(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 00 407 T2** 2006.03.23

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 380 256 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 00 407.5**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 014 520.5**
(96) Europäischer Anmeldetag: **03.07.2003**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.01.2004**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **23.03.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.03.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***A61B 5/05*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2002202843 11.07.2002 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Tanita Corp., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Nakada, Masato, Itabashi-ku, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Müller-Boré & Partner, Patentanwälte, European Patent Attorneys, 81671 München

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Impedanzmessung lebender Körper**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Messung der Impedanz lebender Körper, in welcher eine tatsächlich gemessene Impedanz eines lebenden Körpers in eine Widerstandskomponente und eine Reaktanz- bzw. Blindwiderstands-Komponente aufgeteilt wird, um die wahre bzw. tatsächliche Impedanz des lebenden Körpers zur Verfügung zu stellen.

Stand der Technik

[0002] Ein Impedanz-Meßverfahren wurde entwickelt (siehe japanisches Patent Nr. 2835656), worin ein Satz von verschiedenen Referenz- bzw. Bezugswiderständen, wovon ein jeder den vorbestimmten Widerstand aufwies, um ordnungsgemäß die gemessene Impedanz des lebenden Körpers zu unterteilen, in einem stromzuführenden Pfad in Serie mit einem lebenden Körper zur Verfügung gestellt wird, um die Impedanz bzw. den Scheinwiderstand davon zu messen; dann werden ein Spannungsabfall über jeden der Bezugswiderstände und ein Spannungsabfall über den lebenden Körper gemessen; danach wird basierend auf den Widerstandswerten der Referenzwiderstände und den entsprechenden Spannungswerten, die darüber gemessen wurden, eine Korrelationsformel zum Korrelieren dazwischen bestimmt; und die Impedanz des lebenden Körpers wird durch die bestimmte Korrelationsformel abhängig von der Spannung berechnet, die über den lebenden Körper gemessen wurde.

[0003] Unglücklicherweise bedingt beispielsweise ein derartiges früheres Impedanz-Meßverfahren eine Anwesenheit von einigen Impedanz-Änderungsfaktoren in einem Sinuswellengenerator zum Erzeugen eines konstanten Stroms, einen Spannungs/Strom-Konverter bzw. -Wandler, und einen stromzuführenden Pfad. Deshalb ist das vorherige Meßverfahren dahingehend mangelhaft, daß es der aus der Messung und dem Berechnungsverfahren resultierenden Impedanz des lebenden Körpers häufig an Präzision mangelt.

[0004] Im Hinblick auf das Obige ist es ein Ziel bzw. Gegenstand der vorliegenden Erfindung, das Problem in dem Stand der Technik, wie es oben beschrieben ist, zu lösen und eine verbesserte Meßvorrichtung für die Impedanz eines lebenden Körpers zur Verfügung zu stellen, welche die Fähigkeit einer Messung mit höherer Präzision bzw. Genauigkeit aufweist und weniger Auswirkung auf die Messung durch irgendeine Schwankung aufweist, welche aufgrund einer Anwesenheit von irgendwelchen Impedanzänderungs-Faktoren verursacht werden könnte.

Zusammenfassung der Erfindung:

[0005] Um einen derartigen Gegenstand zu erreichen, stellt die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Impedanzmessung lebender Körper zur Verfügung, umfassend: eine Spannungsmeßeinheit; eine Trenneinheit; eine Berechungsformel-Speichereinheit; eine Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit; eine Fluktuationskonstanten-Speichereinheit; und eine Einheit zur Berechnung der Impedanz eines lebenden Körpers, wobei
die Spannungsmeßeinheit konfiguriert ist, um eine Spannung zu messen, die einer Impedanz eines lebenden Körpers oder einer externen Bezugseinheit, oder einem lebenden Körper, einer externen Bezugseinheit oder einer internen Bezugseinheit zugeordnet ist,
wobei die Trenneinheit konfiguriert ist, um die Spannung, die der Impedanz zugeordnet ist, wie sie durch die Meßeinheit gemessen ist, in eine Spannung, die ihrer Widerstandskomponente zugeordnet ist, und eine Spannung zu trennen bzw. zu unterteilen, die ihrer Reaktanzkomponente zugeordnet ist,
die Berechungsformel-Speichereinheit konfiguriert ist, um eine Impedanzberechnungsformel darin im Voraus zu speichern, wobei die Impedanzberechnungsformel eine Variable einer echten Impedanz, die eine Widerstandskomponente und eine Reaktanzkomponente der echten Impedanz des lebenden Körpers oder der externen Bezugseinheit darstellt, mit einer Fluktuationsvariablen, die die Fluktuation darstellt, welche in der Spannungsmeßeinheit aufgrund irgendeines Impedanzänderungsfaktors bewirkt sein kann, ebenso wie mit einer gemessenen Spannungsvariable korreliert, die die Spannung darstellt bzw. repräsentiert, die der Widerstandkomponente zugeordnet bzw. zugewiesen ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente einer tatsächlich gemessenen Impedanz zugeordnet ist,
die Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit konfiguriert ist, um eine Fluktuationskonstante, welche die Konstante für die Fluktuationsvariable ist, durch Substituieren der Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und der Spannung, die der Reaktanzkomponente zugeordnet ist, welche voneinander durch die Trennungseinheit getrennt sind, entsprechend der Spannung, die der Impedanz der externen Bezugsein-

heit zugeordnet ist, wie sie durch die Spannungsmeßeinheit gemessen ist, ebenso wie die Widerstandskomponente und die Reaktanzkomponente der Impedanz der externen Bezugseinheit, wie sie durch die Spannungsmeßeinheit gemessen ist, für Terme in der Impedanzberechnungsformel zu berechnen, die in der Berechnungsformel-Speichereinheit im Voraus gespeichert wurde,
die Fluktuationskonstanteneinheit konfiguriert ist, um die Fluktuationskonstante zu speichern, die durch die Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit berechnet ist, und
die Berechnungseinheit für die Impedanz eines lebenden Körpers konfiguriert ist, um die Widerstandskomponente und die Reaktanzkomponente der echten Impedanz des lebenden Körpers durch Substituieren der Fluktuationskonstante, die in der Fluktuationskonstanten-Speichereinheit gespeichert ist, und der Spannung, die der Impedanz des lebenden Körpers zugeordnet ist, wie sie durch die Spannungsmeßeinheit gemessen ist, für Terme in der Impedanzberechnungsformel zu berechnen, die in der Berechnungsformel-Speichereinheit im Voraus gespeichert ist.

[0006] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung berechnet die Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit eine Fluktuationskonstante, welche die Konstante für die Fluktuationsvariable ist, durch Substituieren von jeder Spannung, die jeder Widerstandskomponente zugeordnet ist, und jeder Spannung, die jeder Reaktanzkomponente zugeordnet ist, welche voneinander durch die Trenneinheit getrennt sind, entsprechend jeder Spannung, die jeder Impedanz von jeder aus der Mehrzahl von unterschiedlichen externen Bezugseinheiten zugeordnet ist, wie sie durch die Spannungsmeßeinheit gemessen sind, ebenso wie jeder Widerstandskomponente und jeder Reaktanzkomponente von jeder Impedanz von jeder aus einer Mehrzahl von unterschiedlichen externen Bezugseinheiten, wie sie durch die Spannungsmeßeinheit gemessen sind, für die Terme der Impedanzberechnungsformel zu berechnen, die in der Berechnungsformeleinheit im Voraus gespeichert ist.

[0007] Gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet die Impedanzberechnungs-Formel:
Fluktuationsvariable: "C_R", welche jegliche Fluktuation basierend auf dem Waagenfaktor und der Phase der Widerstandskomponente repräsentiert; "C_X", welche jegliche Fluktuation basierend auf dem Waagenfaktor und der Phase der Reaktanzkomponente darstellt bzw. repräsentiert; "V_{OSR}", welche jegliche Fluktuation basierend auf der Offsetspannung zu der Widerstandskomponentenachse repräsentiert; und "V_{OSX}", welche jegliche Fluktuation basierend auf der Offsetspannung zu der Reaktanzkomponentenachse repräsentiert;
gemessene Spannungsvariable: "V_{BR}", die die Spannung repräsentiert, die der Widerstandskomponente des lebenden Körpers oder der externen Bezugseinheit zugeordnet ist; "V_{BX}", die die Spannung repräsentiert, die der Reaktanzkomponente zugeordnet ist; "V_{RR}", die die Spannung repräsentiert, die der Widerstandskomponente der internen Bezugseinheit zugeordnet ist; und "V_{RX}", die die Spannung repräsentiert, die der Reaktanzkomponente zugeordnet ist; und
Variable einer echten Impedanzkomponente: "R_B", die die Widerstandskomponente der echten Impedanz des lebenden Körpers oder der externen Bezugseinheit repräsentiert; und
"X_B", die die Reaktanzkomponente der echten Impedanz repräsentiert, und die Impedanzberechnungsformel wie folgt geschrieben ist:

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}$$

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0008] Nun wird die vorliegende Erfindung detaillierter unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben werden, in welchen:

[0009] Fig. 1 ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zur Impedanzmessung lebender Körper gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0010] Fig. 2 eine Ansicht ist, die ein Schaltkreismodell in einer Meßeinheit illustriert;

[0011] Fig. 3 eine Ansicht ist, welche die Beziehung zwischen Widerstandskomponente und Reaktanz- bzw. Blindwiderstands-Komponente einer Impedanz in einer Koordinate bzw. einem Koordinatensystem zeigt;

[0012] Fig. 4 ein Flußdiagramm ist, welches einen Arbeitsablauf für die Vorrichtung zur Impedanzmessung lebender Körper illustriert;

[0013] Fig. 5 ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zur Impedanzmessung lebender Körper gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist; und

[0014] Fig. 6 ein Flußdiagramm ist, welches einen Arbeitsablauf für eine Trenneinheit in der Vorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform illustriert.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen:

[0015] Zuallererst wird bezug auf eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung genommen, worin eine gewisse Hardwareannäherung verwendet wird, um eine tatsächlich gemessene Impedanz eines lebenden Körpers in eine Widerstandskomponente und eine Reaktanzkomponente zu trennen, um eine tatsächliche bzw. echte Impedanz des lebenden Körpers abzuleiten.

[0016] Bezugnehmend auf Fig. 1 ist eine Vorrichtung zur Impedanzmessung lebender Körper, die in Übereinstimmung mit der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung konstruiert ist, in der Form eines Blockdiagramms illustriert.

[0017] Die Vorrichtung zur Impedanzmessung lebender Körper gemäß der ersten Ausführungsform umfaßt eine Meßeinheit **1**, eine Speichervorrichtung **2**, einen Mikrocomputer **3** und eine Anzeigeeinheit **4**.

[0018] Die Meßeinheit **1** ist konfiguriert, um die einer Impedanz eines lebenden Körpers **5** oder einer äußeren Referenz- bzw. Bezugseinheit **6** oder einer inneren Bezugseinheit **7** zugeordnete Spannung zu messen. Die Meßeinheit **1** umfaßt einen Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **8**, einen Spannungs/Strom-Konverter bzw. -Wandler **9**, die interne Referenz- bzw. Bezugseinheit **7**, Elektroden A **10**, Elektroden B **11**, eine Schaltereinheit **12**, einen Verstärker **13**, ein Filter **14**, und einen A/D-Konverter (ein synchronisiertes Detektionssystem) **15**.

[0019] Der Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **8** wird betrieben, um eine konstante Spannung bei höherer Frequenz (beispielsweise bei 50 KHz) zu erzeugen, welche an den Spannungs/Strom-Wandler **9** ausgegeben wird, und um ein Sinuswellenerzeugungs-Zeitgebersignal zu erzeugen, welches an den A/D-Konverter (ein synchronisiertes Detektionssystem) **15** auszugeben. Der Spannungs/Strom-Konverter **9** konvertiert bzw. wandelt die Konstantspannung von dem Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **8** in einen konstanten Strom, welcher an die interne Referenzeinheit **7** ausgegeben wird.

[0020] Die interne Referenzeinheit **7** stellt eine Referenzimpedanz zur Verfügung, um jede Auswirkung bzw. jeglichen Effekt auf die Impedanz durch irgendeine Fluktuation bzw. Schwankung im Konstantstrom von dem Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **8** und dem Spannungs/Strom-Konverter **9** aufgrund eines Vorhandenseins irgendeiner Änderung der Umstände, wie beispielsweise Temperaturabweichung, usw. zu kompensieren. Die interne Referenzeinheit **7** beinhaltet einen Satz von Referenzwiderständen, wovon ein jeder einen vorbestimmten Widerstand zur Verwendung in dem Impedanzmeßverfahren (siehe japanisches Patent Nr. 2835656) aufweist, wie dies oben bezüglich dem Stand der Technik beschrieben wurde. In dieser Ausführungsform wird ein einzelner Widerstand, welcher einen vorbestimmten Widerstand aufweist, für die interne Referenzeinheit **7** verwendet.

[0021] Die Elektroden A **10** werden verwendet, um den konstanten Strom, der durch die interne Referenzeinheit **7** von dem Spannungs/Strom-Konverter **9** zugeführt wird, an den lebenden Körper **5** oder die externe Referenzeinheit **6** anzulegen. Die Elektroden B **11** werden verwendet, um die über den lebenden Körper **5** oder die externe Referenzeinheit **6** entwickelte Spannung zu detektieren bzw. abzutasten bzw. zu erfassen.

[0022] Die Schalter- bzw. Schalteinheit **12** ist verbunden, um zwischen der über die interne Referenzeinheit **7** entwickelten Spannung als ein Resultat des Konstantstroms, der dadurch zugeführt wird, und der zwischen zwei Elektroden B **11** als Resultat des konstanten Stroms, der durch den lebenden Körper **5** oder die externe Referenzeinheit **6** dazwischen zugeführt wurde, entwickelten Spannung zu schalten.

[0023] Der Verstärker **13** funktioniert, um die durch die Schalteinheit **12** zugeführte Spannung zu verstärken, welche der Impedanz der internen Referenzeinheit **7** oder der Impedanz des lebenden Körpers **5** oder der externen Referenzeinheit **6** zugeordnet wird. Das Filter **14** ist vorgesehen, um jede Rauschkomponente aus dem

Spannungssignal zu filtern, das durch den Verstärker **13** verstärkt wurde.

[0024] Der A/D-Konverter bzw. -Wandler (das synchronisierte Detektionssystem) **15** funktioniert, um das (analoge) Spannungssignal, von welchem jede Rauschkomponente durch das Filter **14** entfernt wurde, in ein digitales Signal zu konvertieren bzw. zu wandeln und es in eine Spannung, welche einer Widerstandskomponente zugeordnet wird, und eine Spannung aufzutrennen, die einer Reaktanz- bzw. Blindwiderstands-Komponente der internen Referenzeinheit **7** oder des lebenden Körpers **5** oder der externen Referenzeinheit **6** entsprechend dem Sinuswellenerzeugungs-Zeitgebersignal von dem Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **8** zugeordnet wird. Dann werden diese zu dem Mikrocomputer **3** ausgegeben. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, daß der A/D-Konverter (das synchronisierte Detektionssystem) **15** nicht nur ein Teil der Meßeinheit **1** bildet, sondern auch eine Separations- bzw. Trenneinheit **16**, um die Spannung, die der Impedanz zugeordnet wird, wie sie durch die Meßeinheit **1** gemessen wird, in die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet bzw. zugeschrieben ist, und die Spannung aufzutrennen, die der Reaktanzkomponente zugeordnet ist.

[0025] Die Speichervorrichtung **2**, welche eine Berechnungsformel-Speichereinheit **17** und eine Fluktuationskonstanten-Speichereinheit **18** umfaßt, stellt eine zeitweilige bzw. temporäre Speicherfunktion und andere gut bekannte Speicherfunktionen zur Verfügung, wenn verschiedene Berechnungen durchgeführt werden. Ein EEPROM wird für die Speichervorrichtung **2** verwendet.

[0026] Die Berechnungsformel-Speichereinheit **17** speichert eine Impedanzberechnungs-Formel darin im Voraus und die Impedanzberechnungs-Formel korreliert eine Variable einer wahren bzw. echten Impedanz, welche die Widerstandskomponente und Reaktanzkomponente der echten Impedanz des lebenden Körpers oder der externen Referenzeinheit mit einer Fluktuations-Variablen korreliert, die jede Fluktuation repräsentiert, welche aufgrund irgendeines Impedanzänderungs-Faktors in dieser Meßeinheit **1** hervorgerufen werden kann, und eine Variable einer gemessenen Spannung, die die Spannung, die einer Widerstandskomponente zugeordnet wird, und die Spannung repräsentiert, die einer Reaktanzkomponente einer tatsächlich gemessenen Impedanz zugeordnet wird.

[0027] Die unten geschriebene Impedanzberechnungs-Formel (1) ist von einem Schaltkreismodell in der Meßeinheit **1** abgeleitet, wie dies in **Fig. 2** gezeigt ist, welche jede Fluktuation bzw. Schwankung berücksichtigt, welche aufgrund irgendeines Impedanzänderungs-Faktors in der Meßeinheit **1** verursacht sein kann. In **Fig. 2**, ist "H(θ)" eine Phasenverschiebungs-Komponente in der Meßeinheit **1**, "ist Zi" die Impedanz des Spannungs/Strom-Konverters **9**, ist "Z_R" die Impedanz der internen Referenz- bzw. Bezugseinheit **7**, ist "Z_S" die Impedanz aufgrund irgendeiner Streukapazität und dgl., ist "Z_B" die Impedanz des lebenden Körpers **5** oder der externen Referenz- bzw. Bezugseinheit **6**, ist "V_0" die Spannung über die interne Referenzeinheit **7** und den lebenden Körper **5** (oder der externen Bezugseinheit **6**), ist "V_R" die Spannung über die Impedanzkomponente der internen Referenzeinheit **7**, und ist "V_B" die Spannung über die Impedanzkomponente des lebenden Körpers **5** oder der externen Referenzeinheit **6**.

[0028] Entsprechend diesem Schaltkreismodell wird die Impedanz Z_B des lebenden Körpers **5** oder der externen Referenzeinheit **6** geschrieben wie folgt:

$$Z_B = V_B(1 - Z_R/Z_S)Z_R/V_R = CV_B/V_R$$

wo "C" eine Fluktuationsvariable ist, die irgendeine Fluktuation abhängig von dem Skalierungs- bzw. Normierungsfaktor und der Phase repräsentiert. Dann wird eine Fluktuationsvariable "V_{OS}", welche irgendeine Fluktuation basierend auf der Offset- bzw. Kompensationsspannung repräsentiert, die hauptsächlich "Z_S" zugeordnet wird, in diese Formel einbezogen bzw. aufgenommen und jede der Variablen wird in eine Widerstandskomponente und eine Reaktanzkomponente aufgeteilt. Genauer wird "Z_B" aufgeteilt in "R_B": wahre bzw. tatsächliche Impedanzkomponenten-Variable bzw. eine Variable einer Komponente einer echten Impedanz, die eine Widerstandskomponente der wahren bzw. echten Impedanz für den lebenden Körper **5** oder die externe Referenzeinheit **6** repräsentiert, und "X_B": wahre Impedanzkomponenten-Variable, die eine Reaktanzkomponente dieser wahren Impedanz repräsentiert; "C" wird aufgeteilt in "C_R": eine Fluktuationsvariable, die irgendeine Fluktuation basierend auf dem Normierungsfaktor und der Phase der Widerstandskomponente repräsentiert, und "C_X": eine Fluktuationsvariable, die irgendeine Fluktuation basierend auf dem Normierungsfaktor und der Phase der Reaktanzkomponente repräsentiert; "V_B" wird aufgeteilt in "V_{BR}": eine gemessene Spannungsvariable bzw. Variable einer gemessenen Spannung, die die Spannung repräsentiert, welche der Widerstandskomponente für den lebenden Körper **5** oder die externe bzw. äußere Referenzeinheit **6** zugeordnet bzw. zugeschrieben ist, und "V_{BX}": eine gemessene Spannungsvariable, die die Spannung repräsentiert, welche einer Reak-

tanz- bzw. Blindwiderstands-Komponente zugeordnet wird; "V_R" wird aufgeteilt in "V_{RR}": eine gemessene Spannungsvariable, die die Spannung repräsentiert, welche einer Widerstandskomponente für die interne bzw. innere Referenzeinheit **7** zugeordnet wird, und "V_{RX}": eine gemessene Spannungsvariable, die die Spannung repräsentiert, welche einer Reaktanzkomponente zugeordnet wird; und "V_{OS}" wird aufgeteilt in "V_{OSR}": eine Fluktuationsvariable, die irgendeine Fluktuation basierend auf der Offsetspannung zur Widerstandskomponentenachse repräsentiert, und "V_{OSX}": eine Fluktuationsvariable, die jegliche Fluktuation basierend auf der Offsetspannung zur Reaktanzkomponentenachse repräsentiert. Als das Ergebnis wird die folgende Formel abgeleitet:

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}} \qquad (1)$$

[0029] In der obigen Formel stimmen die Fluktuationsvariablen "C_R" und "C_X", welche eine jede eine Fluktuation basierend auf dem Normierungsfaktor und der Phase repräsentieren, wie auch die Fluktuationsvariablen "V_{OSR}" und "V_{OSX}", welche eine jede eine Fluktuation basierend auf der Offsetspannung repräsentieren, mit den Fluktuationsvariablen überein, welche jeweils eine Fluktuation repräsentieren, welche aufgrund irgendeines Impedanzänderungs-Faktors in der Meßeinheit **1** verursacht sein können.

[0030] Fig. 3 ist ein Graph, welcher die Beziehung zwischen Widerstands- und Reaktanzkomponenten der Impedanz in einer Koordinate zeigt. Die vertikale Achse "X" der Koordinate repräsentiert die Reaktanz- bzw. Blindwiderstands-Komponente und die horizontale Achse "R" repräsentiert die Widerstandskomponente. Ein Punkt "Z" repräsentiert die Impedanz, ein Ursprung "O" in der Koordinate repräsentiert den "Zero"- bzw. "Null"-Punkt, und ein Ablenkwinkel bzw. Phasenverschiebungs-Winkel "θ" repräsentiert irgendeine Phasendifferenz. Die Fluktuationsvariablen "C_R" und "C_X", welche eine jede eine Fluktuation basierend auf dem Normierungsfaktor und der Phase repräsentieren, sind jene, die irgendeine Fluktuation in der Richtung einer Linie OZ und irgendeine Fluktuation im Ablenkungswinkel θ repräsentieren. Die Fluktuationsvariablen "V_{OSR}" und "V_{OSX}", welche eine jede eine Fluktuation basierend auf der Offset-Spannung repräsentieren, sind jene, die irgendeine Verschiebung des Ursprungs O in der Koordinate repräsentieren.

[0031] Die Fluktuationskonstanten-Speichereinheit **18** speichert die Fluktuationskonstante, welche durch eine Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit **19** berechnet wurde, die detaillierter bzw. in größerem Detail nachfolgend beschrieben ist.

[0032] Der Mikrocomputer **3** umfaßt die Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit **19** und eine Impedanz-Berechnungseinheit **20** eines lebenden Körpers, und der Mikrocomputer **3** stellt eine Regel- bzw. Steuerfunktion zum Regeln bzw. Steuern einer Erzeugung einer konstanten Spannung höherer Frequenz durch den Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **8** und andere wohlbekannte Regel- bzw. Steuerfunktionen zur Verfügung.

[0033] Die Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit **19** berechnet eine Fluktuationskonstante, welche die Konstante für die Fluktuationsvariable ist, durch Substituieren der Spannung, die einer Widerstandskomponente zugeordnet ist, und der Spannung, die einer Reaktanzkomponente zugeordnet ist, welche durch den A/D-Konverter (das synchronisierte Detektionssystem) **15** nach der Messung gesendet werden, welche die interne Referenzeinheit **7** und die externe Referenzeinheit **6** verwendet, wie auch die bekannte Widerstandskomponente und die bekannte Reaktanzkomponente der Impedanz der externen Referenzeinheit **6**, wie sie durch die Meßeinheit **1** für die Terme in dieser Impedanzberechnungs-Formel (1) gemessen wurden, die in dieser Speichereinheit vorab gespeichert wurden, und sendet dann die berechnete Fluktuationskonstante zu der Fluktuationskonstanten-Speichereinheit **18**.

[0034] Die Impedanz-Berechnungseinheit **20** eines lebenden Körpers berechnet die Widerstandskomponente und die Reaktanzkomponente der wahren Impedanz des lebenden Körpers **5** durch Substituieren der Fluktuationskonstante, die in der Fluktuationskonstanten-Speichereinheit **18** gespeichert wurde, wie auch der Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und der Spannung, die der Reaktanzkomponente der Impedanz des lebenden Körpers **5** zugeordnet ist, wie sie durch die Meßeinheit **1** für die Terme in dieser Impedanzberechnungs-Formel (1) gemessen wurde, die in der Berechnungsformel-Speichereinheit **17** gespeichert wurden.

[0035] Die Anzeigeeinheit **4** zeigt das Resultat der Berechnung an, welches durch die Impedanz-Berechnungseinheit **20** des lebenden Körpers zur Verfügung gestellt wird.

[0036] Nun wird ein Betrieb der Impedanz-Meßvorrichtung für einen lebenden Körper gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezugnahme auf ein Flußdiagramm in Fig. 4 beschrieben werden.

[0037] Bei Schritt S1 wird die externe Referenzeinheit **6**, welche die bekannte Impedanz (z.B. R = 100 Ω, X = 0 Ω), entsprechend der unteren Grenze bzw. Untergrenze des Impedanzmeßbereichs des lebenden Körpers aufweist, mit der Elektrode A **10** und der Elektrode B **11** verbunden, wie dies in Fig. 1 gezeigt wird.

[0038] Dann erzeugt und sendet unter der Regelung bzw. Steuerung des Mikrocomputers **3** der Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **8** eine konstante Spannung bei hoher Frequenz (bei beispielsweise 50 KHz) zu dem Spannungs/Strom-Konverter **9**. Dann konvertiert der Konverter **9** die hochfrequente Konstantspannung in einen konstanten bzw. Konstantstrom, welcher zu einer internen Referenzeinheit **7** ausgegeben wird. Der Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **8** erzeugt auch ein Sinuswellenerzeugungs-Zeitgabesignal, welches zu dem A/D-Konverter (dem synchronisierten Detektionssystem) **15** ausgegeben wird.

[0039] Die interne Referenzeinheit **7**, die die bekannte Impedanz (z.B. R = 800 Ω, X = 0 Ω) aufweist, wird im Schaltkreis durch die Schalter- bzw. Schalteinheit **12** zum Detektieren der über die interne Referenzeinheit **7** entwickelten Spannung verbunden. Dann verstärkt der Verstärker **13** die Spannung und das Filter **14** filtert jedes in der verstärkten Spannung beinhaltete Rauschen aus. Als nächstes konvertiert der A/D-Konverter (das synchronisierte Detektionssystem bzw. System einer synchronisierten Detektion) **15** die Spannung (in der analogen Form) in eine digitale Spannung und trennt sie in die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet bzw. zugeschrieben ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente der internen Referenzeinheit **7** zugeordnet ist, entsprechend dem Sinuswellenerzeugungs-Zeitgabesignal von dem Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **8** auf. Die aufgetrennten Spannungen werden zu dem Mikrocomputer **3** gesendet, welcher sie dann zu der Speichervorrichtung **2** überträgt, worin die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente der internen Referenzeinheit **7** zugeordnet ist, zeitweilig bzw. vorübergehend gespeichert werden (bei Schritt S2).

[0040] Danach wird die Schalteinheit **12** betätigt, um die externe Bezugs- bzw. Referenzeinheit **6** anstelle der internen Referenzeinheit **7** zu verbinden bzw. anzuschließen, um die Spannung zu detektieren, die über die externe Referenzeinheit **6** entwickelt wurde. Dann verstärkt der Verstärker **13** die Spannung und das Filter **14** filtert jegliches in der verstärkten Spannung beinhaltete Rauschen aus. Als nächstes konvertiert der A/D-Konverter (das synchronisierte Detektionssystem) **15** die Spannung (in der Form einer analogen) in eine digitale Spannung und trennt sie in die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeschrieben wird, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente der externen Referenzeinheit **6** zugeschrieben wird, entsprechend dem Sinuswellenerzeugungs-Zeitgebersignal von dem Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **8** auf. Die aufgetrennten Spannungen werden zu dem Mikrocomputer **3** gesandt, welcher sie dann zu der Speichervorrichtung **2** überträgt, worin die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente der externen Referenzeinheit **6** zugeordnet ist, zeitweilig gespeichert werden (bei Schritt S3).

[0041] Wie oben beschrieben wurde, wird die externe Referenzeinheit **6**, die die bekannte Impedanz (z.B. R = 100 Ω, X = 0 Ω) entsprechend der unteren Grenze des Impedanzmeßbereichs des lebenden Körpers aufweist, mit der Elektrode A **10** und der Elektrode B **11** verbunden. Nun wird die externe Referenzeinheit **6** durch eine andere ersetzt, welche die bekannte Impedanz (z.B. R = 800 Ω, X = 0 Ω) entsprechend der oberen Grenze des Impedanzmeßbereichs des lebenden Körpers aufweist (bei Schritt S4).

[0042] Danach wird der zu Schritt S2 äquivalente Vorgang wie oben durchgeführt, sodaß die der Widerstandskomponente zugeordnete Spannung und die Spannung, die der Reaktanzkomponente der internen Referenzeinheit **7** zugeordnet ist, zeitweilig in der Speichervorrichtung **2** (bei Schritt S5) gespeichert werden.

[0043] Dann wird der zu Schritt S3 äquivalente Vorgang wie oben durchgeführt, sodaß die der Widerstandskomponente zugeordnete Spannung und die Spannung, die der Reaktanzkomponente der externen Referenzeinheit **6** zugeordnet ist, welche die bekannte Impedanz (z.B. R = 800 Ω, X = 0 Ω) entsprechend der oberen Grenze des Impedanzmeßbereichs des lebenden Körpers aufweist, zeitweilig in der Speichervorrichtung **2** (bei Schritt S6) gespeichert.

[0044] Als nächstes werden in der Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit **19** die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist bzw. wird, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente zugeordnet ist, wie sie zeitweilig bzw. temporär in der Speichervorrichtung **2** bei Schritt S3 gespeichert ist, wie auch die Widerstandskomponente und die Reaktanzkomponente der Impedanz der externen Referenzeinheit **6**, die mit den Elektroden A **10** und B **11** bei Schritt S1 verbunden sind, für die Terme in der Formel (1) wie oben substituiert, um eine "erste Gleichung" zu erzeugen. Genauer wird die Spannung, die der Widerstandskomponente (R = 800 Ω) der internen Referenzeinheit **7** (R = 800 Ω, X = 0 Ω) zu dem Zeitpunkt zugeordnet ist, wenn die externe Referenzeinheit **6** (R = 100 Ω, X = 0 Ω) verbunden ist, für den Term der gemessenen Spannungsvariable "V_{RR}" in der Formel (1) substituiert. Die Spannung, die der Reaktanzkomponente (X = 0 Ω) der internen Referenzeinheit **7** (R = 800 Ω, X = 0 Ω) zu dem Zeitpunkt zugeordnet ist, zu dem die externe Referenzeinheit **6** (R = 100 Ω, X = 0 Ω) verbunden bzw. angeschlossen ist, für die gemessene Spannungsvariable "V_{RX}" in der Formel (1) subsituiert. Die Spannung, die der Widerstandskomponente (R = 100 Ω) der externen Referenzeinheit **6** (R = 100 Ω, X = 0 Ω) zu dem Zeitpunkt zugeordnet wird, zu dem sie verbunden wird, wird für die gemessene Spannungsvariable "V_{BR}" in der Formel (1) substituiert. Die Spannung, die der Reaktanzkomponente (X = 0 Ω) der externen Referenzeinheit **6** (R = 100 Ω, X = 0 Ω) zu dem Zeitpunkt zugeordnet wird, zu dem sie verbunden ist, wird für die gemessene Spannungsvariable "V_{BX}" in der Formel (1) substituiert. Die Widerstandskomponente (R = 100 Ω) der externen Referenzeinheit **6** (R = 100 Ω, X = 0 Ω) zu dem Zeitpunkt, zu dem sie verbunden ist, wird für die Variable "R_B" der Komponente der wahren Impedanz in der Formel (1) substituiert. Und die Reaktanzkomponente (X = 0 Ω) der externen Referenzeinheit **6** (R = 100 Ω, X = 0 Ω) zu dem Zeitpunkt, zu dem sie verbunden wird, wird für die Variable "X_B" der Komponente der wahren Impedanz in der Formel (1) substituiert. Auf diese Weise hat sich die "Erste Gleichung" ergeben.

[0045] Als nächstes werden die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist und die Spannung, die der Reaktanzkomponente zugeordnet ist, wie sie zeitweilig in der Speichervorrichtung **2** bei Schritt S6 gespeichert sind, wie auch die Widerstandskomponente und die Reaktanzkomponente der Impedanz der externen Referenzeinheit **6**, die mit den Elektroden A **10** und B **11** bei Schritt S4 verbunden werden, für die Terme in der Formel (1) wie oben substituiert, um eine "Zweite Gleichung" zu erzeugen. Genauer wird die Spannung, die der Widerstandskomponente (R = 800 Ω) der internen Referenzeinheit **7** (R = 800 Ω, X = 0 Ω) zu dem Zeitpunkt zugeordnet ist, wenn die externe Referenzeinheit **6** (R = 800 Ω, X = 0 Ω) verbunden ist bzw. wird, für den Term der gemessenen Spannungsvariable "V_{RR}" in der Formel (1) substituiert. Die Spannung, die der Reaktanzkomponente (X = 0 Ω) der internen Referenzeinheit **7** (R = 800 Ω, X = 0 Ω) zu dem Zeitpunkt zugeordnet ist, zu dem die externe Referenzeinheit **6** (R = 800 Ω, X = 0 Ω) verbunden ist, wird für die gemessene Spannungsvariable "V_{RX}" in der Formel (1) substituiert. Die Spannung, die der Widerstandskomponente (R = 800 Ω) der externen Referenzeinheit **6** (R = 800 Ω, X = 0 Ω) zu dem Zeitpunkt zugeordnet ist, zu dem sie verbunden ist, wird für die gemessene Spannungsvariable "V_{BR}" in der Formel (1) substituiert. Die Spannung, die der Reaktanzkomponente (X = 0 Ω) der externen Referenzeinheit **6** (R = 800 Ω, X = 0 Ω) zu dem Zeitpunkt zugeordnet ist, zu dem sie verbunden ist, wird für die gemessene Spannungsvariable "V_{BX}" in der Formel (1) substituiert. Die Widerstandskomponente (R = 800 Ω) der externen Referenzeinheit **6** (R = 800 Ω, X = 0 Ω) zu dem Zeitpunkt, zu dem sie verbunden ist, wird für die Variable "R_B" der Komponente der echten Impedanz in der Formel (1) substituiert. Und die Reaktanzkomponente (X = 0 Ω) der externen Referenzeinheit **6** (R = 800 Ω, X = 0 Ω) zu dem Zeitpunkt, zu dem sie verbunden ist, wird für die Variable "X_B" der Komponente der echten Impedanz in der Formel (1) substituiert. Auf diese Weise resultierte die "Zweite Gleichung".

[0046] Die erste und zweite Gleichung werden als die simultanen bzw. gleichzeitigen Gleichungen gelöst, um die Konstanten (die Fluktuationskonstanten) für die Fluktuationsvariablen "C_R" und "C_X", wie auch jene für die Variablen "V_{OSR}" und "V_{OSX}" der gemessenen Spannung (bei Schritt S7) abzuleiten.

[0047] Die Fluktuationskonstanten-Speichereinheit **18** speichert dauerhaft bzw. permanent die Fluktuationskonstanten, die auf eine solche Weise abgeleitet wurden (bei Schritt S8). An diesem Punkt können die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente zugeordnet ist, wie sie zeitweilig in der Speichervorrichtung **2** gespeichert sind, gelöscht werden.

[0048] Dann wird ein Teil des lebenden Körpers **5** mit den Elektroden A **10** und B **11** verbunden (bei Schritt **9**), wie dies in Fig. 1 gezeigt wird.

[0049] Als nächstes wird der Vorgang, der zu Schritt S2 wie oben äquivalent ist, durchgeführt, sodaß die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente der internen Referenzeinheit **7** zugeordnet ist, zeitweilig in der Speichervorrichtung **2** (bei Schritt S10) gespeichert werden.

[0050] Danach wird die Schaltereinheit **12** betätigt, um den lebenden Körper **5** anstelle der internen Referenzeinheit **7** zu verbinden, um die Spannung zu detektieren, die über den lebenden Körper **5** entwickelt wird. Dann verstärkt der Verstärker **13** die Spannung und das Filter **14** filtert jedes Rauschen aus, welches in der verstärkten Spannung enthalten ist. Als nächstes konvertiert der A/D-Konverter bzw. -Wandler (das synchronisierte Detektionssystem) **15** die Spannung (in der Form einer analogen) in eine digitale Spannung und trennt sie in die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente des lebenden Körpers **5**, entsprechend dem Sinuswellenerzeugungs-Zeitgabesignal von dem Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **8** auf. Die getrennten Spannungen werden dann zu der Impedanz-Berechnungseinheit **20** des lebenden Körpers in dem Mikrocomputer **3** (bei Schritt S11) gesandt.

[0051] Danach werden in der Impedanz-Berechnungseinheit **20** für den lebenden Körper die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet wird, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente des lebenden Körpers **5** zugeordnet wird, die in einer solchen Weise erzeugt wurden, wie auch die Fluktuationskonstanten, die in der Fluktuationskonstanten-Speichereinheit **18** gespeichert sind, für die Terme in der Formel (1) substituiert, die in der Berechnungsformel-Speichereinheit **17** gespeichert ist, um die Widerstandskomponente "R_B" und die Reaktanzkomponente "X_B" der wahren bzw. echten Impedanz des lebenden Körpers **5** abzuleiten. Insbesondere wird die Spannung, die der Widerstandskomponente des lebenden Körpers **5** zugeordnet ist, wie sie durch den A/D-Konverter (das synchronisierte Detektionssystem) **15** getrennt ist, für die gemessene Spannungsvariable "V_{BR}" in der Formel (1) substituiert. Die Spannung, die der Reaktanzkomponente des lebenden Körpers **5** zugeordnet ist, wird für die Variable "V_{BX}" der gemessenen Spannung in der Formel (1) substituiert. Die Spannung, die der Widerstandskomponente der internen Referenzeinheit **7** zugeordnet wird, wie sie zeitweilig in der Speichervorrichtung **2** bei Schritt S11 gespeichert wird, wird für die Variable "V_{RR}" der gemessenen Spannung in der Formel (1) substituiert. Die Spannung, die der Reaktanzkomponente der internen Referenzeinheit **7** zugeschrieben wird, wird für die gemessene Spannungsvariable "V_{RX}" in der Formel (1) ersetzt. Jede der in der Fluktuationskonstanten-Speichereinheit **18** bei Schritt S8 gespeicherten Fluktuations-Konstanten wird für die Fluktuationsvariablen "C_R" und "C_X" in der Formel (1) substituiert. Darüber hinaus wird jede der Fluktuationskonstanten zum Kompensieren der Offsetspannung für die Fluktuationsvariablen "V_{OSR}" und "V_{OSX}" in der Formel (1) substituiert. Als das Ergebnis werden die Widerstandskomponente "R_B" und die Reaktanzkomponente "X_B" der echten Impedanz des lebenden Körpers **5** abgeleitet (bei Schritt S12).

[0052] Schließlich zeigt die Anzeigeeinheit **4** die Widerstandskomponente "R_B" und die Reaktanzkomponente "X_B" der wahren bzw. echten Impedanz des lebenden Körpers **5**, wie sie durch die Impedanz-Berechnungseinheit **20** für den lebenden Körper (bei Schritt S13) abgeleitet ist. Dann ist eine Sequenz von Verfahrensschritten abgeschlossen.

[0053] Nun wird bezug auf eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung genommen, worin eine gewisse Softwareannäherung verwendet wird, und eine tatsächlich gemessene Impedanz eines lebenden Körpers in eine Widerstandskomponente und Reaktanzkomponente zum Ableiten der echten Impedanz des lebenden Körpers aufzutrennen.

[0054] Bezugnehmend auf **Fig. 5** ist eine Impedanz-Meßvorrichtung eines lebenden Körpers, die in Übereinstimmung mit der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung konstruiert ist, in der Form eines Blockdiagramms illustriert.

[0055] Die Impedanz-Meßvorrichtung eines lebenden Körpers gemäß der zweiten Ausführungsform umfaßt eine Meßeinheit **21**, eine Speichervorrichtung **2**, einen Mikrocomputer **23** und eine Anzeigeeinheit **4**.

[0056] Die Meßeinheit **21** ist konfiguriert, um die Spannung zu messen, die der Impedanz eines lebenden Körpers **5** oder einer externen Referenzeinheit **6** oder einer internen Referenzeinheit **7** zugeordnet ist. Die Meßeinheit **21** umfaßt einen Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24**, einen Spannungs/Strom-Konverter bzw. -Wandler **9**, die interne bzw. innere Referenz- bzw. Bezugseinheit **7**, Elektroden A **10**, Elektroden B **11**, eine Schalter- bzw. Schalteinheit **12**, einen Verstärker **13**, ein Filter **14** und einen A/D-Konverter bzw. -Wandler **25**. Eine detaillierte Beschreibung des Spannungs/Strom-Konverters **9**, der internen Referenzeinheit **7**, der Elektroden A **10**, der Elektroden B **11**, der Schalteinheit **12**, des Verstärkers **13** und des Filters **14** wird hier ausgelassen, da diese die gleichen sind wie jene der oben beschriebenen ersten Ausführungsform. Nur der Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** und der A/D-Konverter **25** werden hier beschrieben werden.

[0057] Der Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** erzeugt eine konstante Spannung bei hoher Frequenz (beispielsweise bei 50 KHz), welche zu dem Spannungs/Strom-Konverter **9** ausgegeben wird. (Je-

doch erzeugt er kein Sinuswellenerzeugungs-Zeitgabesignal, welches wie in der ersten Ausführungsform zu dem A/D-Konverter ausgegeben wird).

[0058] Der A/D-Konverter **25** konvertiert das (analoge) Spannungssignal, von welchem jede Rauschkomponente durch das Filter **14** entfernt wurde, in ein digitales Signal, welches zu dem Mikrocomputer **23** ausgegeben wird. (Er stellt jedoch keine Aufspaltungsfunktion eines Aufspaltens bzw. Separierens der Spannung, die der Impedanz zugeordnet ist, in eine Spannung, die einer Widerstandskomponente einer Widerstandskomponente und einer Spannung, die einer Reaktanzkomponente zugeordnet ist, zur Verfügung, wie in der ersten Ausführungsform).

[0059] Eine detaillierte Beschreibung der Speichervorrichtung **2** (welche eine Berechnungsformel-Speichereinheit **17** und eine Fluktuationskonstanten-Speichereinheit **18** umfaßt), wird hier ausgelassen, da sie die gleiche ist wie jene der ersten Ausführungsform.

[0060] Der Mikrocomputer **23** umfaßt eine Separations- bzw. Auftrenneinheit **26**, eine Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit **19** und eine Impedanz-Berechnungseinheit **20** eines lebenden Körpers, und der Mikrocomputer **23** stellt eine Regel- bzw. Steuerfunktion eines Regelns bzw. Steuerns einer Erzeugung einer hochfrequenten Konstantspannung durch den Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** und andere wohlbekannte Regel- bzw. Steuerfunktionen zur Verfügung.

[0061] Die Separationseinheit **26** ist konfiguriert, um die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet wird, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente der tatsächlich gemessenen Impedanz der internen Referenzeinheit **7** oder des lebenden Körpers **5** oder der externen Referenzeinheit **6** zugeordnet ist, basierend auf der Spannung, die der Impedanz zugeordnet ist, die durch den A/D-Konverter **25** zur Verfügung gestellt wird, und einer Amplitude eines Zeitmultiplexens bzw. einer Zeitunterteilung einer Periode zu berechnen, die dieselbe ist wie oder um 90° voreilend zu jener der sinusförmigen Welle, die durch den Konstantspannungs-Generator **24** erzeugt wird.

[0062] Die Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit **19** berechnet eine Fluktuationskonstante, welche die Konstante für die Fluktuationsvariable ist, durch ein Substituieren der Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und der Spannung, die der Reaktanzkomponente zugeordnet ist, welche voneinander durch den arithmetischen Vorgang der Separationseinheit **26** separiert bzw. aufgetrennt wird, nach einer Messung, die die interne Referenzeinheit **7** und die externe Referenzeinheit **6** verwendet, wie auch der bekannten Widerstandskomponente und der bekannten Reaktanzkomponente der Impedanz der externen Referenzeinheit **6**, wie sie durch die Meßeinheit **21** gemessen ist, für die Terme in dieser Impedanz-Berechnungsformel (1), die in dieser Berechnungsformel-Speichereinheit **17** vorab gespeichert wurde.

[0063] Die Impedanz-Berechnungseinheit **20** des lebenden Körpers berechnet die Widerstandskomponente und die Reaktanzkomponente der echten Impedanz des lebenden Körpers **5** durch Substituieren der Fluktuationskonstante, die in der Fluktuationskonstanten-Speichereinheit **18** gespeichert wurde, als auch der Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und der Spannung, die der Reaktionskomponente der Impedanz des lebenden Körpers **5** zugeordnet ist, welche voneinander durch die Trenn- bzw. Separationseinheit **26** nach einer Messung durch die Meßeinheit **21** separiert wurden, für die Terme in dieser Impedanz-Berechnungsformel (1), die in der Berechnungsformel-Speichereinheit **17** vorab gespeichert wurde.

[0064] Die Anzeigeeinheit **4** zeigt das Resultat bzw. Ergebnis einer Berechnung an, das durch die Impedanz-Berechnungseinheit **20** des lebenden Körpers zur Verfügung gestellt wurde.

[0065] Nun wird ein Vorgang bzw. Betrieb der Impedanz-Meßvorrichtung eines lebenden Körpers gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf ein Flußdiagramm in Fig. 4 beschrieben werden.

[0066] Bei Schritt S1 ist die externe Referenzeinheit **6**, die die bekannte Impedanz (z.B. R = 100 Ω, X = 0 Ω) entsprechend der unteren Grenze des Impedanzmeßbereichs des lebenden Körpers aufweist, mit der Elektrode A **10** und der Elektrode B **11** verbunden, wie dies in Fig. 5 gezeigt wird.

[0067] Dann erzeugt unter der Regelung bzw. Steuerung des Mikrocomputers **23** der Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** eine Konstantspannung auf hoher Frequenz (bei 50 KHz beispielsweise) und sendet sie zu dem Spannungs/Strom-Konverter **9**. Dann konvertiert der Konverter **9** die hochfrequente Konstantspannung in einen konstanten Strom, welcher zu der internen Referenzeinheit **7** ausgegeben wird.

Dann wird die interne Referenzeinheit **7**, die die bekannte Impedanz (z.B. R = 800 Ω, X = 0 Ω) aufweist, schaltungsintern durch die Schalteinheit **12** verbunden bzw. angeschlossen, um die Spannung zu detektieren, die über die interne Referenzeinheit **7** entwickelt bzw. aufgebaut wurde. Dann verstärkt der Verstärker **13** die Spannung und das Filter **14** filtert jedes Rauschen aus, das in der verstärkten Spannung enthalten ist. Als nächstes konvertiert der A/D-Konverter **25** die Spannung (in analoger Form) in eine digitale Spannung, welche zu der Separationseinheit **26** in dem Mikrocomputer **23** ausgegeben wird.

[0068] Als nächstes berechnet bei Schritt S2 die Separationseinheit **26** in dem Mikrocomputer **23** die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente der tatsächlich gemessenen Impedanz der internen Referenzeinheit **7** zugeordnet ist, entsprechend einem Flußdiagramm in Fig. 6.

[0069] Nun wird der bei Schritt S2 durchgeführte und in Fig. 6 illustrierte Vorgang detaillierter beschrieben werden. Jeder von Integrationspuffern für eine "R"-Komponenten-Spannung und "X"-Komponenten-Spannung in der Separationseinheit **26** wird gelöscht (bei Schritt S21). Ein Integrationszähler in der Separationseinheit **26** wird auf "n = 0" (bei Schritt S22) gesetzt. Eine Unterbrechung ereignet sich (bei Schritt S23), und danach wird ein Betrieb des A/D-Konverters **25** (bei Schritt S24) durchgeführt. Der A/D-Konverter **25** erzeugt ein digitales Signal einer Spannung, die der Impedanz (V(t)) zugeordnet ist, welche in die Separationseinheit (bei Schritt S25) zugeführt wird. Dann wird eine Amplitude ($\sin\theta_1$) einer Zeitunterteilung bzw. Zeitmultiplexung einer Periode, welche dieselbe ist wie jene der sinusförmigen Welle, die durch den Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** erzeugt wird, von einer ROM-Tabelle in dem Mikrocomputer **23** (bei Schritt S26) abgefragt. Als nächstes wird die Spannung (V(t)), die der gemessenen Impedanz der internen Referenzeinheit **7** zugeordnet ist, welche von dem A/D-Konverter **25** zugeführt wird, mit der Amplitude ($\sin\theta_1$) der Zeitunterteilung einer Periode multipliziert, die dieselbe ist wie jene der Sinuswelle, die durch den Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** erzeugt wird, welche von einer ROM-Tabelle in dem Mikrocomputer **23** (bei Schritt S27) abgefragt wird. Das resultierende Produkt wird zu dem "R"-Komponenten-Spannungsintegrationspuffer (bei Schritt S28) hinzugefügt bzw. hinzuaddiert. Dann wird eine Amplitude ($\cos\theta_1$) einer Zeitaufteilung bzw. Zeitunterteilung einer Periode, die um 90° jener der sinusförmigen Welle voreilt, die durch den Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** erzeugt wird, von der ROM-Tabelle in dem Mikrocomputer **23** (bei Schritt S29) abgefragt bzw. entnommen. Danach wird die Spannung (V(t)), die der gemessenen Impedanz der internen Referenzeinheit **7** zugeordnet ist, welche von dem A/D-Konverter **25** zugeführt wird, mit der Amplitude ($\cos\theta_1$) der Zeitunterteilung einer Periode multipliziert, welche um 90° jener der sinusförmigen Welle voreilt, die durch den Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** erzeugt wird, welche von der ROM-Tabelle in dem Mikrocomputer **23** (bei Schritt S30) abgefragt wird. Das resultierende Produkt wird zu dem "X"-Komponenten-Spannungs-Integrations-Puffer (bei Schritt S31) hinzu addiert. Dann wird, vorausgesetzt bzw. unter der Annahme, daß der Integrationszähler "n < 32" ist (oder eine Antwort auf Schritt S32 "JA" ist), der Zähler um eins (n = n + 1) (bei Schritt S33) erhöht. Die Routine kehrt zu Schritt S23 zurück, um den Vorgang zu wiederholen. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, daß "i" in der Amplitude "$\sin\theta_i$" und "$\cos\theta_i$" um eins bei den Schritten S26 und S29 erhöht wird. Andererseits werden, wenn der Integrationszähler nicht weniger als "32" ist (oder eine Antwort von Schritt S32 "NEIN" ist), die Variablen "V_{RR}" und "V_{RX}" der gemessenen Spannung, die in den "R" und "X"-Kompositions-Spannungs-Integrationspuffern integriert sind, vorübergehend in der Speichervorrichtung **2** (bei Schritt S34) gespeichert.

[0070] Als nächstes wird die Schalteinheit **12** betätigt, um die externe Referenzeinheit **6** (R = 100 Ω, X = 0 Ω), anstelle der internen Referenzeinheit **7** zu verbinden bzw. anzuschließen, um die Spannung zu detektieren, welche über die externe Referenzeinheit **6** entwickelt bzw. aufgebaut wurde. Dann verstärkt der Verstärker **13** die Spannung und das Filter **14** filtert jedes Rauschen aus, das in der verstärkten Spannung enthalten ist. Als nächstes konvertiert der A/D-Konverter **25** die Spannung (in analoger Form) in eine digitale Spannung, welche der Separationseinheit **26** in dem Mikrocomputer **23** (bei Schritt S3) zugeführt wird.

[0071] Als nächstes berechnet bei Schritt S3 die Separationseinheit **26** in dem Mikrocomputer **23** die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente der tatsächlich gemessenen Impedanz der externen Referenzeinheit **6** zugeordnet ist, entsprechend dem Flußdiagramm in Fig. 6.

[0072] Nun wird der bei Schritt S3 durchgeführte und in Fig. 6 illustrierte Vorgang detaillierter beschrieben werden. Jeder der Integrationspuffer für eine "R"-Komponenten-Spannung und "X"-Komponenten-Spannung in der Separationseinheit **26** wird gelöscht (bei Schritt S21). Der Integrationszähler in der Separationseinheit **26** wird auf "n = 0" (bei Schritt S22) gestellt. Eine Unterbrechung tritt auf (bei Schritt S23), und danach wird eine Betätigung bzw. ein Betrieb des A/D-Konverters **25** durchgeführt (bei Schritt S24). Der A/D-Konverter **25**

erzeugt ein digitales Signal einer Spannung, die der Impedanz bzw. dem Scheinwiderstand (V(t)) zugeordnet ist, welche in die Separationseinheit (bei Schritt S25) zugeführt wird. Dann wird eine Amplitude ($\sin\theta_1$) einer Zeitunterteilung einer Periode, die dieselbe ist wie jene der sinusförmigen Welle, die durch den Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** erzeugt wurde, von der ROM-Tabelle in dem Mikrocomputer **23** (bei Schritt S26) abgefragt. Als nächstes wird die Spannung (V(t)), die der gemessenen Impedanz der externen Referenzeinheit **6** zugeordnet ist, welche von dem A/D-Konverter **25** zugeführt wird, mit der Amplitude ($\sin\theta_1$) einer Zeitunterteilung einer Periode multipliziert, welche dieselbe ist wie jene der sinusförmigen Welle, die durch den Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** erzeugt wird, welche von einer ROM-Tabelle in dem Mikrocomputer **23** (bei Schritt S27) abgefragt wird. Das resultierende Produkt wird zu dem "R"-Komponenten-Spannungs-Integrationspuffer (bei Schritt S28) hinzugefügt bzw. addiert. Dann wird eine Amplitude ($\cos\theta_1$) einer Zeitunterteilung einer Periode, die um 90° jener der sinusförmigen Welle voreilt, die durch den Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** erzeugt wurde, von der ROM-Tabelle in dem Mikrocomputer **23** (bei Schritt S29) abgefragt. Danach wird die Spannung (V(t)), die der gemessenen Impedanz der externen Referenzeinheit **6** zugeordnet ist, welche von dem A/D-Konverter **25** zugeführt wird, mit der Amplitude ($\cos\theta_1$) einer Zeitunterteilung einer Periode multipliziert, die um 90° jener der sinusförmigen Welle voreilt, die durch den Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** erzeugt wird, welche von der ROM-Tabelle in dem Mikrocomputer **23** (bei Schritt S30) abgefragt wird. Das resultierende Produkt wird zu den "X"-Komponenten-Spannungs-Integrationspuffer (bei Schritt S31) hinzugefügt. Dann wird, vorausgesetzt, daß der Integrationszähler "n < 32" ist (oder eine Antwort des Schritts S32 "JA" ist), der Zähler um eins (n = n + 1) (bei Schritt S33) erhöht. Die Routine kehrt zu Schritt S23 zurück, um den Vorgang zu wiederholen. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, daß "i" in der Amplitude "$\sin\theta_i$" und "$\cos\theta_i$" um eins bei den Schritten S26 und S29 erhöht wird. Andererseits werden, wenn der Integrationszähler nicht weniger als "32" ist (oder eine Antwort von Schritt S32 "NEIN" ist), die Variablen "V_{BR}" und "V_{BX}" der gemessenen Spannung, die in den "R" und "X"-Kompositions-Spannungs-Integrationspuffern integriert sind, zeitweilig in der Speichervorrichtung **2** (bei Schritt S34) gespeichert.

[0073] Wie oben beschrieben, wird die externe Referenzeinheit **6**, die die bekannte Impedanz (z.B. R = 100 Ω, X = 0 Ω) entsprechend der unteren Grenze des Impedanzmeßbereichs des lebenden Körpers aufweist, mit der Elektrode A **10** und der Elektrode B **11** verbunden. Nun wird die externe Referenzeinheit **6** durch eine andere ersetzt, welche die bekannte Impedanz (z.B. R = 800 Ω, X = 0 Ω) entsprechend der oberen Grenze des Impedanzmeßbereichs des lebenden Körpers aufweist (bei Schritt S4).

[0074] Danach wird der zu Schritt S2 äquivalente Vorgang bzw. Prozeß wie oben durchgeführt, sodaß die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente der internen Referenzeinheit **7** zugeordnet ist, zeitweilig in der Speichervorrichtung **2** (bei Schritt S5) gespeichert werden.

[0075] Dann wird der zu Schritt S3 äquivalente Vorgang wie oben durchgeführt, sodaß die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente der externen Referenzeinheit **6** zugeordnet ist, welche die bekannte Impedanz (z.B. R = 800 Ω, X = 0 Ω) entsprechend der oberen Grenze des Impedanzmeßbereichs des lebenden Körpers aufweist, zeitweilig in der Speichervorrichtung **2** (bei Schritt S6) gespeichert werden.

[0076] Dann wird eine detaillierte Beschreibung der Schritte S7 bis S9 ausgelassen, da diese im wesentlichen dieselben sind wie jene der oben beschriebenen ersten Ausführungsform.

[0077] Als nächstes wird der zu Schritt S2 äquivalente Vorgang wie oben durchgeführt, sodaß die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente der internen Referenzeinheit **7** zugeordnet ist, zeitweilig bzw. vorübergehend in der Speichervorrichtung **2** (bei Schritt S10) gespeichert werden.

[0078] Danach wird die Schalteinheit **12** betätigt, um den lebenden Körper **5** anstelle der internen Referenzeinheit **7** zu verbinden, um die Spannung zu detektieren, die über den lebenden Körper **5** entwickelt bzw. aufgebaut wurde. Dann verstärkt der Verstärker **13** die Spannung und das Filter **14** filtert jedes Rauschen aus, das in der verstärkten Spannung enthalten ist. Als nächstes konvertiert der A/D-Konverter **25** die Spannung (in analoger Form) in eine digitale Spannung, welche dann der Separationseinheit **26** in dem Mikrocomputer **23** zugeführt wird.

[0079] Als nächstes berechnet die Separationseinheit **26** in dem Mikrocomputer **23** die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente einer tatsächlich ge-

messenen Impedanz des lebenden Körpers **5** zugeordnet ist, entsprechend einem Flußdiagramm in Fig. 6 (bei Schritt S11).

[0080] Nun wird der bei Schritt S11 durchgeführte und in Fig. 6 illustrierte Vorgang detaillierter beschrieben werden. Jeder der Integrationspuffer für eine "R" Komponenten-Spannung und "X" Komponenten-Spannung in der Separationseinheit **26** wird gelöscht (bei Schritt S21). Der Integrationszähler in der Separationseinheit **26** wird auf "n = 0" (bei Schritt S22) gestellt. Eine Unterbrechung tritt auf (bei Schritt S23), und danach wird ein Betrieb des A/D-Konverters **25** durchgeführt (bei Schritt S24). Der A/D-Konverter **25** erzeugt ein digitales Signal einer Spannung, die der Impedanz (V(t)) zugeordnet ist, welche der Separationseinheit (bei Schritt S25) zugeführt wird. Dann wird eine Amplitude ($\sin\theta_1$) einer Zeitunterteilung einer Periode, welche dieselbe ist wie jene der sinusförmigen Welle, die durch den Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** erzeugt wird, von der ROM-Tabelle in dem Mikrocomputer **23** (bei Schritt S26) abgefragt. Als nächstes wird die Spannung (V(t)), die der gemessenen Impedanz des lebenden Körpers **5** zugeordnet ist, welche von dem A/D-Konverter **25** zugeführt wird, mit der Amplitude ($\sin\theta_1$) einer Zeitunterteilung einer Periode multipliziert, welche dieselbe ist wie jene der sinusförmigen Welle, die durch den Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** erzeugt wird, welche von der ROM-Tabelle in dem Mikrocomputer **23** (bei Schritt S27) abgefragt bzw. erhalten wird. Das resultierende Produkt wird zu dem "R"-Komponenten-Spannungs-Integrationspuffer (bei Schritt S28) hinzugefügt bzw. addiert. Dann wird eine Amplitude ($\cos\theta_1$) einer Zeitunterteilung einer Periode, die um 90° jener der sinusförmigen Welle voreilt, die durch den Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** erzeugt wird, von der ROM-Tabelle in dem Mikrocomputer **23** (bei Schritt S29) abgefragt. Danach wird die Spannung (V(t)), die der gemessenen Impedanz des lebenden Körpers **5** zugeordnet ist, welche von dem A/D-Konverter **25** zugeführt wird, mit der Amplitude ($\cos\theta_1$) einer Zeitunterteilung einer Periode multipliziert, die um 90° jener der sinusförmigen Welle voreilt, die durch den Konstantspannungs-(AC-Sinuswellen)-Generator **24** erzeugt wurde, welche von der ROM-Tabelle in dem Mikrocomputer **23** (bei Schritt S30) abgefragt wurde. Das resultierende Produkt wird zu dem "X"-Komponenten-Spannungs-Integrationspuffer (bei Schritt S31) addiert. Dann wird, unter der Annahme, daß der Integrationszähler "n < 32" ist (oder eine Antwort des Schritts S32 "JA" ist), der Zähler um eins (n = n + 1) (bei Schritt S33) erhöht. Die Routine kehrt zu Schritt S23 zurück, um den Vorgang bzw. Prozeß zu wiederholen. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, daß "i" in der Amplitude "$\sin\theta_i$" und "$\cos\theta_i$" um eins bei den Schritten S26 und S29 inkrementiert bzw. erhöht wird. Andererseits werden, wenn der Integrationszähler nicht weniger als "32" ist (oder eine Antwort des Schritts S32 "NEIN" ist), die Variablen "V_{BR}" und "V_{BX}" der gemessenen Spannung, die in den "R" und "X"-Kompositions-Spannungs-Integrationspuffern integriert sind, zu der Impedanz-Berechnungseinheit des lebenden Körpers **20** (bei Schritt S34) gesandt.

[0081] Danach werden in der Impedanz-Berechnungseinheit des lebenden Körpers **20** die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente des lebenden Körpers **5** zugeordnet ist, die auf eine solche Weise erzeugt wurde, wie auch die Fluktuationskonstanten, die in der Fluktuationskonstanten-Speichereinheit **18** gespeichert sind, für die Terme in der Formel (1) substituiert, die in der Berechnungsformel-Speichereinheit **17** gespeichert ist, um die Widerstandskomponente "R_B" und die Reaktanzkomponente "X_B" der wahren bzw. echten Impedanz des lebenden Körpers **5** abzuleiten. Insbesondere wird die Spannung, die der Widerstandskomponente des lebenden Körpers **5** zugeordnet ist, wie sie durch die Separatoreinheit **26** separiert ist, für die gemessene Spannungsvariable "V_{BR}" in der Formel (1) substituiert bzw. ersetzt. Die Spannung, die der Reaktanzkomponente des lebenden Körpers **5** zugeordnet ist, wird für die Variable "V_{BX}" der gemessenen Spannung in der Formel (1) substituiert. Die Spannung, die der Widerstandskomponente der internen Referenzeinheit **7** zugeordnet ist, wie sie zeitweilig in der Speichervorrichtung **2** bei Schritt S11 gespeichert wird, wird für die gemessene Spannungsvariable "V_{RR}" in der Formel (1) substituiert. Die Spannung, die der Reaktanzkomponente der internen Referenzeinheit **7** zugeordnet ist, wird für die gemessene Spannungsvariable "V_{RX}" in der Formel (1) substituiert. Jede der Fluktuationskonstanten, die in der Fluktuationskonstanten-Speichereinheit **18** bei Schritt S8 gespeichert sind, wird für die Fluktuationsvariablen "C_R" und "C_X" in der Formel (1) substituiert. Darüber hinaus wird jede der Fluktuationskonstanten zum Kompensieren der Offsetspannung für die Fluktuationsvariablen "V_{OSR}" und "V_{OSX}" in der Formel (1) substituiert. Als Ergebnis wird die Widerstandskomponente "R_B" und die Reaktanzkomponente "X_B" der echten Impedanz des lebenden Körpers **5** abgeleitet (bei Schritt S12).

[0082] Schließlich zeigt die Anzeigeeinheit **4** die Widerstandskomponente "R_B" und die Reaktanzkomponente "X_B" der wahren bzw. echten Impedanz des lebenden Körpers **5** an, wie sie durch die Impedanzberechnungs-Einheit **20** des lebenden Körpers (bei Schritt S13) abgeleitet ist bzw. wird. Dann wird eine Sequenz von Prozeß- bzw. Ablaufschritten beendet.

[0083] Wie oben beschrieben, ist die Impedanzmeßvorrichtung des lebenden Körpers gemäß der vorliegen-

den Erfindung konfiguriert, um die Spannung zu messen, die der Impedanz der Ziele (des lebenden Körpers oder der externen Bezugs- bzw. Referenzeinheit oder der internen Referenzeinheit) durch die Meßeinheit zugeordnet ist, und sie in die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung aufzuspalten bzw. zu unterteilen, die der Reaktanzkomponente durch die Separationseinheit zugeordnet ist, basierend auf Hardware- oder Softwaremitteln. Dementsprechend wird die Widerstandskomponente, die ganz genau bzw. innig mit irgendwelchen Impedanzänderungs-Faktoren in Beziehung steht, von der Reaktanzkomponente separiert bzw. getrennt. Dann wird die Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit betätigt, um die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist und die Spannung, die der Reaktanzkomponente zugeordnet ist, wie auch die Widerstandskomponente und die Reaktanzkomponente der Impedanz der externen Referenzeinheit für Terme in der Impedanz-Berechnungsformel (1) zu substituieren, welche irgendeine Impedanzfluktuation berücksichtigt und welche in der Berechnungsformel-Speichereinheit vorab gespeichert ist. Als Ergebnis wird die Fluktuationskonstante berechnet, welche die Konstante für eine Fluktuationsvariable ist, die irgendeine Fluktuation repräsentiert, welche aufgrund von Impedanz-Änderungsfaktoren verursacht sein kann. D.h., jegliche Fluktuation, welche aufgrund von Impedanz-Änderungsfaktoren verursacht werden kann, kann klar bzw. eindeutig durch den numerischen Wert repräsentiert werden. Darüber hinaus berechnet die Impedanz-Berechnungseinheit des lebenden Körpers die Widerstandskomponente und die Reaktanzkomponente der echten Impedanz des lebenden Körpers durch ein zusätzliches Substituieren der Fluktuationskonstante und der gemessenen Impedanz des lebenden Körpers für die Terme in der Impedanz-Berechnungsformel (1), die vorab in der Berechnungsformel-Speichereinheit gespeichert wurde. Deshalb ist es möglich, die präzisen Daten zur Verfügung zu stellen, für welche jede Fluktuation aufgrund von Impedanz-Änderungsfaktoren kompensiert wird.

[0084] In den wie oben beschriebenen Ausführungsformen wurde die Messung unter Verwendung von zwei externen Referenzeinheiten durchgeführt: eine weist die bekannte Impedanz (z.B. R = 100 Ω, X = 0 Ω) entsprechend der unteren Grenze des Impedanzmeßbereichs des lebenden Körpers auf; und die andere weist die bekannte Impedanz (z.B. R = 800 Ω, X = 0 Ω) entsprechend der oberen Grenze des Impedanzmeßbereichs des lebenden Körpers auf. Jedoch kann die vorliegende Erfindung verkörpert sein, indem eine einzige und gleiche externe Referenzeinheit verwendet wird.

[0085] Die Meßeinheit wurde beschrieben, daß sie die interne Referenzeinheit aufweist. Jedoch kann in einer anderen Ausführungsform die Meßeinheit keine derartige interne Referenzeinheit aufweisen. Es wird festgehalten, daß die Meßeinheit, die die interne Referenzeinheit aufweist, wie dies in den oben angeführten Ausführungsformen gezeigt ist, einen Vorteil aus dem Impedanzmeßverfahren zieht, wie es in dem japanischen Patent Nr. 2835656 geoffenbart ist. D.h., die Meßeinheit hat weniger Effekt bzw. Auswirkung auf die Messung durch irgendeine Fluktuation bzw. Schwankung, welche aufgrund irgendeiner Änderung in Umständen für die Konstantstromquelle verursacht sein kann.

[0086] Darüber hinaus wurden in den oben angeführten Ausführungsformen die Widerstandskomponente "R_B" und die Reaktanzkomponente "X_B" der wahren Impedanz des lebenden Körpers individuell bzw. einzeln berechnet und bei Schritt S12 ausgegeben.

[0087] Jedoch können diese zusammen als die wahre Impedanz des lebenden Körpers ausgegeben werden, welche aus der Widerstandskomponente "R_B" und der Reaktanzkomponente "X_B" besteht.

[0088] Darüber hinaus ist in den oben angeführten Ausführungsformen die Formel (1), abgeleitet aus dem Schaltkreismodell in **Fig. 2**, verwendet worden. Jedoch ist derselbe Vorteil erzielbar, indem irgendeine der folgenden Formeln (2), (3), (4) und (5) abgeleitet wird:

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} m_R \\ m_X \end{pmatrix}} \qquad (2)$$

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}} \qquad (3)$$

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix}} + \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix} \qquad (4)$$

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix}} + \begin{pmatrix} m_R \\ m_X \end{pmatrix} \qquad (5)$$

wo "m_R and "m_X" konstant sind.

[0089] In den oben erwähnten Ausführungsformen beträgt die Frequenz des Meßstroms 50 kHz und der lebende Körper wird durch einen Meßpfad gemessen. Jedoch können Multi- bzw. Mehrfachfrequenz-Meßströme verwendet werden, wenn dieselbe Kompensationsformel verwendet wird und Einstellungen vorgenommen werden und der Wert für jeden der Kompensationskoeffizienten gespeichert wird. Darüber hinaus kann der lebende Körper durch eine Anzahl von Meßpfaden gemessen werden.

[0090] Es ist aus dem Vorhergehenden erkennbar bzw. verständlich, daß eine Impedanzmeßvorrichtung des lebenden Körpers gemäß der vorliegende Erfindung konfiguriert ist, um die Spannung zu messen, die der Impedanz der Ziele (eines lebenden Körpers oder einer externen Referenzeinheit oder einer internen Referenzeinheit) durch eine Meßeinheit zugeordnet ist, und sie in die Spannung, welche der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung, welche der Reaktanzkomponente zugeordnet ist, mittels einer Trenn- bzw. Separationseinheit zu separieren bzw. aufzutrennen. Dann wird eine Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit betätigt, um die Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente zugeordnet ist, wie auch die Widerstandkomponente und die Reaktanzkomponente der Impedanz der externen Referenzeinheit für Terme in der Impedanz-Berechnungsformel (1) zu substituieren, welche jegliche Impedanzfluktuation berücksichtigt und welche in einer Berechnungsformel-Speichereinheit vorab gespeichert ist. Als Ergebnis wird die Fluktuationskonstante berechnet, welche die Konstante für eine Fluktuationsvariable ist, die jede Fluktuation repräsentiert, welche aufgrund von Impedanz-Änderungsfaktoren verursacht sein kann. Darüber hinaus berechnet eine Berechnungseinheit der Impedanz des lebenden Körpers die Widerstandskomponente und die Reaktanzkomponente der wahren bzw. echten Impedanz des lebenden Körpers, indem zusätzlich die Fluktuationskonstante und die gemessene Impedanz des lebenden Körpers für die Terme in der Impedanz-Berechnungsformel (1) substituiert werden, welche vorab in der Berechnungsformel-Speichereinheit gespeichert wurde. Dementsprechend wird die Widerstandskomponente, die sehr genau auf irgendwelche Impedanz-Änderungsfaktoren bezogen ist, von der Reaktanzkomponente separiert, und jegliche Fluktuation, welche aufgrund von Impedanz-Änderungsfaktoren verursacht sein kann, wird klar durch den numerischen Wert (oder die Konstante) repräsentiert. Deshalb ist es möglich, die präzisen Daten der ech-

ten Impedanz des lebenden Körpers (echte Widerstandskomponente und echte Reaktanzkomponente des lebenden Körpers) zur Verfügung zu stellen, für welche irgendeine Fluktuation aufgrund von Impedanz-Änderungsfaktoren kompensiert ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Impedanzmessung lebender Körper, umfassend:
eine Spannungsmeßeinheit (**1**);
eine Trenneinheit (**16**, **26**);
eine Berechungsformel-Speichereinheit (**17**);
eine Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit (**19**);
eine Fluktuationskonstanten-Speichereinheit (**18**); und
eine Einheit zur Berechnung der Impedanz eines lebenden Körpers (**20**), wobei die Spannungsmeßeinheit (**1**) konfiguriert ist, um eine Spannung zu messen, die einer Impedanz eines lebenden Körpers (**5**) oder einer externen Bezugseinheit (**6**), oder einem lebenden Körper (**5**), einer externen Bezugseinheit (**6**) oder einer internen Bezugseinheit (**7**) zugeordnet ist,
wobei die Trenneinheit (**16**, **26**) konfiguriert ist, um die Spannung, die der Impedanz zugeordnet ist, wie sie durch die Meßeinheit (**1**) gemessen ist, in eine Spannung, die ihrer Widerstandkomponente zugeordnet ist, und eine Spannung zu trennen bzw. zu unterteilen, die ihrer Reaktanzkomponente zugeordnet ist,
die Berechungsformel-Speichereinheit (**17**) konfiguriert ist, um eine Impedanzberechnungsformel darin im Voraus zu speichern, wobei die Impedanzberechnungsformel Variable einer echten Impedanz, die eine Widerstandskomponente und eine Reaktanzkomponente der echten Impedanz des lebenden Körpers (**5**) oder der externen Bezugseinheit (**6**) darstellt, mit einer Fluktuationsvariablen, die die Fluktuation darstellt, welche in der Spannungsmeßeinheit (**1**) aufgrund irgendeines Impedanzänderungsfaktors bewirkt sein kann, ebenso wie mit einer gemessenen Spannungsvariable korreliert, die die Spannung darstellt bzw. repräsentiert, die der Widerstandkomponente zugeordnet bzw. zugewiesen ist, und die Spannung, die der Reaktanzkomponente einer tatsächlich gemessenen Impedanz zugeordnet ist, die Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit (**18**) konfiguriert ist, um eine Fluktuationskonstante, welche die Konstante für die Fluktuationsvariable ist durch Substituieren der Spannung, die der Widerstandskomponente zugeordnet ist, und der Spannung, die der Reaktanzkomponente zugeordnet ist, welche voneinander durch die Trennungseinheit (**16**) getrennt sind, entsprechend der Spannung, die der Impedanz externen Bezugseinheit (**6**) zugeordnet ist, wie sie durch die Spannungsmeßeinheit (**1**) gemessen ist, ebenso wie die Widerstandskomponente und die Reaktanzkomponente der Impedanz der externen Bezugseinheit (**6**), wie sie durch die Spannungsmeßeinheit (**1**) gemessen ist, für Terme in der Impedanzberechnungsformel zu berechnen, die in der Berechnungsformel-Speichereinheit (**17**) im Voraus gespeichert wurde,
die Fluktuationskonstanteneinheit (**18**) konfiguriert ist, um die Fluktuationskonstante zu speichern, die durch die Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit (**19**) berechnet ist, und
die Berechnungseinheit (**20**) für die Impedanz eines lebenden Körpers konfiguriert ist, um die Widerstandskomponente und die Reaktanzkomponente der echten Impedanz des lebenden Körpers durch Substituieren der Fluktuationskonstante, die in der Fluktuationskonstanten-Speichereinheit (**18**) gespeichert ist, und der Spannung, die der Impedanz des lebenden Körpers zugeordnet ist, wie sie durch die Spannungsmeßeinheit (**1**) gemessen ist, für Terme in der Impedanzberechnungsformel zu berechnen, die in der Berechnungsformel-Speichereinheit (**17**) im Voraus gespeichert ist.

2. Vorrichtung zur Impedanzmessung lebender Körper nach Anspruch 1, wobei die Fluktuationskonstanten-Berechnungseinheit (**19**) konfiguriert ist, um eine Fluktuationskonstante, welche die Konstante für die Fluktuationsvariable ist, durch Substituieren von jeder Spannung, die jeder Widerstandskomponente zugeordnet ist, und jeder Spannung, die jeder Reaktanzkomponente zugeordnet ist, welche voneinander durch die Trenneinheit (**16**, **26**) getrennt sind, entsprechend jeder Spannung, die jeder Impedanz von jeder aus der Mehrzahl von unterschiedlichen externen Bezugseinheiten (**6**) zugeordnet ist, wie sie durch die Spannungsmeßeinheit (**1**) gemessen sind, ebenso wie jeder Widerstandskomponente und jeder Reaktanzkomponente von jeder Impedanz von jeder aus einer Mehrzahl von unterschiedlichen externen Bezugseinheiten (**6**), wie sie durch die Spannungsmeßeinheit (**1**) gemessen sind für die Terme der Impedanzberechnungsformel zu berechnen, die in der Berechnungsformeleinheit (**17**) im Voraus gespeichert ist.

3. Vorrichtung zur Impedanzmessung lebender Körper nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Impedanzberechnungsformel umfasst:
Fluktuationsvariable: "C_R", welche jegliche Fluktuation basierend auf dem Waagenfaktor und der Phase der Widerstandskomponente repräsentiert; "C_X", welche jegliche Fluktuation basierend auf dem Waagenfaktor und der Phase der Reaktanzkomponente darstellt bzw. repräsentiert; "V_{OSR}", welche jegliche Fluktuation basierend

auf der Offsetspannung zu der Widerstandskomponentenachse repräsentiert; und "V_{OSX}", welche jegliche Fluktuation basierend auf der Offsetspannung zu der Reaktanzkomponentenachse repräsentiert;
gemessene Spannungsvariablen: "V_{BR}", die die Spannung repräsentiert, die der Widerstandskomponente des lebenden Körpers oder der externen Bezugseinheit zugeordnet ist; "V_{BX}", die die Spannung repräsentiert, die der Reaktanzkomponente zugeordnet ist; "V_{RR}", die die Spannung repräsentiert, die der Widerstandskomponente der internen Bezugseinheit zugeordnet ist; und
"V_{RX}", die die Spannung repräsentiert, die der Reaktanzkomponente zugeordnet ist; und
Variablen einer echten Impedanzkomponente: "R_B", die die Widerstandskomponente der echten Impedanz des lebenden Körpers oder der externen Bezugseinheit repräsentiert; und "X_B", die die Reaktanzkomponente der echten Impedanz repräsentiert, und die Impedanzberechnungsformel wie folgt geschrieben ist:

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}$$

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

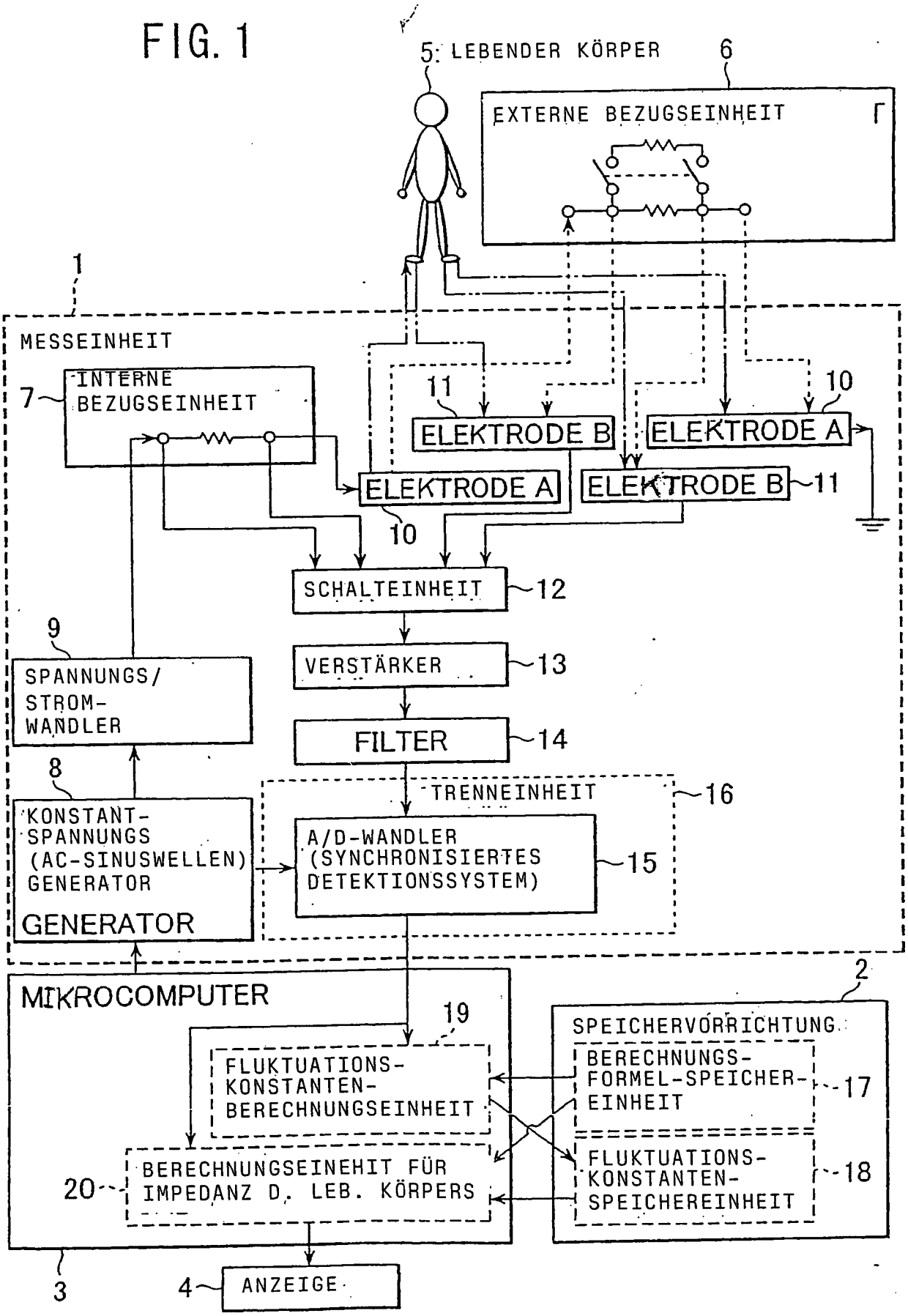


FIG. 2

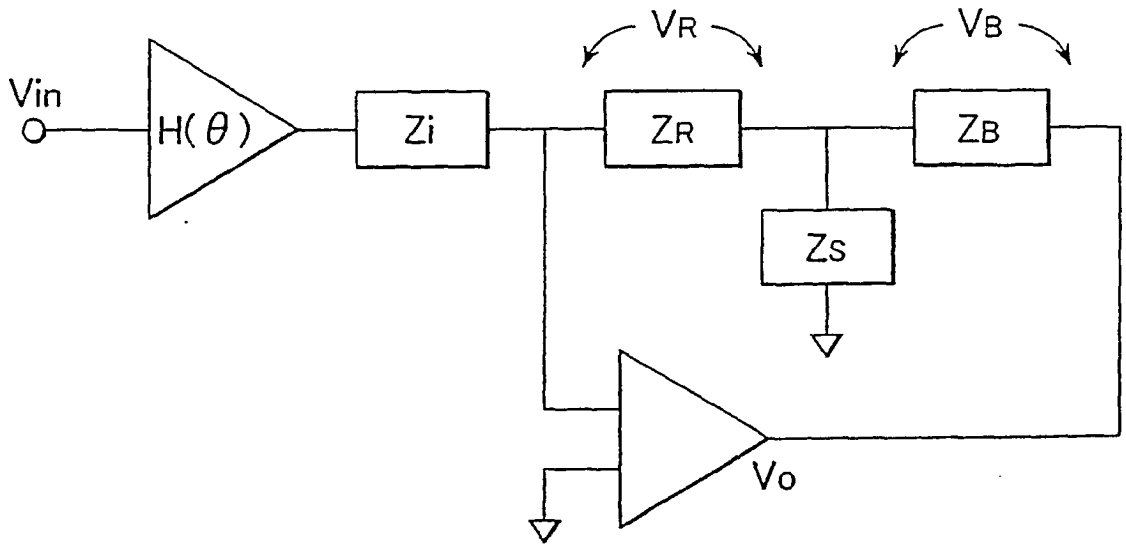


FIG. 3

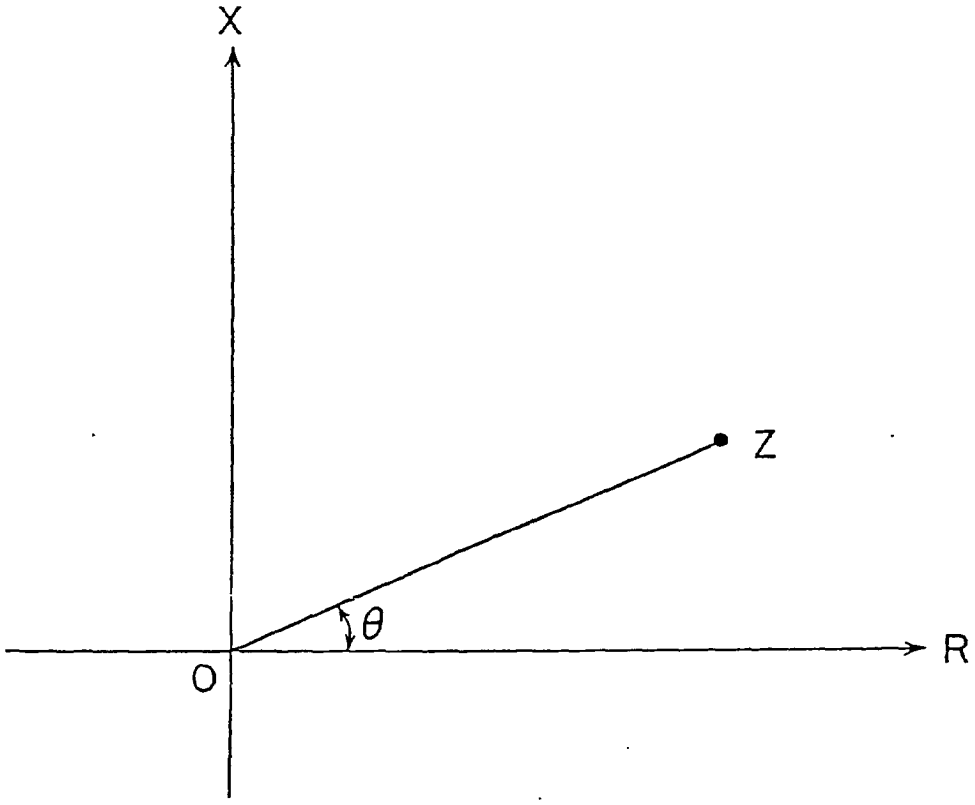


FIG. 4

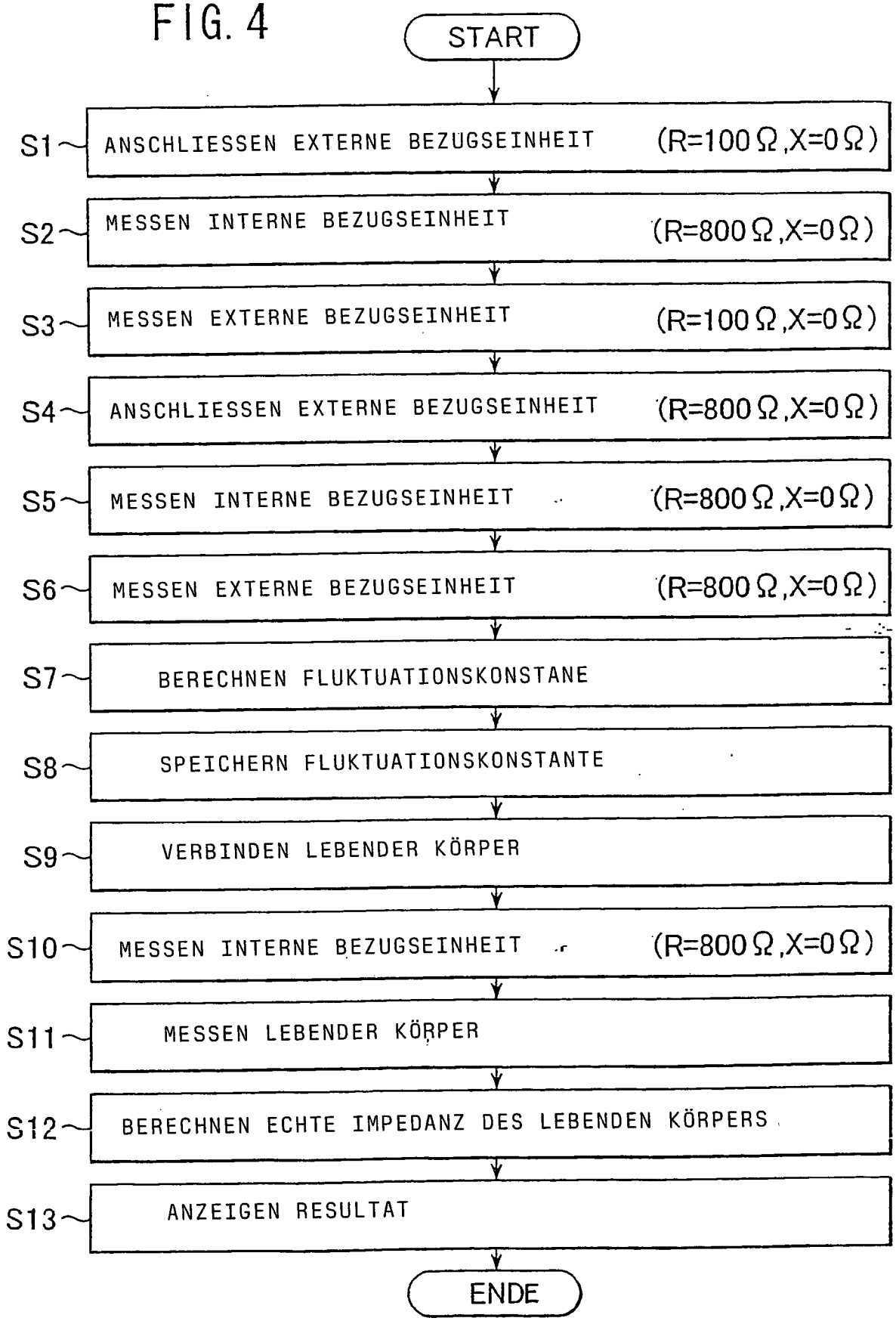

START
S1
ANSCHLIESSEN EXTERNE BEZUGSEINHEIT (R=100Ω,X=0Ω)
S2
MESSEN INTERNE BEZUGSEINHEIT (R=800Ω,X=0Ω)
S3
MESSEN EXTERNE BEZUGSEINHEIT (R=100Ω,X=0Ω)
S4
ANSCHLIESSEN EXTERNE BEZUGSEINHEIT (R=800Ω,X=0Ω)
S5
MESSEN INTERNE BEZUGSEINHEIT (R=800Ω,X=0Ω)
S6
MESSEN EXTERNE BEZUGSEINHEIT (R=800Ω,X=0Ω)
S7
BERECHNEN FLUKTUATIONSKONSTANE
S8
SPEICHERN FLUKTUATIONSKONSTANTE
S9
VERBINDEN LEBENDER KÖRPER
S10
MESSEN INTERNE BEZUGSEINHEIT (R=800Ω,X=0Ω)
S11
MESSEN LEBENDER KÖRPER
S12
BERECHNEN ECHTE IMPEDANZ DES LEBENDEN KÖRPERS
S13
ANZEIGEN RESULTAT
ENDE

FIG. 5

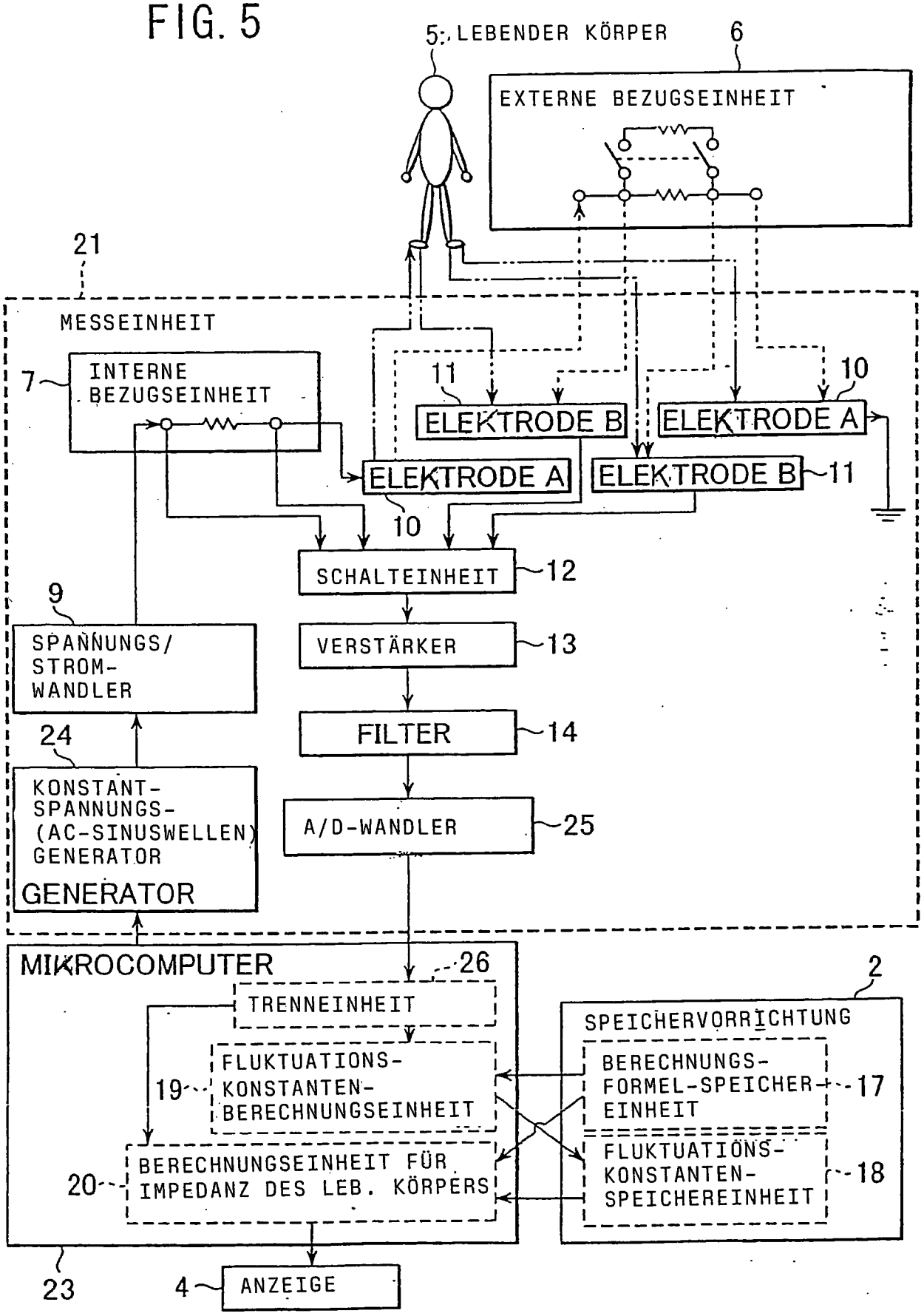
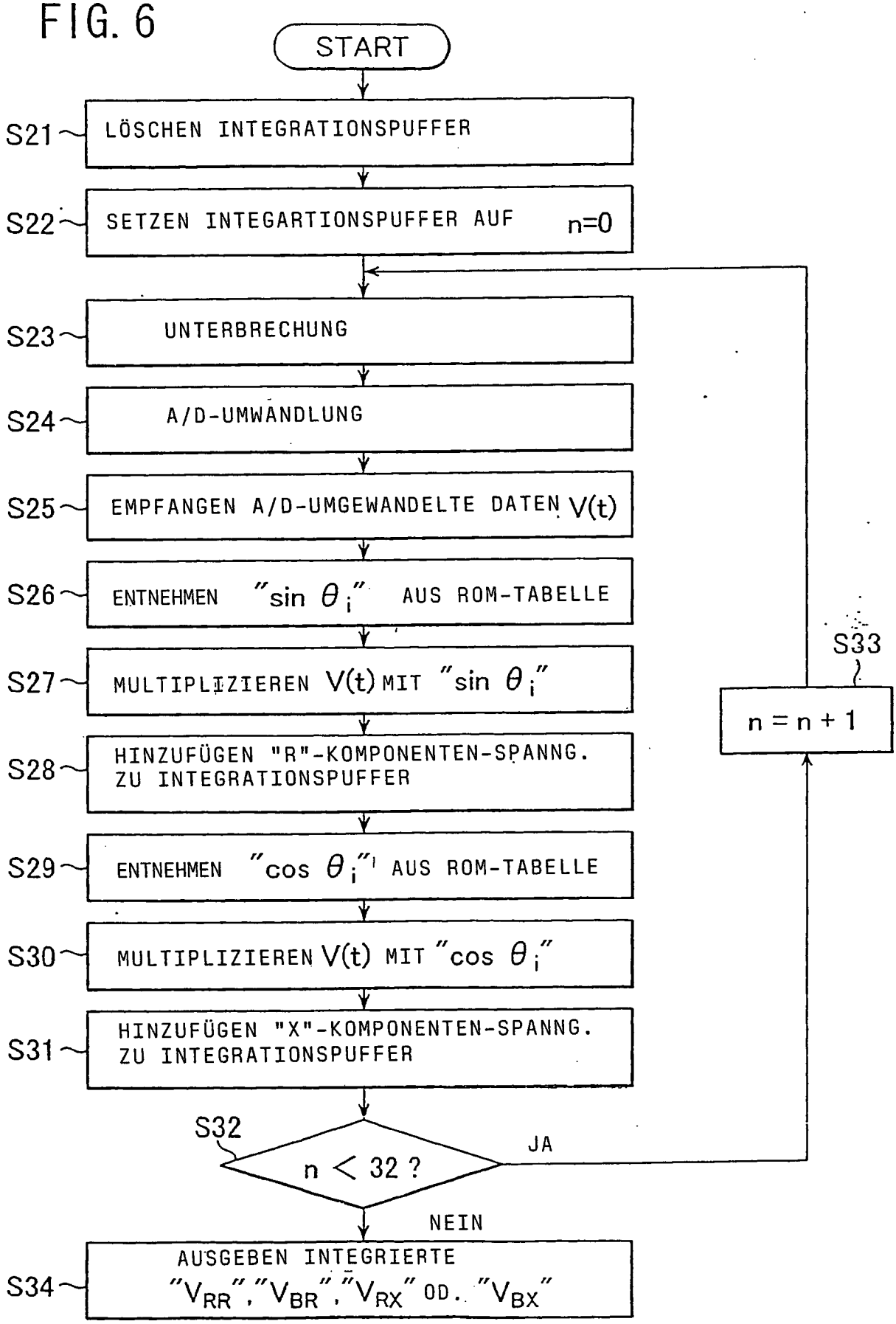

5: LEBENDER KÖRPER
6
EXTERNE BEZUGSEINHEIT
21
MESSEINHEIT
7
INTERNE BEZUGSEINHEIT
11
ELEKTRODE B
10
ELEKTRODE A
ELEKTRODE A
10
ELEKTRODE B
11
SCHALTEINHEIT
12
9
SPANNUNGS/ STROM- WANDLER
VERSTÄRKER
13
FILTER
14
24
KONSTANT- SPANNUNGS- (AC-SINUSWELLEN) GENERATOR
GENERATOR
A/D-WANDLER
25
MIKROCOMPUTER
26
TRENNEINHEIT
2
SPEICHERVORRICHTUNG
19
FLUKTUATIONS- KONSTANTEN- BERECHNUNGSEINHEIT
BERECHNUNGS- FORMEL-SPEICHER- EINHEIT
17
20
BERECHNUNGSEINHEIT FÜR IMPEDANZ DES LEB. KÖRPERS
FLUKTUATIONS- KONSTANTEN- SPEICHEREINHEIT
18
23
4
ANZEIGE

FIG. 6


START
S21
LÖSCHEN INTEGRATIONSPUFFER
S22
SETZEN INTEGARTIONSPUFFER AUF n=0
S23
UNTERBRECHUNG
S24
A/D-UMWANDLUNG
S25
EMPFANGEN A/D-UMGEWANDELTE DATEN V(t)
S26
ENTNEHMEN "sin θi" AUS ROM-TABELLE
S27
MULTIPLIZIEREN V(t) MIT "sin θi"
S28
HINZUFÜGEN "R"-KOMPONENTEN-SPANNG. ZU INTEGRATIONSPUFFER
S29
ENTNEHMEN "cos θi" AUS ROM-TABELLE
S30
MULTIPLIZIEREN V(t) MIT "cos θi"
S31
HINZUFÜGEN "X"-KOMPONENTEN-SPANNG. ZU INTEGRATIONSPUFFER
S32
n < 32 ?
JA
NEIN
S33
n = n + 1
S34
AUSGEBEN INTEGRIERTE "VRR", "VBR", "VRX" OD. "VBX"