



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt



(10) **DE 103 06 481 B4 2006.11.09**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 06 481.8**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01N 27/416 (2006.01)**

(22) Anmelddetag: **14.02.2003**

(43) Offenlegungstag: **02.10.2003**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **09.11.2006**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

**2002/040127 18.02.2002 JP**

(73) Patentinhaber:

**Fujitsu Ten Ltd., Kobe, Hyogo, JP; Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP**

(74) Vertreter:

**COHAUSZ & FLORACK, 40211 Düsseldorf**

(72) Erfinder:

**Fukuda, Teruhisa, Kobe, Hyogo, JP; Moriguchi, Hiroshi, Kobe, Hyogo, JP; Hattori, Kazutaka, Toyota, Aichi, JP; Ikeda, Shinji, Toyota, Aichi, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

**US 59 80 710**

(54) Bezeichnung: **Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Lambda-Sensor**

(57) Hauptanspruch: Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Lambda-Sensor, umfassend:

einen Operationsverstärker zum Erzeugen einer Spannung, die an den Lambda-Sensor angelegt werden soll;  
einen strommessenden ersten Widerstand, der zwischen den Operationsverstärker und den Lambda-Sensor geschaltet ist;

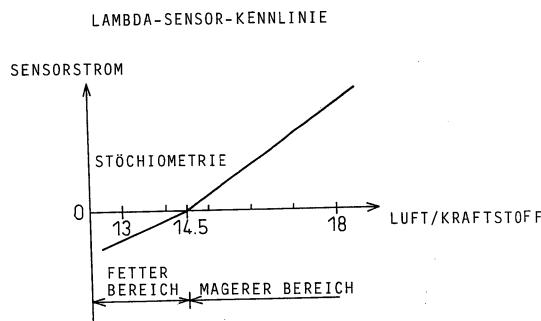
einen spannungsteilenden zweiten und dritten Widerstand, die miteinander in Serie geschaltet mit einem ihrer Enden zwischen dem Operationsverstärker und dem ersten Widerstand angeschlossen sind;

eine erste Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem Operationsverstärker und dem ersten Widerstand zur Verfügung gestellt ist;

eine zweite Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem ersten Widerstand und dem Lambda-Sensor zur Verfügung gestellt ist; und

eine dritte Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem spannungsteilenden zweiten und dritten Widerstand zur Verfügung gestellt ist;

wobei die erste und zweite Ausgangsanschlussklemme zum Messen eines Stromwertes des Lambda-Sensors verwendet werden, und wobei die zweite und dritte Ausgangsanschlussklemme zum Messen eines Elementscheinleitwertes des Lambda-Sensors verwendet werden.



**Beschreibung****QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNG**

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht Priorität der Japanischen Patentanmeldung Nr. 2002-40127, angemeldet am 18. Februar 2002.

**Gebiet der Erfindung**

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Sensor des Luft/Kraftstoffverhältnisses (Lambda-Sensor), der dazu verwendet wird, ein Luft/Kraftstoffverhältnis in einem Verbrennungsmotor wie z.B. einem Kraftfahrzeugmotor zu erfassen.

**Stand der Technik**

**[0003]** Ein Lambda-Sensor ist ein Sensor, der das Luft-zu-Kraftstoff Verhältnis (Lambda-Verhältnis), d.h. den Lambda-Wert, im Abgas überwacht. Dieser Sensor wird dazu verwendet, das Verhältnis von Luft zu Kraftstoff im Abgas, wie Abgas von Kraftfahrzeugen, zu erfassen und auf der Basis des erfassten Wertes die Kraftstoffmenge, die dem Motor geliefert werden soll, an einen optimalen Wert anzupassen. **Fig. 1** zeigt die Beziehung zwischen dem Sensorstrom und dem Lambda-Verhältnis in einem herkömmlichen Lambda-Sensor. Die hier gezeigte Kennlinie des Lambda-Sensors wurde gemessen, während eine Spannung von 0,4 V an den Sensor angelegt war. Ferner wurde der Schaltkreis derart eingestellt, dass der Sensorstrom am stöchiometrischen Punkt Null betrug und in dem fetten Bereich negativ und in dem mageren Bereich positiv war.

**[0004]** Wie dargestellt, ist der Sensorstrom im Wesentlichen proportional zu dem Lambda-Wert, was bedeutet, dass der Lambda-Wert durch Erfassen des Sensorstroms in dem Schaltkreis erhalten werden kann. Ferner, um die Sensorkennlinie zu erhalten, muss der Lambda-Sensor aktiviert sein und zu diesem Zweck wird das Sensorelement gewöhnlich auf eine Temperatur von 550 °C oder höher vorgeheizt. Die in **Fig. 2** gezeigte Scheinleitwert(„Admittanz“)-Temperatur-Kennlinie des Sensors wird dazu verwendet, die Temperatur des Sensorelementes zu erfassen. Da die Scheinleitwert-Temperatur-Kennlinie für jeden speziellen Sensor einzigartig ist, kann die Temperatur T1 des Elementes zu einem gegebenen Zeitpunkt durch Messen des Scheinleitwertes Ad1 des Elementes zu diesem Zeitpunkt und durch Vergleichen des gemessenen Wertes mit einer zuvor gemessenen Scheinleitwert-Temperatur-Kennlinie erfasst werden. Hier ist der Scheinleitwert Ad der Kehrwert der Impedanz Z.

**[0005]** Zusammengefasst bedeutet dies, dass der Verarbeitungsschaltkreis des Lambda-Sensors not-

wendigerweise zwei Funktionen aufweisen muss: die Funktion (Funktion 1) des Überwachens des Sensorstroms, um den Lambda-Wert zu erhalten, und die Funktion (Funktion 2) des Erfassens des Scheinleitwertes des Sensors, um die Temperatur des Sensor-elementes zu erhalten.

**[0006]** **Fig. 3** zeigt einen Schaltkreis zur Erfassung von Sensorstrom vom Stand der Technik, der mit den beiden vorstehenden Funktionen ausgestattet ist. In der Figur ist Bezugszeichen 1 ein Lambda-Sensor mit zwei Anschlussklemmen, einer positiven Anschlussklemme 2 und einer negativen Anschlussklemme 3; wie gezeigt kann dieser Sensor in der Form eines Ersatzschaltkreises als ein Serienschaltkreis der Impedanz Z und der elektromotorischen Kraft E dargestellt werden. Die zwei Anschlussklemmen 2 und 3 sind mit einem Lambda-Sensorschaltkreis 4 verbunden, der in einer elektronischen Steuereinheit (ECU, Electronic Control Unit) untergebracht ist. Der Lambda-Sensorschaltkreis 4 umfasst, wie gezeigt, Operationsverstärker 5 und 6 und Nebenschlusswiderstände („Shunts“) Ra und Rb.

**[0007]** Die Ausgangsanschlussklemme des Operationsverstärkers 5 ist über den Nebenschlusswiderstand Ra mit der positiven Anschlussklemme 2 des Sensors 1 verbunden. Die positive Anschlussklemme 2 des Sensors 1 ist ihrerseits mit der positiven Eingangsanschlussklemme des Operationsverstärkers 5 verbunden. Die negative Eingangsanschlussklemme des Operationsverstärkers 5 ist mit einer variablen Spannungsstromversorgung 7 einer variablen Spannung V1 verbunden, während die negative Eingangsanschlussklemme des Operationsverstärkers 6 mit einer festen Spannungsstromversorgung einer Spannung V2 verbunden ist. Die Operationsverstärker 5 und 6 funktionieren so, dass die Spannungswerte an der positiven und negativen Anschlussklemme 2 und 3 des Sensors 1 der Spannung V1 der variablen Spannungsstromversorgung 7 und der Spannung V2 der festen Spannungsstromversorgung 8 gleichwertig sind. Jeder der Operationsverstärker 5 und 6 ist zwischen einer +B Stromversorgung und Masse geschaltet.

**[0008]** Bezugszeichen 9 ist ein A/D-Wandler mit Anschlussklemmen AD1 und AD2 zum Überwachen der Spannung an dem Nebenschlusswiderstand Ra. Der durch den Wandler 9 erfasste Spannungswert wird einem nicht dargestellten Mikrocomputer gesendet, wo vorgeschriebene Verarbeitung durchgeführt wird, um den Sensorstrom und den Wert des Scheinleitwertes zu berechnen.

**[0009]** Der Betrieb des vorstehenden Schaltkreises zur Erfassung von Sensorstrom 4 wird nachstehend beschrieben, um den Nachteil des Standes der Technik herauszustellen. Zunächst wird als einfache Erklärung angenommen, dass der zulässige Span-

nungsbereich des A/D-Wandlers **9** von 0 V bis 5 V beträgt, und dass die Spannungen V1 und V2 zur Erfassung des Sensorstroms auf 3,3 V beziehungsweise 2,9 V eingestellt sind.

**[0010]** In dem vorstehenden Schaltkreis wird die Funktion 1 durch Messen des Sensorstroms = ( $AD2 - AD1$ )/ $R$  ausgeführt, während die Spannung V1 auf einem konstanten Pegel gehalten wird (beispielsweise 3,3 V). Andererseits kann die Funktion 2 durch Erhalten des Scheinleitwertes aus der Veränderungsmenge des Stroms ( $\Delta I$ ) durchgeführt werden, wenn die Spannung V1 verändert wird ( $\Delta V$ ). Der Scheinleitwert Z des Sensors **1** ist in diesem Fall durch folgende Gleichung gegeben:

$$\text{Scheinleitwert} = \Delta I / \Delta V \quad (1)$$

**[0011]** Tatsächliche Schwingungsformen der Spannungsablenkung V1 und V2 sind in **Fig. 4** gezeigt.

**[0012]** Die Schwingungsform V1 ist durch Abwechseln von einem Zeitintervall b, während welchem die Spannung mit  $\Delta V = 0,2$  V abgelenkt wird, mit einem Zeitintervall a mit konstanter Spannung gebildet, während welchem die Spannung konstant gehalten wird, wobei die zusammengefasste Dauer der Zeitintervalle a und b wenige hundert Millisekunden beträgt. Der Scheinleitwert des Elementes kann von der vorstehenden Gleichung (1) erhalten werden, indem die Veränderungsmenge des Stroms,  $\Delta I$ , aufgrund der Impedanz innerhalb des Sensors während des Zeitintervalls b der Spannungsablenkung, wie vorstehend beschrieben, erhalten wird. Zu diesem Zeitpunkt, steigt die durch die Anschlussklemme AD2 des A/D-Wandlers **9** erfasste Spannung auf die „B“ Spannung als ein Spitzenwert an.

**[0013]** Andererseits wird die Überwachungsfunktion 1 des Sensorstroms während des Zeitintervalls a ausgeführt, wobei die Spannung V1 auf 3,3 V festgelegt gehalten wird. Zu diesem Zeitpunkt bleibt die Spannung an der Anschlussklemme AD2 des A/D-Wandlers **9** auf die „A“ Spannung festgelegt. Als ein Beispiel werden die Spannungen an den Anschlussklemmen AD1 und AD2 des A/D-Wandlers **9** unter der folgenden Bedingung erhalten:

<Bedingung 1>

**[0014]** Der Sensorstrom bei Luft/Kraftstoff = 18 ist 4 [mA], der Scheinleitwert des Elementes Ad bei der Elementtemperatur von 700 °C, der zur Steuerung verwendet wird, ist  $Ad = 0,04$  [1/Ω], und der Nebenschlusswiderstand Ra ist 100 Ω.

**[0015]** In diesem Fall ist die „A“ Spannung an der Anschlussklemme AD2 während der Sensorstromerfassung (Zeitintervall a) gegeben als

$$\text{„A“ Spannung} = 3,3 \text{ V} + 100 \Omega \times 4 \text{ mA} = 3,7 \text{ V}$$

**[0016]** Andererseits ist der Spitzenwert B der A/D-Spannung während der Berechnung des Scheinleitwertes des Elementes (Zeitintervall b) gegeben als

$$\text{„B“ Spannung} = \text{„A“ Spannung (3,7V)} + 100 \Omega \times (0,2 \text{ V} / (1/0,04 [1/\Omega])) = 4,5 \text{ V}$$

**[0017]** Weil beide Spannungen „A“ und „B“ innerhalb des zulässigen Spannungsbereiches von 0 V bis 5 V für den herkömmlichen A/D-Wandler **9** liegen, wird es solange kein Problem geben, wie ein Sensor verwendet wird, der die Bedingung 1 erfüllt. Wenn sich jedoch die Kennlinie des Lambda-Sensors aufgrund einer Änderung der Sensorkonstruktion verändert, kann die „B“ Spannung den oberen Eingangsgrenzwert von 5 V des A/D-Wandlers übersteigen. Ein Beispiel dafür ist nachstehend dargestellt.

<Bedingung 2>

**[0018]** Der Sensorstrom bei Luft/Kraftstoff = 18 ist 4 [mA], wie bei der Bedingung 1, allerdings hat sich aufgrund einer Änderung der Sensorkonstruktion, der Scheinleitwert des Elementes bei der Elementtemperatur 700 °C, der zur Steuerung verwendet wird, auf 0,08 [1/Ω] geändert.

**[0019]** Die „A“ Spannung an der Anschlussklemme AD2 des A/D-Wandlers **9** wird in diesem Fall wie folgt erhalten.

**[0020]** Zunächst ist die „A“ Spannung während der Sensorstromerfassung (Zeitintervall a) gegeben als

$$\text{„A“ Spannung} = 3,3 \text{ V} + 100 \Omega \times 4 \text{ mA} = 3,7 \text{ V}$$

**[0021]** Als Nächstes ist die „B“ Spannung, während der Berechnung des Scheinleitwertes des Elementes (Zeitintervall b), gegeben als

$$\text{„B“ Spannung} = \text{„A“ Spannung (3,7V)} + 100 \Omega \times (0,2 \text{ V} / (1/0,08 [1/\Omega])) = 5,3 \text{ V}$$

welche den oberen Grenzwert der Eingangsspannung des A/D-Wandlers **9** übersteigt, und als ein Ergebnis, ist die Spannung an der Anschlussklemme AD2 bei 5 V blockiert.

**[0022]** Wenn sich die Kennlinie des Lambda-Sensors verändert, kann auf diese Weise die Spannung an AD2 während der Spannungsablenkung den oberen Grenzwert der Eingangsspannung des Wandlers übersteigen, und die „B“ Spannung kann bei 5 V blockiert werden. Wenn dies passiert, kann der Scheinleitwert des Elementes nicht genau berechnet werden. Um eine derartige Situation zu beheben, wird gewöhnlicherweise so vorgegangen, dass der Ne-

benschlusswiderstand Ra um die Hälfte auf  $50\ \Omega$  reduziert wird, wodurch verhindert wird, dass die „B“ Spannung während der Spannungsablenkung bei dem oberen Grenzwert des Wandlers blockiert wird.

**[0023]** Wenn der Nebenschlusswiderstand Ra auf  $50\ \Omega$  reduziert wird, fällt allerdings die Spannung an Punkt A von 3,7 V auf 3,5 V, und demzufolge nimmt der dynamische Bereich um die Hälfte ab. Das bedeutet, dass der Nachteil darin besteht, dass die Genauigkeit der Sensorstromerfassung nur halb so groß ist.

**[0024]** Wie vorstehend beschrieben, weist der Schaltkreis zur Erfassung von Lambda-Sensorstrom vom Stand der Technik den Nachteil auf, dass es schwierig wird, wenn ein Sensor mit einer Kennlinie verwendet wird, die sich von der Kennlinie des Lambda-Sensors unterscheidet, die zu dem Zeitpunkt als der Schaltkreis konstruiert wurde vorausgesetzt wurde, den Scheinleitwert des Elementes genau zu erfassen, während eine hohe Genauigkeit für die Erfassung des Sensorstroms beibehalten wird.

**[0025]** Die Druckschrift US 5,980,710 beschreibt einen Schaltkreis zum Erfassen eines Luft-zu-Kraftstoff Verhältnisses mittels eines Lambda-Sensors. Der Schaltkreis umfasst drei Widerstände, die zwischen dem Ausgang eines Operationsverstärkers und einer Anschlussklemme des Lambda-Sensors in Reihe geschaltet sind. Eine dem Sensorstrom entsprechende Spannung wird entweder an einem Anschluss zwischen dem Verstärker und dem ersten Widerstand, an einem Anschluss zwischen dem ersten und dem zweiten Widerstand oder an einem Anschluss zwischen dem zweiten und dem dritten Widerstand abgegriffen und einem Spannungsfolger zugeführt. Ein jeweiliger Anschluss wird ausgewählt in Abhängigkeit von einem Sensorstrom, der zwischen dem Anschluss zwischen dem zweiten und dem dritten Widerstand und einem Anschluss zwischen dem dritten Widerstand und dem Sensor erfasst wird.

#### KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0026]** Dementsprechend ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Schaltkreis zur Erfassung von Sensorstrom zu schaffen, der in der Lage ist, den Scheinleitwert des Elementes genau zu messen, während die Genauigkeit der Erfassung von Sensorstrom beibehalten wird, die dem praktischen Zweck sogar dienen kann, wenn ein Lambda-Sensor verwendet wird, der eine unterschiedliche Kennlinie aufweist.

**[0027]** Um die vorstehende Aufgabe zu lösen, umfasst ein erster Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Lambda-Sensor gemäß der vorliegenden Erfindung: einen Operationsverstärker zum Erzeugen einer Spannung, die an den Lambda-Sensor angelegt werden soll; einen ersten und zweiten strommessenden Widerstand, die in Serie

gelegt werden soll; einen ersten strommessenden Widerstand, der zwischen den Operationsverstärker und den Lambda-Sensor geschaltet ist; einen zweiten und dritten spannungsteilenden Widerstand, die miteinander in Serie geschaltet mit einem ihrer Enden zwischen dem Operationsverstärker und dem ersten Widerstand angeschlossen sind; eine erste Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem Operationsverstärker und dem ersten Widerstand zur Verfügung gestellt ist; eine zweite Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem ersten Widerstand und dem Lambda-Sensor zur Verfügung gestellt ist; und eine dritte Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem spannungsteilenden zweiten und dritten Widerstand zur Verfügung gestellt ist; wobei die erste und zweite Ausgangsanschlussklemme zum Messen eines Stromwertes des Lambda-Sensors verwendet werden, und wobei die zweite und dritte Ausgangsanschlussklemme zum Messen eines Elementscheinleitwertes des Lambda-Sensors verwendet werden.

**[0028]** Entsprechend dem ersten Schaltkreis zur Erfassung von Lambda-Sensorstrom der vorliegenden Erfindung ist die Spannung an der dritten messenden Anschlussklemme, gemäß dem Spannungsteilungsverhältnis des zweiten und dritten Widerstandes, niedriger als die Spannung an der ersten messenden Anschlussklemme. Wenn der zweite und dritte Widerstand ein Widerstandsverhältnis von 1:1 aufweisen, beträgt beispielsweise die Spannung an der dritten Anschlussklemme die Hälfte der Spannung an der ersten Anschlussklemme. Herkömmlicherweise werden Signale von diesen Ausgangsanschlussklemmen über einen A/D-Wandler einem Mikroprozessor oder dergleichen geliefert, wo ein vorgeschriebener Rechenschritt zur Erfassung des Sensorstroms durchgeführt wird. Dementsprechend kann, wenn der Ausgang der ersten Ausgangsanschlussklemme während der Erfassung des Scheinleitwertes des Elementes übermäßig ansteigt, weil ein Lambda-Sensor verwendet wird, der eine unterschiedliche Kennlinie aufweist, die Ausgangsspannung dann, unter Verwendung der dritten Ausgangsanschlussklemme, anstatt der ersten Ausgangsanschlussklemme, innerhalb des Eingangsspannungsbereiches des A/D-Wandlers gehalten werden. Die Erfindung kann demzufolge einen höchstgradig flexiblen Schaltkreis zur Erfassung von Lambda-Sensorstrom einfach zur Verfügung stellen, der schon ohne weiters für den Austausch des Lambda-Sensors vorbereitet ist.

**[0029]** Um das Problem des Standes der Technik zu lösen, umfasst ein zweiter Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Lambda-Sensor gemäß der vorliegenden Erfindung: einen Operationsverstärker zum Erzeugen einer Spannung, die an den Lambda-Sensor angelegt werden soll; einen ersten und zweiten strommessenden Widerstand, die in Serie

zwischen den Operationsverstärker und den Lambda-Sensor geschaltet sind; eine erste Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem Operationsverstärker und dem ersten Widerstand zur Verfügung gestellt ist; eine zweite Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem ersten und zweiten Widerstand zur Verfügung gestellt ist; und eine dritte Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem zweiten Widerstand und dem Lambda-Sensor zur Verfügung gestellt ist; wobei die erste und dritte Ausgangsanschlussklemme zum Messen eines Stromwertes des Lambda-Sensors verwendet werden, und die zweite und dritte Ausgangsanschlussklemme zum Messen eines Elementscheinleitwertes des Lambda-Sensors verwendet werden.

**[0030]** Entsprechend dem zweiten Schaltkreis zur Erfassung von Lambda-Sensorstrom der vorliegenden Erfindung, kann die Ausgangsspannung sogar, wenn ein Lambda-Sensor mit einer unterschiedlichen Kennlinie verwendet wird, innerhalb des Eingangsspannungsbereiches des A/D-Wandlers gehalten werden, wie in der ersten Erfindung vorstehend beschrieben, indem die zweite Ausgangsanschlussklemme anstatt der ersten Ausgangsanschlussklemme verwendet wird, wenn der Scheinleitwert des Elementes erfasst wird. Die Erfindung kann demzufolge einen höchstgradig flexiblen Schaltkreis zur Erfassung von Lambda-Sensorstrom einfach zur Verfügung stellen, der schon ohne weiteres für den Austausch des Lambda-Sensors vorbereitet ist.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0031]** **Fig. 1** ist ein Diagramm, das die Kennlinie eines herkömmlichen Lambda-Sensors zeigt;

**[0032]** **Fig. 2** ist ein Diagramm, das die Kennlinie von Scheinleitwert-Temperatur des Elementes des herkömmlichen Lambda-Sensors zeigt;

**[0033]** **Fig. 3** ist ein Diagramm, das einen Schaltkreis zur Erfassung von Sensorstrom gemäß dem Stand der Technik zeigt;

**[0034]** **Fig. 4** ist ein Diagramm einer Schwingungsform zur Erklärung des Betriebes des in **Fig. 3** gezeigten Schaltkreises;

**[0035]** **Fig. 5** ist ein Diagramm, das einen Schaltkreis zur Erfassung von Lambda-Sensorstrom gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt; und

**[0036]** **Fig. 6** ist ein Diagramm, das einen Schaltkreis zur Erfassung von Lambda-Sensorstrom gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

#### Ausführungsbeispiel

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0037]** Die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden mit Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

**[0038]** **Fig. 5** ist ein Schaltdiagramm, das einen Schaltkreis zur Erfassung von Lambda-Sensorstrom gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In den hier nach aufgeführten Zeichnungen bezeichnen dieselben Bezugszeichen, wie diejenigen, die in **Fig. 3** verwendet werden, dieselben oder ähnliche Komponentenelemente, und die Beschreibung derartiger Elemente wird hier nicht wiederholt.

**[0039]** In der in **Fig. 5** gezeigten Ausführungsform sind in Serie geschaltete, spannungsteilende Widerstände R1 und R2 zwischen der Ausgangsanschlussklemme des Operationsverstärkers **5** und dem Nebenschlusswiderstand Ra eingefügt, und der zwischen den Widerständen R1 und R2 verbindende Schaltknoten ist mit einer Eingangsanschlussklemme AD3 an dem A/D-Wandler **9** angeschlossen. Das Widerstandsverhältnis der Widerstände ist so gewählt, dass es 1:1 beträgt. In dieser Ausführungsform werden die Eingangsanschlussklemmen AD1 und AD2 an dem A/D-Wandler **9** verwendet, wenn der Sensorstromwert erfasst wird, und die Eingangsanschlussklemmen AD1 und AD3 an dem A/D-Wandler **9** werden verwendet, wenn der Scheinleitwert des Elementes erfasst wird. Als Alternative kann der Schaltkreis so konfiguriert werden, dass die Eingangsanschlussklemmen AD1 und AD2 außerdem verwendet werden, wenn der Scheinleitwert des Elementes erfasst wird, und, wenn die Spannung an der Eingangsanschlussklemme AD2 bei 5 V blockiert ist, dann werden die Eingangsanschlussklemmen AD1 und AD3 verwendet.

**[0040]** Mit dieser Anordnung kann nicht nur der Sensorstromwert auf dieselbe Weise gemessen werden wie beim Stand der Technik, sondern es kann, selbst wenn die Spannung an der Eingangsanschlussklemme AD2 des A/D-Wandlers **9** bei 5 V während der Erfassung des Scheinleitwertes des Elementes blockiert ist, der Scheinleitwert des Elementes ohne irgendein Problem gemessen werden, weil die Spannung an der Eingangsanschlussklemme AD3 die Hälfte von derjenigen an der Eingangsanschlussklemme AD2 beträgt und demzufolge innerhalb des 5 V Eingangsspannungsbereiches des A/D-Wandlers bleibt.

**[0041]** Dies wird erklärt werden, indem der Fall von <Bedingung 2>, der in der Beschreibung des Standes der Technik gegeben wird, als Beispiel genom-

men wird. In dem Fall von <Bedingung 2>, wenn Luft/Kraftstoff = 18, ist der Sensorstrom 4 mA wie in <Bedingung 1>, allerdings beträgt die an die Eingangsanschlussklemme AD2 des A/D-Wandlers 9 angelegte Spannung 5,3V in dem Schaltkreis vom Stand der Technik; andererseits beträgt in der vorliegenden Ausführungsform die an die Eingangsanschlussklemme AD3 des A/D-Wandlers 9 angelegte Spannung 2,65V, welche gut innerhalb des Eingangsspannungsbereiches des A/D-Wandlers liegt und demzufolge kein Problem hervorruft. In diesem Fall findet sogar, weil eine Spannung von 3,7 V als die Spannung an Punkt A in [Fig. 4](#) erhalten werden kann, keine Verminderung in der Genauigkeit der Erfassung von Sensorstrom aufgrund eines reduzierten dynamischen Bereiches statt.

**[0042]** [Fig. 6](#) zeigt ein Diagramm eines Schaltkreises einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In dieser Ausführungsform ist der Widerstand Ra in dem in [Fig. 3](#) gezeigten Schaltkreis vom Stand der Technik durch zwei Widerstände R3 und R4 ersetzt. Der Widerstandswert eines jeden der Widerstände R3 und R4 ist so gewählt, dass er eine Hälfte des Widerstandes Ra vom Stand der Technik beträgt. Das bedeutet  $R3 = R4 = Ra/2$ .

**[0043]** Wenn man den Fall von <Bedingung 2> betrachtet, werden die Eingangsanschlussklemmen AD1 und AD2 des A/D-Wandlers 9 verwendet, wenn der Sensorstromwert erfasst wird, und ein Sensorstrom von 4 mA wird erhalten. Wenn andererseits der Scheinleitwert des Elementes erfasst wird, werden die Eingangsanschlussklemmen AD1 und AD4 des A/D-Wandlers 9 verwendet. Die Spannung an der Eingangsanschlussklemme AD2 steigt auf 5,3 V während der Spannungsablenkung, aber die Spannung an der Eingangsanschlussklemme AD4 beträgt

$$(5,3 \text{ V} - 3,3 \text{ V})/2 + 3,3 \text{ V} = 4,3 \text{ V}$$

was innerhalb des Eingangsspannungsbereiches des A/D-Wandlers 9 liegt und deswegen überhaupt kein Problem verursacht. Auch in diesem Fall findet, weil die Spannung von 3,7 V als die Spannung an dem Punkt A in [Fig. 4](#) erhalten werden kann, keine Verminderung in der Genauigkeit der Sensorstrom erfassung aufgrund eines reduzierten dynamischen Bereiches statt.

**[0044]** Als Alternative können auch in diesem Schaltkreis Vorkehrungen getroffen werden, um die Eingangsanschlussklemmen AD1 und AD2 zur Messung des Scheinleitwertes des Elementes zu verwenden, wenn an der Eingangsanschlussklemme AD2 die Spannung 5V oder weniger beträgt, und um die Eingangsanschlussklemmen AD1 und AD4 zur Messung des Scheinleitwertes des Elementes zu verwenden, wenn, aufgrund der Verwendung eines Lambda-Sensors mit einer unterschiedlichen Kennli-

nie, an der Eingangsanschlussklemme AD2 die Spannung 5V übersteigt.

**[0045]** Wie vorstehend mit Bezugnahme auf die bevorzugten Ausführungsformen beschrieben, ist der Schaltkreis zur Erfassung von Sensorstrom der vorliegenden Erfindung in der Lage, den Scheinleitwert des Elementes genau zu erfassen, ohne eine Veränderung in der Genauigkeit der Stromerfassung zu verursachen, selbst wenn sich die Kennlinie des Lambda-Sensors aufgrund einer Änderung der Sensorskonstruktion oder dergleichen geändert hat. Die Erfindung kann auf diese Weise einen Schaltkreis zur Erfassung von Sensorstrom zur Verfügung stellen, der in der Lage ist, eine Änderung in der Kennlinie des Lambda-Sensors in einem weiten Bereich zu berücksichtigen.

## Patentansprüche

1. Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Lambda-Sensor, umfassend:  
einen Operationsverstärker zum Erzeugen einer Spannung, die an den Lambda-Sensor angelegt werden soll;  
einen strommessenden ersten Widerstand, der zwischen den Operationsverstärker und den Lambda-Sensor geschaltet ist;  
einen spannungsteilenden zweiten und dritten Widerstand, die miteinander in Serie geschaltet mit einem ihrer Enden zwischen dem Operationsverstärker und dem ersten Widerstand angeschlossen sind;  
eine erste Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem Operationsverstärker und dem ersten Widerstand zur Verfügung gestellt ist;  
eine zweite Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem ersten Widerstand und dem Lambda-Sensor zur Verfügung gestellt ist; und  
eine dritte Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem spannungsteilenden zweiten und dritten Widerstand zur Verfügung gestellt ist;  
wobei die erste und zweite Ausgangsanschlussklemme zum Messen eines Stromwertes des Lambda-Sensors verwendet werden, und wobei die zweite und dritte Ausgangsanschlussklemme zum Messen eines Elementscheinleitwertes des Lambda-Sensors verwendet werden.

2. Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Lambda-Sensor nach Anspruch 1, wobei der zweite und dritte Widerstand ein Widerstandsverhältnis von 1:1 aufweisen.

3. Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Lambda-Sensor nach Anspruch 1, wobei, wenn eine Spannung an der ersten Ausgangsanschlussklemme einen vorbestimmten Wert nicht übersteigt, der Elementscheinleitwert des Lambda-Sensors unter Verwendung der ersten und zweiten Ausgangsanschlussklemme erfasst wird.

4. Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Lambda-Sensor nach Anspruch 3, wobei der vorbestimmte Wert einen Wert darstellt, der innerhalb eines Eingangsspannungsbereiches eines A/D-Wandlers liegt, welcher Spannungen an der ersten, zweiten und dritten Ausgangsanschlussklemme misst.

von 1:1 aufweisen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

5. Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Lambda-Sensor nach Anspruch 1, wobei der zweite und dritte Widerstand ein Widerstandsverhältnis von 1:1 aufweisen.

6. Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Lambda-Sensor, umfassend:  
einen Operationsverstärker zum Erzeugen einer Spannung, die an den Lambda-Sensor angelegt werden soll;  
einen strommessenden ersten und zweiten Widerstand, die in Serie geschaltet zwischen dem Operationsverstärker und dem Lambda-Sensor angeschlossen sind;  
eine erste Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem Operationsverstärker und dem ersten Widerstand zur Verfügung gestellt ist;  
eine zweite Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem ersten und zweiten Widerstand zur Verfügung gestellt ist; und  
eine dritte Ausgangsanschlussklemme, die zwischen dem zweiten Widerstand und dem Lambda-Sensor zur Verfügung gestellt ist;  
wobei die erste und dritte Ausgangsanschlussklemme zum Messen eines Stromwertes des Lambda-Sensors verwendet werden, und die zweite und dritte Ausgangsanschlussklemme zum Messen eines Elementscheinleitwertes des Lambda-Sensors verwendet werden.

7. Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Lambda-Sensor nach Anspruch 6, wobei der erste und zweite Widerstand ein Widerstandsverhältnis von 1:1 aufweisen.

8. Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Lambda-Sensor nach Anspruch 6, wobei, wenn eine Spannung an der ersten Ausgangsanschlussklemme einen vorbestimmten Wert nicht übersteigt, der Elementscheinleitwert des Lambda Sensors unter Verwendung der ersten und dritten Ausgangsanschlussklemme erfasst wird.

9. Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Lambda-Sensor nach Anspruch 6, wobei der vorbestimmte Wert einen Wert darstellt, der innerhalb eines Eingangsspannungsbereiches eines A/D-Wandlers liegt, welcher Spannungen an der ersten, zweiten und dritten Ausgangsanschlussklemme misst.

10. Schaltkreis zur Erfassung von Strom für einen Lambda-Sensor nach Anspruch 6, wobei der erste und zweite Widerstand ein Widerstandsverhältnis

## Anhängende Zeichnungen

Fig.1

LAMBDA-SENSOR-KENNLINIE

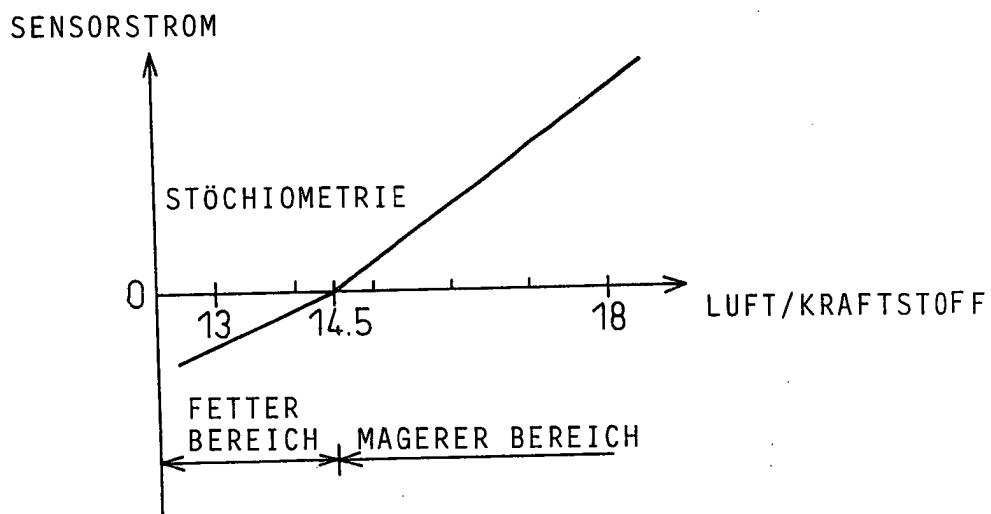


Fig.2

SCHEINLEITWERT-TEMPERATUR-KENNLINIE DES ELEMENTS

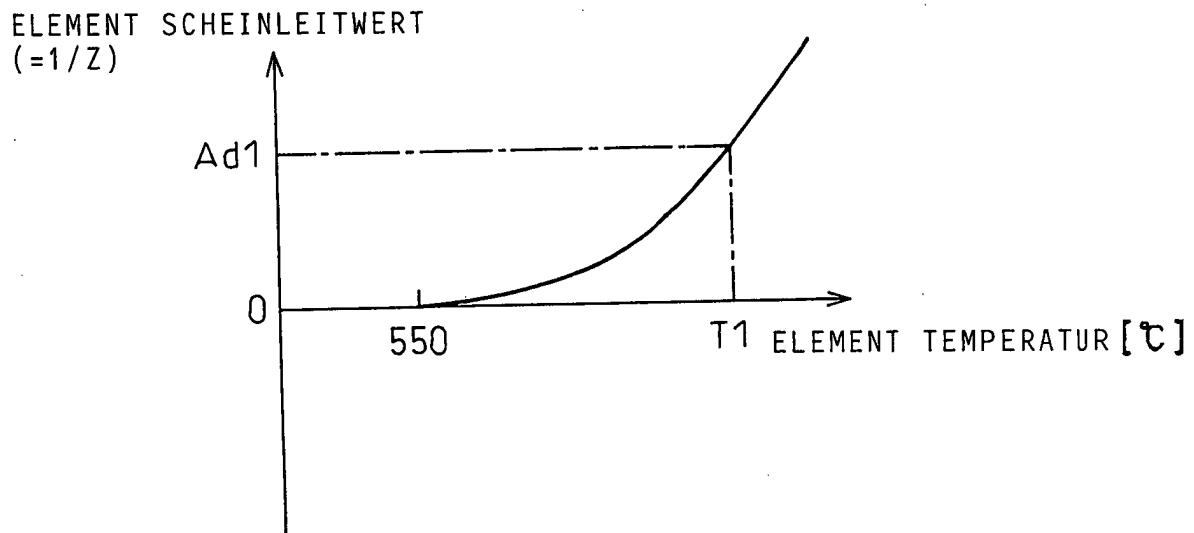


Fig.3

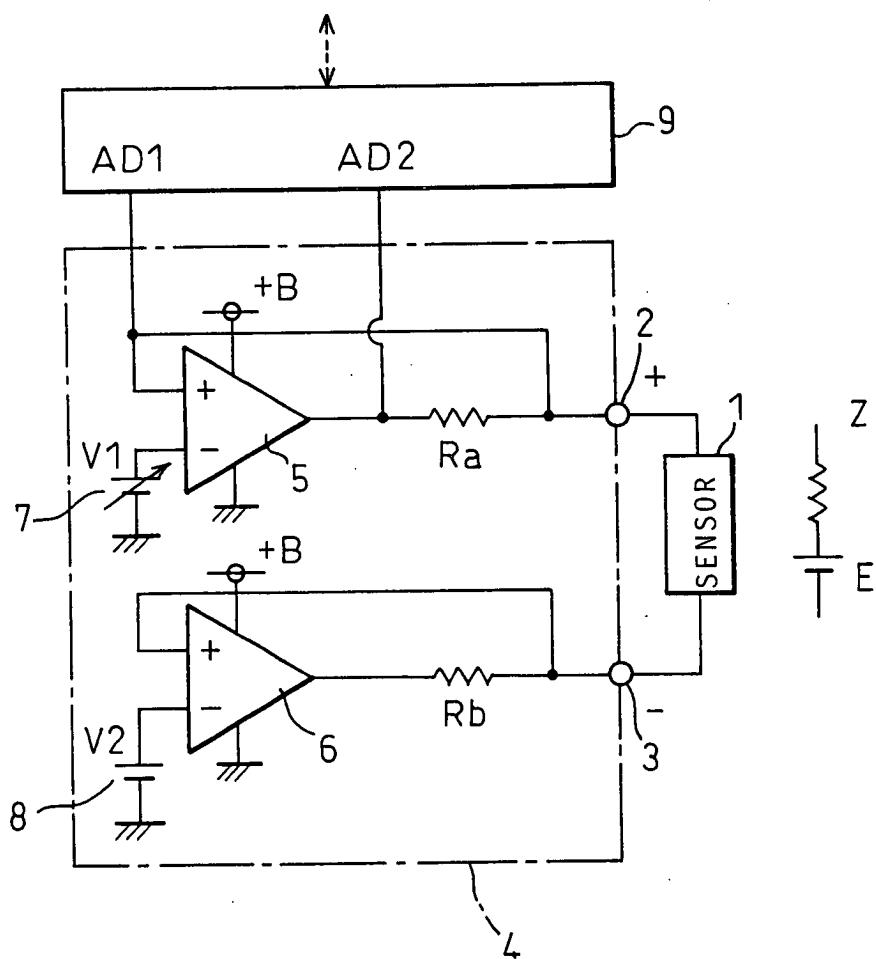


Fig. 4

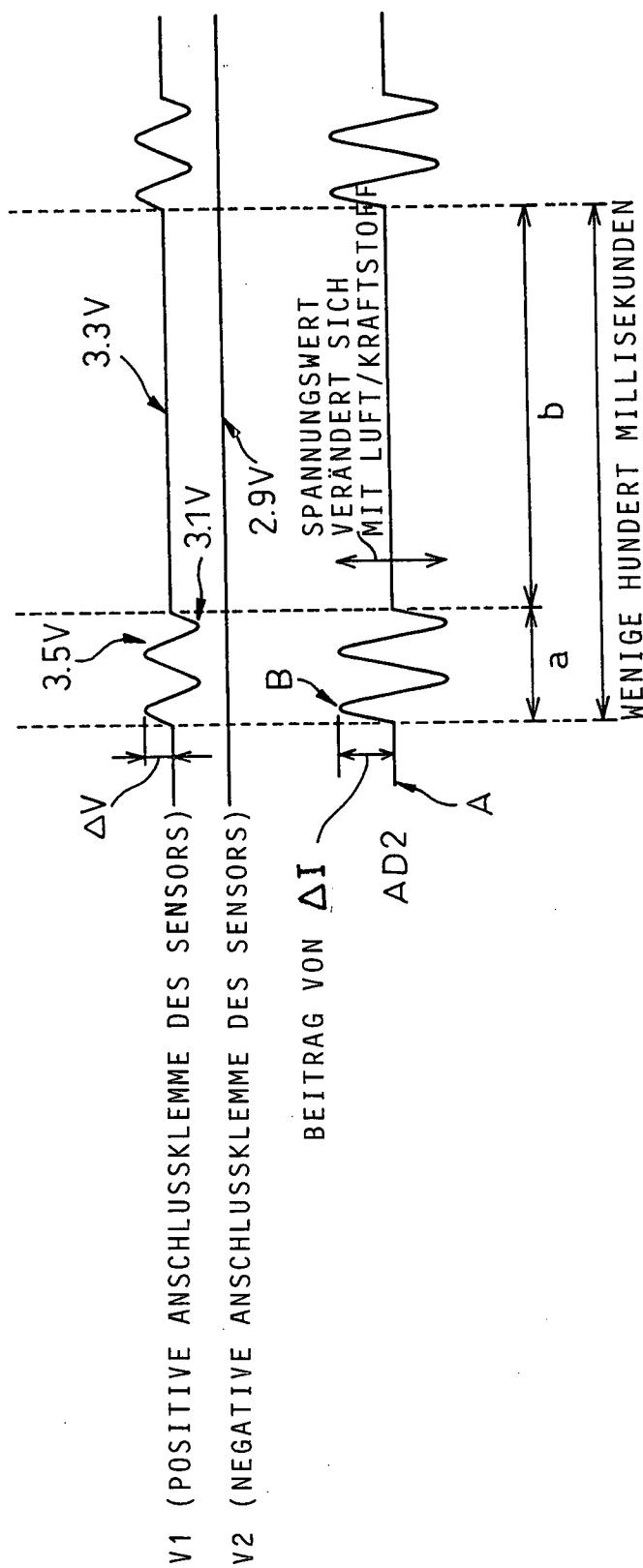


Fig.5

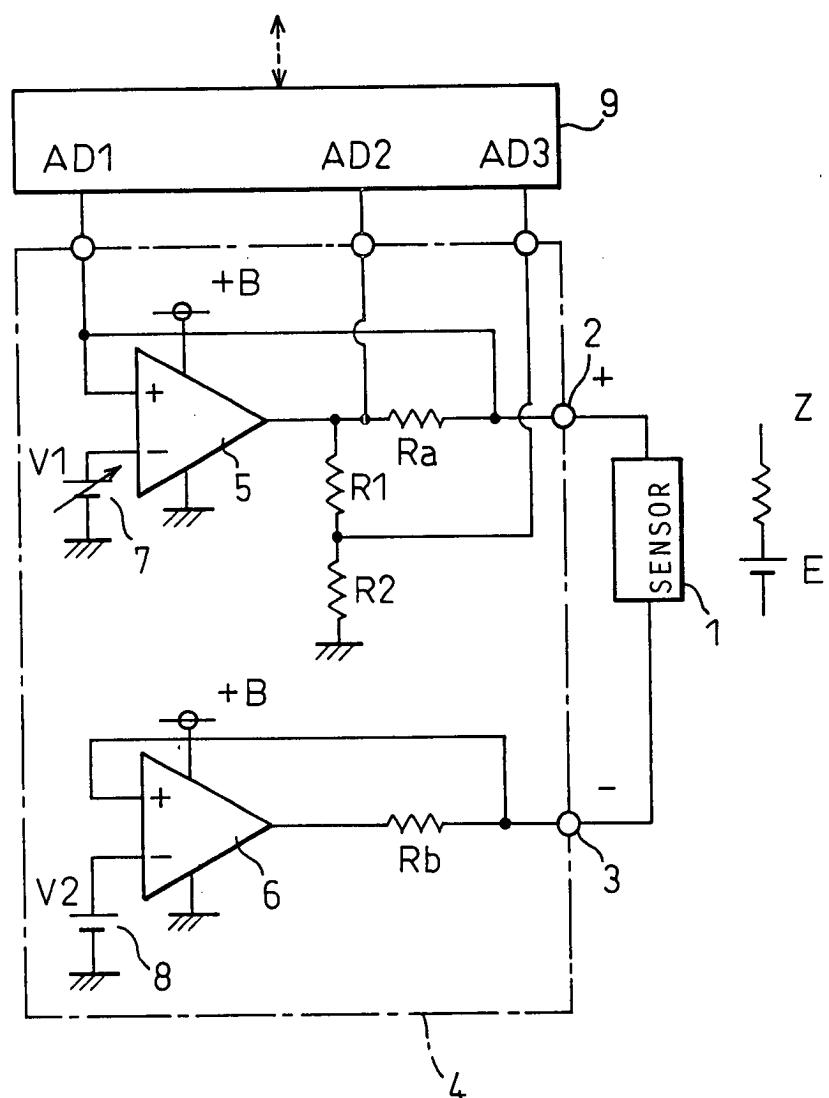


Fig.6

