrogene Zelle ist, welche eine elektromotorische Kraft ausgibt, weist diese eine beschränkte Stromcharakteristik darin aus, dass diese einen beschränkenden Strom in Abhängigkeit zu der Sauerstoffkonzentration durch das Anlegen einer Spannung zwischen dem Paar der Elektroden **33** und **34** ausgibt. Genauer gesagt ändert sich der Sauerstoffkonzentrationsbereich als der A/F-Bereich, in welche ein beschränken des Stromausgangs möglich ist, in Abhängigkeit zu der Dicke der Gasdiffusionswiderstandsschicht **61**, des Durchmesser des Lochs, etc.; Beispielsweise, wenn die Gasdiffusionswiderstandsschicht **61** eine größere Dicke aufweist, wird das A/F, bei dem das beschränken des Stromausgangs möglich ist, in Richtung der mageren Seite vergrößert bzw. expandiert. Beispielsweise, wenn die Dicke der Gasdiffusionswiderstandsschicht **61** 100 µm ist, so wie dies in **Fig. 15(a)** gezeigt ist, wird ein beschränkender Stromausgang bei einem A/F von 15 oder weniger möglich. Wenn die Dicke der Gasdiffusionswiderstandsschicht **61** 200 µm beträgt, so wie dies in **Fig. 15(b)** gezeigt ist, wird ein beschränkender Stromausgang bei einem A/F von 16 oder weniger möglich. Wenn die Dicke der Gasdiffusionswiderstandsschicht **61** 300 µm beträgt, so wie dies in **Fig. 15(c)** gezeigt ist, wird ein beschränkender Stromausgang bei einem A/F von 18 oder weniger möglich.

[0093] In einem solchen Fall, unter der Berücksichtigung einer Verschiebung des Ausgangs der elektromotorischen Kraft in Bezug auf ein A/F (λ) durch die Zuführung des Konstantstroms zu dem Sensorele-

ment **31A**, wenn die Dicke der Gasdiffusionswiderstandsschicht **61** 100 µm beträgt, ist es möglich, die Charakteristik der elektromotorischen Kraft in Richtung der mageren Seite durch das Zuführen des Konstantstroms zu dem Sensorelement **31A** zu verschieben, so dass der Wendepunkt zwischen fett und mager einem A/F = 15 entspricht. Wenn die Dicke der Gasdiffusionswiderstandsschicht **61** 200 µm beträgt, ist es möglich, die Charakteristik der elektromotorischen Kraft auf die magere Seite durch das Zuführen des Konstantstroms zu dem Sensorelement **31A** zu verschieben, so dass der Wendepunkt zwischen fett und mager bei A/F = 16 liegt. Wenn die Dicke der Gasdiffusionswiderstandsschicht **61** 300 µm beträgt, ist es möglich die Charakteristik der elektromotorischen Kraft auf die magere Seite durch das Zuführen des Konstantstroms zu dem Sensor **31A** zu verschieben, so dass der Wendepunkt zwischen fett und mager bei A/F = 18 liegt.

[0094] Um das vorstehende zusammenzufassen, kann bei dem Sensorelement **31A** mit der Gasdiffusionswiderstandsschicht **61** der Betrag der Verschiebung der Charakteristik der elektromotorischen Kraft durch die Zuführung des Konstantstroms erweitert werden. In anderen Worten kann der Verschiebungsbetrag des mageren und der Verschiebungsbetrag des fetten expandiert werden. In kürze ist der erforderliche Betrag zur Verschiebung der Fett-Verschiebung oder der Mager-Verschiebung der Charakteristik der elektromotorischen Kraft größer als bei dem O₂-Sensor **17**, der stromabwärts zu dem Katalysator angeordnet ist. Auf der anderen Seite ist es bei dem Sensorelement **31A**, welches eine elektromotorische Kraft ausgeben kann, und welches die Gasdiffusionswiderstandsschicht **61** an der Abgasseite der massiven Elektrolytschicht **32** aufweist, ein beschränkender Stromausgang unter der Bedingung möglich, dass eine vorbestimmte Spannung angelegt wird, und die Anpassung dieser Struktur macht es möglich den Betrag der Verschiebung der Charakteristik der elektromotorischen Kraft zu expandieren. In einem solchen Fall, sogar bei dem Fall, dass der erforderliche Betrag der Fett-Verschiebung oder der Mager-Verschiebung der Charakteristik der elektromotorischen Kraft groß ist, kann dies in geeigneter Weise unter Verwendung des Sensorelements **31A** mit der Gasdiffusionswiderstandsschicht **61** adressiert werden.

[0095] Außerdem, wenn der Konstantstrom zu dem Sensorelement **31A** zugeführt wird, tritt eine Fett-Verschiebung oder eine Mager-Verschiebung auf, so wie dies in **Fig. 16** dargestellt ist, welche Details der Charakteristik der elektromotorischen Kraft darlegt. Genauer gesagt, wenn ein negativer Strom verursacht wird, zwischen dem Paar der Elektroden **33** und **34** des Sensorelements **31A** von der Abgasseite zu der Luftseite zu fließen, dann verschiebt sich die Charakteristik der elektromotorischen Kraft des Sensor-

elements **31A** auf die fette Seite, und im Gegensatz dazu, wenn ein positiver Strom verursacht wird, zwischen dem Paar der Elektroden **33** und **34** des Sensorelements **31A** von der Luftseite zu der Abgasseite zu fließen, dann verschiebt sich die Charakteristik der elektromotorischen Kraft des Sensorelements **31A** auf die magere Seite. In diesem Fall, so wie dies vorstehend erläutert ist, kann bei dem Sensorelement **31A** mit der Gasdiffusionswiderstandsschicht **61** die Charakteristik der elektromotorischen Kraft (λ) auf die fette Seite und die magere Seite um ein Maximum von etwa 10% verschoben werden. Bei dieser Ausführungsform ist es wünschenswert, die Charakteristik der elektromotorischen Kraft (λ) um etwa 5% zu verschieben.

[0096] Beispielsweise, bei dem Fall einer Maschine, welche CNG als einen Gaskraftstoff verwendet, ist bestätigt worden, dass, um die Abweichung zwischen dem theoretischen Luft/Kraftstoff-Verhältnis und dem Katalysatorfenster aufzulösen, die Charakteristik der elektromotorischen Kraft des O₂-Sensors um etwa 6% auf die fette Seite verschoben werden sollte. Ebenso in dem Fall einer Verbrennungsmaschine für einen mageren Kraftstoff, ist bestätigt worden, dass die Charakteristik der elektromotorischen Kraft des O₂-Sensors auf die fette Seite um etwa 3 bis 4% verschoben werden sollte.

[0097] In diesem Fall weist das Sensorelement **31A** einen internen Widerstand R_i auf, so wie dies durch den äquivalenten Schaltkreis der **Fig. 17** gezeigt ist. Daher, wenn ein negativer Strom bewirkt wird, in dem Sensorelement **31A** zu fließen, so wie dies in **Fig. 17(a)** gezeigt ist, um die Charakteristik der elektromotorischen Kraft auf die fette Seite zu verschieben, verursacht der interne Widerstand R_i , dass die Charakteristik der elektromotorischen Kraft als Ganzes in Richtung der Richtung verschoben wird, in welcher die Spannung verringert ist. Wenn ein positiver Strom verursacht wird, in dem Sensorelement **31A** zu fließen, so wie dies in **Fig. 17(b)** gezeigt wird, um die Charakteristik der elektromotorischen Kraft auf die magere Seite zu verschieben, verursacht der interne Widerstand R_i , dass die Charakteristik der elektromotorischen Kraft als ein Ganzes in Richtung der Richtung verschoben wird, in welcher die Spannung erhöht ist.

[0098] Hier, wenn eine Charakteristik der elektromotorischen Kraft auf die fette Seite verschoben wird, wenn das Luft/Kraftstoff-Verhältnis mager ist, weist der Ausgang der elektromotorischen Kraft einen negativen Wert auf; insbesondere, wenn das Abgas sich in einer Luftatmosphäre befindet, kann eine Verschlechterung der massiven Elektrolytschicht **32** aufgrund einer erhöhten Belastung des Elements auftreten. Ebenso, wenn die Charakteristik der elektromotorischen Kraft auf die magere Seite verschoben wird, wenn das Luft/Kraftstoff-Verhältnis fett ist, wird

der Ausgang der elektromotorischen Kraft exzessiv hoch, was eine Verschlechterung der massiven Elektrolytschicht **32**, etc. verursachen kann.

[0099] Aus diesem Grund wird bei dieser Ausführungsform eine Bestimmung getätigt, ob die Charakteristik der elektromotorischen Kraft des Sensorelements **31A** auf die fette oder die magere Seite verschoben ist, und in Abhängigkeit zu dem Bestimmungsergebnis wird die Zuführung des Konstantstroms zu dem Sensorelement **31** beschränkt.

[0100] **Fig. 18** ist ein Flussdiagramm, welches das Konstantstromsteuerverfahren dieser Ausführungsform zeigt, und dieses Verfahren wird durch den Mikrocomputer **41** in einem gegebenen Zyklus wiederholt.

[0101] In **Fig. 18** bestimmt bei S41 der Mikrocomputer **41**, ob der Konstantstrom durch den Konstantstromschaltkreis **43** zugeführt wird oder nicht. Wenn dies Ja ist, bestimmt bei S42 der Mikrocomputer **41**, ob die Charakteristik der elektromotorischen Kraft des Sensorelements **31A** auf die fette Seite verschoben ist oder nicht. Wenn der Mikrocomputer **41** bei S42 bestimmt, dass die Charakteristik auf die fette Seite verschoben ist, fährt dieser mit S43 fort, und wenn dieser bei S42 bestimmt, dass die Charakteristik auf die magere Seite verschoben ist, fährt dieser mit S44 fort.

[0102] Bei S43 bestimmt der Mikrocomputer **41**, ob das Innere des Abgasrohrs **14** eine Luftatmosphäre an diesem Moment bzw. bei diesem Moment aufweist oder nicht. Wenn bei S43 ein Ja auftritt, fährt der Mikrocomputer **41** mit S45 fort, und beschränkt die laufende Zuführung des Konstantstroms. Bei S44 bestimmt der Mikrocomputer **41**, ob das Innere des Abgasrohrs **14** eine vorbestimmte fette Atmosphäre zu diesem Zeitpunkt aufweist oder nicht. Wenn bei S44 ein Ja auftritt, fährt der Mikrocomputer **41** mit S45 fort, und beschränkt die laufende Zuführung des Konstantstroms. In diesem Fall sollte der Mikrocomputer **41** die Zuführung des Konstantstroms durch das Verringern des Konstantstroms oder durch das Stoppen der Zuführung des Konstantstroms beschränken. Beispielsweise, wenn eine Kraftstoffbegrenzung ausgeführt wird, bestimmt der Mikrocomputer **41**, dass das Innere des Abgasrohrs **14** eine Luftatmosphäre aufweist. Ebenso, wenn eine Beschleunigungsanreicherung ausgeführt wird, bestimmt der Mikrocomputer **41** in Abhängigkeit zu dem Grad der Anreicherung, dass das Innere des Abgasrohrs **14** eine reiche Atmosphäre aufweist. Bei dieser Ausführungsform entsprechen die Schritte S43 und S44 einer Einflussbestimmungssektion und der Schritt S45 entspricht einer Stromsteuersektion.

[0103] Gemäß dieser Ausführungsform, wenn die Charakteristik der elektromotorischen Kraft auf die

fette Seite verschoben ist, und wenn das Abgas eine Luftatmosphäre aufgrund des Kraftstoffstopps, etc. aufweist, dann wird die Zuführung des Konstantstroms beschränkt, so dass eine Verschlechterung der massiven Elektrolytschicht **32**, etc. unterdrückt wird. Ebenso, wenn die Charakteristik der elektromotorischen Kraft auf die magere Seite verschoben ist, wenn das Abgas eine vorbestimmte Atmosphäre wird, dann wird die Zuführung des Konstantstroms beschränkt, so dass wiederum eine Verschlechterung der massiven Elektrolytschicht **32**, etc. unterdrückt werden kann. Der Betrag der Verschiebung der Charakteristik der elektromotorischen Kraft ändert sich in Abhängigkeit zu der Größe des Konstantstroms, der zu dem Sensorelement **31A** zugeführt wird, und die Möglichkeit des Auftretens eines schlechten Einflusses als den Grad des Einflusses auf die massive Elektrolytschicht **32** ändert sich in Abhängigkeit zu dem Betrag dieser Änderung. Aus diesem Grund kann bei S43 der **Fig. 18** der Mikrocomputer **41** bestimmen, dass der Betrag der Fett-Verschiebung nicht kleiner als ein vorbestimmter Level bzw. Pegel ist, und dass das Innere des Abgasrohrs **14** eine Luftatmosphäre aufweist. Ebenso kann bei S44 der Mikrocomputer **41** bestimmen, ob der Betrag der Mager-Verschiebung nicht weniger als ein vorbestimmter Pegel bzw. Level ist, und dass das Innere des Abgasrohres **14** eine vorbestimmte fette Atmosphäre aufweist. Bei S43 kann der Mikrocomputer **41** eine Bestimmung über eine vorbestimmte mager Atmosphäre durchführen, und dies anstelle einer Bestimmung über eine Luftatmosphäre.

Vierte Ausführungsform

[0104] Bei der vierten Ausführungsform, wenn ein schlechter Einfluss auf die solide Elektrolytschicht **32** (Verschlechterung) auftreten kann, wird die Zuführung des Konstantstroms gestoppt, um die Zuführung des Konstantstroms zu beschränken. Bei dieser Ausführungsform wird der O₂-Sensor **16A** mit einer Gasdiffusionswiderstandsschicht (Sensorelement **31A**) als ein Gassensor an der stromaufwärts gelagerten Seite des Katalysators verwendet, so wie dies bei der dritten Ausführungsform der Fall ist.

[0105] **Fig. 19** ist ein Flussdiagramm, welches das Konstantstromsteuerungsverfahren dieser Ausführungsform zeigt, und dieses Verfahren wird durch den Mikrocomputer **41** in einem gegebenen Zyklus wiederholt.

[0106] Bei **Fig. 19** bestimmt bei S51 der Mikrocomputer **41**, ob der Konstantstrom durch den Konstantstromschaltkreis **43** zugeführt wird oder nicht, und ein schlechter Einfluss auf die massive Elektrolytschicht **32** kann aufgrund der Zuführung des Konstantstroms auftreten. Bei diesem Zeitpunkt, wenn der Elementwiderstand des Sensorelements **31A** nicht weniger als

ein vorbestimmter Level bzw. Pegel ist (beispielsweise siehe S35 der **Fig. 12**), oder wenn der Konstantstrom nicht niedriger als ein vorbestimmter Level bzw. Pegel ist (beispielsweise, siehe S15 der **Fig. 8**), dann bestimmt der Mikrocomputer **41**, dass ein schlechter Einfluss auf die solide Elektrolytschicht **32** auftreten kann. Wenn bei S51 ein Ja auftritt, fährt der Mikrocomputer **41** mit dem nächsten Schritt S52 fort.

[0107] Bei dieser Ausführungsform entspricht der Schritt S51 einer Einflussbestimmungssektion.

[0108] Bei S52 bestimmt der Mikrocomputer **41**, ob die laufende Maschinenbetriebsbedingung bzw. der laufende Maschinenbetriebszustand ein Zustand ist, bei welchem der Ausgang der elektromotorischen Kraft durch den O₂-Sensor **16A** nicht erforderlich ist, den Betriebszustand zu steuern. Wenn bei S52 ein Ja auftritt, fährt der Mikrocomputer **41** mit S53 fort, und dieser stoppt die Zuführung des Konstantstroms. Bei dieser Ausführungsform entspricht der Schritt S52 einer Bedarfsbestimmungssektion, und der Schritt S53 entspricht einer Stromsteuersektion.

[0109] Bei dieser Ausführungsform wird eine Bestimmung getätigt, ob der Ausgang der elektromotorischen Kraft durch den O₂-Sensor erforderlich ist, um eine Maschinensteuerung durchzuführen, und wenn der Ausgang der elektromotorischen Kraft nicht erforderlich ist, wird die Zuführung des Konstantstroms gestoppt. Folglich, sogar wenn die Belastung des Elements groß ist, wird die Zeitdauer, in der die Belastung groß ist, soweit wie möglich verkürzt, um das Sensorelement **31** zu schützen.

Fünfte Ausführungsform

[0110] Bei der fünften Ausführungsform wird eine stöchiometrische Steuerung, um eine stöchiometrische Verbrennung mit einem theoretischen Luft/Kraftstoff-Verhältnis als ein Sollwert auszuführen, und eine Mager-Steuerung, um eine magerere Verbrennung mit einem mageren Luft/Kraftstoff-Verhältnis als ein Sollwert auszuführen, beim Steuern des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses der Maschine **10** umgeschaltet. Wenn die Mager-Steuerung durchgeführt wird, wird bestimmt, dass ein schlechter Einfluss auf die massive Elektrolytschicht **32** des Sensorelements auftreten kann, und die Zuführung des Konstantstroms wird gestoppt. Bei dieser Ausführungsform wird der O₂-Sensor **16A** mit der Gasdiffusionswiderstandsschicht (das Sensorelement **31A**) als ein Gassensor auf der stromaufwärts gelagerten Seite des Katalysators verwendet, so wie dies bei der dritten Ausführungsform der Fall ist.

[0111] **Fig. 20** ist ein Flussdiagramm, welches das Konstantstromsteuerungsverfahren zeigt, und dieses Verfahren wird durch den Mikrocomputer **41** in einem gegebenen Zyklus wiederholt.

[0112] In Fig. 20 bestimmt bei S61 der Mikrocomputer **41**, ob der Konstantstrom durch den Konstantstromschaltkreis **43** zugeführt wird oder nicht. Wenn bei S61 ein Ja auftritt, fährt der Mikrocomputer **41** mit S62 fort. Bei S62 bestimmt der Mikrocomputer **41**, ob die Kraftstoffstoppung ausgeführt wird oder nicht. Bei S63 bestimmt der Mikrocomputer **41**, ob eine magere Verbrennungssteuerung ausgeführt wird oder nicht. Wenn bei S62 oder S63 ein Ja auftritt, fährt der Mikrocomputer **41** mit S64 fort, und stoppt die Zuführung des Konstantstroms. Wenn sowohl bei S62 und S63 ein Nein auftritt, fährt der Mikrocomputer **41** mit S66 fort, und startet die oder führt die Zuführung des Konstantstroms fort. Bei dieser Ausführungsform entspricht der Schritt S63 einer Einflussbestimmungssektion und der Schritt S64 entspricht einer Stromsteuersektion.

[0113] Wenn die Zuführung des Konstantstroms gestoppt ist, ist das Bestimmungsergebnis bei S61 ein Nein, und der Mikrocomputer **41** fährt mit S65 fort. Bei S65 bestimmt der Mikrocomputer **41**, ob eine stöchiometrische Verbrennungssteuerung ausgeführt wird, oder nicht. Wenn bei S65 ein Ja auftritt, fährt der Mikrocomputer **41** mit S66 fort, und führt die Zuführung des Konstantstroms aus.

[0114] In kürze, wenn eine Kraftstoffbegrenzung oder eine magere Verbrennungssteuerung ausgeführt wird, ist das Luft/Kraftstoff-Verhältnis in dem Abgasrohr **14** mager. Daher, unter der Bedingung, dass der Konstantstrom zu dem Sensorelement **31A** zugeführt wird, kann sich der Stress bzw. die Belastung des Elements erhöhen. In diesem Zusammenhang, da die Zuführung des Konstantstroms während der Kraftstoffbeschränkung oder der mageren Verbrennungssteuerung gestoppt ist, kann das Sensorelement **31A** in geeigneter Weise geschützt werden.

[0115] In Fig. 20 wird eine Bestimmung getätigt, ob ein Kaltstart der Maschine **10** ausgeführt wird oder nicht, so dass, wenn ein Kaltstart ausgeführt wird, die Zuführung des Konstantstroms aus dem Grund gestoppt wird, dass ein schlechter Einfluss auf die massive Elektrolytschicht **32** auftreten kann. Genauer gesagt bestimmt der Mikrocomputer **41** bei S62, ob ein Kaltstart ausgeführt wird oder nicht, und dies anstelle oder zusätzlich zu der Bestimmung, ob die Kraftstoffbegrenzung ausgeführt wird oder nicht. Wenn bei S62 ein Ja auftritt, stoppt der Mikrocomputer **41** die Zuführung des Konstantstroms.

Andere Ausführungsformen

[0116] Die vorstehenden Ausführungsformen können wie nachstehend erläutert, verändert werden.

[0117] Bei den ersten und zweiten Ausführungsformen wird die Bestimmung getätigt, ob der Kaltstart der Maschine **10** oder eine Kraftstoffbegrenzung aus-

geführt wird, und wenn bestimmt wird, dass der Kaltstart oder die Kraftstoffbegrenzung ausgeführt wird, wird die Versorgung des Konstantstroms beschränkt. Allerdings kann die Zuführung des Konstantstroms alternativ beschränkt werden, und dies unabhängig davon, ob der Kaltstart oder die Kraftstoffbegrenzung ausgeführt wird oder nicht. Genauer gesagt können S12 der Fig. 8 und S32 der Fig. 12 weggelassen werden.

[0118] Die Struktur der Konstantstromzuführungssektion ist nicht auf den vorstehend erläuterten Konstantstromschaltkreis **43** beschränkt, sogar kann jede Struktur verwendet werden, die einen vorbestimmten Konstantstrom zuführen kann, und die den Wert des Stroms verändern kann. Beispielsweise kann ein Konstantstrom verwendet werden, welcher den Betrag des Stroms durch eine Zyklussteuerung, wie z. B. eine PWM-Steuerung, einstellen kann. In diesem Fall kann der Konstantstrom als eine variable gemäß einem Strombeschränkungsbehl eingestellt werden.

[0119] Der Gassensor, der fähig ist eine elektromotorische Kraft auszugeben, ist nicht auf den vorstehend beschriebenen O₂-Sensor **16A** oder **17** beschränkt; anstelle des Gassensors kann ein sogenannter Zwei-Zellen-Gassensor verwendet werden, welcher eine elektrogene Zelle und eine Pumpenzelle beinhaltet. Wenn dies der Fall ist, dann kann die Ausgangscharakteristik der elektrogenen Zelle des Zwei-Zellen-Gassensors in geeigneter Weise geändert werden, und ebenso kann ein Schutz des Gassensors und eine geeignete Luft/Kraftstoff-Verhältniserfassung erreicht werden. Ferner kann nicht nur die becherförmige Struktur, sondern auch eine laminierte Struktur für die elektrogene Zelle verwendet werden (für das Sensorelement).

[0120] Der O₂-Sensor mit einem Gasdiffusionswiderstandsteil kann eine Struktur mit Pinlöchern mit einem vorbestimmten Durchmesser aufweisen, und dies anstelle der Struktur mit einer Gasdiffusionswiderstandsschicht mit einer vorbestimmten Dicke.

[0121] Während die vorliegende Offenbarung in Bezug auf die Ausführungsform dessen beschrieben worden ist, sollte es verstanden werden, dass die Offenbarung nicht auf diese Ausführungsformen und Konstruktionen beschränkt ist. Es ist beabsichtigt, dass die vorliegende Offenbarung verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen abdeckt. Zusätzlich sind die verschiedenen Kombinationen und Konfigurationen und auch andere Kombinationen und Konfigurationen, beinhaltend mehr, weniger oder nur ein einzelnes Element, ebenso im Geist und Umfang der vorliegenden Offenbarung, deren Schutzbereich durch die beigefügten Ansprüche definiert wird.

Patentansprüche

1. Gassensorsteuervorrichtung für einen Gassensor (**16A**, **17**), welcher eine elektrogene Zelle (**31**, **31A**) aufweist, unter Verwendung eines massiven Elektrolytkörpers (**32**) und eines Paares von Elektroden (**33**, **34**), die bei einer Position so platziert sind, dass der massive Elektrolytkörper zwischen diesen liegt, wobei er ein Abgas von einer internen Verbrennungsmaschine (**10**) als ein Objekt der Erfassung erfasst, und er ein elektromotorisches Kraftsignal in Abhängigkeit zu einem Luft-Kraftstoffverhältnisses des Abgases ausgibt, wobei die Gassensorsteuervorrichtung das Folgende aufweist:

eine Konstantstromzuführungssektion (**43**), welche einen Konstantstrom, der vorbestimmt ist, zu der elektrogenen Zelle zuführt;

eine Einflussbestimmungssektion (**41**, S14, S15, S35, S43, S44, S51, S63), welche eine Möglichkeit eines Auftretens eines schlechten Einflusses auf den massiven Elektrolytkörper aufgrund einer Zuführung des Konstantstroms, der durch die Konstantstromzuführungssektion durchgeführt wird, bestimmt; und

eine Stromsteuersektion (**41**, S16, S36, S45, S53, S64), welche den Konstantstrom beschränkt, der von der Konstantstromzuführungssektion zugeführt wird, wenn die Einflussbestimmungssektion bestimmt, dass der schlechte Einfluss auf den massiven Elektrolytkörper auftreten kann.

2. Gassensorsteuervorrichtung gemäß Anspruch 1, ferner aufweisend:

eine Widerstandswertberechnungssektion (**41**, S24), welche einen Widerstandswert der elektrogenen Zelle berechnet, wobei

die Einflussbestimmungssektion die Möglichkeit des Auftretens eines schlechten Einflusses auf den massiven Elektrolytkörper gemäß dem Widerstandswert der elektrogenen Zelle, der durch die Widerstandswertberechnungssektion berechnet wird, bestimmt.

3. Gassensorsteuervorrichtung gemäß Anspruch 2, wobei

die Einflussbestimmungssektion das Folgende beinhaltet:

eine Zulässiger-Wert-Einstellsektion (**41**, S14), welche als einen zulässigen Wert eine obere Schwelle eines Stroms einstellt, welcher zu der elektrogenen Zelle zugeführt werden kann, und dies entsprechend dem Widerstandswert der elektrogenen Zelle, der durch die Widerstandsberechnungssektion berechnet wird, und

eine Strombestimmungssektion (**41**, S15), welche bestimmt, ob der schlechte Einfluss auf den massiven Elektrolytkörper auftreten kann oder nicht, und dies entsprechend dessen, ob der Konstantstrom, der durch die Konstantstromzuführungssektion zugeführt wird, den zulässigen Wert erreicht oder nicht.

4. Gassensorsteuervorrichtung gemäß Anspruch 3, wobei wenn der Konstantstrom, der durch die Konstantstromzuführungssektion zugeführt wird, den zulässigen Wert überschreitet, die Stromsteuersektion den Konstantstrom um einen Betrag einer Stromverringering verringert, der aus einem Betrag des Überschusses des Konstantstroms über den zulässigen Wert berechnet wird, und diese den Konstantstrom um eine Verringerung des Konstantstroms beschränkt.

5. Gassensorsteuervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei

die Einflussbestimmungssektion einen zulässigen Widerstandswertbereich der elektrogenen Zelle, der eine Zuführung des Konstantstroms durch die Konstantstromzuführungssektion erlaubt, bestimmt, und diese eine Widerstandsbestimmungssektion (**41**, S35) aufweist, die bestimmt, ob der schlechte Einfluss auf den massiven Elektrolytkörper auftreten kann oder nicht, und dies gemäß dessen, ob der Widerstandswert der elektrogenen Zelle, der durch die Widerstandswertberechnungssektion berechnet wird, innerhalb eines zulässigen Bereichs liegt oder nicht, und die Stromsteuersektion den Konstantstrom, der durch die Konstantstromzuführungssektion zugeführt wird, beschränkt, wenn der Widerstandswert der elektrogenen Zelle größer ist als der zulässige Bereich.

6. Gassensorsteuervorrichtung gemäß Anspruch 5, ferner aufweisend:

eine Konstantstromeinstellsektion (**41**, S33), welche den Konstantstrom, der durch die Konstantstromzuführungssektion zugeführt wird, als eine variable entsprechend einem Maschinenbetriebszustand einstellt, wobei

die Stromsteuersektion den Konstantstrom, der durch die Stromeinstellsektion eingestellt wird, beschränkt, wenn der Widerstandswert der elektrogenen Zelle derart bestimmt ist, dass dieser größer ist als der zulässige Bereich.

7. Gassensorsteuervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 2 bis 6, ferner aufweisend:

eine Zustandsbestimmungssektion (**41**, S12, S32), welche bestimmt, dass ein Kaltstart der internen Verbrennungsmaschine oder eine Kraftstoffbeschränkung der internen Verbrennungsmaschine ausgeführt wird, wobei

die Stromsteuersektion die Zuführung des Konstantstroms beschränkt, wenn der Kaltstart oder die Kraftstoffbeschränkung bestimmt werden, dass diese ausgeführt werden.

8. Gassensorsteuervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, ferner aufweisend:

eine Zustandsbestimmungssektion (**41**, S12, S32), welche bestimmt, dass ein Kaltstart der internen Verbrennungsmaschine oder eine Kraftstoffbeschrän-

kung der internen Verbrennungsmaschine ausgeführt werden, wobei die Einflussbestimmungssektion bestimmt, dass der schlechte Einfluss auf den massiven Elektrolytkörper auftreten kann, wenn der Kaltstart oder die Kraftstoffbegrenzung bestimmt sind, dass diese ausgeführt werden.

9. Gassensorsteuervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Konstantstromzuführsektion den Konstantstrom solchermaßen zuführt, dass eine Charakteristik der elektromotorischen Kraft, die eine Beziehung zwischen einer elektromotorischen Kraft der elektrogenen Zelle und dem Luft-Kraftstoffverhältnis angibt, auf eine fette Seite verschoben wird, und die Einflussbestimmungssektion bestimmt, dass der schlechte Einfluss auf den massiven Elektrolytkörper auftreten kann, wenn das Abgas eine Luftatmosphäre oder eine vorbestimmte magere Atmosphäre ist, und dies in einem Fall, bei dem die Charakteristik der elektromotorischen Kraft auf die fette Seite verschoben ist.

10. Gassensorsteuervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Konstantstromzuführsektion den Konstantstrom so zuführt, dass die Charakteristik der elektromotorischen Kraft, die die Beziehung zwischen der elektromotorischen Kraft der elektrogenen Zelle und dem Luft-Kraftstoffverhältnis angibt, auf eine magere Seite verschoben wird, und die Einflussbestimmungssektion bestimmt, dass der schlechte Einfluss auf den massiven Elektrolytkörper auftreten kann, wenn das Abgas eine vorbestimmte fette Atmosphäre in einem Fall ist, bei dem die Charakteristik der elektromotorischen Kraft auf die magere Seite verschoben ist.

11. Gassensorsteuervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, ferner aufweisend: eine Bedarfsbestimmungssektion (41, S52), welche bestimmt, ob ein Betriebszustand der internen Verbrennungsmaschine ein Zustand ist oder nicht, bei welchem ein Ausgang der elektromotorischen Kraft des Gassensors in einer Steuerung des Betriebszustands erforderlich ist, wenn der schlechte Einfluss auf den massiven Elektrolytkörper bestimmt ist, dass dieser möglicherweise auftritt, wobei die Stromsteuersektion die Zuführung des Konstantstroms stoppt, wenn die Bedarfsbestimmungssektion bestimmt, dass sich diese nicht in einem Zustand befindet, bei dem der Ausgang der elektromotorischen Kraft des Gassensors erforderlich ist.

12. Gassensorsteuervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei eine stöchiometrische Steuerung, bei der ein theoretisches Luft-Kraftstoffverhältnis als ein Sollwert verwendet wird, und eine magere Steuerung, bei der

ein mageres Luft-Kraftstoffverhältnis als ein Sollwert verwendet wird, als die Luft-Kraftstoffverhältnissteuerungen der internen Verbrennungsmaschine durchgeführt werden, und wenn die magere Steuerung durchgeführt wird, die Einflussbestimmungssektion bestimmt, dass der schlechte Einfluss auf den massiven Elektrolytkörper auftreten kann.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

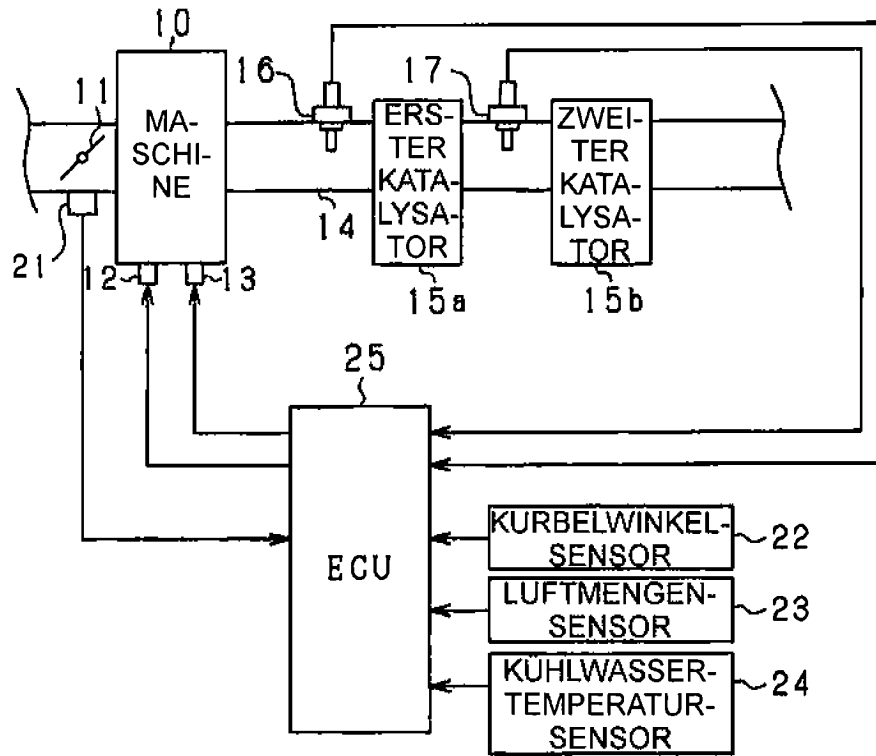


FIG. 2

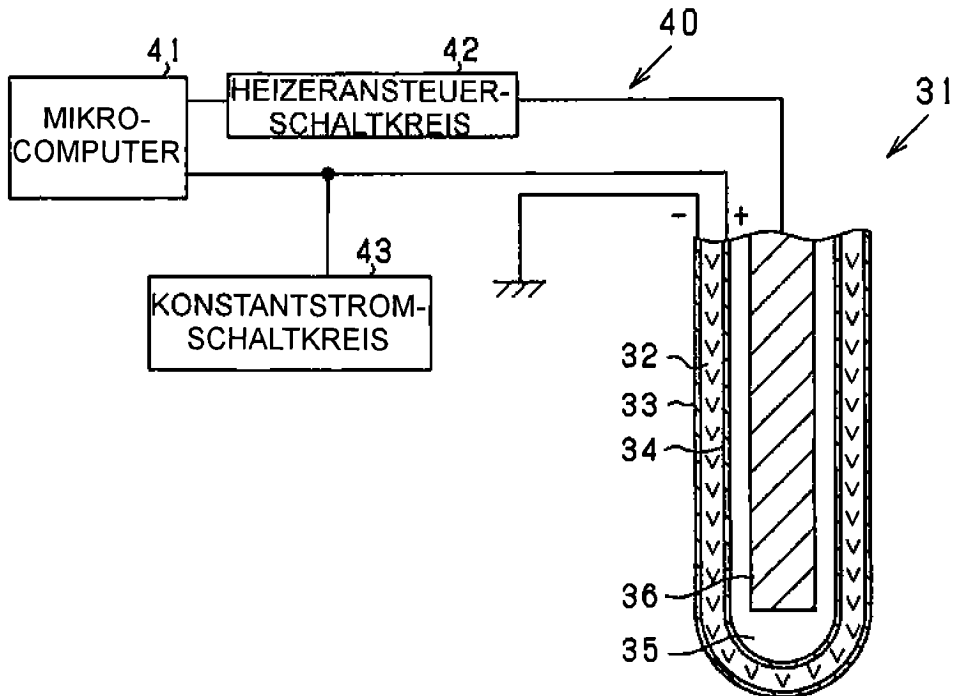


FIG. 3

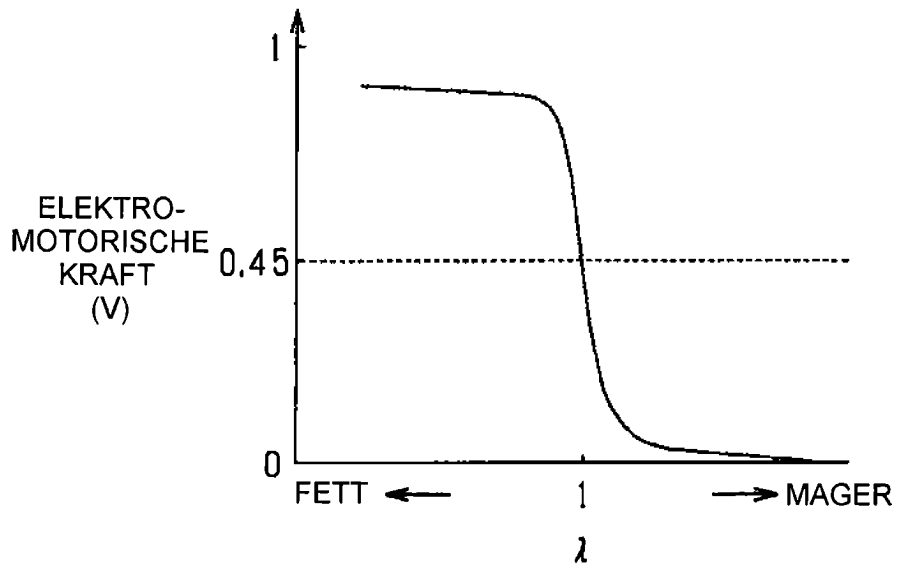


FIG. 4

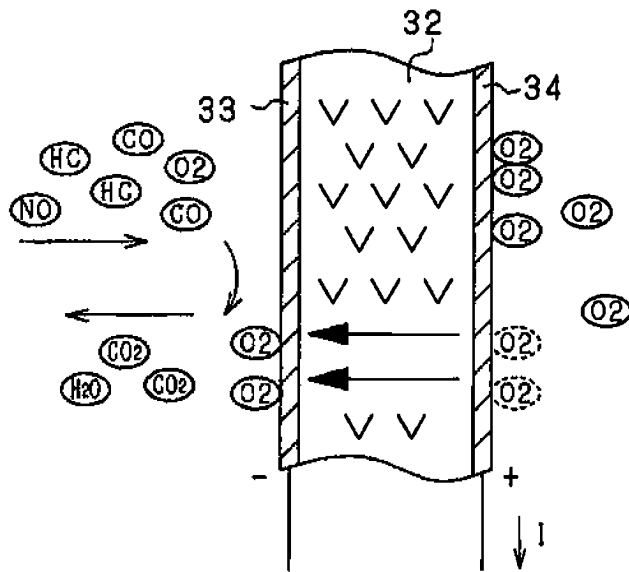


FIG. 5

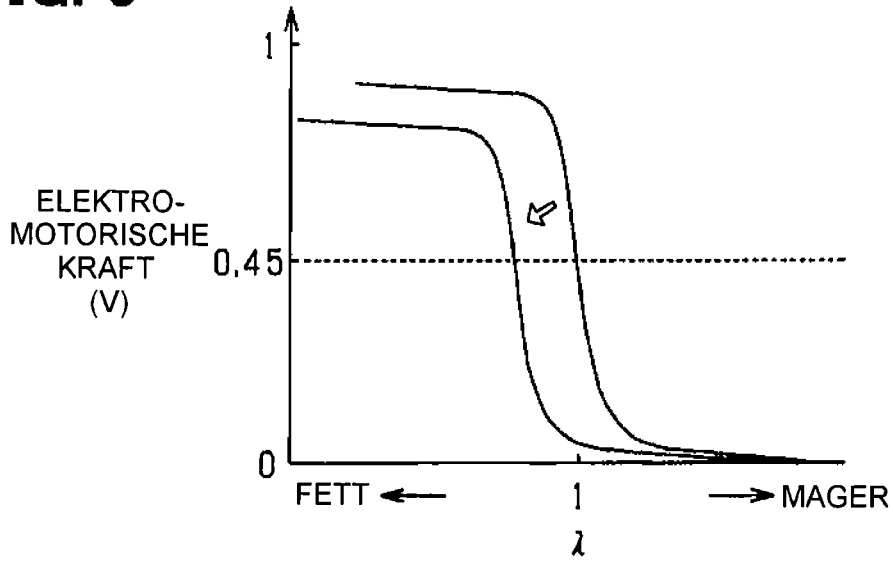


FIG. 6

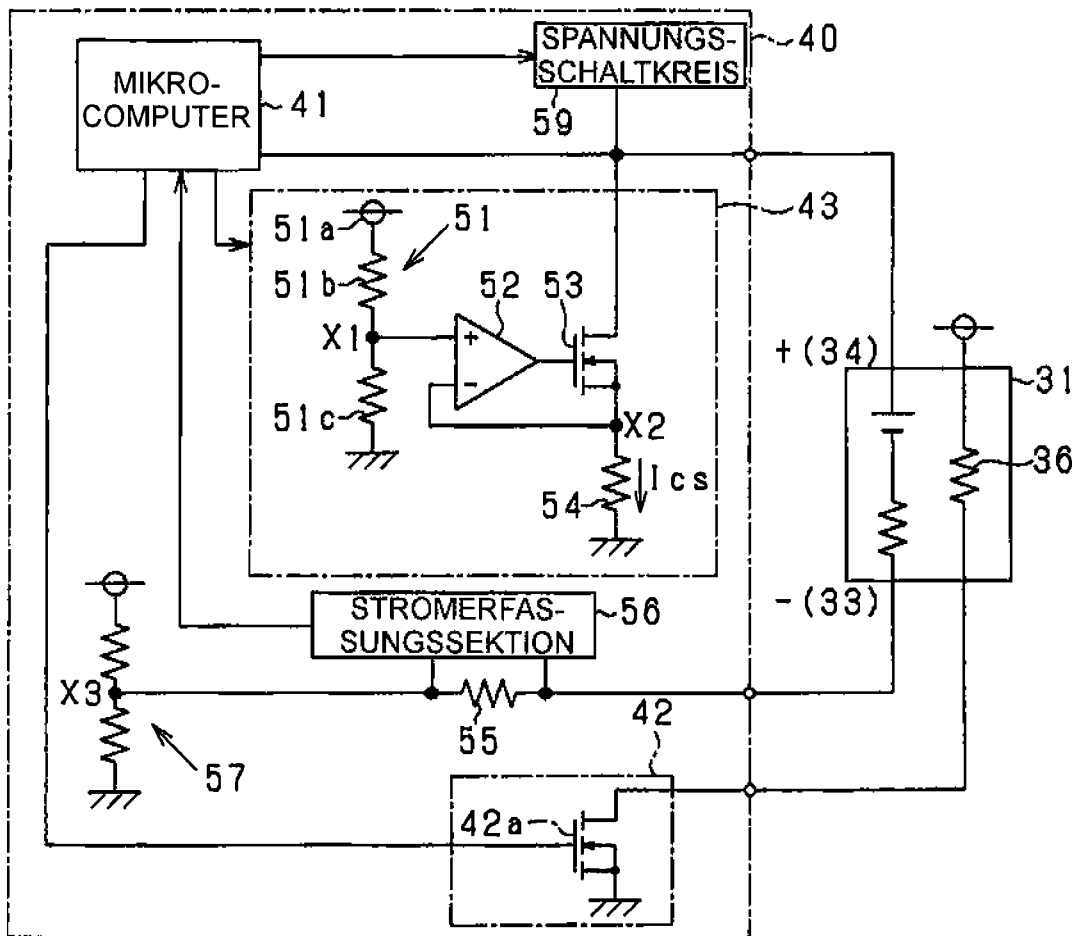


FIG. 7

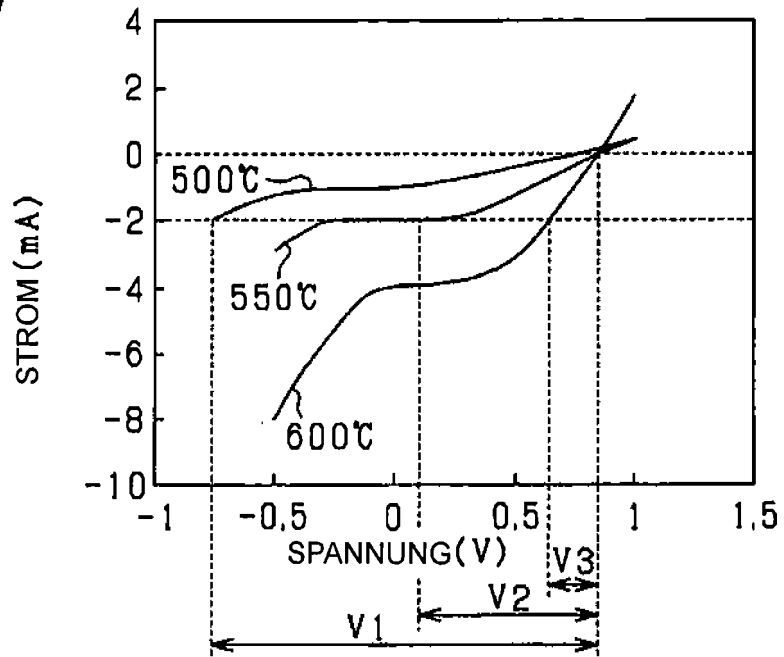


FIG. 8

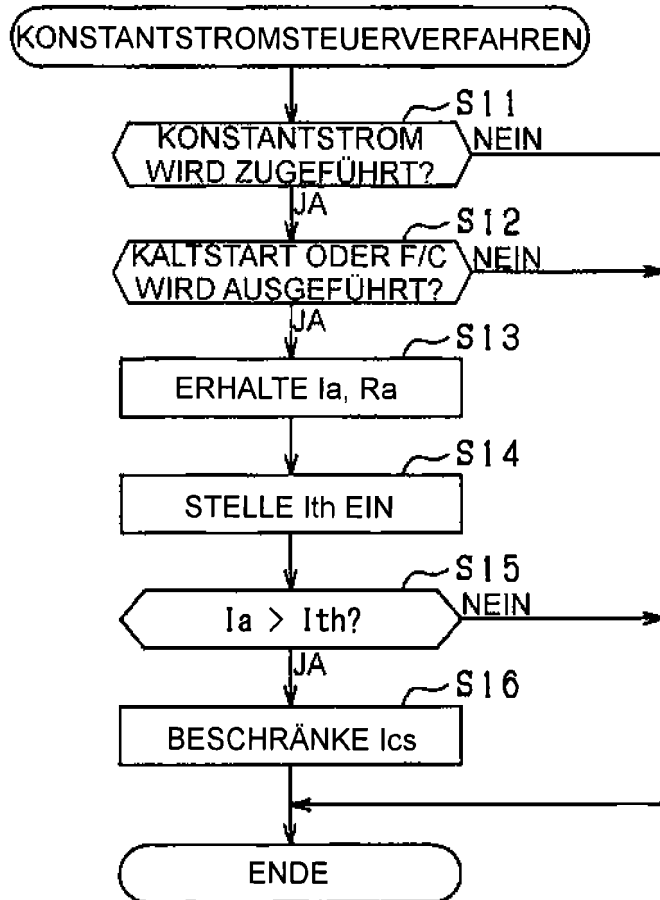


FIG. 9

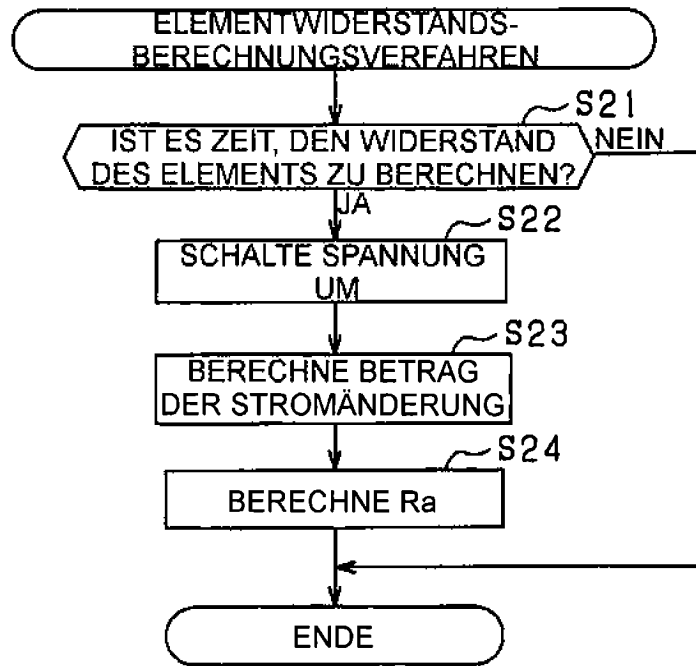


FIG. 10

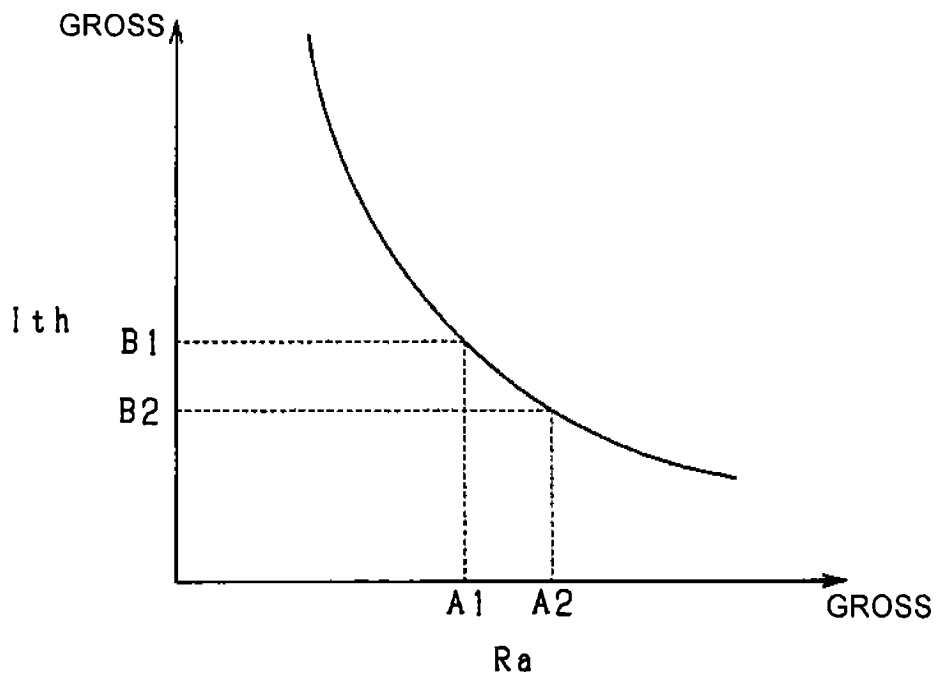


FIG. 11

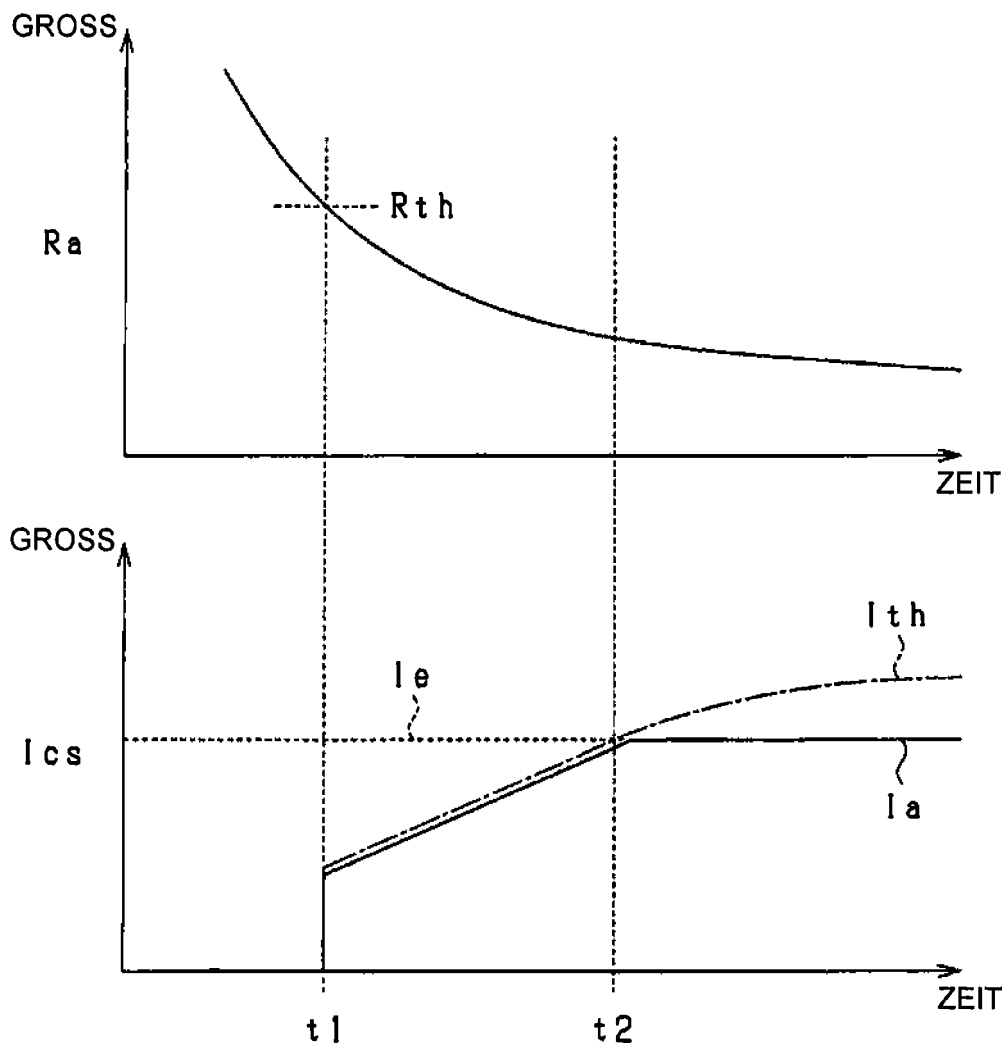


FIG. 12

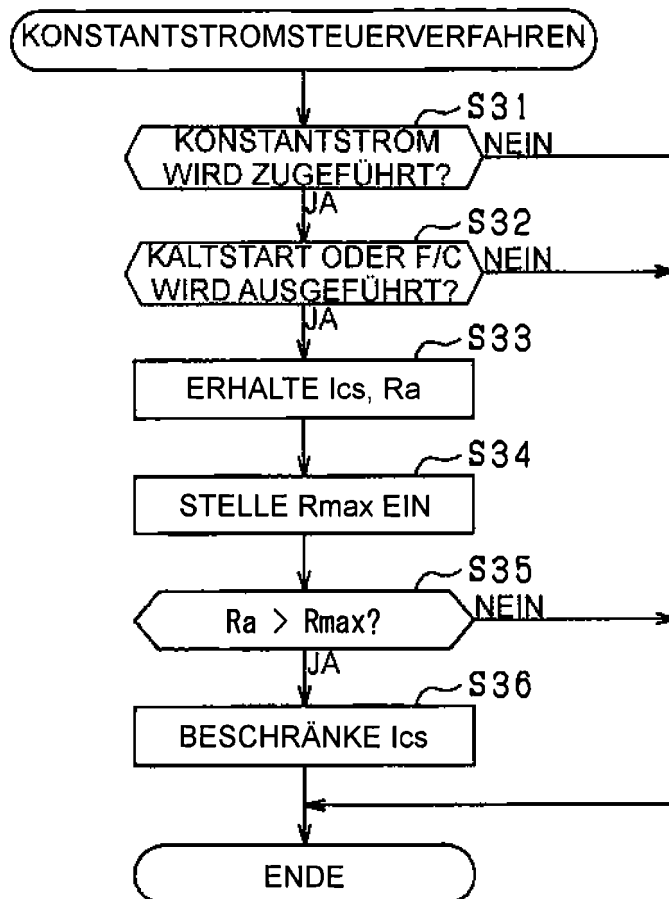


FIG. 13

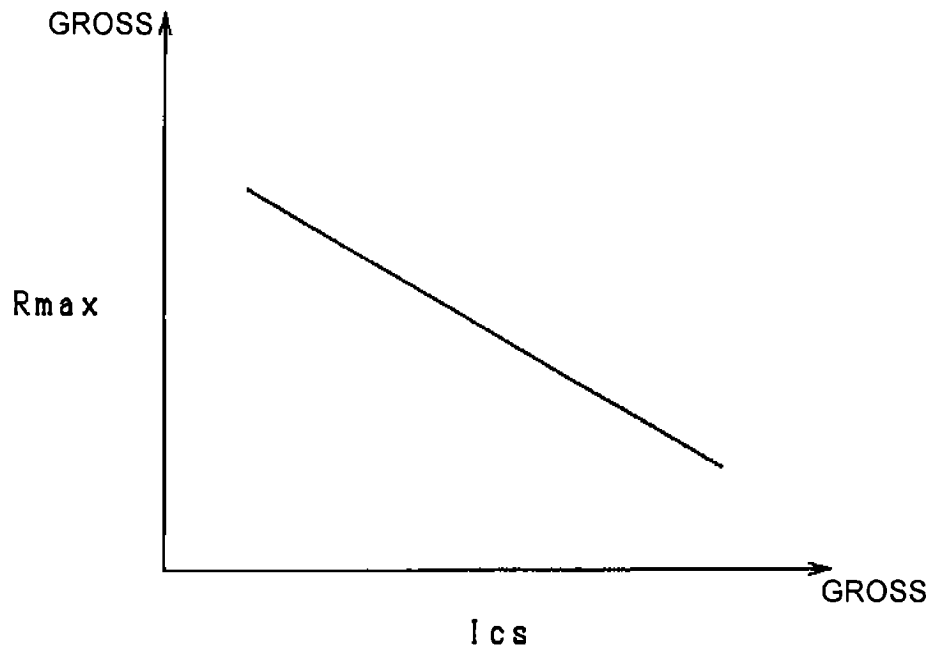


FIG. 14

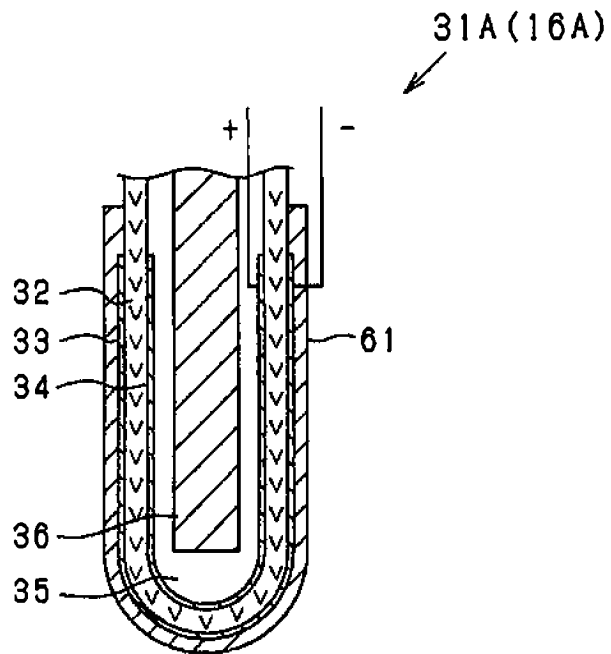


FIG. 15

(a) 100 μm

(b) 200 μm

(c) 300 μm

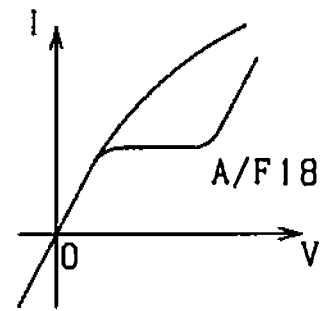
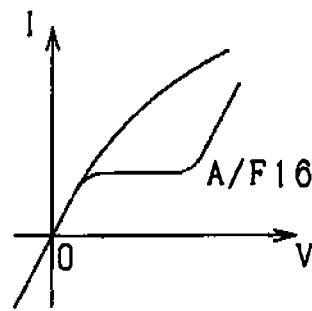
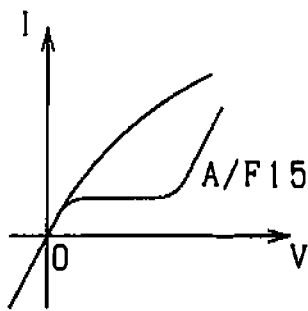


FIG. 16

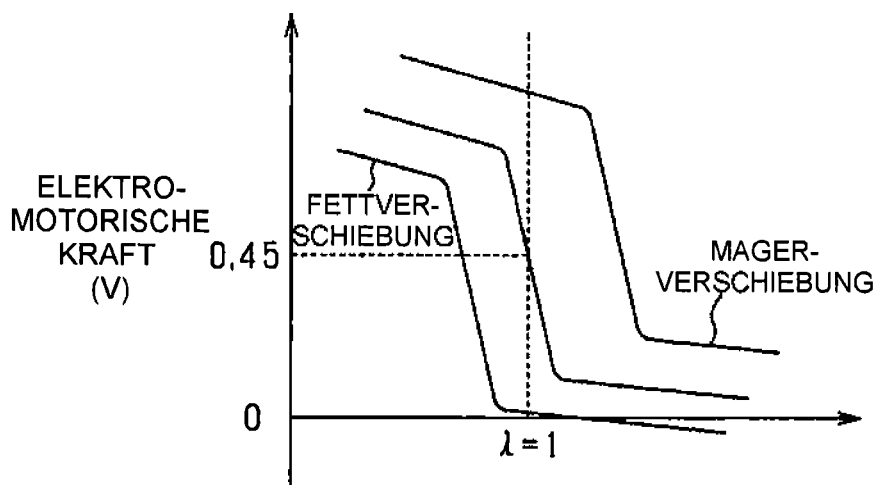


FIG. 17

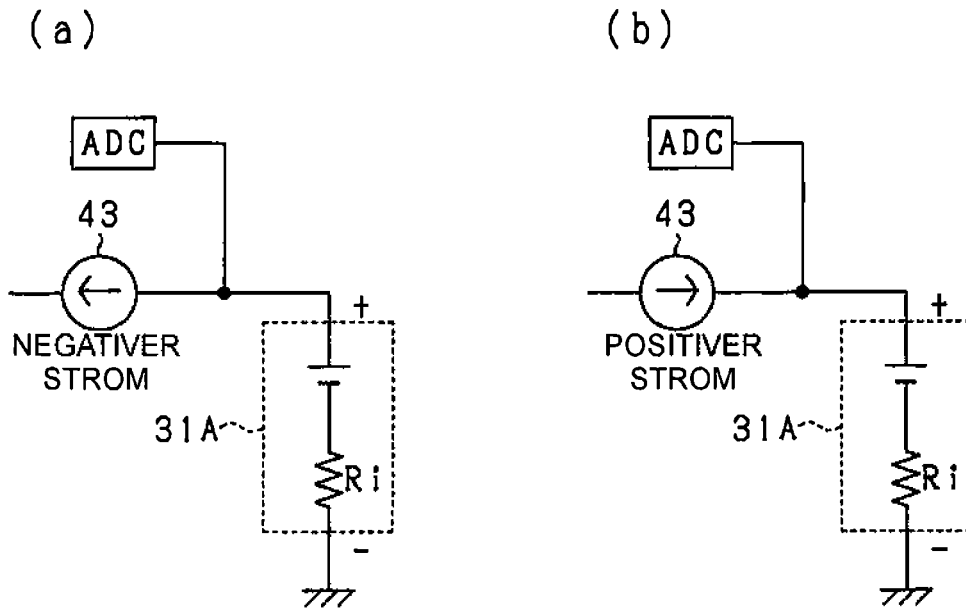


FIG. 18

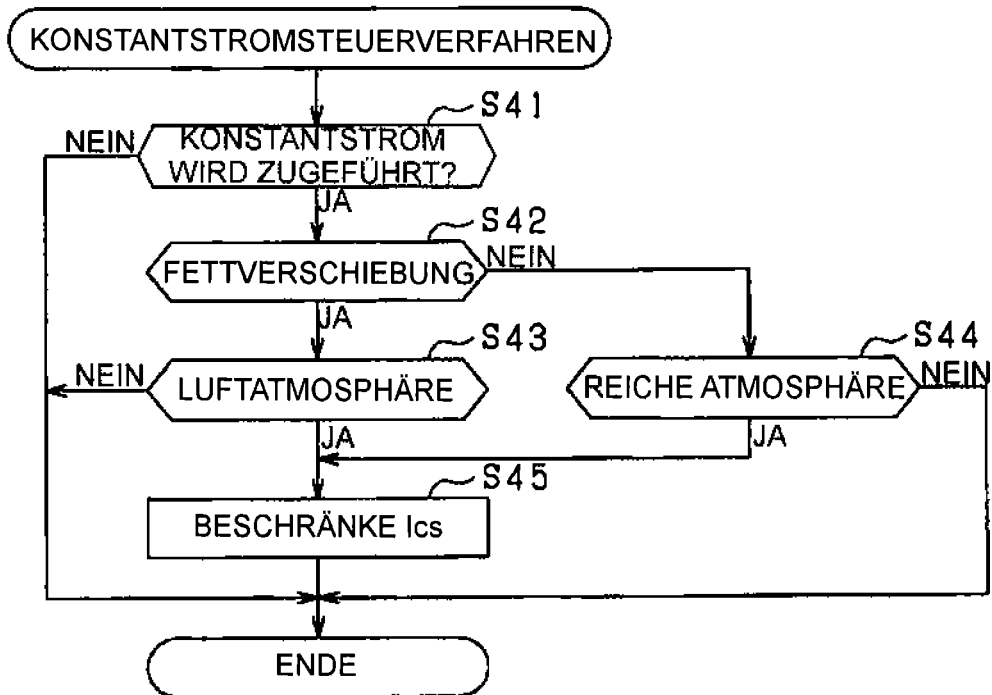


FIG. 19

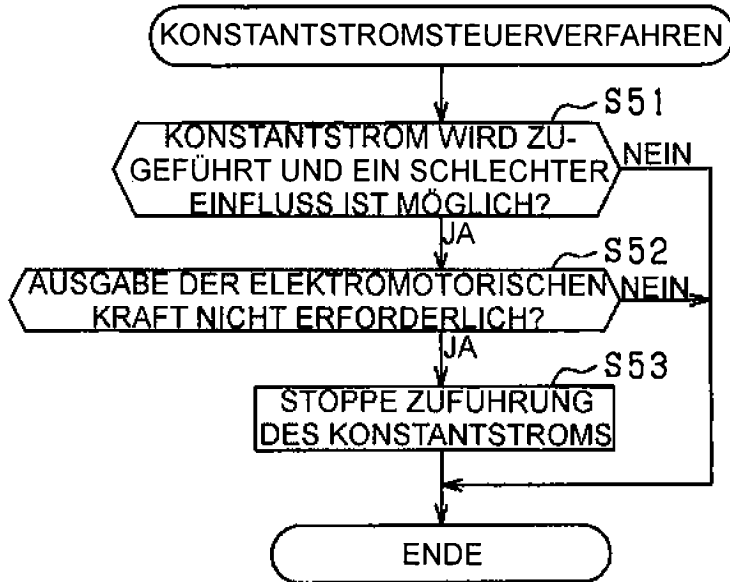


FIG. 20

