



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 26 437 T2** 2006.10.12

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 112 715 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61B 5/053** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 26 437.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 127 936.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **20.12.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.07.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **08.03.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **12.10.2006**

(30) Unionspriorität:

**37223199      28.12.1999      JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(73) Patentinhaber:

**Tanita Corp., Tokio/Tokyo, JP**

(72) Erfinder:

**Kamada, Mitsugu, Itabashi-ku, Tokyo, JP; Fukuda, Yoshinori, Itabashi-ku, Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**Müller-Boré & Partner, Patentanwälte, European Patent Attorneys, 81671 München**

(54) Bezeichnung: **Gerät zur Bestimmung des Genesungspegels eines erkrankten Körperteils**

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****HINTERGRUND DER ERFINDUNG:****Gebiet der Erfindung:**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Gerät bzw. eine Vorrichtung zur Bestimmung eines Genesungs- bzw. Wiederherstellungspegels bzw. -grads eines erkrankten Teils an einem menschlichen Körper.

**Beschreibung des Standes der Technik:**

**[0002]** Es gibt ein Symptom, das als ein lymphatisches Ödem bekannt ist, das häufig nach der chirurgischen Operation von Brustkrebs, Gebärmutterkrebs oder anderem Krebs gesehen wird. Dies ist eine Art von Schwellung, die hauptsächlich nur an einer Seite oder an einem Abschnitt bzw. Teil eines Arms, eines Schenkels oder einer Armbeuge bzw. Achselhöhle auftritt, welche häufig keinerlei Farbänderung oder keinen Schmerz bewirkt. D.h., dies ist unter einem derartigen Zustand, daß ein Bereich irgendwo angeschwollen ist. In einem anfänglichen Zustand für das lymphatische Ödem gibt es keinerlei signifikantes Hindernis, das in dem Leben einer Person auftritt, wenn sie sich nicht darum kümmert. Zusätzlich kann sich ein Mediziner nicht positiv mit einem derartigen geschwollenen Abschnitt befassen und er beläßt ihn häufig ohne jede Behandlung. Mit dem Fortschritt eines derartigen Symptoms kann es jedoch vorkommen, daß der geschwollene Abschnitt größer wird oder plötzlich rot in der Farbe mit einem Fieber wird, weshalb sich die Person nicht gut fühlt.

**[0003]** In der Vergangenheit wurden zahlreiche Arten von Diagnose- und Beurteilungsverfahren für das lymphatische Ödem entwickelt. Beispielsweise wurde eine Palpation bzw. ein Abtasten durch einen Mediziner ausgeführt, indem das erkrankte Teil mit einer Hand berührt wurde, oder eine Änderung in einer Umfangslänge oder einem Volumen des Zielteils gemessen wurde. Alternativ wurde eine gewisse Vorrichtung mit einem Echoeffekt verwendet, um ein Bild zu erzeugen, mit welchem die Diagnose für das erkrankte Teil ausgeführt wird.

**[0004]** Andererseits besteht der Muskel eines menschlichen Körpers aus einer Aggregation bzw. Ansammlung von feinen Zellen, die als muskuläre Fasern bekannt sind. Die Anzahl von derartigen muskulären bzw. Muskelfasern einer Person ist natürlich bestimmt, wenn er geboren wurde und steigt nachfolgend nicht an oder sinkt ab, wobei jedoch jede von diesen dicker oder dünner werden kann. Ein derartiges Phänomen kann allgemein durch die Worte "Wachstum oder Abbau der Muskeln" ausgedrückt werden. Wenn eine Person einen Unfall, wie einen Bruch eines Knochens oder ein Reißen einer Sehne

erleidet, dann werden das erkrankte Teil und sein umgebender Bereich mit einem Gips nach der chirurgischen Operation überdeckt, um jenes Teil gegen irgendeine Bewegung zu schützen. Selbstverständlich sollte die Person selbst vom Ausführen einer physikalischen Übung absehen. Aufgrund der Bewegungseinschränkung der Person in ihrem täglichen Leben wird der Muskel der Person und insbesondere der Skelettmuskel nur in einem Teil, wie einem Arm oder Schenkel abnehmen. Daher ist eine gewisse Rehabilitation für die Person notwendig, um rasch die verringerten muskulären Fasern nach einem Entfernen des Gipses wiederherzustellen.

**[0005]** Unter derartigen Umständen ist das Verfahren gemäß dem Stand der Technik zum Erkennen eines Grads einer derartigen Wiederherstellung bzw. Genesung einfach, die Muskelleistung bzw. -kraft für jenes Teil der Person zu messen.

**[0006]** Das Diagnose- und das Beurteilungsverfahren für das lymphatische Ödem gemäß dem Stand der Technik hängen hauptsächlich von der subjektiven Entscheidung des Mediziners ab und daher kann es häufig einen gewissen Unterschied in der Entscheidung und Bewertung bzw. Beurteilung geben, die durch unterschiedliche Mediziner gemacht wurde. Zusätzlich kann ein Berühren des erkrankten Teils des Patienten mit der Hand des Arztes eine Möglichkeit eines Auftretens von Schmerzen selbst mit einem gewissen Zeitintervall nach der chirurgischen Operation bewirken, was für den Patienten zu einem Unwohlsein führt. Dann ist das Verfahren gemäß dem Stand der Technik nicht für die Diagnose des erkrankten Teils bevorzugt, welches sich im Verlauf einer Wiederherstellung befindet.

**[0007]** Das Verfahren gemäß dem Stand der Technik zum Messen der Muskelleistung, um den Grad bzw. Pegel der Wiederherstellung bzw. Genesung eines externen, beschädigten Teils nach der chirurgischen Operation zu kennen, ist schwierig auszuführen bzw. zu verkörpern, da verschiedene Arten von Meßvorrichtungen notwendig sind und von einem Patient gefordert ist, selbst ein Teil seines Körpers, umfassend das erkrankte Teil, zu bewegen.

**[0008]** US 5 807 270 offenbart einen Hirnschädigungsmonitor, in welchem ein Ödem durch eine Impedanzmessung überwacht wird. Dieser Hirnschädigungsmonitor kann an irgendeinem Teil des Körpers angewandt werden, in welchem für ein Ödem eines wesentlichen Bruchteils des inneren Gewebes wahrscheinlich ist, daß sich das Ödem entwickelt, wie dem Thorax.

**[0009]** Experimentelle Versuche dieses Monitors zeigten, daß das Ausmaß des Anwachsens bzw. Anstiegs des Ödems, wie es durch Impedanzmessungen beobachtet ist, ein zuverlässiger Hinweis für das

Ergebnis der Erholung ist. Die gemessene Impedanz ist bzw. wird graphisch als ein Prozentsatz der Impedanz dargestellt, die der ischämischen bzw. blutleeren Periode vorangeht.

**[0010]** WO 98/26714 offenbart ein System und ein Verfahren zum Detektieren von Gesichtssymmetrie.

**[0011]** Nawarcz et al.: "Triple frequency electroimpedance for evaluation of body water compartments"; Medical and Biological Engineering and Computing, Band 34, Suppl. 1, Teil 2, 1996, Seiten 181–182, offenbart ein Verfahren eines Evaluierens von Körperwasseranteilen bzw. -bereichen unter Verwendung einer Triple-Frequenz.

**[0012]** Es ist ein Ziel bzw. Gegenstand der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung bzw. ein Gerät zum Bestimmen eines Wiederherstellungsgrads bzw. Genesungspegels eines erkrankten Körperteils zur Verfügung zu stellen, die bzw. das eine einfache und geeignete bzw. bequeme Messung erlaubt.

**[0013]** Das Ziel wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch eine Vorrichtung gelöst, die die in Anspruch 1 geoffenbarten Merkmale aufweist. Bevorzugte Ausbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen geoffenbart.

**[0014]** Um ein derartiges Ziel zu erreichen, stellt die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung bzw. ein Gerät zum Bestimmen eines Wiederherstellungsgrads bzw. -grads eines erkrankten Teils zur Verfügung, umfassend: zwei Paare von Elektroden; eine elektrische Stromquelle; eine Spannungsmeßeinheit; und eine arithmetische bzw. Recheneinheit; eine Speichereinheit; wobei die zwei Paare von Elektroden mit einer Haut in dem umgebenden Bereich des erkrankten Teils kontaktiert sind, die elektrische Stromquelle einen Meßstrom über gewählte der Elektroden zuführt, die Spannungsmeßeinheit eine Spannung zwischen anderen gewählten der Elektroden mißt, und die arithmetische Einheit einen Parameter, welcher einen Grad einer Genesung bzw. Wiederherstellung des erkrankten Körperteils repräsentiert, basierend auf den Meßdaten von der Spannungsmeßeinheit berechnet, wobei die Vorrichtung weiterhin eine Speichereinheit und eine Vergleichseinheit umfaßt, wobei die Speichereinheit den Parameter speichert, welcher durch die arithmetische Einheit erzeugt ist, und die Vergleichseinheit den Parameter, welcher die Strommeßdaten repräsentiert, mit dem Parameter, welcher die vorangehenden Meßdaten repräsentiert, welche in der Speichereinheit gespeichert sind, oder der vorbestimmten Referenz vergleicht und das Resultat eines Vergleichs ausgibt, welches dann auf der Anzeigeeinheit angezeigt ist bzw. wird, und der Parameter ein Index betreffend ein lymphatisches Ödem in dem umgebenden Bereich des erkrankten Teils ist und ein Verhältnis von intrazellulärem Wasser zu ex-

trazellulärem Wasser beinhaltet.

**[0015]** Gemäß einer Ausbildung der vorliegenden Erfindung sind die Elektroden der zwei Paare von Elektroden auf einer Linie in einem derartigen Intervall bzw. Abstand angeordnet, daß das erkrankte Körperteil dazwischen positioniert ist.

**[0016]** Gemäß einer anderen Ausbildung der vorliegenden Erfindung umfaßt die Vorrichtung weiterhin eine Anzeigeeinheit und die Anzeigeeinheit zeigt den Parameter an, der durch die arithmetische Einheit erzeugt ist bzw. wird.

**[0017]** Gemäß einer noch weiteren Ausbildung der vorliegenden Erfindung umfaßt bzw. beinhaltet dieser Parameter eine bioelektrische Impedanz.

**[0018]** Gemäß noch einer weiteren Ausbildung der vorliegenden Erfindung beinhaltet der Parameter eine Information betreffend ein Schwellen in dem umgebenden Bereich des erkrankten Teils.

**[0019]** Gemäß noch einer weiteren Ausbildung der vorliegenden Erfindung beinhaltet der Parameter eine Information betreffend ein Ausmaß an Muskeln in dem umgebenden Bereich des erkrankten Teils.

**[0020]** Gemäß noch einer weiteren Ausbildung der vorliegenden Erfindung führt die Stromquelle selektiv den Meßstrom zu, der irgendeine aus einer Mehrzahl von Frequenzen aufweist.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN:

**[0021]** Die vorliegende Erfindung wird nun in größerem Detail unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben, in welchen:

**[0022]** [Fig. 1](#) ein Blockdiagramm ist, das eine Vorrichtung bzw. ein Gerät zum Bestimmen eines Grads bzw. Pegels einer Wiederherstellung bzw. Genesung eines erkrankten Teils gemäß einer Ausbildung der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0023]** [Fig. 2](#) ein Flußdiagramm ist, das ein Meßverfahren unter Verwendung einer Mehrzahl von Frequenzen illustriert, das durch die Vorrichtung in [Fig. 1](#) ausgeführt wird;

**[0024]** [Fig. 3](#) eine Ansicht ist, die einen persönlichen Parameter eingebenden Schirm in der Ausbildung von [Fig. 1](#) zeigt;

**[0025]** [Fig. 4](#) eine elektrische äquivalente Schaltung einer Zelle in einem Gewebe ist;

**[0026]** [Fig. 5](#) eine graphische Darstellung eines Orts einer bioelektrischen Vektorimpedanz eines menschlichen Körpers ist;

[0027] **Fig. 6** eine graphische Darstellung ist, die eine Beziehung zwischen einem Punkt einer charakteristischen Frequenz und Punkten von 0 Hz und unendlichen Frequenzen illustriert;

[0028] **Fig. 7** eine Ansicht ist, die ein Format zeigt, in welchem das Meßergebnis, das in der Ausbildung von **Fig. 1** ausgebildet bzw. erzeugt wurde, angezeigt ist;

[0029] **Fig. 8** eine graphische Darstellung ist, die eine Impedanzänderung zeigt, die in der Ausbildung in **Fig. 1** erzeugt wurde;

[0030] **Fig. 9** eine graphische Darstellung ist, die eine Änderung in der Größe bzw. dem Ausmaß des extrazellulären Wassers und eine Änderung im Verhältnis von intrazellulärem Wasser zu extrazellulärem Wasser zeigt, das in der Ausbildung in **Fig. 1** erzeugt wurde;

[0031] **Fig. 10** ein Flußdiagramm ist, das ein Meßverfahren unter Verwendung einer einzigen Frequenz in einer anderen Ausbildung gemäß der vorliegenden Erfindung illustriert; und

[0032] **Fig. 11** eine externe Ansicht ist, die die Vorrichtung zum Bestimmen eines Genesungs- bzw. Wiederherstellungspegels bzw. -grads eines erkrankten Teils gemäß der vorliegenden Erfindung illustriert.

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSBILDUNGEN:

[0033] Indem zuerst auf **Fig. 1** Bezug genommen wird, ist eine Vorrichtung bzw. ein Gerät zum Bestimmen eines Grads bzw. Pegels einer Wiederherstellung bzw. Genesung eines erkrankten Teils an einer Person gemäß einer Ausbildung der vorliegenden Erfindung vollständig in der Form eines Blockdiagramms gezeigt. Wie dies in **Fig. 1** gezeigt ist, ist die Vorrichtung **1** zum Bestimmen eines Grads einer Wiederherstellung des erkrankten Teils gemäß der vorliegenden Erfindung allgemein in zwei Blöcke unterteilt, d.h., einen Block **1** und einen Block **2**. Der Block **1** ist konfiguriert, um hauptsächlich eine Steuerung bzw. Regelung für die Messung der bioelektrischen Impedanz, eine arithmetische Operation und eine Eingabe/Ausgabe der Daten auszuführen. Der Block **1** umfaßt: eine arithmetische bzw. Rechen- und Steuer- bzw. Regeleinheit **2**; ein ROM **3** zum Speichern von Konstanten und Programmen für eine Vorrichtungssteuerung- bzw. -regelung und die arithmetische Tätigkeit bzw. Operation; ein RAM **4** zum temporären bzw. vorübergehenden Speichern von Meßdaten, eines arithmetischen Ergebnisses und Daten und Programmen, die aus einer externen Vorrichtung gelesen sind; einen nicht flüchtigen Hilfsspeicher **5**, der es erlaubt, daß die gemessenen Daten, das arithmetische Ergebnis und ein Parameter betreffend die

Messung gespeichert, ausgelesen oder aktualisiert werden; eine Anzeigeeinheit **6** zum Anzeigen einer Information einer Betätigung, eines Zustands während einer Messung, der gemessenen Daten und des arithmetischen Ergebnisses; ein externes Eingabe/Ausgabe-Interface **7** zum Ausgeben eines Parameters und von gemessenen bzw. Meßdaten zu einer externen Vorrichtung und zum Lesen eines Parameters betreffend die Messung und eine Steuer- bzw. Regelinformation oder ein Steuer- bzw. Regelprogramm für die Messung in die vorliegende Vorrichtung von der externen Vorrichtung; ein externes Interface-Terminal bzw. einen -Anschluß **8** zum Verbinden des externen Eingabe/Ausgabe-Interface **7** mit der externen Vorrichtung; eine Tasteneingabevorrichtung **9** zum Eingeben eines Steuer- bzw. Regelbefehls für die Vorrichtung und eines persönlichen Parameters einer Person, die zu vermessen ist; eine Uhrvorrichtung **10** zum Generieren bzw. Erzeugen einer Zeitinformation für ein Steuern bzw. Regeln eines Datums und einer Zeit der Messung; eine Versorgungs- bzw. Leistungsquellenvorrichtung **11** zum Zuführen einer elektrischen Leistung zu jeder Einheit der vorliegenden Vorrichtung; und einen Leistungsquellenanschluß **12** zum Zuführen der elektrischen Leistung zu der Leistungsquellenvorrichtung **11** von außerhalb.

[0034] Der Block **2** ist hauptsächlich konfiguriert, um die bioelektrische Impedanz zu messen und ein analoges bzw. Analogsignal davon in ein digitales bzw. Digitalsignal umzuwandeln. Der Block **2** umfaßt eine Wechsignal-Bildungsvorrichtung bzw. Wechsignal-Erzeugungsvorrichtung **20**, um ein Wechselstromsignal mit einer Frequenz zu generieren, die durch ein Steuer- bzw. Regelprogramm definiert, das in dem ROM **3** oder dem RAM **4** gespeichert ist; eine Wechselstrom-Ausgabevorrichtung **21** zum Anlegen an ein zu vermessendes Objekt des Wechsignals, das von der Wechsignal-Bildungsvorrichtung **20** ausgegeben ist bzw. wird, mit einem RMS-Wert, der durch das Steuer- bzw. Regelprogramm definiert ist, das in dem ROM **3** oder dem RAM **4** gespeichert ist; einen Referenz- bzw. Bezugsstromdetektor **22**, um einen an das Objekt, das zu vermessen ist, angelegten Strom zu detektieren und um ihn als ein Bezugsstrom-Detektionssignal auszugeben; Wechselstrom-Ausgabeanschlüsse bzw. -terminals **30** und **31**, welche Ausgabeanschlüsse zum Anlegen an das Objekt bzw. die Person, das bzw. die zu vermessen ist, eines Wechselstroms, der von der Wechselstrom-Ausgabevorrichtung **21** durch den Referenzstromdetektor **22** zugeführt ist bzw. wird; einen A/D-Wandler **23**, um ein analoges Signal, welches eine Ausgabe des Referenzstromdetektors **22** ist, in ein digitales Signal umzuwandeln; Potentialmeßanschlüsse **32** und **33**, welche Eingabeanschlüsse zum Eingeben von Potentialsignalen von dem zu vermessenden Gegenstand an zwei Punkten davon sind; einen Potentialreferenzdetektor **25** zum Ausgeben eines Differentialsignals des Potentialsignals zwischen

den ein Potential messenden bzw. Potentialmeßanschlüssen **32** und **33**; und einen A/D-Wandler **24**, um ein analoges Signal, welches eine Ausgabe des Potentialdifferenzdetektors **25** ist, in ein digitales Signal umzuwandeln. [Fig. 11](#) ist eine externe Ansicht, die die Gesamtvorrichtung **1** illustriert, die konfiguriert ist, um alle Komponenten und Vorrichtungen zu beinhalten, die oben beschrieben sind.

**[0035]** Als nächstes werden Beschreibungen gegeben, wie die Elektroden festzulegen sind, wenn es gewünscht ist, einen Grad einer Wiederherstellung bzw. Genesung eines des erkrankten Teils, welches ein lymphatisches Ödem und dgl. bewirken kann, durch Verwendung der Vorrichtung **1** zu bestimmen. Die Elektroden **50**, **51**, **52**, **53** werden auf einer Linie so angeordnet, daß das erkrankte Teil, das zu vermessen ist, dazwischen positioniert ist, wie dies in [Fig. 1](#) gezeigt ist. Spezifischer werden die Elektroden in der Reihenfolge **50**, **52**, **53**, **51** von der Außenseite angeordnet, und das erkrankte Teil ist zwischen den Elektroden **52** und **53** vorhanden. Die Elektroden **52** und **53** sind von dem erkrankten Teil jeweils um den vorbestimmten Abstand beabstandet. In ähnlicher Weise sind die Elektroden **50** und **52** ebenso wie **53** und **51** voneinander beabstandet. Die Wechselstrom-Ausgabeanschlüsse **30**, **31** der Vorrichtung bzw. des Geräts **1** sind mit den Elektroden **50**, **51** über Kabel **40** bzw. **41** verbunden. In ähnlicher Weise sind die Potentialmeßanschlüsse **32**, **33** mit den Elektroden **52**, **53** über Kabel **42** bzw. **43** verbunden. Die entsprechenden Paare der Anschlüsse und der Elektroden sind **30–50**; **31–51**; **32–52** und **33–53**.

**[0036]** Dann werden ein Meß- und Entscheidungsverfahren bzw. -vorgang und eine Betätigung der vorliegenden Ausbildung allgemein unter Bezugnahme auf das Flußdiagramm beschrieben, das in [Fig. 2](#) gezeigt ist.

**[0037]** Wenn ein Leistungsschalter der Vorrichtung bei Schritt S1 auf EIN geschaltet wird, wird die Vorrichtung initialisiert (Schritt S2) und gleichzeitig wird ein Anfangsschirm auf der Anzeigeeinheit **6** für einige Sekunden angezeigt (Schritt S3). Dann wird ein Schirm zum Eingeben eines persönlichen Parameters, der in [Fig. 3](#) gezeigt ist, auf der Anzeigeeinheit **6** angezeigt, um einen Wartemodus einzugeben. Dann werden eine Identifikationsnummer einer zu vermessenden Person und die persönlichen Parameter derselben, umfassend bzw. enthaltend ein Geschlecht, eine Größe, ein Körpergewicht und ein Alter, durch die Tasteneingabevorrichtung **9** eingegeben. In diesem Zusammenhang ist es bevorzugt, daß derartige persönliche Parameter im voraus eingegeben werden und sie jedesmal ausgelesen und verwendet werden, wenn die Identifikationsnummer der Person eingegeben wird. Die vorliegende Ausbildung ist jedoch konfiguriert derart, daß die Messung ausgeführt werden kann, selbst wenn die Parameter

nicht festgelegt sind. Wenn die persönlichen Parameter nicht festgelegt sind, wird jedoch eine arithmetische Operation zum Berechnen einer Körperzusammensetzung nicht ausgeführt, wie dies später beschrieben ist.

**[0038]** Wenn die Identifikationsnummer eingegeben ist bzw. wird (Schritt S4), werden die im RAM **4** gespeicherten persönlichen Parameter ausgelesen (Schritt S5) und ein Schirm zum Bestätigen, daß die gespeicherten und ausgelesenen persönlichen Parameter korrekt sind, wird auf der Anzeigeeinheit **6** angezeigt bzw. dargestellt (Schritt S6). Wenn sie korrekt sind, gelangt das Verfahren zu einer Routine zum Messen einer bioelektrischen Impedanz, wobei, wenn nicht, das Verfahren zu Schritt **4** zum Eingeben der Identifikationsnummer zurückkehrt (Schritt S7).

**[0039]** Eine Meßtätigkeit bzw. ein Meßvorgang der bioelektrischen Impedanz startet, wenn eine Meßstarttaste gedrückt ist, unabhängig davon, ob die persönlichen Parameter festgelegt wurden oder nicht. Selbstverständlich sollte die Elektrode für die Messung an der zu vermessenden Person festgelegt sein und sollte mit der Vorrichtung vor einem Starten der Messung verbunden sein.

**[0040]** Dann wird die Beschreibung betreffend die Messung der bioelektrischen Impedanz durchgeführt, auf deren Basis der Grad einer Wiederherstellung des erkrankten Teils bestimmt wird.

**[0041]** Die Messung der bioelektrischen Impedanz wird "n" Male wiederholt ("n" ist bereits eingestellt bzw. festgelegt), beginnend mit der Frequenz F1 der Frequenz Fi.

**[0042]** In Schritt S8 wird die anfängliche Festlegung bzw. Einstellung für die erste Frequenz so durchgeführt, daß "i" = 1 und in Schritt S9 wird dieser Wert "i" verwendet, um die Frequenz Fi festzulegen.

**[0043]** Eine Ausgabesignalfrequenz wird durch die Wechsel- bzw. Änderungssignal-Generierungsvorrichtung **20** basierend auf einem Meßsteuer- bzw. -regelparameter, der im voraus in dem ROM **3** gespeichert ist, oder auf dem Meßsteuer- bzw. -regelparameter eingestellt, der in dem RAM **4** durch den Hilfsspeicher **5** oder das externe Eingabe/Ausgabe-Interface **7** festgelegt ist. Ein Ausgabesignal von der Wechselstrom-Bildungsvorrichtung **20** wird der Wechselstrom-Ausgabevorrichtung **21** eingegeben. Die Wechselstrom-Ausgabevorrichtung **21** besteht aus einer Konstantstrom-Ausgabeschaltung, deren Stromwert fakultativ festgelegt bzw. eingestellt werden kann. Der Ausgabestromwert der Wechselstrom-Ausgabevorrichtung **21** wird basierend auf dem Meßsteuer- bzw. -regelparameter festgelegt. Der Wechselstrom, der von der Vorrichtung **21** ausgegeben wird, wird an der zu messenden bzw. ver-



messenden Person durch den Referenz- bzw. Bezugsstromdetektor **22**, die Wechselstrom-Ausgangsanschlüsse **30** und **31**, die Meßkabel **40** und **41**, die mit entsprechenden Anschlüssen verbunden sind, und die Elektroden **50** und **51** zum Anwenden bzw. Anlegen eines Meßstroms angelegt.

**[0044]** Zu dieser Zeit wird der Strom, der an die zu vermessende Person angelegt wird, durch den Bezugsstromdetektor **22** detektiert. Die detektierte Ausgabe in Form eines analogen Signals wird in das digitale Signal durch den A/D-Wandler **23** umgewandelt, und das resultierende Signal wird in dem RAM **4** gespeichert. Gleichzeitig werden Potentialsignale durch die Potentialmeßelektroden **52** und **53** aufgenommen, die an die zu vermessende Person festgelegt sind. Dann werden die Signale über die Meßkabel **42** und **43**, die mit entsprechenden Elektroden verbunden sind, und die Potentialmeßanschlüsse **32** und **33**, die mit entsprechenden Meßkabeln verbunden sind, zu dem Potentialdifferenzdetektor **25** zugeführt. Der Potentialdifferenzdetektor **25** wiederum gibt das Potentialunterschieds- bzw. -differenzsignal, welches der Differenz zwischen den Potentialsignalen entspricht, die dazu eingegeben wurden, an den A/D-Wandler **24** aus. Der A/D-Wandler **24** wandelt das eingegebene Potentialdifferenzsignal in dem analogen Format in das digitale Signal um, was bedeutet, daß die bioelektrische Impedanz gemessen wird (Schritt S10). Dann wird das resultierende Signal in dem RAM **4** (Schritt S11) gespeichert.

**[0045]** Wenn die Messung der bioelektrischen Impedanz an der ersten Frequenz vervollständigt bzw. abgeschlossen ist, wird die Festlegung von  $i = i + 1$  ausgeführt (Schritt S12) und eine Entscheidung wird getroffen, ob die vorbestimmte Anzahl von Malen "n" vorbei ist oder nicht (Schritt S13). Wenn "i" größer als die vorbestimmte Anzahl von "n" ist, wird die Messung der bioelektrischen Impedanz beendet. Wenn nicht, geht das Verfahren zurück zu Schritt S9 und die Messung der bioelektrischen Impedanz wird wiederholt, jedoch an der zweiten Frequenz.

**[0046]** Dann werden der Vektorimpedanzort und die zugehörigen Parameter basierend auf den gemessenen Werten an jeder von mehreren Frequenzen berechnet.

**[0047]** Eine bioelektrische Impedanz eines lebenden Körpers ist typischerweise durch eine einer konzentrierten Konstanten äquivalenten Schaltung dargestellt, umfassend einen extrazellulären Fluidwiderstand  $R_e$ , einen intrazellulären Fluidwiderstand  $R_i$  und eine Zellmembrankapazität  $C_m$ , wie dies in [Fig. 4](#) gezeigt ist. Praktisch werden mehrere Zellen, die den lebenden Körper ausbilden, entsprechend durch individuelle Schaltungen bzw. Schaltkreise dargestellt, die unterschiedliche Konstante aufgrund ihren unterschiedlichen Formen bzw. Gestalten und

Charakteristika besitzen. Somit zeigt in dem lebenden Körper als eine Aggregation von derartigen Zellen sein Vektorimpedanzort keinen Halbkreis mit einer Varianz in dem Fall eines Messens einer konzentrierten Konstanten äquivalenten Schaltung, sondern zeigt einen Kreisbogen, der in dem Cole-Cole-Modell gegeben ist.

**[0048]** Somit ist die bioelektrische Impedanz des lebenden Körpers allgemein durch einen kreisbogenartigen Ort dargestellt bzw. repräsentiert, der in [Fig. 5](#) gezeigt ist. In [Fig. 5](#) stellt die x-Achse eine Widerstandskomponente der Impedanz dar, während die y-Achse eine Reaktanzkomponente der Impedanz darstellt. Da die Reaktanzkomponente der bioelektrischen Impedanz einen negativen Wert aufgrund ihrer kapazitiven Eigenschaft zeigt, ist der Vektorloкус bzw. -ort der bioelektrischen Impedanz auf der Unterseite der reellen Achse gedruckt bzw. gezeichnet, wie dies in [Fig. 6](#) gezeigt ist. Unter der Annahme, daß der abgeleitete Vektorimpedanzort ein Kreisbogen ist, sind bzw. liegen die Werte  $Z_1, Z_2 \dots Z_n$  der bioelektrischen Impedanz, die entsprechend an den Frequenzen  $F_i$  ( $i = 1 - n$ ) gemessen sind, auf einem Kreisbogen eines bestimmten Kreises, wie dies in [Fig. 6](#) gezeigt ist. Hier sind eine reelle Achse (Abszissenachse) und eine imaginäre Achse (Ordinatenachse) in der Vektorimpedanzebene als eine X-Achse und eine Y-Achse beschrieben.

**[0049]** Dann wird eine Korrelationsfunktion, wie sie unten ausgedrückt ist, aus der Impedanz  $Z_i$  ( $i = 1 - n$ ) abgeleitet, die auf der Koordinate gedruckt ist:

$$(X - a)^2 + (Y - b)^2 = r^2 \quad (1)$$

wo "a" die X-Koordinate des Zentrums des Kreises ist, "b" die Y-Koordinate des Zentrums des Kreises ist und "r" ein Radius des Kreises ist.

**[0050]** Mit anderen Worten, ist dies ein Ausdruck einer angenäherten Korrelation zwischen Punkten "n". Dann wird die folgende Formel abgeleitet:

$$X = a \pm \sqrt{(r^2 - b^2)}$$

wo, da  $R_0 > R_{inf}$ ,

$$R_0 = a + \sqrt{(r^2 - b^2)}$$

$$R_{inf} = a - \sqrt{(r^2 - b^2)}.$$

**[0051]** Dementsprechend sind  $R_e$  und  $R_i$  des äquivalenten Kreises von [Fig. 4](#) ausgedrückt als:

$$R_e = R_0$$

$$R_i = R_0 \cdot R_{inf} / (R_0 - R_{inf})$$

**[0052]** Da der Impedanzvektor  $Z_c$  an der charakte-

ristischen Frequenz  $F_c$  durch einen Punkt definiert ist, wo die Reaktanz oder die Komponente der imaginären Achse, d.h. der absolute Wert der Y-Achsen-Komponente einen maximalen Wert annimmt, werden die X-Koordinate als eine Komponente der reellen Achse und die Y-Koordinate als eine Komponente der imaginären Achse des Impedanzvektors  $Z_c$  bestimmt als:

$X = a$ ,  $Y = b - r$  und dadurch wird der Impedanzvektor  $Z_c$  dargestellt als:

$$Z_c = a + j(b - r).$$

**[0053]** Entsprechend dem oben beschriebenen Cole-Cole-Modell wird der Impedanzvektor bei einer Frequenz  $\omega$  ausgedrückt als:

$$Z(\omega) = R_{inf} + (R_0 - R_{inf}) / (1 + (j\omega\tau)^\beta)$$

wo  $Z(\omega)$  der Impedanzvektor bei  $\omega$  ist, und  $\tau$  und  $\beta$  Konstante sind.

**[0054]** Wenn  $\tau = 1/\omega_c$ ,

$$Z(\omega) = R_{inf} + (R_0 - R_{inf}) / (1 + (j\omega/\omega_c)^\beta)$$

wo  $\omega_c = 2\pi F_c$ .

**[0055]**  $F_c$  und  $\beta$  können auch basierend auf diesen Beziehungen und Daten auf dem Kreis berechnet werden (Schritt S14).

**[0056]** Dann werden die Körperzusammensetzungswerte, beinhaltend die Menge an extrazellulärem Wasser, die Menge an intrazellulärem Wasser, das Verhältnis von intrazellulärem Wasser zu extrazellulärem Wasser, das Gesamtkörperwasser, die fettfreie Masse, Körperfettmasse und die Körperfett-rate basierend auf dem Vektorimpedanzort und den zugehörigen Parametern, wie  $R_0$ ,  $R_{inf}$ ,  $R_\theta$ ,  $R_i$ ,  $Z_c$ ,  $F_c$  oder dgl. berechnet, welche vorab berechnet wurden (Schritt S15). Wenn die persönlichen Parameter nicht festgelegt wurden, wird dieses Verfahren, wie oben beschrieben, weggelassen.

**[0057]** Die resultierenden Daten werden in dem Hilfsspeicher **5** (Schritt S16) gemeinsam mit dem Datum und den Zeitdaten gespeichert, die von der Uhrzeit **10** zugeführt wurden.

**[0058]** Die bioelektrische Impedanz, die Menge an extrazellulärem Wasser und das Verhältnis von intrazellulärem Wasser zu extrazellulärem Wasser (ICW/ECW), die bereits gemessen und berechnet wurden, werden auf der Anzeigeeinheit **6** in einem Format angezeigt, wie dies in [Fig. 7](#) gezeigt ist (Schritt S17). Dann werden die vorhergehenden Meßdaten und die neu gespeicherten Meßdaten vom RAM **4** entnommen. Wenn die persönlichen Parameter nicht vorab festgelegt wurden, wird nur die Impe-

danzänderung auf der Anzeigeeinheit **8** angezeigt, wie dies in [Fig. 8](#) gezeigt ist.

**[0059]** Andererseits wird, wenn der persönliche Parameter festgelegt wurde, das Verhältnis von intrazellulärem Wasser zu extrazellulärem Wasser (ICW/ECW) auch im Zusammenhang mit den gegenwärtigen Meßdaten berechnet. Die Änderung in einer Menge an extrazellulärem Wasser und die Änderung im Verhältnis von intrazellulärem Wasser zu extrazellulärem Wasser werden auf der Anzeigeeinheit **6** in einer Graphen- bzw. Diagrammform angezeigt, wie dies in [Fig. 9](#) gezeigt ist (Schritt S18). Wenn ein signifikanter Anstieg in dem Diagramm bzw. Graph, das bzw. der die Änderung in der Menge an extrazellulärem Wasser zeigt, verglichen mit den vorab gespeicherten Meßdaten gesehen werden kann, wird die Tendenz eines "Quellens" bzw. "Geschwollenseins" auf der Anzeigeeinheit **6** angezeigt. Im Gegensatz dazu wird, wenn eine geringe Änderung in der Menge an extrazellulärem Wasser in dem Graph gesehen werden kann, der "zufriedenstellende" Zustand auf der Anzeigeeinheit **6** angezeigt (Schritt S19).

**[0060]** Das lymphatische Ödem, das häufig nach einer chirurgischen Operation von Brustkrebs oder Gebärmutterkrebs gesehen wird, ist bzw. wird als ein geschwollener Zustand definiert, der aufgrund der Speicherung von viel Protein und Wasser in dem subkutanen Gewebe um das erkrankte Teil bewirkt ist. Der Grad des lymphatischen Ödems kann basierend auf der Menge von Körperwasser um das erkrankte Teil bestimmt werden. Die Änderung in dem Körperwasser des menschlichen Körpers hängt hauptsächlich von der Änderung in der Menge an extrazellulärem Wasser ab. Als ein Ergebnis kann der Grad des lymphatischen Ödems durch ein Messen der bioelektrischen Impedanz durch das erkrankte Teil des menschlichen Körpers bestimmt werden. Dann wird ein Bezug auf den Graph in [Fig. 8](#) getätigt. Dieser Graph zeigt die Änderung in der bioelektrischen Impedanz mit dem Fortschritt der Zeit, welche durch das erkrankte Teil nach der chirurgischen Operation von Brustkrebs, Gebärmutterkrebs oder dgl. gemessen ist. Dieser Graph zeigt den Fall, wo die bioelektrische Impedanz, die unmittelbar nach der chirurgischen Operation gemessen wurde, höher war, jedoch stark jedesmal absank, wenn die Messung gemacht wurde, und nach einem bestimmten Zeitraum wurde die bioelektrische Impedanz nicht mehr so stark abgesenkt. Dies bedeutet, daß das lymphatische Ödem, das einen gewissen Zeitraum nach der chirurgischen Operation bewirkt wurde, und der Grad bzw. das Ausmaß davon stufenweise bzw. zunehmend anstieg, wobei jedoch danach das lymphatische Ödem nicht weiter anwuchs und es eine Tendenz in der Richtung zu einer Wiederherstellung bzw. Genesung gab.

**[0061]** Daher kann der Grad einer Wiederherstel-

lung des erkrankten Teils durch eine Beobachtung der Änderung in der bioelektrischen Impedanz, einer Menge an extrazellulärem Wasser und eines Verhältnisses von intrazellulärem Wasser zu extrazellulärem Wasser bestimmt werden, wie sie durch die vorliegende Vorrichtung gemessen werden. Dies kann beispielsweise durch einen Vergleich des gegenwärtig gemessenen Werts mit dem zuvor gemessenen Wert oder mit dem vorbestimmten Bezug erzielt werden.

**[0062]** In Schritt S20, S21 oder S23 wird "Wiedermessung", "Neumessung" oder Beendigung der Messung auf der Anzeigeeinheit **6** angezeigt. Dann wird die beabsichtigte Tätigkeit ausgewählt und die Daten werden durch die Tasteneingabevorrichtung **9** eingegeben.

**[0063]** Die Wiedermessung bedeutet, daß die Messung neuerlich ausgeführt wird. In diesem Fall wird die Messung von dem Punkt gestartet, wo die Elektroden festgelegt sind. Das Verfahren bzw. die Prozedur kehrt zu Schritt S5 zurück, wo die gespeicherten persönlichen Parameter ausgelesen werden. Die neue bzw. Neu-Messung bedeutet, daß das Verfahren zu Schritt S4 zurückkehrt, wo die Identifikationsnummer eingegeben wird. Dies wird hauptsächlich für eine Gruppenüberprüfung verwendet. Wenn die Wiedermessung nicht ausgeführt wird, wird das Verfahren beendet und die gesamte Vorrichtung wird auf AUS geschaltet (Schritt S23).

**[0064]** Die oben beschriebene Ausbildung ist auf den Fall gerichtet, wo mehrere Frequenzen verwendet werden. Die vorliegende Erfindung bezieht sich auch auf eine weitere Ausbildung, wo ein Wechselstrom bei einer einzigen Frequenz erzeugt bzw. generiert wird und in der Vorrichtung bzw. dem Gerät zum Bestimmen des Grads einer Wiederherstellung des erkrankten Teils verwendet wird. Das Blockdiagramm für eine derartige zweite Ausbildung ist daselbe wie jenes in [Fig. 1](#), das den Fall darstellt, wo mehrere Frequenzen verwendet werden, und daher wird es hier weggelassen. Jedoch ist ein Flußdiagramm, das einen Betrieb der zweiten Ausbildung darstellt, wenn nur eine einzige Frequenz verwendet wird, in [Fig. 10](#) illustriert.

**[0065]** Dann werden ein Meßverfahren und eine Tätigkeit bzw. ein Betrieb der zweiten Ausbildung unter Bezugnahme auf das Flußdiagramm in [Fig. 10](#) beschrieben. Eine Anfangstätigkeit für die zweite Ausbildung ist dieselbe wie in der ersten Ausbildung, wo mehrere Frequenzen verwendet werden. Zusätzlich ist die nachfolgende Tätigkeit für die zweite Ausbildung, wo die Identifikationsnummer und die persönlichen Parameter durch die Tasteneingabevorrichtung **9** eingegeben werden, dieselbe wie in der ersten Ausbildung. Daher wird die Beschreibung der Schritte S31 bis S37 weggelassen (welche den Schritten S1 bis S7 entsprechen, wie sie oben beschrieben

sind). Die Vorrichtung gemäß der zweiten Ausbildung wird durch ein Drücken der Meßstarttaste für ein Messen gestartet.

**[0066]** Dann wird die bioelektrische Impedanz gemäß dem folgenden Verfahren gemessen. Basierend auf den Messungs-Steuer- bzw. -Regelparametern wird eine einzige Ausgabesignalfrequenz durch die Wechsignalsignal-Bildungsvorrichtung **20** festgelegt. Ein ausgegebenes bzw. Ausgabesignal von der Wechsignalsignal-Bildungsvorrichtung **20** wird in die Wechselstrom-Ausgabevorrichtung **21** eingegeben.

**[0067]** Die Wechselstromausgabevorrichtung **21** setzt einen einzigen Ausgabestromwert fest und gibt den entsprechenden Wechselstrom aus. Dieser Wechselstrom wird an eine Person, die zu vermessen ist, durch den Bezugstromdetektor **22** und die Wechselstrom-Ausgabeanschlüsse **30**, **31** wie in dem Fall von mehreren verwendeten Frequenzen angelegt.

**[0068]** Zu dieser Zeit ist bzw. wird der an die zu vermessende Person angelegte Strom durch den Bezugstromdetektor **22** detektiert. Die detektierte Ausgabe in Form eines analogen Signals wird in das digitale Signal durch den A/D-Wandler **23** umgewandelt, und das resultierende Signal wird in dem RAM **4** gespeichert. Die Potentialsignale von den Potentialmeßeletroden **52** und **53** werden zu dem Potentialdifferenzdetektor **25** und dann dem A/D-Wandler **24** zugeführt. Der A/D-Wandler **24** wandelt sie in das digitale Signal um, welches in dem RAM **4** gespeichert ist. Soweit ist dies die Meßtätigkeit (Schritt S38).

**[0069]** Basierend auf den resultierenden Daten wird die bioelektrische Impedanz berechnet (Schritt S39). Aufgrund der Messung, die bei einer einzigen Frequenz ausgeführt wird, ist die berechnete bioelektrische Impedanz ein Absolutwert statt einem Vektorwert, wie in dem Fall von mehreren verwendeten Frequenzen.

**[0070]** Dann wird die Menge an Körperwasser für das zu messende Teil basierend auf diesem absoluten Impedanzwert berechnet, vorausgesetzt, daß die persönlichen Parameter festgelegt wurden.

**[0071]** Die resultierenden Daten werden in dem Hilfsspeicher **5** (Schritt S40) gemeinsam mit dem Datum und den Zeitdaten von der Uhrzeit **10**, wie in dem Fall von mehreren verwendeten Frequenzen gespeichert.

**[0072]** Die resultierenden Daten werden auf der Anzeigeeinheit **6** angezeigt. Zu dieser Zeit werden die vorherigen Meßdaten und die gegenwärtigen Meßdaten vom RAM **4** entnommen. Aufgrund der Messung bei einer einzigen Frequenz werden die Menge an extrazellulärem Wasser und das Verhältnis von in-



trazellulärem Wasser zu extrazellulärem Wasser nicht angezeigt. Jedoch wird die Änderung in der bioelektrischen Impedanz auf der Anzeigeeinheit **6** in dem Graph-Format, wie dies in [Fig. 8](#) gezeigt ist, wie in dem Fall von mehreren verwendeten Frequenzen angezeigt (Schritt S41). Jegliche Wellung der Kurve in dem Graph zeigt auf der Anzeigeeinheit **6** (Schritt S42) an, ob die Schwellung in dem erkrankten Teil zu einer "Wiederherstellung" bzw. "Genesung" tendiert oder eine "Behandlung" erfordert.

**[0073]** Soweit ist es eine Serie von Tätigkeitsschritten für die Messung und der nachfolgende Schritt ist einer aus "Wiedermessungs"-, "Neumessungs"- und "Beendigungs"-Schritten (Schritt S43 bis S45). Derartige Schritte sind dieselben wie bei der Verwendung von mehreren Frequenzen.

**[0074]** Die Vorrichtung gemäß den Ausführungen, wie sie oben beschrieben sind, funktioniert bzw. funktioniert, um den Grad bzw. Pegel einer Wiederherstellung bzw. Genesung des erkrankten Teils basierend auf der abgeleiteten Information betreffend die Quellung bzw. Schwellung, wie das lymphatische Ödem oder dgl. nach der chirurgischen Operation von Brustkrebs oder Gebärmutterkrebs zu bestimmen. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf eine derartige Vorrichtung beschränkt, sondern ist auch anwendbar, um den Grad einer Wiederherstellung des erkrankten Teils basierend auf der abgeleiteten Information betreffend den Muskel um den erkrankten Abschnitt nach einer chirurgischen Operation für einen Knochenbruch zu bestimmen.

**[0075]** Wie bereits oben beschrieben, besteht der Muskel eines menschlichen Körpers aus einer Ansammlung von feinen Zellen, die als muskuläre Fasern bekannt sind. Wenn der Muskel für einen längeren Zeitraum unbenutzt bleibt, wird jede der muskulären Fasern dünner. Als das Ergebnis wird das Blutgefäß in dem Muskel im Durchmesser reduziert, so daß die Menge an Blut, die dadurch fließt, ebenfalls reduziert wird. Da das Blut mehr Elektrolyt, wie Natriumionen oder Kaliumionen inkludiert bzw. beinhaltet, hat es die Charakteristik, daß ein elektrischer Strom wahrscheinlich dadurch fließt. Wenn die Menge an Blut absinkt, steigt selbstverständlich die bioelektrische Impedanz an jenem Teil an. Daher macht es die kontinuierliche Messung einer bioelektrischen Impedanz möglich, die Änderung in einer Muskelmasse zu verfolgen. Spezifischer wird, wenn die bioelektrische Impedanz, die durch den umgebenden Bereich des erkrankten Teils gemessen ist bzw. wird, höher als der vorbestimmte Bezug ist, bestimmt, daß die Menge an Muskeln abgenommen hat. Andererseits wird, wenn die bioelektrische Impedanz, die gegenwärtig gemessen ist, niedriger als die zuvor gemessene ist, bestimmt, daß die Menge an Muskeln um das erkrankte Teil zufriedenstellend unter der Rehabilitation wiederhergestellt wurde.

**[0076]** Um daher den Grad einer Wiederherstellung des Muskels unter der Rehabilitation nach der chirurgischen Operation zu überwachen, wird die bioelektrische Impedanz für den umgebenden Bereich des erkrankten Teils durch die Vorrichtung, die konfiguriert ist, wie dies in [Fig. 1](#) gezeigt ist, nach der chirurgischen Operation gemessen. Dann wird die bioelektrische Impedanz kontinuierlich bei einem bestimmten Intervall während der Rehabilitationsperiode gemessen, um die Änderung in der Muskelmasse bzw. -menge zu verfolgen. Basierend auf den Meßdaten wird bestimmt, daß die Rehabilitation zufriedenstellend ist. Das Meßverfahren ist dasselbe wie jenes in dem Fall, wo die Schwellung angezeigt ist bzw. wird, und daher wird die Beschreibung davon hier weggelassen.

**[0077]** Schließlich werden Nachrichten, wie "die Rehabilitation läuft zufriedenstellend" oder "mehr physikalische Übungen sind notwendig" angezeigt, so daß die zu vermessende Person den Effekt der Rehabilitation erkennt.

**[0078]** Es ist aus dem Vorhergehenden ersichtlich, daß irgendeine Änderung in einem geschwollenen Zustand einfach durch ein kontinuierliches Messen der bioelektrischen Impedanz des erkrankten Teils nach der chirurgischen Operation bezüglich Krebs gesehen werden kann, wobei die Menge an Körperwasser abgeleitet und die Änderung in der bioelektrischen Impedanz in dem Graph angezeigt wird. Zusätzlich wird das Erfordernis eines Berührens des erkrankten Teils vermieden, die bessere sanitäre bzw. hygienische Umgebung wird aufrecht erhalten und die zu vermessende Person fühlt keinen Schmerz. Dies ist für einen Mediziner sehr wirkungsvoll bzw. nützlich, um eine Diagnose eines geschwollenen Zustands eines Patienten auszuführen.

**[0079]** Die Meßdaten für eine Anzahl von Personen können durch die Konfiguration zur Verbindung mit dem externen Eingabe/Ausgabe-Interface **7** gemanagt bzw. gehandhabt werden.

**[0080]** In dem Fall, wo die Vorrichtung zu Hause verwendet wird, kann eine zu vermessende Person die Tendenz einer Schwellung ohne irgendeine Unterstützung eines Arztes sehen, so daß die Person einfach den Effekt der Rehabilitation selbst verstehen kann.

**[0081]** Zusätzlich kann nach der chirurgischen Operation eines Knochenbruchs die Wiederherstellung des zu rehabilitierenden Muskels gegen irgendein Absinken bzw. Abbauen des Muskels durch die Verwendung von Gips leicht einfach durch kontinuierliches Messen der bioelektrischen Impedanz des erkrankten Teils, Ableiten der Menge an Körperwasser und Anzeigen der Änderung in der bioelektrischen Impedanz in dem Graph bestimmt werden. Die Reha-

bilitation, welche schwierig in bezug auf ihren Effekt zu verstehen war, kann nun den Patienten ermutigen, da irgendeine Änderung in der Muskelmasse graphisch angezeigt ist bzw. wird.

**[0082]** Wenn die bioelektrische Impedanz unter Verwendung eines Wechselstroms, der mehrere Frequenzen aufweist, gemessen wird und das Verhältnis von intrazellulärem Wasser zu extrazellulärem Wasser auf der Basis des Impedanzvektororts abgeleitet wird, dann ist es möglich, einen Fehlerfaktor einer Körpertemperaturänderung nach der Rehabilitation zu eliminieren, welches in dem Fall nicht getan werden kann, wo nur die Impedanzänderung beobachtet wird. Dies erlaubt eine präzisere Bestimmung des Grads des geschwollenen Zustands und der Wiederherstellung bzw. Genesung des Muskels nach der chirurgischen Operation bzw. dem chirurgischen Vorgang.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Bestimmen eines Genesungs- bzw. Wiederherstellungspegels bzw. -grades eines erkrankten Teils bzw. Körperteils, umfassend:  
zwei Paare von Elektroden (**50, 51, 52, 53**);  
eine elektrische Stromquelle (**20, 21, 22, 23, 30, 31**);  
eine Spannungsmeßeinheit (**24, 25, 32, 33**);  
eine arithmetische bzw. Recheneinheit (**2**);  
eine Speichereinheit (**5**); und  
eine Vergleichseinheit;  
wobei  
die zwei Paare von Elektroden (**50, 51, 52, 53**) mit einer Haut in dem umgebenden Bereich des erkrankten Teils kontaktiert sind,  
die elektrische Stromquelle (**20, 21, 22, 23, 30, 31**) einen Meßstrom über ein gewähltes Paar von Elektroden (**50, 51**) der Elektrodenpaare zuführt,  
die Spannungsmeßeinheit (**24, 25, 32, 33**) eine Spannung zwischen dem anderen gewählten Paar von Elektroden (**52, 53**) der Elektrodenpaare mißt,  
die arithmetische Einheit (**2**) einen Index auf ein lymphatisches Ödem in dem umgebenden Bereich des erkrankten Körperteils bzw. Teils, welches den Grad einer Genesung bzw. Wiederherstellung des erkrankten Teils repräsentiert, basierend auf den gemessenen Daten von der Spannungsmeßeinheit (**24, 25, 32, 33**) berechnet,  
die Speichereinheit (**5**) den Index betreffend das lymphatische Ödem in dem umgebenden Bereich des erkrankten Teils, welches durch die arithmetische Einheit (**2**) ausgebildet ist, als einen Referenzwert speichert, und  
die Vergleichseinheit den Bezugs- bzw. Referenzwert, der in der Speichereinheit (**5**) gespeichert ist, mit einem gegenwärtigen Index betreffend das lymphatische Ödem in dem umgebenden Bereich des erkrankten Teils vergleicht und einen Grad einer Genesung des lymphatischen Ödems des erkrankten Teils bestimmt, wobei der Index betreffend das lymphati-

sche Ödem ein Verhältnis von intrazellulärem Wasser zu extrazellulärem Wasser beinhaltet.

2. Vorrichtung zum Bestimmen eines Genesungsgrades eines erkrankten Teils nach Anspruch 1, in welcher die Elektroden (**50, 51, 52, 53**) der zwei Elektrodenpaare auf einer Linie in einem derartigen Intervall anordenbar sind, daß das erkrankte Teil dazwischen positionierbar ist.

3. Vorrichtung zum Bestimmen eines Genesungsgrades eines erkrankten Teils nach Anspruch 1, in welcher sie weiters eine Anzeigeeinheit (**6**) umfaßt, und in welcher die Anzeigeeinheit (**6**) eine Information betreffend den Genesungsgrad des erkrankten Teils basierend auf dem Index des lymphatischen Ödems in dem umgebenden Bereich des erkrankten Teils, das durch die arithmetische Einheit (**2**) ausgebildet ist, in einer Graph- bzw. Diagrammform anzeigt.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG.1

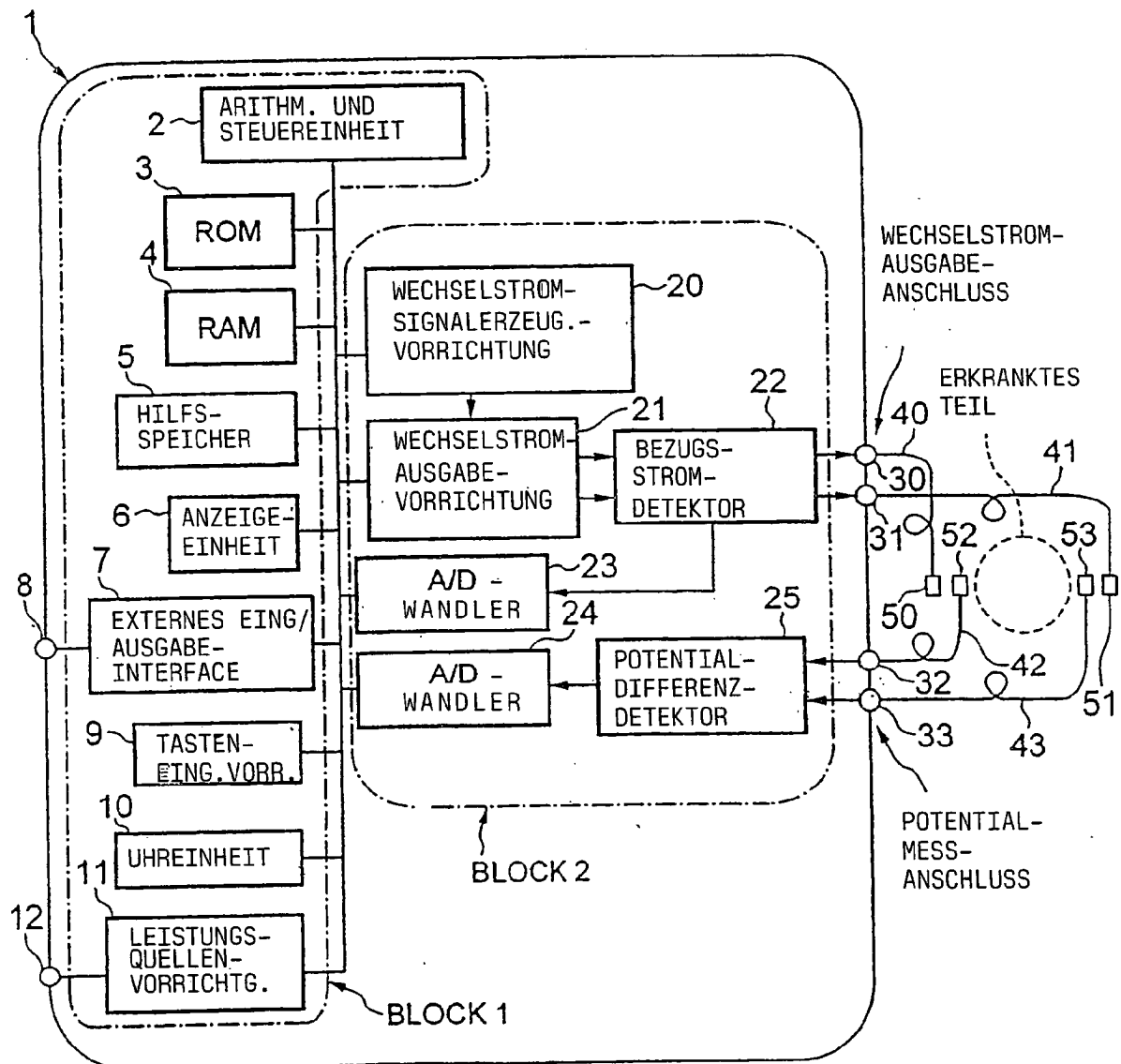


FIG.2

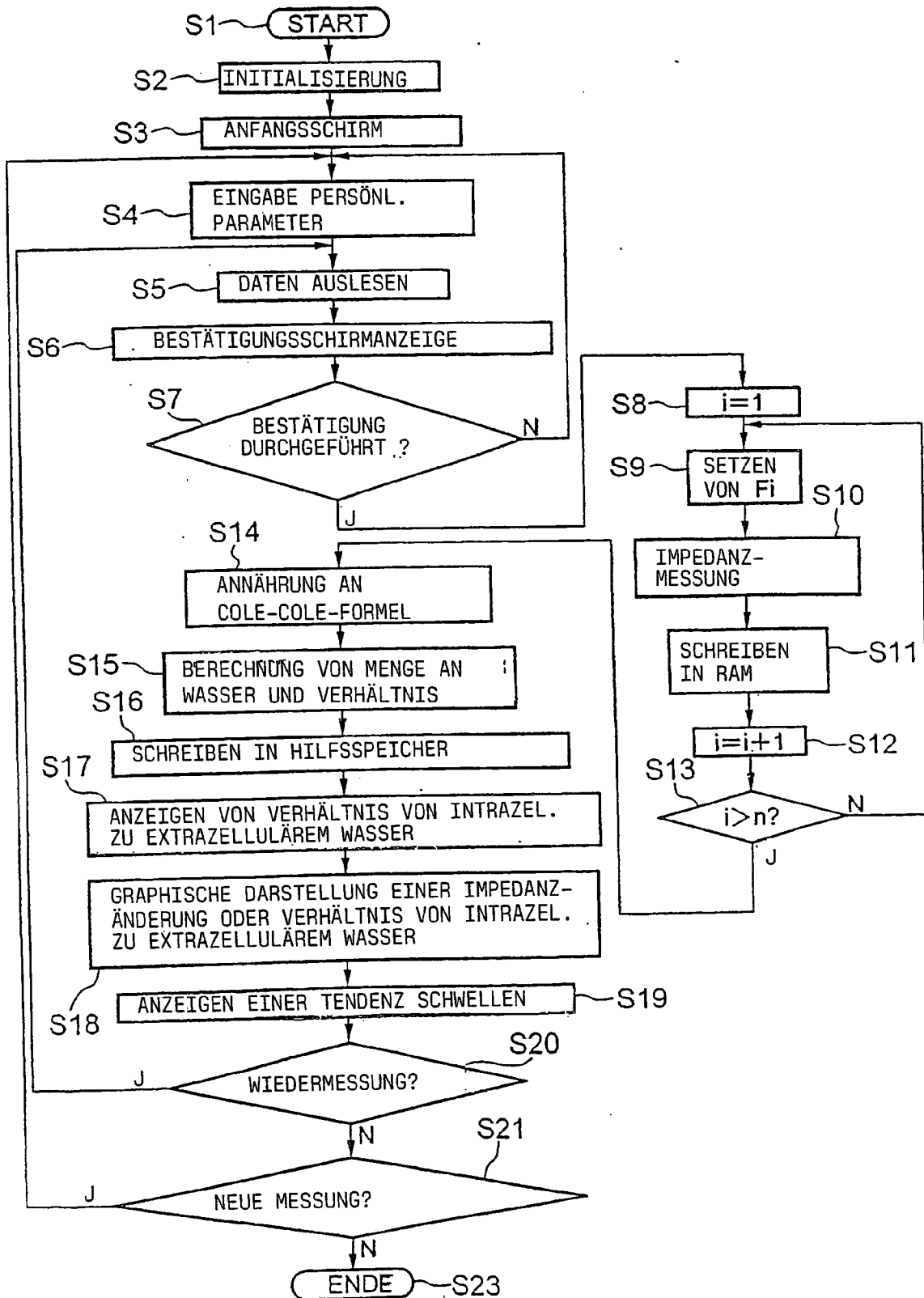


FIG.3

| PARAMETEREINGABE |          |
|------------------|----------|
| ID :             | 009876   |
| GESCHLECHT :     | MÄNNLICH |
| ALTER :          |          |
| GRÖSSE :         | cm       |
| GEWICHT. :       | kg       |

FIG.4

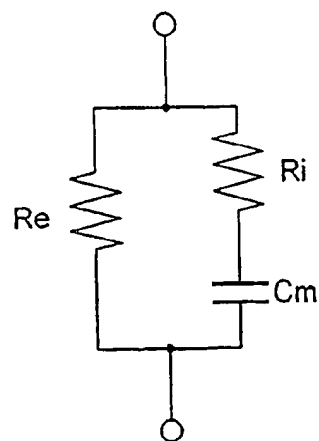




FIG.5

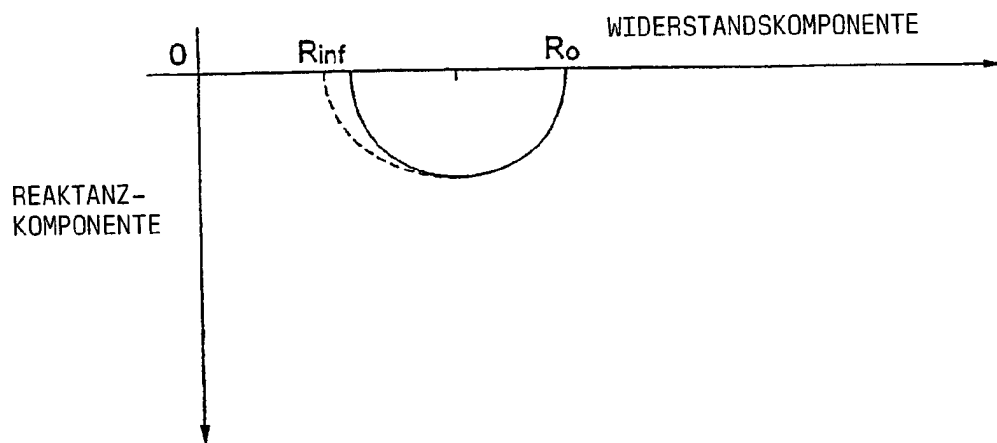


FIG.6

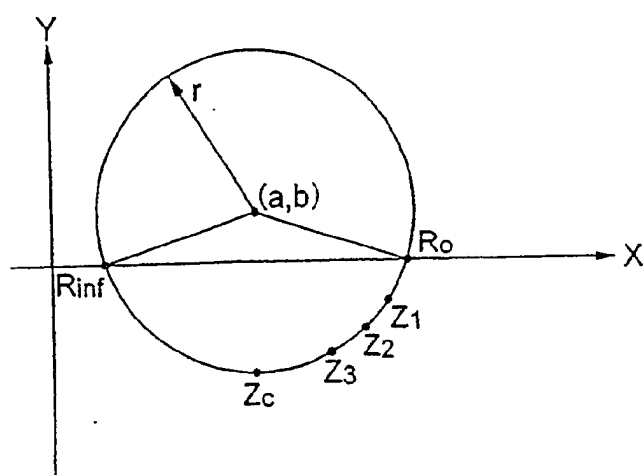


FIG.7

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Nr. x x x x x           |              |
| NAME □□ □□              |              |
| DATUM : △△ △△           | ZEIT : ○○:○○ |
| x x x x x Ω             |              |
| EXTRA-ZELLULÄRES WASSER | = △△△△ kg    |
| ICW/ECW = ○○○○          |              |

FIG.8

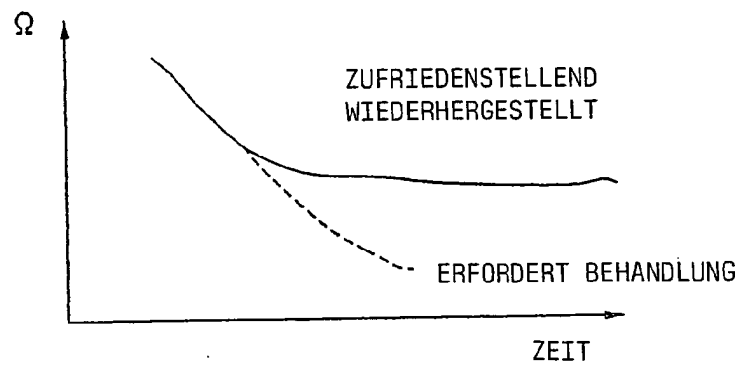


FIG.9

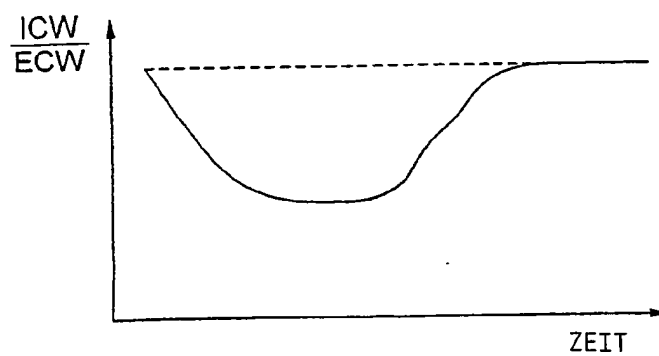


FIG.10

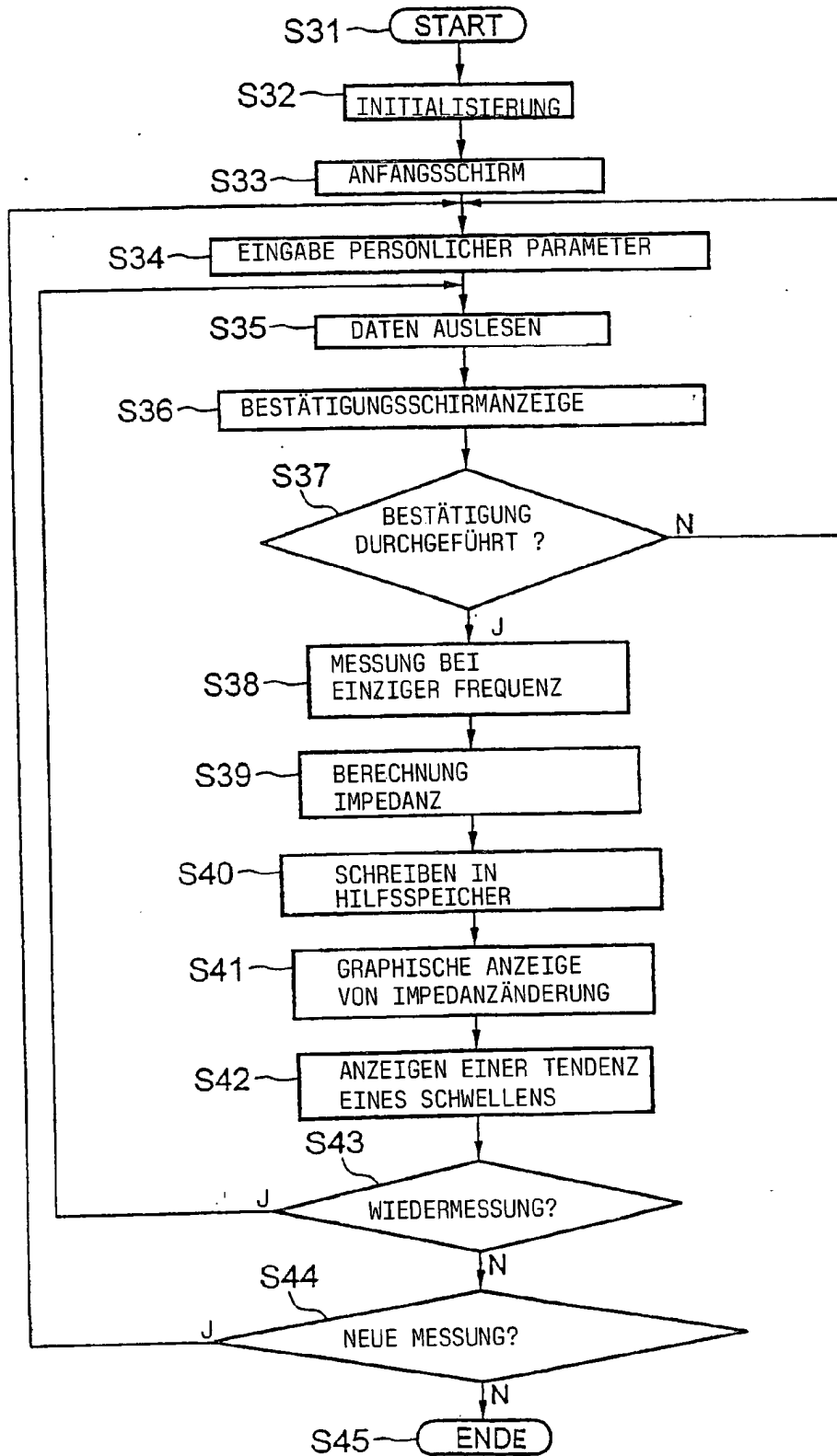


FIG.11

