



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 29 079 T2** 2008.02.28

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 177 760 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 29 079.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 118 268.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **30.07.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.02.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **27.06.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **28.02.2008**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 5/00** (2006.01)
A61B 5/05 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2000232703 01.08.2000 JP

(73) Patentinhaber:

Tanita Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

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

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

**Takehara, Katsumi, Tokyo, JP; Takehara, Tomoko,
Tokyo, JP**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Schätzung der Wassermenge im Körper durch Messung der bioelektrischen Impedanz bei mehreren Frequenzen**

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

Allgemeiner Stand der Technik:

Gebiet der Erfindung:

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Schätzen des Wassermengenzustands im Körper zum Einschätzen des Zustandes, der die Menge an Körperwasser in einem lebenden Körper betrifft, durch Messen der bioelektrischen Impedanz unter Verwendung eines Wechselstroms mit mehreren Frequenzen.

Stand der Technik:

[0002] Wassersucht bzw. Ödem ist eine Art von Krankhaftigkeit, bei der sich interstitielle Flüssigkeit bzw. Fluid und/oder Lymphe in intrazellulären oder extrazellulären Teilen ansammelt und sich die Menge an Wasser in einem Körper erhöht. Auftretende Wassersucht überall in einem ganzen Körper können als Symptom von Erkrankungen, wie Erkrankung des Herzens, Erkrankung der Niere, Erkrankung der Leber und dergleichen, erkannt werden. Daher ist es wünschenswert, dass der Grad an Wassersucht genau gemessen wird und er beim Diagnostizieren oder beim Überwachen der Verfassung des Patienten genutzt wird.

[0003] Andererseits ist Dehydration eine Art von Krankhaftigkeit, bei der Wasser in einem lebenden Körper anomal verringert ist, und sie tritt oft im täglichen Leben auf, wenn eine Person trainiert oder wenn die Temperatur hoch ist, weil eine Menge Wasser durch Schwitzen und eine erhöhte Körpertemperatur aus dem Körper ausgeschieden wird. Insbesondere wird gesagt, dass ältere Personen dazu neigen, Dehydration-Symptome erleben. Dies ist so, weil, wenn jemand älter wird, die Größe der Muskeln, die Wasser enthalten, abnimmt, die Menge von Urin zunimmt, weil sich die Funktion der Nieren verschlechtert, und das Bewusstsein von durstig abnimmt, weil die Wahrnehmungen ab stumpfen. Ein weiterer Grund ist, dass die Menge an Wasser, die Zellen erfordern, abnimmt.

[0004] Wenn Dehydrationssymptome unbehandelt bleiben, werden die Dehydrationssymptome allmählich schlechter, bis ein bedenklicher Dehydrationszustand auftritt. Normalerweise wird gesagt, dass, wenn ein Drittel des Wassers in einem lebenden Körper verloren geht, die Regulierung der Körpertemperatur gestört ist. Dies bewirkt, dass sich die Körpertemperatur erhöht und dann das Wasser im lebenden Körper weiter verringert wird. Mit anderen Worten, es wird ein Teufelskreis erzeugt, bis schließlich eine Hitzeerkrankung auftritt. Eine Hitzeerkrankung beinhaltet Zustände, wie Hitzeerkrankung, Wüstensyndrom und Hitzschlag. Manchmal sind alle Organe im Körper

durch die Hitzeerkrankung beeinträchtigt. Somit ist es erwünscht, dass Dehydrationssymptome genau erfasst werden, um das Risiko einer Hitzeerkrankung zu vermeiden.

[0005] Die japanische offengelegte Patentveröffentlichung Nr. Hei 11-318845 offenbart eine Vorrichtung zum Messen der Gesamtmenge an Wasser in einem Körper, wodurch gestattet wird, dass Wassersucht und Dehydrationssymptome, die einer Person nicht bewusst sind, erfasst werden. Diese Vorrichtung ermittelt die Gesamtmenge an Körperwasser in einem lebenden Körper eines Probanden leicht durch Messen eines bioelektrischen Impedanzwertes bzw. Wertes der bioelektrischen Impedanz, wodurch dem Probanden gestattet wird, seinen Körperwasserzustand, wie Wassersucht oder Dehydrationssymptome, basierend auf dieser gemessenen Menge an Körperwasser einzuschätzen.

[0006] Es ist bekannt, dass sich ein Wert der bioelektrischen Impedanz ändert, wenn sich die Körpertemperatur ändert. Das heißt, der Wert der bioelektrischen Impedanz nimmt ab, wenn die Körpertemperatur ansteigt, und der Wert der bioelektrischen Impedanz nimmt zu, wenn die Körpertemperatur heruntergeht. Die herkömmliche Vorrichtung, die die Gesamtmenge an Körperwasser basierend auf dem Wert der bioelektrischen Impedanz berechnet, zieht jedoch diese Tatsache, dass sich der Wert der bioelektrischen Impedanz ändert, wenn sich die Körpertemperatur ändert, nicht in Betracht. Somit kann die Vorrichtung die Gesamtmenge an Körperwasser nicht genau ermitteln, was dazu führt, dass sie nicht in der Lage ist, den Dehydrationszustand genau zu erfassen. Beispielsweise nimmt in einem Fall, in dem die Gesamtmenge an Körperwasser abgenommen hat und die Körpertemperatur erhöht ist und somit ein Dehydrationszustand erfasst werden sollte, der Wert der bioelektrischen Impedanz zu, wenn die Gesamtmenge an Körperwasser abnimmt, während andererseits der Wert der bioelektrischen Impedanz abnimmt, weil die Körpertemperatur erhöht ist. Somit wird vielleicht der Dehydrationszustand nicht erfasst, wenn der Wert der bioelektrischen Impedanz gemessen wird und dann die Gesamtmenge an Körperwasser basierend auf dem Wert der bioelektrischen Impedanz berechnet wird, um in der Lage zu sein, basierend auf dieser berechneten Gesamtmenge an Körperwasser zu ermitteln, ob ein Dehydrationszustand aufgetreten ist oder nicht.

[0007] Außerdem misst die Vorrichtung nur die Gesamtmenge an Körperwasser und schätzt nicht den Körperwassermengenzustand unter Berücksichtigung jeder Komponente, die das Körperwasser bildet, wie jede Menge an intrazellulärer oder extrazellulärer Flüssigkeit bzw. Fluid ein. Daher kann die genannte Vorrichtung den genauen und ausführlichen Körperwasserzustand nicht einschätzen.

[0008] Da die genannte Vorrichtung persönliche Parameter eines Probanden, wie Größe, Alter, Geschlecht, Körpergewicht und dergleichen, anfordert, um die Gesamtmenge an Körperwasser basierend auf dem gemessenen Wert der bioelektrischen Impedanz zu berechnen, muss der Proband solche persönlichen Parameter in die Vorrichtung eingeben. Somit ist es für die Probanden sehr mühselig, insbesondere für ältere Probanden, die Vorrichtung zu bedienen. Es ist für die älteren Personen wünschenswert, dass ihr Gesamtkörperwasser oft gemessen wird, weil gesagt wird, dass ältere Personen dazu neigen, Dehydratationssymptome zu erleben, wie oben beschrieben. Es gab jedoch ein Problem, dass ältere Personen ihre Gesamtmenge an Körperwasser nicht erhalten können oder sie basierend auf falsch eingegebenen persönlichen Parametern erhalten.

[0009] Die US 5 449 000 offenbart eine Vorrichtung, bei der extrazelluläre Flüssigkeit, intrazelluläre Flüssigkeit bzw. die Gesamtmenge an Körperwasser durch Messen der bioelektrischen Impedanz unter Verwendung eines Wechselstroms mit mehreren Frequenzen eingeschätzt werden.

[0010] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung zur Schätzung des Wassermengenzustands im Körper bereitzustellen, die einfach zu verwenden ist und eine ausführliche und genaue Einschätzung des Wassermengenzustands im Körper ermöglicht.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen gelöst, die in Anspruch 1 offenbart sind. Bevorzugte Ausführungsformen unterliegen den abhängigen Ansprüchen.

[0012] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zur Schätzung des Körperwassermengenzustands bereitgestellt, die in der Lage ist, den Körperwassermengenzustand im Detail, wie Wasser-suchzustand und/oder Dehydrationszustand, genau und leicht einzuschätzen

Kurzdarstellung der Erfindung:

[0013] Die vorliegende Erfindung stellt eine Vorrichtung zur Schätzung des Körperwassermengenzustands bereit, bei der wenigstens zwei Werte, die aus dem Widerstand des intrazellulären Wassers, dem Widerstand des extrazellulären Wassers, dem kombinierten Widerstand aus dem Widerstand des intrazellulären und extrazellulären Wassers, und dem Verhältnis des intrazellulären und extrazellulären Wassers ausgewählt sind, Schätzparameter für den Körperwassermengenzustand sind, umfasst: eine Multi-Frequenz-Bioelektrische-Impedanz-Messeinrichtung bzw. Einrichtung zum Messen der bioelektrischen Impedanz bei mehreren Frequenzen; eine Berechnungseinrichtung; eine Referenzwertbestim-

mungseinheit; eine Körperwassermengenzustands-schätzeinheit bzw. Einheit zur Schätzung des Körperwassermengenzustands; und eine Anzeigeeinrichtung. Die Einrichtung zum Messen der bioelektrischen Impedanz bei mehreren Frequenzen führt einem Körper eines Probanden eine Vielzahl von Wechselströmen mit verschiedenen Frequenzen zu und misst einen Wert der bioelektrischen Impedanz, die Berechnungseinrichtung berechnet die Werte jedes Schätzungsparameters basierend auf dem gemessenen Wert der bioelektrischen Impedanz, die Referenzwertbestimmungseinheit bestimmt Referenzwerte der gleichen Art basierend auf Schätzungsparameterwerten, die vor jedem in der Vergangenheit berechneten Schätzungsparameter der gleichen Art berechnet werden, die Einheit zur Schätzung des Körperwassermengenzustands schätzt den Körperwassermengenzustand ein, indem jeder berechnete Schätzungsparameterwert mit den bestimmten Schätzungsparametern der Art verglichen werden, und die Anzeigeeinrichtung zeigt das Schätzungsergebnis des so geschätzten Körperwassermengenzustands an.

[0014] Ferner wählt die Referenzwertbestimmungseinheit die Schätzungsparameter aus, die in der Vergangenheit für den gleichen Probanden als demjenigen, dessen Körperwassermengenzustand einzuschätzen ist, berechnet werden und von der gleichen Art von Schätzungsparameterwerten wie jene sind, die von der Berechnungseinrichtung berechnet werden, und bestimmt sie dazu, die Referenzwerte zu sein.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Berechnungseinrichtung ferner wenigstens einen der Werte des intrazellulären Wassergehalts, des extrazellulären Wassergehalts und des gesamten Körperwassergehalts berechnen.

[0016] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann die Referenzwertbestimmungseinheit bestimmen, dass ein Durchschnittswert jedes Schätzungsparameters der Vergangenheit ein Referenzwert für einen Schätzungsparameter der gleichen Art ist.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann die Referenzwertbestimmungseinheit ferner bestimmen, dass der letzte Wert bei den Schätzungsparametern der Vergangenheit ein Referenzwert für einen Schätzungsparameter der gleichen Art ist.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann die Referenzwertbestimmungseinheit einen Referenzwert für einen Schätzungsparameter jedes Mal bestimmen, wenn der Schätzungsparameter berechnet wird.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung verwendet die Referenzwertbestimmungseinheit keinen Wert für einen Schätzungsparameter zum Bestimmen eines Referenzwertes für den Schätzungsparameter, wenn der Wert für den Schätzungsparameter anomal ist.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann die Referenzwertbestimmungseinheit bestimmen, dass ein Wert für den Schätzungsparameter anomal ist, wenn die Differenz zwischen jedem Wert für den Schätzungsparameter und einem Referenzwert für den Schätzungsparameter der gleichen Art, der bereits bestimmt ist, einen vorbestimmten Wert überschreitet.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung bestimmt die Referenzwertbestimmungseinheit, ob ein Wert für einen Schätzungsparameter anomal ist oder nicht, abhängig von der Zeit, zu der ein bioelektrischer Impedanzwert zum Berechnen des Wertes für den Schätzungswert bestimmt wird.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst die Vorrichtung eine Auswahlleinrichtung für anomale Werte, entscheidet die Auswahlleinrichtung für anomale Werte, ob ein Proband einen Wert für einen Schätzungsparameter zum Bestimmen eines Referenzwertes verwendet oder nicht und bestimmt die Referenzwertbestimmungseinheit, ob der Wert für den Schätzungsparameter abnormal ist oder nicht, als Reaktion auf die Auswahlleinrichtung für anomale Werte.

[0023] Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung entscheidet die Referenzwertbestimmungseinheit, dass ein Wert für einen Schätzungsparameter anomal ist, wenn die Zeit, zu der ein Wert für die bioelektrische Impedanz zum Berechnen des Wertes für den Schätzungsparameter bestimmt wird in der Stunde des Aufstehens des Probanden liegt.

[0024] Weitere Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung einiger bevorzugter Ausführungsformen klar, die in beigefügten Zeichnungen gezeigt sind:

[0025] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zur Schätzung des Körperwassermengenzustandes gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0026] [Fig. 2](#) ist ein Flussdiagramm, das einen Wirkungsablauf für die in [Fig. 1](#) gezeigte Vorrichtung zur Schätzung des Körperwassermengenzustandes darstellt;

[0027] [Fig. 3](#) stellt ein Bildschirmbild beim Eingeben persönlicher Parameter dar;

[0028] [Fig. 4](#) ist eine elektrisch äquivalente Schaltung von Zellen in einem lebenden Körper;

[0029] [Fig. 5](#) ist Vektorortskurve der bioelektrischen Impedanz eines menschlichen Körpers;

[0030] [Fig. 6](#) stellt eine Beziehung zwischen der bioelektrischen Impedanz bei einer Frequenz von Null und bei unendlicher Frequenz und der bioelektrischen Impedanz bei charakteristischer Frequenz dar.

[0031] [Fig. 7](#) stellt ein Bildschirmbild beim Anzeigen von Ergebnissen dar;

[0032] [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm, das den Vorgang einer Routine zum Bestimmen eines Referenzwertes darstellt;

[0033] [Fig. 9](#) ist ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zur Schätzung des Körperwassermengenzustandes gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0034] [Fig. 10](#) ist eine Perspektivansicht einer in [Fig. 9](#) gezeigten Vorrichtung zur Schätzung des Körperwassermengenzustandes;

[0035] [Fig. 11](#) ist ein Flussdiagramm, das einen Wirkungsablauf für die in [Fig. 9](#) gezeigte Vorrichtung zur Schätzung des Körperwassermengenzustandes darstellt;

[0036] [Fig. 12](#) ist eine Perspektivansicht, die eine Anordnung von Händen bei Schätzungsbedingungen unter Verwendung der in [Fig. 9](#) gezeigten Vorrichtung zur Schätzung des Körperwassermengenzustandes darstellt.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen:

[0037] Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun in der folgenden Beschreibung beschrieben. [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zur Schätzung des Körperwassermengenzustandes gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt kann die Vorrichtung 1 zur Schätzung des Körperwassermengenzustandes gemäß der vorliegenden Ausführungsform in zwei Blöcke unterteilt werden.

[0038] Der erste Block ist ein Block zum hauptsächlichen Durchführen von Steuerung und die Messung betreffendem Betrieb und zum Eingeben und Ausgeben von Daten. Der erste Block umfasst eine Steuer- und Recheneinheit 2, einen ROM 3, einen RAM 4, einen nichtflüchtigen zusätzlichen Speicher bzw. Hilfsppeicher 5, eine Anzeige 6, eine Schnittstelle 7 für externe Eingabe/Ausgabe, einen externen Schnittstellenanschluss 8, eine mit Tasten betätigte Eingabeein-

richtung **9**, eine Uhr **10**, einen Leistungs- bzw. Energieverteiler **11** und einen Leistungs- bzw. Energiezufuhranschluss **12**. Die Steuer- und Recheneinheit **2** führt die Steuerung der Messung und die Verarbeitung der Messergebnisse aus. Der ROM **3** speichert Programme und einige Parameter für Steuerung und Rechenoperationen der Vorrichtung **1**. Der RAM **4** speichert vorübergehend die Messergebnisse oder gewonnenen Daten, die Ergebnisse von Rechenoperationen, die von externen Einrichtungen stammenden Daten, ausgewählte Programme und dergleichen. Der Hilfsspeicher **5** speichert die gewonnenen Daten, die Ergebnisse von Rechenoperationen, einige Parameter, die die Messungen betreffen, und dergleichen. Die Anzeige **6** zeigt einige hilfreiche Bedienungsanleitung, das Fortschreiten der Messung, die Ergebnisse von Messungen, die Ergebnisse von Rechenoperationen und dergleichen. Die Schnittstelle **7** für externe Eingabe/Ausgabe gestattet, dass einige die Messung betreffende Parameter und die Ergebnisse von Messungen zu externen Einrichtungen übertragen werden, und sie gestattet umgekehrt, dass einige die Messung betreffende Parameter, Instruktionen zur Steuerung der Messung, Steuerprogramme und dergleichen von externen Einrichtungen eingegeben werden. Die Schnittstelle **7** für externe Eingabe/Ausgabe kann über den externen Schnittstellenanschluss **8** mit gegebenen externen Einrichtungen verbunden werden. Die mit Tasten betätigte Eingabeeinrichtung **9** gibt Daten, wie Anweisungen zum Steuern der vorliegenden Vorrichtung und persönliche Besonderheiten, ein, die für die Messung erforderlich sind. Die Uhr **10** misst, zu welchem Tag und Zeit jede Messung vorgenommen wird, wobei solcher Tag und Zeit zur späteren Verwendung aufgezeichnet wird. Der Energieverteiler **11** wird von einer externen Energiezufuhr über den Anschluss **12** mit elektrischer Energie versorgt, um die elektrische Energie zu jeder Komponente der Vorrichtung zu verteilen.

[0039] Der zweite Block ist ein Block zum hauptsächlich Messen der Impedanz und zum Umwandeln des gemessenen Analogsignals in ein Digitalsignal und beinhaltet einen Wechselstromsignal-Generator **20**, eine Wechselstrom-Ausgabeeinrichtung **21**, eine Referenzwechselstrom-Erfassungseinrichtung **22**, paarweise Wechselstrom-Ausgabeanschlüsse **30** und **31**, einen A/D-Wandler **23**, paarweise Spannungsmessungsanschlüsse **32** und **33**, eine Spannungserfassungseinrichtung **25** und einen A/D-Wandler **24**. Der Wechselstromsignal-Generator **20** stellt eine Vielzahl von Wechselstromsignalen mit verschiedenen Frequenzen bereit, die gemäß dem im ROM **3** oder dem RAM **4** gespeicherten Steuerprogramm bestimmt werden. Solche Wechselströme mit verschiedenen Frequenzen werden zur Wechselstrom-Ausgabeeinrichtung **21** geleitet, bei der ihre Effektivwerte gemäß dem im ROM **3** oder dem RAM **4** gespeicherten Steuerprogramm modifiziert werden, und dann werden die so modifizierten Wechsel-

ströme zur Referenzwechselstrom-Erfassungseinrichtung **22** geleitet. Die Einrichtung **22** stellt die Wechselströme mit verschiedenen Frequenzen nacheinander an ihren Ausgabeanschlüssen **30** und **31** bereit. Der analoge Wert als Ausgabe der Einrichtung **22** wird im A/D-Wandler in einen entsprechenden digitalen Wert umgewandelt. Andererseits empfängt die Spannungserfassungseinrichtung **25** an ihren Eingabeanschlüssen **32** und **33** ein Signal, das die Spannung darstellt, die zwischen zwei am Körper ausgewählten Punkten auftritt. Somit wird die Spannung in der Spannungserfassungseinrichtung **25** erfasst und die so erfasste Spannung wird im A/D-Konverter **24** in einen entsprechenden digitalen Wert umgewandelt.

[0040] Ein Paar Messungsstrom anwendende Elektroden **50** und **51** ist über ein Paar Messungskabel **40** und **41** mit einem Paar Wechselstrom-Ausgabeanschlüssen **30** und **31** verbunden, und Spannungsmessungselektroden **52** und **53** ist über ein Paar Messungskabel **42** und **43** mit einem Paar Spannungsmessungsanschlüssen **32** und **33** verbunden. Wenn die Vorrichtung **1** die bioelektrische Impedanz zwischen zwei an einer Hand und einem Fuß eines Probanden misst, wird jede Elektrode **50**, **51**, **52** und **53** an einem vorbestimmten Punkt am Probanden angebracht. Das heißt, eine der Messungsstrom anlegenden Elektroden **50** wird an einem ausgewählten Zwischenfingergeleknepunkt des Rückens der Hand angebracht und die andere Elektrode **51** wird an einem ausgewählten Zwischenfingergeleknepunkt des Spanns des Fußes angebracht. Und eine der Spannungsmessungselektroden **52** wird an einem ausgewählten Punkt des Handgelenks angebracht, und die andere Elektrode **53** wird an einem ausgewählten Punkt des Knöchels angebracht.

[0041] Es wird nun der Betrieb der Schätzungsvorrichtung beschrieben. [Fig. 2](#) zeigt ein Flussdiagramm, das eine Reihe von Aktionen darstellt, die in der ersten Ausführungsform vorgenommen werden. Wenn der Netzschalter gedrückt wird (Schritt **1**), wird die Vorrichtung **1** zu ihrem Anfangszustand initialisiert (Schritt **2**) und wird das Bildschirmbild, um den Probanden zu bitten, seine eigene ID-Nummer bzw. Identifizierungsnummer einzugeben, auf der Anzeige angezeigt. Wenn eine ID-Nummer angegeben wird, entscheidet die Vorrichtung **1**, ob die ID-Nummer im Hilfsspeicher **5** als eine für einen Probanden gespeichert ist, dessen persönliche Parameter bereits eingestellt sind. Die ID-Nummer ist eine Nummer, die jedes Mal für einen neuen Probanden zugewiesen wird, wenn der neue Proband seine oder ihre persönlichen Parameter bei Schritt **6**, der später beschrieben wird, eingibt, und die Vorrichtung **1** speichert diese persönlichen Parameter, Messungsergebnisse, Betriebsergebnisse, Schätzungsergebnisse und dergleichen, die zur obigen ID-Nummer gehören, in den Hilfsspeicher **5** und verwaltet solche Information für

jeden Probanden, obwohl die detaillierten Operationen davon hier weggelassen werden. Wenn sie eingegebene ID-Nummer nicht die eine für einen Probanden ist, dessen persönliche Parameter bereits eingestellt sind, dann zeigt die Vorrichtung **1** die Nachricht auf der Anzeige **6** an, die sagt, dass die eingegebene ID-Nummer nicht richtig ist und der Proband seine oder ihre richtigen persönlichen Parameter erneut eingeben sollte (Schritt **6**). Wenn die eingegebene ID-Nummer die eine für einen Probanden ist, dessen persönliche Parameter bereits eingestellt sind, dann entscheidet die Vorrichtung **1** ferner, ob vom Probanden über die mit Tasten bediente Eingabeeinrichtung **9** Rücksetzanweisung eingegeben wird oder nicht (Schritt **4**). In dem Fall, in dem die Rücksetzanweisung eingegeben wird oder die eingegebene ID-Nummer nicht die für einen Probanden ist, dessen persönliche Parameter bereits eingestellt sind, zeigt die Vorrichtung **1** ein in [Fig. 3](#) gezeigtes Bild zum Eingeben persönlicher Parameter an und wartet auf das Eingeben (Schritt **5**). Wenn ein Proband sein Geschlecht, Alter, Größe, Körpergewicht als seine persönliche Parameter eingibt, falls er oder sie ein neuer Proband ist, weist die Vorrichtung **1** für ihn oder sie eine neue ID-Nummer zu und zeigt sie auf der Anzeige **6** an (Schritt **6**). Wenn die Eingabeoperation für die persönlichen Parameter endet oder in dem Fall, in dem die Rücksetzanweisung bei Schritt **4** nicht eingegeben wird, wird die Vorrichtung **1** in ihren Bereitschaftsmodus geändert. Nachdem die Elektroden **50**, **51**, **52** und **53** am vorbestimmten Punkt am Körper des Probanden angebracht sind und die Anweisung zum Starten der Messung über die mit Tasten bedienten Eingabeeinrichtung **9** eingegeben ist, startet die Vorrichtung die Messung zur bioelektrischen Impedanz bei mehreren Frequenzen.

[0042] Nun wird die Messung der bioelektrischen Impedanz bei mehreren Frequenzen kurz erläutert. Bei dieser Messung werden n verschiedene Frequenzen F_i ($i = 1, 2, \dots, n$ und n ist ein vorbestimmter Wert) verwendet und wird die bioelektrische Impedanz für jede Frequenz F_i n -mal gemessen.

[0043] Anfangs wird "i" auf 1 gesetzt und wird die erste Messung der bioelektrischen Impedanz für Frequenz F_1 gestartet. Das heißt, die ausgegebene Signalfrequenz wird im Wechselstromsignal-Generator **20** basierend auf einem Messungssteuerparameter, der im ROM **3** gespeichert ist, oder einem Messungssteuerparameter, der im Hilfsspeicher **5** oder dem RAM **4** gespeichert ist, über die Schnittstelle für externe Eingabe/Ausgabe eingestellt, und das Ausgabesignal mit der eingestellten Frequenz wird aus dem Wechselstromsignal-Generator **20** an die Wechselstrom-Ausgabeeinrichtung **21** ausgegeben. Die Wechselstrom-Ausgabeeinrichtung **21** besteht aus einer einen Konstantstrom ausgebenden Schaltung, die in der Lage ist, ihren Stromwert einzustellen. ein Ausgabestromwert wird in der Wechselstromausga-

beeinrichtung **21** basierend auf dem Messungssteuerparameter eingestellt, und eine Wechselstromausgabe mit dem Ausgabestromwert wird von der Wechselstromausgabeeinrichtung **21** über die Referenzwechselstromerfassungseinrichtung **22**, die Wechselstromausgabeanschlüsse **30** und **31**, die Messungskabel **40**, **41** und die Elektroden **50** und **51**, die am Probanden angebracht sind, einem Probanden zugeführt.

[0044] Die Referenzwechselstromerfassungseinrichtung **22** erfasst einen Strom, der über den Probanden fließt, während die Wechselstromausgabe dem Probanden zugeführt wird. Das erfasste analoge Signal wird an den A/D-Wandler **23** ausgegeben, in ein digitales Signal umgewandelt und dann im RAM **4** gespeichert.

[0045] Elektrische Potenziale an zwei Punkten am Probanden, wo die Elektroden **52** und **53** angebracht sind, werden erfasst, während der Strom dem Probanden zugeführt wird. Die erfassten Werte werden der Spannungserfassungseinrichtung **25** über die Messungskabel **42** und **43** und die Messungsanschlüsse **32** und **33** eingegeben. Dann wird ein Potenzialdifferenzsignal, das eine Differenz zwischen den beiden eingegebenen Potenzialwerten ist, von der Spannungserfassungseinrichtung **25** ausgegeben, und wird dieses analoge Signal vom A/D-Wandler **24** in ein digitales Signal umgewandelt. Das digitale Signal wird von der Steuer- und Recheneinheit **2** verwendet, um eine bioelektrische Impedanz abzuleiten und der abgeleitete Wert der bioelektrischen Impedanz wird im RAM **4** gespeichert.

[0046] Als nächstes wird i zu $i + 1$ ($i = i + 1$) inkrementiert, und es wird entschieden, ob das i einen vorbestimmten Wert n überschreitet oder nicht. Wenn i das n überschreitet, dann ist die Gesamtmessung der bioelektrischen Impedanz abgeschlossen. Wenn andererseits das i nicht das n überschreitet, wird die nächste Messung der bioelektrischen Impedanz für eine neue Frequenz durchgeführt (Schritt **7**).

[0047] Nach der obigen Messung der bioelektrischen Impedanz bei mehreren Frequenzen berechnet die Schätzungs Vorrichtung **1** eine Ortskurve von Vektoren der bioelektrischen Impedanz und Parameter davon basierend auf Werten der bioelektrischen Impedanz, die für jede einer Vielzahl von verschiedenen Frequenzen gemessen wurden.

[0048] Nun wird das Verfahren zum Berechnen der Ortskurve von Vektoren der bioelektrischen Impedanz und der Parameter kurz erläutert. Normalerweise kann eine bioelektrische Impedanz äquivalent durch eine Schaltung mit konzentrierter Konstante ausgedrückt werden, die aus einem Widerstand R_e des extrazellulären Wasser, einem Widerstand R_i des intrazellulären Wassers und der Zellmembranka-

pazität C_m besteht, wie in [Fig. 4](#) gezeigt. Die Ortskurve von tatsächlich gemessenen Werten der bioelektrischen Impedanz ist jedoch nicht mit einer halbkreisförmigen Ortskurve konform, die theoretisch aus den Impedanzwerten gezogen wird, die aus der äquivalenten Schaltung bestimmt werden, deren Komponenten in der Form von Elementen mit konzentrierten Konstanten gegeben sind. Weil alle Zellen eines lebenden Körpers nicht durch ein und dieselbe äquivalente Schaltung ausgedrückt werden können; insbesondere hat jede Zelle eine andere Form und Charakteristik und sollte durch eine andere äquivalente Schaltung ausgedrückt werden, die nur der gleichen, besonderen Zelle zugeordnet ist. Als Tatsache ist die Ortskurve von tatsächlich gemessenen Vektoren der bioelektrischen Impedanz durch einen Bogen gegeben, der entsprechend dem Cole-Cole-Modell bestimmt wird. Ein Beispiel einer bogenförmigen Ortskurve, die aus dem Cole-Cole-Modell bestimmt wurde, ist in [Fig. 5](#) gezeigt, in der die horizontale Achse und die vertikale Achse die Widerstandskomponente bzw. reaktive Komponente der bioelektrischen Impedanz darstellen. Wenn die reaktive Komponente der bioelektrischen Impedanz kapazitiv ist und durch einen negativen Wert gegeben ist, befindet sich die Ortskurve der bioelektrischen Impedanz unterhalb der X-Achse, wie in [Fig. 5](#) gezeigt.

[0049] Wenn angenommen wird, dass die berechnete Ortskurve der bioelektrischen Impedanz mit der kreisförmigen Bogengestalt konform ist, sind die Punkte der gemessenen bioelektrischen Impedanz Z_1, Z_2, Z_N in Form von Frequenzen F_i wie in [Fig. 6](#) gezeigt angeordnet. Im folgenden wird angenommen, dass die horizontale Achse als reelle Achse eine X-Achse ist und die vertikale Achse als imaginäre Achse eine Y-Achse in der Impedanzvektorebene ist.

[0050] Die folgende Korrelationsfunktion (1) aus dem Z_i ($i = 1$ bis n) abgeleitet, das auf dem Koordinatensystem aufgetragen ist:

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

wobei "a" und "b" die Abszisse und Ordinate des Mittelpunkts des Kreises sind, "r" für den Radius des Kreises steht, und stellt die Gleichung (1) eine näherungsweise Korrelationsfunktion basierend auf n Punkten dar. Gleichung (1) wird in Form von "X" erneut aufgeschrieben:

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

und da $R_0 > R_{inf}$, wird

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

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

erhalten. Daher können R_e und R_i einer äquivalenten

Schaltung in [Fig. 4](#) wie folgt gegeben werden:

$$R_e = R_0$$

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

[0051] Aus der obigen Berechnung werden ein kombinierter Widerstand R_{inf} ($= R_i / R_e$) des intrazellulären und extrazellulären Wassers, der Widerstand R_e des extrazellulären Wasser und der Widerstand R_i des intrazellulären Wassers erhalten, und daher wird das Verhältnis von intrazellulärem Wasser und extrazellulärem Wasser R_i / R_e erhalten. Es sollte bemerkt werden, dass es keine Notwendigkeit für persönliche Parameter, wie Größe, Alter, Geschlecht, Körpergewicht und dergleichen, gibt, um diese Werte zu erhalten.

[0052] Ein intrazellulärer Wassergehalt ICW, ein extrazellulärer Wassergehalt ECW, ein Verhältnis des intrazellulären Wassergehaltes zum extrazellulären Wassergehalt ICW/ECW, ein Gesamtkörperwassergehalt TBW ($= ICW + ECW$) und dergleichen können basierend auf der erhaltenen Ortskurve der Vektoren der bioelektrischen Impedanz, der Parameter R_0 und R_{inf} oder R_e und R_i , die diese betreffen, und den Parametern Größe, Alter, Geschlecht und Körpergewicht, welche bei Schritt 3 eingegeben werden, über ein bereits bekanntes Verfahren berechnet werden. Beispielsweise werden der intrazelluläre Wassergehalt ICW, der extrazelluläre Wassergehalt ECW und der Gesamtkörperwassergehalt TBW über die folgenden Gleichungen unter Verwendung von R_i , R_e , Größe H_t und Körpergewicht W berechnet:

$$ICW = K_{i1} H_t^2 / R_i + K_{i2} W + K_{i3}$$

$$ECW = K_{e1} H_t^2 / R_e + K_{e2} W + K_{e3}$$

$$TBW = ICW + ECW$$

[0053] Wobei K_{i1} , K_{i2} , K_{i3} , K_{e1} , K_{e2} , und K_{e3} Koeffizienten sind.

[0054] Dann schätzt die Schätzungsvorrichtung 1 einen Körperwassermengenzustand zu der Zeit, zu der die bioelektrische Impedanz bei Schritt 7 gemessen wird. Unter der Annahme, dass der Widerstand R_i des intrazellulären Wassers und das Verhältnis R_i / R_e von intrazellulärem und extrazellulärem Wasser die Schätzungsparameter sind, wird diese Schätzungsoperation durch Vergleichen jedes Wertes der bei Schritt 7 erhaltenen Schätzungsparameter mit Referenzwerten von Schätzungsparametern der gleichen Art erhalten, die im Hilfsspeicher 5 gespeichert sind. Wenn jedoch die Referenzwerte von Schätzungsparametern nicht im Hilfsspeicher 5 gespeichert sind, dann wird die Schätzungsoperation nicht ausgeführt. Die Referenzwerte von Schätzungsparametern stellen die Werte von Schätzungsparametern

dar, wenn sich der Gesamtkörperwassergehalt im normalen Zustand befindet, und werden in Schritt 13 bestimmt, der später beschrieben wird.

[0055] Es gibt eine Beziehung, dass der Widerstand des intrazellulären Wassers und der Widerstand des extrazellulären Wassers steigen, wenn der intrazelluläre Wassergehalt und der extrazelluläre Wassergehalt abnehmen, und im Gegensatz dazu fallen der Widerstand des intrazellulären Wassers und der Widerstand des extrazellulären Wassers, wenn der intrazelluläre Wassergehalt und der extrazelluläre Wassergehalt abnehmen. Außerdem wird vermutet, dass sowohl im Wassersuchzustand, in dem die Menge an Wasser im Körper zunimmt, als auch im Dehydrationszustand, in dem die Menge an Wasser im Körper verringert ist, der Widerstand des intrazellulären Wassers in ihren Anfangsstadien wenig verändert ist und dann die Änderungen in späteren Stadien beginnen sich zu zeigen. Die Schätzungsoperation der Vorrichtung 1 wird unter der obigen Beziehung und Annahme ausgeführt. Die Annahme wird aus der Tatsache abgeleitet, dass die Änderungen in der Menge an Körperwasser anfangs im extrazellulären Wasser auftreten und somit die Konzentration der elektrolytischen Lösung im extrazellulären Wasser auftritt, was eine Konzentrationsdifferenz zwischen dem intrazellulären Wasser und dem extrazellulären Wasser bewirkt, und dann die Konzentrationsdifferenz durch den Durchgang von Wasser durch die Zellmembran unter der Wirkung des osmotischen Drucks allmählich abgeschwächt wird.

[0056] Unter der oben beschriebenen Beziehung und Annahme schätzt die Schätzungsapparatur 1, dass sie sich in den frühen Stadien von Dehydrations-symptomen befindet, wenn der kombinierte Widerstand aus dem Widerstand des intrazellulären und extrazellulären Wassers, der dieses Mal erhalten wird, ein wenig höher als der Referenzwert ist und das Verhältnis des Widerstandes des intrazellulären und extrazellulären Wassers, das dieses Mal erhalten wird, geringer als der Referenzwert ist, und schätzt die Schätzungsapparatur 1, dass sie sich in den späteren Stadien von Dehydrations-symptomen befindet, wenn der kombinierte Widerstand aus dem Widerstand des intrazellulären und extrazellulären Wassers, der dieses Mal erhalten wird, drastisch über den Referenzwert ansteigt und das Verhältnis des Widerstandes des intrazellulären Wassers und des extrazellulären Wassers, das dieses Mal erhalten wird, höher als der Referenzwert ist. Ferner schätzt die Schätzungsapparatur 1, dass sie sich im normalen Zustand befindet, wenn der kombinierte Widerstand aus dem Widerstand des intrazellulären Wassers und des extrazellulären Wassers, der dieses Mal erhalten wird, fast der gleiche wie der Referenzwert ist, und das Verhältnis des Widerstandes des intrazellulären und des extrazellulären Wassers, das dieses Mal erhalten wird, ebenfalls der gleiche wie der Re-

ferenzwert ist.

[0057] Auf diese Weise werden der kombinierte Widerstand aus dem Widerstand des intrazellulären und des extrazellulären Wassers und das Verhältnis des Widerstandes des intrazellulären und extrazellulären Wassers als Schätzungsparameter verwendet. Dies bedeutet, dass die Schätzungsoperation basierend nicht nur auf einem Zustand der Gesamtmenge an Wasser in einem Körper sondern auch jedes Bestandteils des Körperwassers, d.h. jedem Zustand der Menge an extrazellulärem Wasser und intrazellulärem Wasser ausgeführt wird, wodurch sich genaue und detaillierte Schätzungsergebnisse ergeben.

[0058] Da der kombinierte Widerstand aus dem Widerstand des intrazellulären und extrazellulären Wassers und das Verhältnis des Widerstandes des intrazellulären und extrazellulären Wassers unter Verwendung der bioelektrischen Impedanz erhalten werden, die unter der Messung der bioelektrischen Impedanz bei mehreren Frequenzen gemessen wird, werden außerdem diese Werte nicht durch die Körpertemperatur beeinflusst, so dass die Ungenauigkeit im Schätzen des Körperwassermengenzustands auf Grund der Beeinflussung der Körpertemperatur wirksam vermieden wird (Schritt 9).

[0059] Wenn die Schätzungsoperation abgeschlossen ist, gibt die Vorrichtung 1 auf der Anzeigeeinrichtung 6 jeden in Schritt 8 erhaltenen Widerstandswert und den in Schritt 9 geschätzten Körperwassermengenzustand und dergleichen an. [Fig. 7](#) stellt ein Beispiel einer solchen Angabe (Schritt 10) dar. Ferner sendet die Vorrichtung 1 die Messungsergebnisse, die Berechnungsergebnisse, die Schätzungsergebnisse, die persönlichen Parameter und dergleichen an externe Einrichtungen, wie eine Überwachungseinrichtung, einen Drucker oder dergleichen, unter die Messung steuernden Parametern über die Schnittstelle 7 für die externe Eingabe/Ausgabe, und speichert sie auch im Hilfsspeicher 5 (Schritt 12).

[0060] Als Nächstes führt die Schätzungsapparatur 1 einen Referenzwertbestimmungsvorgang zum Bestimmen von Referenzwerten aus, die als Schätzungsparameter in der nächsten Schätzungsoperation verwendet werden (Schritt 13). [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm, das Prozesse zum Bestimmen des Referenzwertes darstellt. Die Vorrichtung 1 entscheidet zuerst, ob Referenzwerte für jeden Parameter im Hilfsspeicher 5 gespeichert sind oder nicht (Schritt 21). Wenn die Referenzwerte gespeichert sind, entscheidet die Vorrichtung 1, ob jeder Schätzungsparameter von diesem Mal normal ist oder nicht, indem jeder in Schritt 8 berechnete Parameter mit den entsprechenden Referenzwerten für die Schätzungsparameter der gleichen Art verglichen werden. Die Vorrichtung 1 vergleicht den Wert des Schätzungsparameters von diesem Mal mit dem Referenzwert des

Schätzungsparameters, und wenn beispielsweise die Differenz zwischen dem Wert des Schätzungsparameters und dem Referenzwert 20% oder mehr beträgt, entscheidet die Vorrichtung 1, dass der Wert des Schätzungsparameters von diesem Mal anormal ist (Schritt 22). Wenn der anomale Wert erfasst wird, verwendet die Vorrichtung 1 einen solchen Wert des Schätzungsparameters von diesem Mal nicht, um den Referenzwert der gleichen Art zu bestimmen und aktualisiert den Referenzwert nicht. In einem solchen Fall wird der gleiche Referenzwert des Schätzungsparameters bei der nächsten Schätzung erneut verwendet (Schritt 27).

[0061] Wenn die Vorrichtung 1 in Schritt 27 keinen anomalen Wert erfasst und wenn die Vorrichtung 1 in Schritt 21 entscheidet, dass es keinen Referenzwert gibt, dann entscheidet die Vorrichtung, ob die Zeit, zu der in Schritt 7 die elektrische Impedanz gemessen wird, um den Schätzungsparameter von diesem Mal zu erhalten, für eine Übernahme des Referenzwertes geeignet ist (Schritt 23). Wenn als Beispiel entschieden wird, dass die Zeit der Messung eine frühe Zeit am Morgen ist, betrachtet die Vorrichtung 1 den Schätzungsparameter von diesem Mal als anomalen Wert und verwendet diesen Wert nicht, um den Referenzwert des Schätzungsparameters zu bestimmen, und aktualisiert den Referenzwert nicht, der bereits gespeichert wurde (Schritt 27).

[0062] Ferner gibt die Vorrichtung 1 auf der Anzeigeeinrichtung 6 ein Bild an, das anfragt, ob der Proband den Schätzungsparameter von diesem Mal verwendet, um den Referenzwert zu bestimmen, oder nicht (Schritt 24). Wenn die Antwort, die über die mit Tasten bediente Eingabeeinrichtung 9 eingegeben wird, Nein ist, betrachtet die Vorrichtung 1 den Schätzungsparameter von diesem Mal als anomalen Wert und verwendet den Wert nicht, um den Referenzwert des Schätzungsparameters zu bestimmen, und aktualisiert den Referenzwert nicht, der bereits gespeichert wurde (Schritt 27).

[0063] Wenn andererseits die Antwort, die über die mit Tasten bediente Eingabeeinrichtung 9 eingegeben wird, in Schritt 24 Ja ist, dann verwendet die Vorrichtung 1 die Schätzungsparameterwerte der gleichen Art als frühere Werte zusammen mit jedem früheren Schätzungsparameterwert, der bis zum letzten Mal berechnet wurde und von Schritt 22 bis 24 bis zum letzten Mal verwendet wurde, um Referenzwerte zu bestimmen, ohne als anomaler Wert betrachtet zu werden. Dann erhält die Vorrichtung 1 einen Durchschnittswert aus diesen Werten und setzt den erhaltenen Wert als Schätzungsparameterreferenzwert der gleichen Art fest, der bei der nächsten Schätzung verwendet wird.

[0064] Auf diese Weise wird der Referenzwert von Schätzungsparametern nicht als ein gemeinsamer

Wert unter Probanden bestimmt, sondern für jeden Probanden unter Verwendung von früheren Werte von Schätzungsparametern bestimmt, die vorher erhalten wurden. Daher können die spezifischen Referenzwerte von Schätzungsparametern für jeden Probanden erhalten werden, die nicht durch den Unterschied zwischen Einzelpersonen beeinflusst sind. Da die Referenzwerte von Schätzungsparametern auf die Weise, dass diese Werte Durchschnittswerte der Schätzungsparameterwerte sind, die in der Vergangenheit einschließlich dem letzten Mal erhalten wurden, erneut bestimmt werden und anomale Werte während dieser Prozedur ausgeschlossen werden, können außerdem entsprechend dem, dass die Anzahl von Malen zunimmt, die Referenzwerte der Schätzungsparameter erhalten werden, die die Körperwassermenge im normalen Zustand genauer angeben. Daher ist es möglich, entsprechend jedem einzelnen Probanden den Körperwassermengenzustand geeignet zu schätzen (Schritt 25).

[0065] Und dann speichert die Vorrichtung 1 die in Schritt 25 erhaltenen Referenzwerte der Schätzungsparameter im Hilfsspeicher 5 und schließt den Vorgang zum Bestimmen der Referenzwerte.

[0066] Nach Schließen des Vorgangs entscheidet die Vorrichtung 1, ob eine Anweisung zur erneuten Messung über die mit Tasten bediente Eingabeeinrichtung 9 eingegeben wird oder nicht (Schritt 14). Wenn eine solche Anweisung eingegeben wird, werden die Messungen und Schätzungen von Schritt 7 an erneut ausgeführt. Wenn eine solche Anweisung in Schritt 14 nicht eingegeben wird, dann ist eine Reihe aus Messung und Schätzung abgeschlossen.

[0067] In dieser Ausführungsform werden der Widerstand des intrazellulären Wassers und das Verhältnis des Widerstands des intrazellulären und extrazellulären Wassers, die unter Verwendung der bioelektrischen Impedanz erhalten werden, die in Schritt 10 in der Messung der bioelektrischen Impedanz mit mehreren Frequenzen gemessen wird, als Schätzungsparameter verwendet. Es können aber wenigstens zwei Werte, ausgewählt aus dem Widerstand des intrazellulären Wassers, dem Widerstand des extrazellulären Wassers, dem kombinierten Widerstand aus dem Widerstand des intrazellulären und extrazellulären Wassers und dem Verhältnis des intrazellulären und extrazellulären Wassers als Schätzungsparameter verwendet werden. Unter Verwendung dieser Parameter ist es möglich, den Körperwassermengenzustand unter Berücksichtigung nicht nur des einfachen Körperwassermengenzustands sondern auch jedes Bestandteils des Körperwassers, d.h. jedes Mengenzustandes des extrazellulären Wassers und intrazellulären Wassers, zu schätzen. Jeder dieser Parameter wird aus der gemessenen bioelektrischen Impedanz bei der Messung der bioelektrischen Impedanz bei mehreren Frequenzen erhalten, ohne durch

die Körpertemperatur beeinflusst zu sein, und somit kann eine Ungenauigkeit des Körperwassermengenzustands auf Grund der Körpertemperatur wirksam vermieden werden.

[0068] Obwohl in dieser Ausführungsform persönliche Parameter in Schritt **6** eingegeben werden, sind diese Werte nur zum Erhalten der Körperwassermenge, des intrazellulären Wassers und des extrazellulären Wassers notwendig und sind nicht notwendig, um den Widerstand des intrazellulären Wassers, den Widerstand des extrazellulären Wassers, den kombinierten Widerstand des intrazellulären und extrazellulären Wassers und das Verhältnis des intrazellulären und extrazellulären Wassers zu erhalten, welche in dieser Ausführungsform die Schätzungsparameter sind. Daher ist es auch möglich, den Betrieb der Vorrichtung ohne Eingeben der persönlichen Parameter zu vereinfachen.

[0069] Zusätzlich oder an Stelle des Prozesses zum Ausschließen anomaler Werte von Schritt **22** bis **24** ist es möglich, einen Durchschnittswert aus den Schätzungsparameterwerten, außer für maximale und minimale Werte zu erhalten, die verwendet werden, um Referenzwerte der Schätzungsparameter zu erhalten.

[0070] Als nächstes wird die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert. Diese Ausführungsform der Vorrichtung zur Schätzung des Körperwassermengenzustandes ist vom tragbaren Typ, bei dem die bioelektrische Impedanz zwischen beiden Händen eines Probanden gemessen wird. Da es bei dieser Vorrichtung nicht nötig ist, persönliche Parameter einzugeben, kann eine leichtere Handhabung zum Schätzen des Dehydrationszustandes erreicht werden.

[0071] [Fig. 9](#) ist ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zur Schätzung des Körperwassermengenzustandes gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie in [Fig. 9](#) gezeigt, umfasst die Vorrichtung **61** zur Schätzung des Dehydrationszustandes einen Mikrocomputer **62** mit einer CPU, ROM, RAM, Zeitgeber und I/O-Anschluss. Die CPU steuert Messungen und Schätzungen und verarbeitet die Messungsdaten. Der ROM speichert Programme und einige Parameter für Steuerung und Rechenoperationen. Der RAM speichert vorübergehend die Ergebnisse von Operationen, die aus den externen Einrichtungen hergeleiteten Programme, ausgewählte Parameter und dergleichen.

[0072] Die Vorrichtung **61** zur Schätzung des Dehydrationszustandes umfasst ferner eine Anzeige **63**, einen Tastenschalter **64**, eine Schnittstelle **65** für die externe Eingabe/Ausgabe und einen nichtflüchtigen zusätzlichen Speicher bzw. Hilfsspeicher **66**. Die Anzeige **63** zeigt den in den Messungen gemachten

Fortschritt und Schätzungsergebnisse und dergleichen. Der Tastenschalter **64** gibt Anweisungen und dergleichen zum Steuern der vorliegenden Vorrichtung **61** ein. Die Schnittstelle **65** für die externe Eingabe/Ausgabe gestattet, dass die Schätzungsergebnisse zu externen Einrichtungen überführt werden, und gestattet umgekehrt, dass Anweisungen zum Steuern der Vorrichtung und einige Parameter und der gleichen von externen Einrichtungen geliefert werden. Die die Messung betreffenden Parameter sind im Hilfsspeicher **66** gespeichert. Die im Speicher gespeicherten Daten können ausgelesen und aktualisiert werden.

[0073] Die Vorrichtung **61** umfasst ferner eine Filterschaltung **67**, eine Wechselstrom-Ausgabeschaltung **68**, einen Referenzwiderstand **69**, eine Messstromzufuhrelektrode **70** und eine Messstromzufuhrelektrode **71**. Die Filterschaltung **67** ändert Wellenformen für Signale, die bei einem lebenden Körper angewendet werden. Die Wechselstrom-Ausgabeschaltung **68** modifiziert die aus der Filterschaltung **67** ausgegebenen Signale auf einen vorbestimmten Effektivwert. Die Messstromzufuhrelektrode **70** ist mit einem Ausgabeanschluss der Wechselstromausgabeschaltung **68** über den Referenzwiderstand **69** verbunden. Die Messstromzufuhrelektrode **71** ist mit dem anderen Ausgabeanschluss der Wechselstrom-Ausgabeschaltung **68** verbunden. Somit wird über die Messstromzufuhrelektroden **70** und **71** Wechselstrom angelegt.

[0074] Die Vorrichtung **61** umfasst ferner einen Differenzialverstärker **72**, Spannungsmesselektroden **73** und **74** und einen Differenzialverstärker **75**. Der Differenzialverstärker **72** erfasst eine Spannungsdifferenz zwischen einem Anschluss und dem anderen Anschluss des Referenzwiderstands **69**, um einen in den Körper des Probanden fließenden Strom zu erfassen. Die Spannungsmesselektroden **73** und **74** erfassen eine Spannung an zwei Punkten am Probanden. Der Differenzialverstärker **75** ist mit den Spannungsmesselektroden **73** und **74** verbunden, um eine Spannungsdifferenz zwischen diesen Elektroden zu erfassen.

[0075] Die Vorrichtung **61** umfasst ferner eine Schalteinrichtung **76**, einen A/D-Wandler **77**. Die Schalteinrichtung **76** gibt eine ausgewählte der Ausgaben der Verstärker **72**, **75** basierend auf der Steuerung des Mikrocomputers **62** aus. Der A/D-Wandler **77** wandelt aus der Schalteinrichtung **76** ausgegebene analoge Signale in digitale Signale um und gibt sie dann an den Mikrocomputer **62** aus.

[0076] [Fig. 10](#) ist eine Perspektivansicht der in [Fig. 9](#) gezeigten Vorrichtung zur Schätzung des Körperwassermengenzustandes. Wie in [Fig. 10](#) gezeigt, umfasst die Vorrichtung **61** ein Gehäuse **78**, das im Wesentlichen eine Kastenform hat. Die Spannungs-

messelektroden **73** und **74** und die Messstromzufuhrelektroden **70** und **71** sind so angeordnet, dass sie sich in einem Abstand voneinander auf dem Umfang des Gehäuses **78** befinden. Das heißt, die Messstromzufuhrelektroden **70** und **71** sind an einem linken hinteren Abschnitt bzw. rechten hinteren Abschnitt des Gehäuses **78** angeordnet. Die Spannungsmesselektroden **73** und **74** sind an einem linken vorderen Abschnitt bzw. rechten vorderen Abschnitt des Gehäuses **78** angeordnet. Die Anzeige **63** und der Tastenschalter **64** sind an der Vorderseite des Gehäuses **78** angebracht.

[0077] Nun wird der Betrieb der Vorrichtung beschrieben. [Fig. 11](#) zeigt ein Flussdiagramm, das eine Reihe von Aktionen der zweiten Ausführungsform darstellt. Wenn der Proband den Leistungsschalter bzw. Hauptschalter aktiviert (Schritt **31**), wird die Vorrichtung **61** initialisiert (Schritt **32**). Dann wird die Vorrichtung **61** in einen Messmodus umgeschaltet. Wie in [Fig. 12](#) gezeigt, bringt der Proband seine oder ihre anderen Finger als den Daumen mit den Messstromzufuhrelektroden **70** und **71** in Berührung und seine oder ihre Daumenballen mit den Spannungsmesselektroden **73** und **74** in Berührung. Der Proband hält die Vorrichtung **61** auf solche Weise und gibt dann die Anweisung zum Beginnen der Messung über den Tastenschalter **64** ein. Wenn die Anweisung zum Beginnen der Messung eingegeben ist, beginnt die Vorrichtung **61**, die bioelektrische Impedanz des Probanden bei mehreren Frequenzen zu messen. Das heißt, es werden Signale vom Mikrocomputer **62** zur Filterschaltung **67** entsprechend den Messungssteuerungsparametern geleitet, die im Voraus in einen ROM im Mikrocomputer **62** geschrieben sind. Die Filterschaltung **67** stellt die Wellenform des Wechselstroms ein, der an den lebenden Körper angelegt werden soll. Die Ausgabe der Filterschaltung **67** wird zur Wechselstrom-Ausgabeschaltung **68** geleitet. Die Wechselstrom-Ausgabeschaltung **68** modifiziert den Wechselstrom auf einen vorbestimmten Effektivwert. Ein Ausgabeanschluss der Wechselstrom-Ausgabeschaltung **68** ist mit der Messstromzufuhrelektrode **70** über den Referenzwiderstand **69** verbunden. Der andere Ausgabeanschluss der Wechselstrom-Ausgabeschaltung **68** ist mit der Messstromzufuhrelektrode **71** verbunden. Somit wird über die Messstromzufuhrelektroden **70** und **71** ein Wechselstrom an den Probanden angelegt. Die Potenziale der beiden Anschlüsse des Referenzwiderstandes **69** werden über ein Paar Spannungsmesselektroden **73** und **74** erfasst, während der Strom an den Probanden angelegt ist, und die Ausgabe davon wird dem Differenzialverstärker **75** zugeführt. Der Differenzialverstärker **72** gibt Potenzialdifferenzwerte zwischen einem Anschluss und dem anderen Anschluss des Referenzwiderstandes **69** aus, um einen in den Körper des Probanden fließenden Strom zu erfassen. Andererseits werden durch die Spannungsmesselektroden **73** und **74** die Spannungen von zwei Punkten am Probanden

erfasst und dann dem Differenzialverstärker **75** zugeführt. Der Differenzialverstärker **75** gibt Potenzialdifferenzwerte zwischen den beiden Punkten des Probanden aus. Die Potenzialdifferenzwerte aus den Differenzialverstärkern **72** und **75** werden von der Schalteinrichtung **76** basierend auf den Steuersignalen umgeschaltet, die vom Mikrocomputer **62** zugeführt werden, und dann werden diese Werte dem A/D-Wandler **77** zugeführt. Der A/D-Wandler **77** wandelt die Werte des zugeführten analogen Signal in digitale Werte um. Die Ausgabe des A/D-Wandlers **77** wird dann dem Mikrocomputer **62** zugeführt. Der Mikrocomputer **62** bestimmt den Wert der bioelektrischen Impedanz basierend auf diesen digitalen Werten. Die Messung der bioelektrischen Impedanz wird für jede einer Vielzahl von Frequenzen auf die gleiche Weise wie bei der ersten Ausführungsform ausgeführt. Und dann erhält die Vorrichtung **61** die Vektorortskurve der bioelektrischen Impedanz und die Werte von R_0 , R_{inf} , R_e und R_i aus den Werten der bioelektrischen Impedanz, die für jede der Vielzahl von Frequenzen auf die gleiche Weise wie bei der ersten Ausführungsform gemessen werden (Schritt **33**).

[0078] Dann schätzt die Vorrichtung **61** einen Körperwassermengenzustand zu der Zeit, zu der die bioelektrische Impedanz bei Schritt **7** gemessen wird. Unter der Annahme, dass der Widerstand R_e des extrazellulären Wassers und der kombinierte Widerstand R_{inf} (R_i/R_e) des intrazellulären und extrazellulären Wassers die Schätzungsparameter sind, wird diese Schätzungsoperation durch Vergleichen jedes Wertes der bei Schritt **33** erhaltenen Schätzungsparameter mit Referenzwerten von Schätzungsparametern der gleichen Art erhalten, die im Hilfsspeicher gespeichert sind. Die Referenzwerte der Schätzungsparameter werden in Schritt **38** bestimmt.

[0079] Die Vorrichtung **61** schätzt auf die gleiche Weise wie bei der ersten Ausführungsform basierend auf der Beziehung zwischen dem intrazellulären Wassergehalt und dem extrazellulären Wassergehalt und dem Widerstand des intrazellulären Wassers und dem Widerstand des extrazellulären Wassers und ferner basierend auf der Vermutung, dass der Widerstand des intrazellulären Wasser in ihren Anfangsstadien wenig verändert ist, und dann in ihren späteren Stadien die Änderungen beginnen aufzutreten.. Das heißt, die Vorrichtung **61** schätzt, dass es eine Neigung zur Dehydration im Körperwassermengenzustand gibt, wenn der dieses Mal gemessene Widerstand des extrazellulären Wassers um 10% oder mehr höher als der Referenzwert ist und der dieses Mal gemessene kombinierte Widerstand des Widerstands des intrazellulären und extrazellulären Wassers ein wenig ansteigt. Andererseits schätzt die Vorrichtung **61**, dass es eine Neigung zur Wasser sucht gibt, wenn der dieses Mal gemessene Widerstand des extrazellulären Wassers um 10% oder mehr geringer als der Referenzwert ist und der die-

ses Mal gemessene kombinierte Widerstand des Widerstands des intrazellulären und extrazellulären Wassers ein wenig fällt (Schritt 34).

[0080] Wenn das in Schritt 34 geschätzte Ergebnis sich in einem normalen Zustand befindet, gibt die Vorrichtung 61 dahingehend auf der Anzeige 63 aus (Schritt 35), und wenn das in Schritt 34 geschätzte Ergebnis sich in einem anomalen Zustand befindet, gibt die Vorrichtung 61 dahingehend auf der Anzeige 62 aus (Schritt 36). Ferner speichert die Vorrichtung 61 das gemessene Ergebnis, berechnete Ergebnis und in Schritt 34 geschätzte Schätzungsergebnis im Hilfsspeicher 66 (Schritt 37).

[0081] Als nächstes ersetzt die Vorrichtung 61 den im Hilfsspeicher 66 gespeicherten Referenzwert der Schätzungsparameter durch die dieses Mal erhaltenen Referenzwerte der Schätzungsparameter (Schritt 38). Das schließt eine Reihe der Messung und der Schätzung ab.

[0082] In Schritt 38 dieser Ausführungsform können Referenzwerte von Schätzungsparametern auf die gleiche Weise wie bei der ersten Ausführungsform erhalten werden. Es ist also möglich, den Vorgang von Schritt 22 bis 24 der ersten Ausführungsform in Schritt 38 dieser Ausführungsform aufzunehmen, um nicht anomale Schätzungsparameter für das Erhalten der Referenzwerte von Schätzungsparametern zu verwenden. Im Gegensatz dazu können bei der ersten Ausführungsform die Referenzwerte auf die gleiche Weise wie bei dieser Ausführungsform erhalten werden.

[0083] Die Schätzungsparameter sind nicht auf den Widerstand des extrazellulären Wassers und den kombinierten Widerstand des Widerstands des intrazellulären und extrazellulären Wassers beschränkt, aber es können wenigstens zwei Werte, die aus dem Widerstand des intrazellulären Wassers, dem Widerstand des extrazellulären Wassers, dem kombinierten Widerstand des Widerstands des intrazellulären und extrazellulären Wassers und dem Verhältnis des intrazellulären und extrazellulären Wassers ausgewählt sind, als Schätzungsparameter gerade wird bei der ersten Ausführungsform verwendet werden.

[0084] Ferner können die Messungsergebnisse, berechnete Ergebnisse Schätzergebnisse und dergleichen über die Schnittstelle 65 für externe Eingabe/Ausgabe zu externen Einrichtungen, wie einem Monitor oder einem Drucker, übertragen werden, wie es der Anlass erfordert.

[0085] Wie aus dem obigen verstanden werden kann, werden gemäß der Vorrichtung zur Schätzung des Körperwassermengenzustands der vorliegenden Erfindung wenigstens zwei Werte, die aus dem Widerstand des intrazellulären Wassers, dem Wider-

stand des extrazellulären Wassers, dem kombinierten Widerstand des Widerstands des intrazellulären und extrazellulären Wassers ausgewählt sind, die basieren auf der bioelektrischen Impedanz erhalten werden, die in der Messung der bioelektrischen Impedanz bei mehreren Frequenzen gemessen wird, als Schätzungsparameter verwendet. Unter Verwendung dieser Parameter ist es möglich, den Körperwassermengenzustand unter Berücksichtigung nicht nur des einfachen Körperwassermengenzustands sondern auch jedes Bestandteils des Körperwassers, d.h. jedes Mengenzustandes des extrazellulären Wassers und intrazellulären Wassers, zu schätzen, ohne von der Körpertemperatur beeinflusst zu sein, und der Körperwassermengenzustand kann dann detailliert genau geschätzt werden.

[0086] Ferner wird der Referenzwert von Schätzungsparametern nicht als ein gemeinsamer Wert unter Probanden bestimmt, sondern für jeden Probanden unter Verwendung von früheren Werte von Schätzungsparametern bestimmt, die vorher erhalten wurden. Daher können die spezifischen Referenzwerte von Schätzungsparametern für jeden Probanden erhalten werden, die nicht durch den Unterschied zwischen Einzelpersonen beeinflusst sind. Da die Referenzwerte von Schätzungsparametern auf die Weise, dass diese Werte Durchschnittswerte der Schätzungsparameterwerte sind, die in der Vergangenheit einschließlich dem letzten Mal erhalten wurden, erneut bestimmt werden und anomale Werte während dieser Prozedur ausgeschlossen werden, können außerdem entsprechend dem, dass die Anzahl von Malen zunimmt, die Referenzwerte der Schätzungsparameter erhalten werden, die die Körperwassermenge im normalen Zustand genauer angeben. Daher ist es möglich, entsprechend jedem einzelnen Probanden den Körperwassermengenzustand geeignet zu schätzen.

[0087] Da die oben genannten Schätzungsparameter basierend auf der bioelektrischen Impedanz berechnet werden können, ist der Betrieb der Vorrichtung ohne Eingeben der persönlichen Parameter, wie Größe, Alter, Geschlecht, Körpergewicht und dergleichen vereinfacht.

Patentansprüche

1. Körperwassermengenzustandsschätzvorrichtung bzw. Vorrichtung zur Schätzung der Wassermenge bzw. des Wassermengenzustands im Körper, umfassend eine Multi-Frequenz-Bioelektrische-Impedanz-Meßeinrichtung bzw. eine Einrichtung zum Messen der bioelektrischen Impedanz bei mehreren Frequenzen, welche eine Mehrzahl von Wechselströmen unterschiedlicher Frequenzen zu einem Körper eines Probanden zuführt und bioelektrische Impedanzwerte misst;

eine Berechnungseinrichtung, welche jeden Schätzungsparameterwert basierend auf den gemessenen bioelektrischen Impedanzwerten berechnet;
 eine Referenzwertbestimmungseinheit, welche Referenzwerte bestimmt;
 eine Körperwassermengenzustandsschätzeinheit bzw. Einheit zur Schätzung der Wassermenge bzw. des Wassermengenzustands im Körper, welche einen Körperwassermengenzustand des Probanden schätzt;
 eine Anzeigeeinrichtung zum Anzeigen eines Schätzungsergebnisses der geschätzten Körperwassermenge;
 wobei die Berechnungseinrichtung mindestens zwei Werte ausgewählt aus dem Widerstand des intrazellulären Wassers, dem Widerstand des extrazellulären Wassers, dem kombinierten Widerstand aus dem Widerstand des intrazellulären und des extrazellulären Wassers und einem Verhältnis des Widerstandes von intrazellulärem und extrazellulärem Wasser als die Schätzungsparameter zum Schätzen einer Körperwassermenge berechnet;
 die Referenzwertbestimmungseinheit die Schätzungsparameter auswählt, welche in der Vergangenheit für den gleichen Probanden wie dem, dessen Körperwassermengenzustand geschätzt werden soll, berechnet wurden bzw. sind, und welche die gleiche Art von Schätzungsparameterwerten sind wie die, die durch die Berechnungseinrichtung berechnet wurden, und sie zu Referenzwerten bestimmt;
 die Körperwassermengenzustandsschätzeinheit den Körperwassermengenzustand durch Vergleichen der Schätzungsparameterwerte, welche durch die Berechnungseinrichtung berechnet wurden, mit den Referenzwerten, welche durch die Referenzwertbestimmungseinheit bestimmt wurden, ohne die Eingabe persönlicher Parameter wie Größe, Alter, Geschlecht, Körpergewicht und ähnlichen schätzt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Berechnungseinrichtung ferner mindestens einen der Werte aus intrazellulärem Wassergehalt, extrazellulärem Wassergehalt und Gesamtkörperwassergehalt berechnet.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Referenzwertbestimmungseinheit bestimmt, dass ein Durchschnittswert von jedem Schätzungsparameter aus der Vergangenheit ein Referenzwert eines Schätzungsparameters der gleichen Art ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Referenzwertbestimmungseinheit bestimmt, dass der letzte Wert der Schätzungsparameter bzw. beim Schätzen von Parametern der Vergangenheit ein Referenzwert eines Schätzungsparameters der gleichen Art ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Referenzwertbestimmungseinheit jedes

Mal einen Referenzwert eines Schätzungsparameters bestimmt, wenn der Schätzungsparameter berechnet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Referenzwertbestimmungseinheit nicht einen Wert eines Schätzungsparameters zum Bestimmen eines Referenzwertes des Schätzungsparameters verwendet, wenn der Wert des Schätzungsparameters anomal ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Referenzwertbestimmungseinheit bestimmt, dass ein Wert eines Schätzungsparameters anomal ist, wenn die Differenz zwischen jedem Wert des Schätzungsparameters und einem Referenzwert des Schätzungsparameters der gleichen Art, welcher bereits bestimmt wurde bzw. ist, den vorbestimmten Wert übersteigt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Referenzwertbestimmungseinheit bestimmt, ob ein Wert eines Schätzungsparameters anomal ist oder nicht, in Abhängigkeit von der Zeit zu bzw. in der ein bioelektrischer Impedanzwert zum Berechnen des Wertes des Schätzungsparameters bestimmt wird.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, ferner umfassend:
 eine Auswahleinrichtung für anomale Werte, wobei die Auswahleinrichtung für anomale Werte entscheidet, ob ein Proband einen Wert eines Schätzungsparameters zum Bestimmen eines Referenzwertes verwendet oder nicht;
 die Referenzwertbestimmungseinheit bestimmt, ob der Wert des Schätzungsparameters anomal ist oder nicht, als Reaktion auf die Auswahleinrichtung für anomale Werte.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Referenzwertbestimmungseinheit entscheidet, dass ein Wert eines Schätzungsparameters anomal ist, wenn die Zeit, zu bzw. in der ein bioelektrischer Impedanzwert zum Berechnen des Wertes des Schätzungsparameters bestimmt wird, in der Stunde des Aufstehens für den Probanden liegt.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

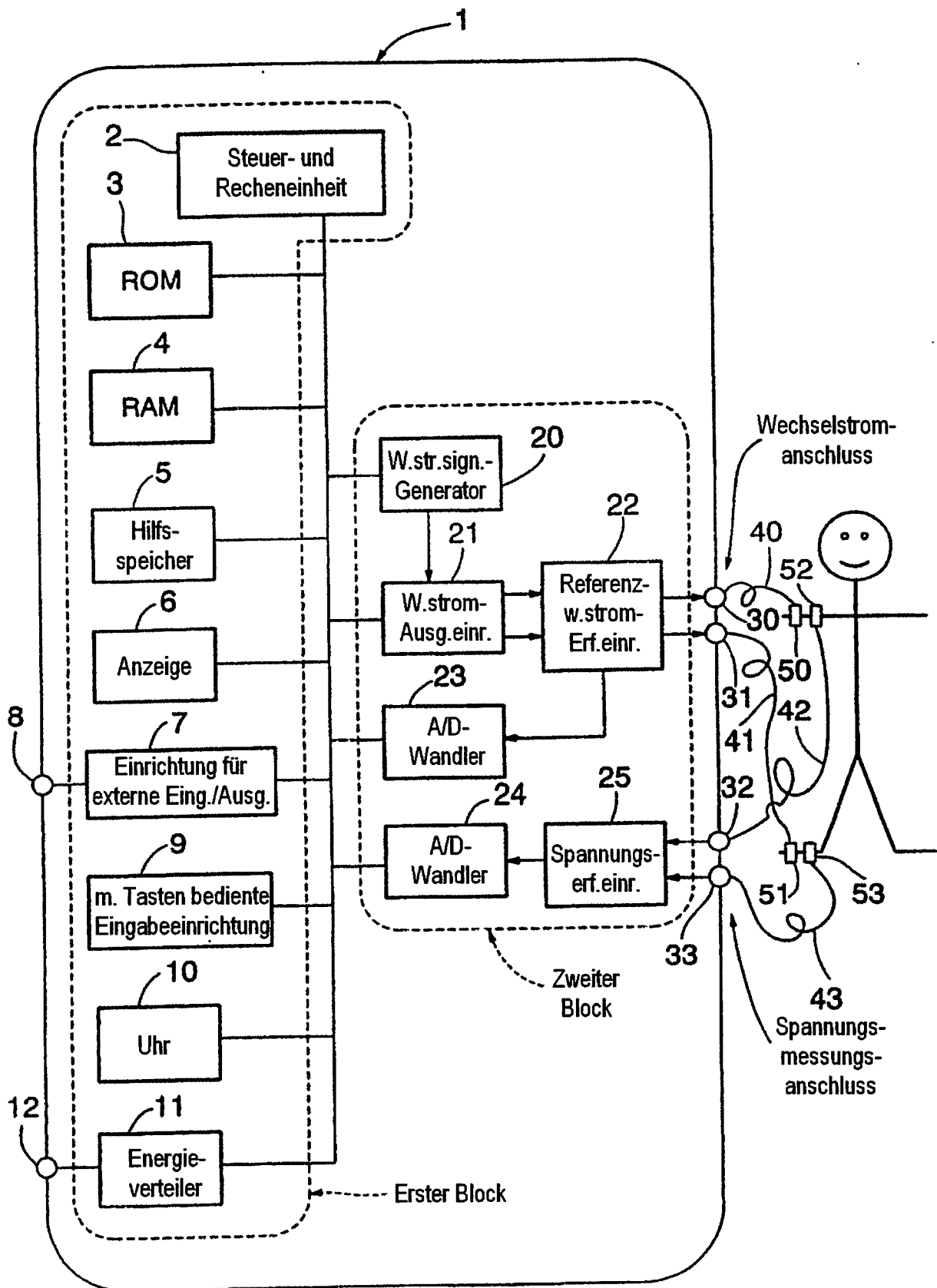


FIG. 2

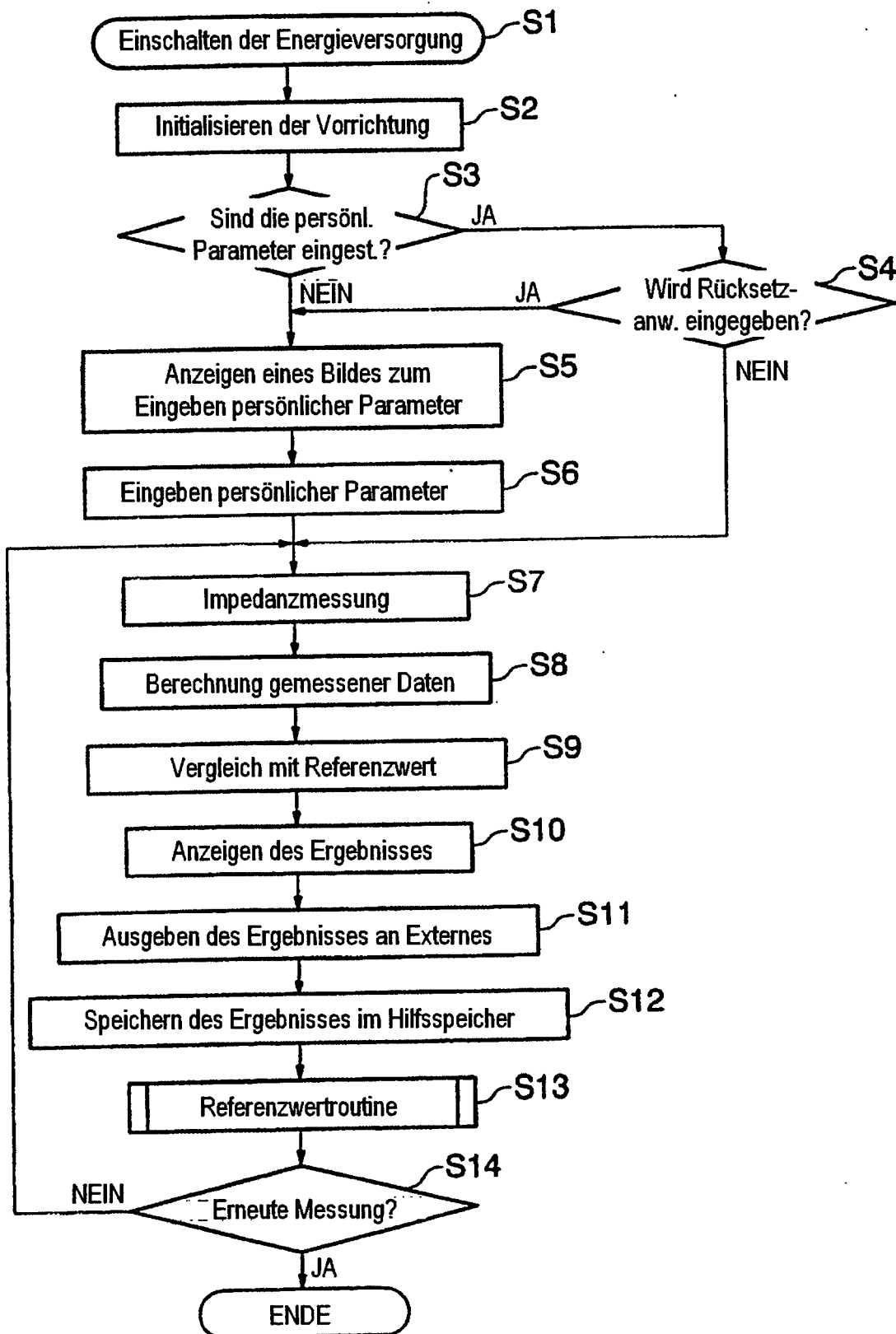


FIG. 3

Parametereingabe	
ID : 009876	
Geschlecht: männlich	
Alter:	
Größe:	cm
Körpergewicht:	kg

FIG. 4

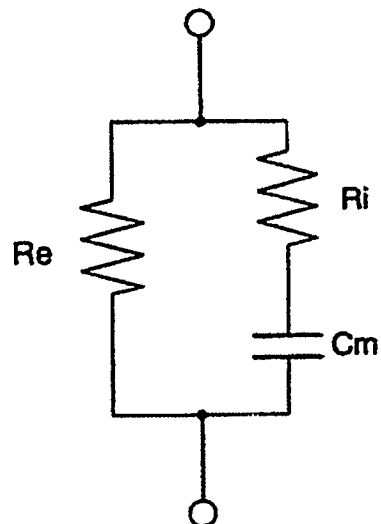


FIG. 5

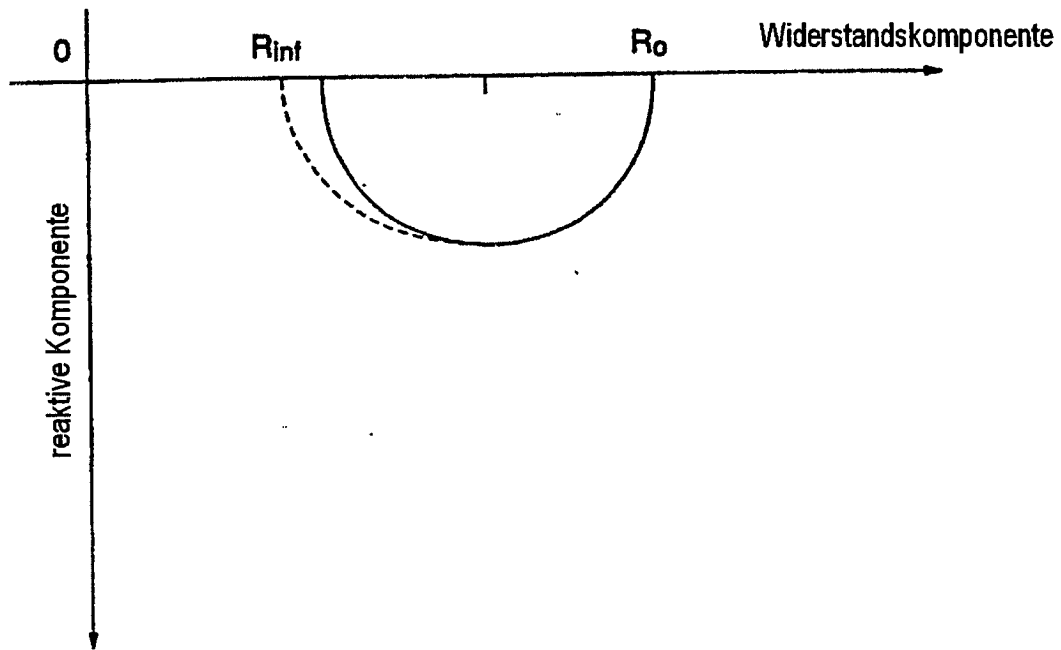


FIG. 6

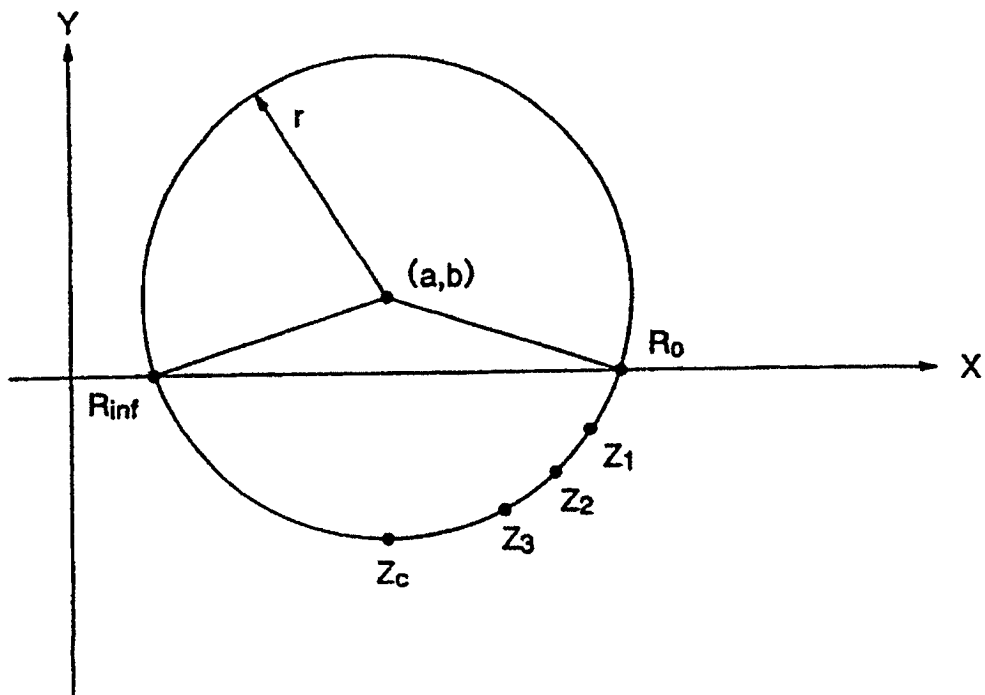


FIG. 7

Ergebnis der Messung			
Ro/Re:	Ω	ECW:	l
Rinf:	Ω	ICW:	l
Ri:	Ω	TBW:	l
Körperwassermenge ist normal			

FIG. 8

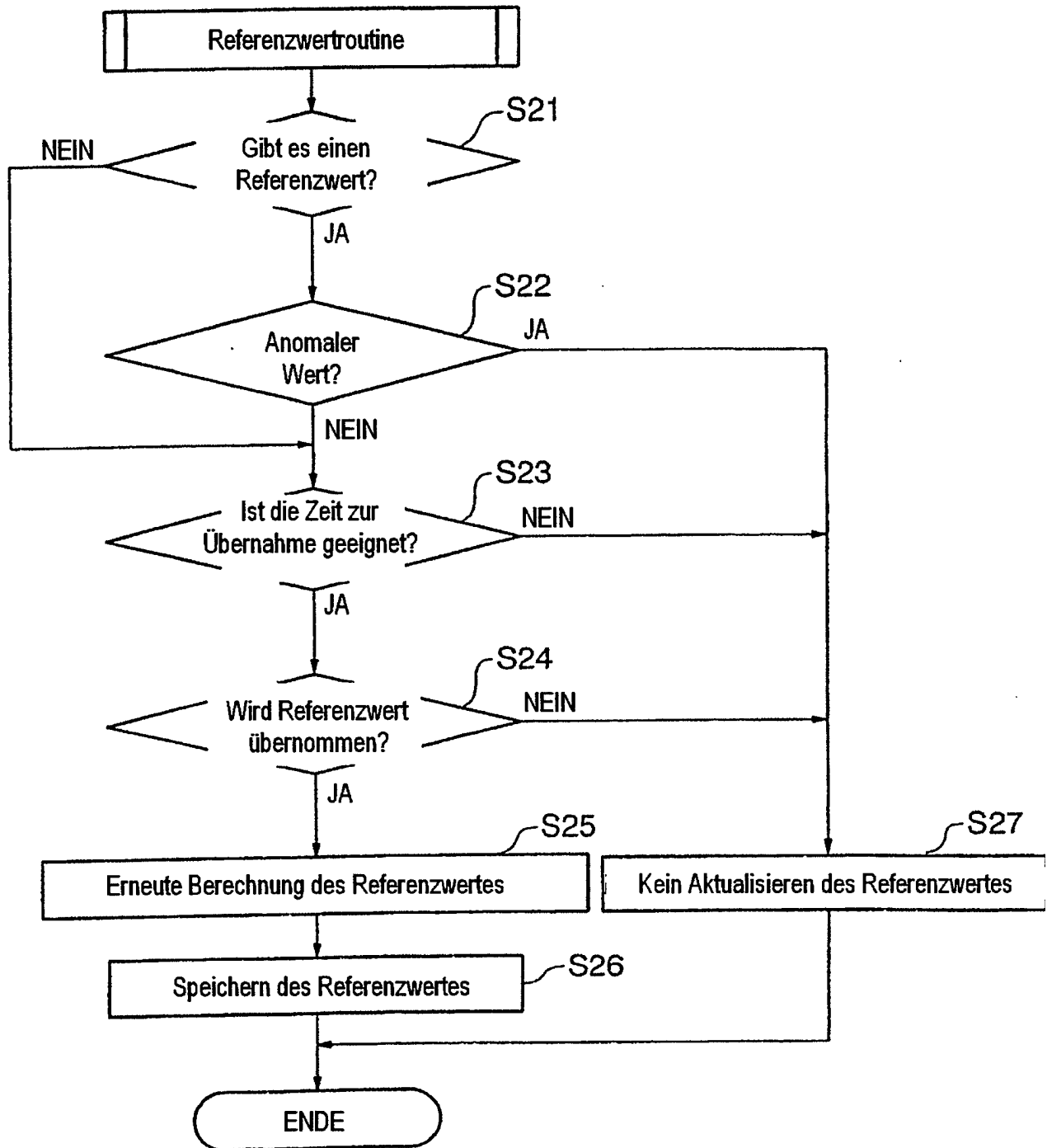


FIG. 9

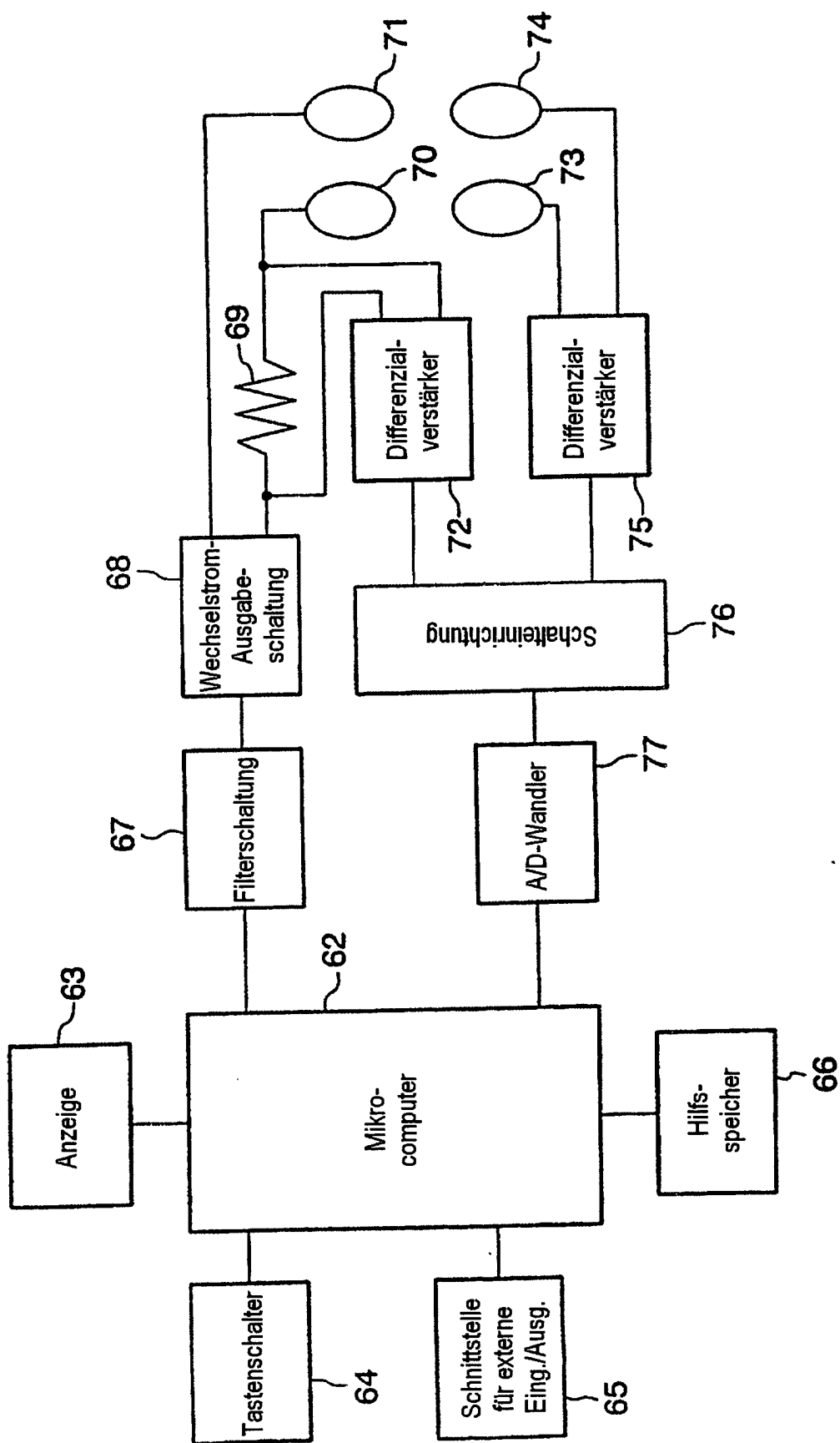


FIG. 10

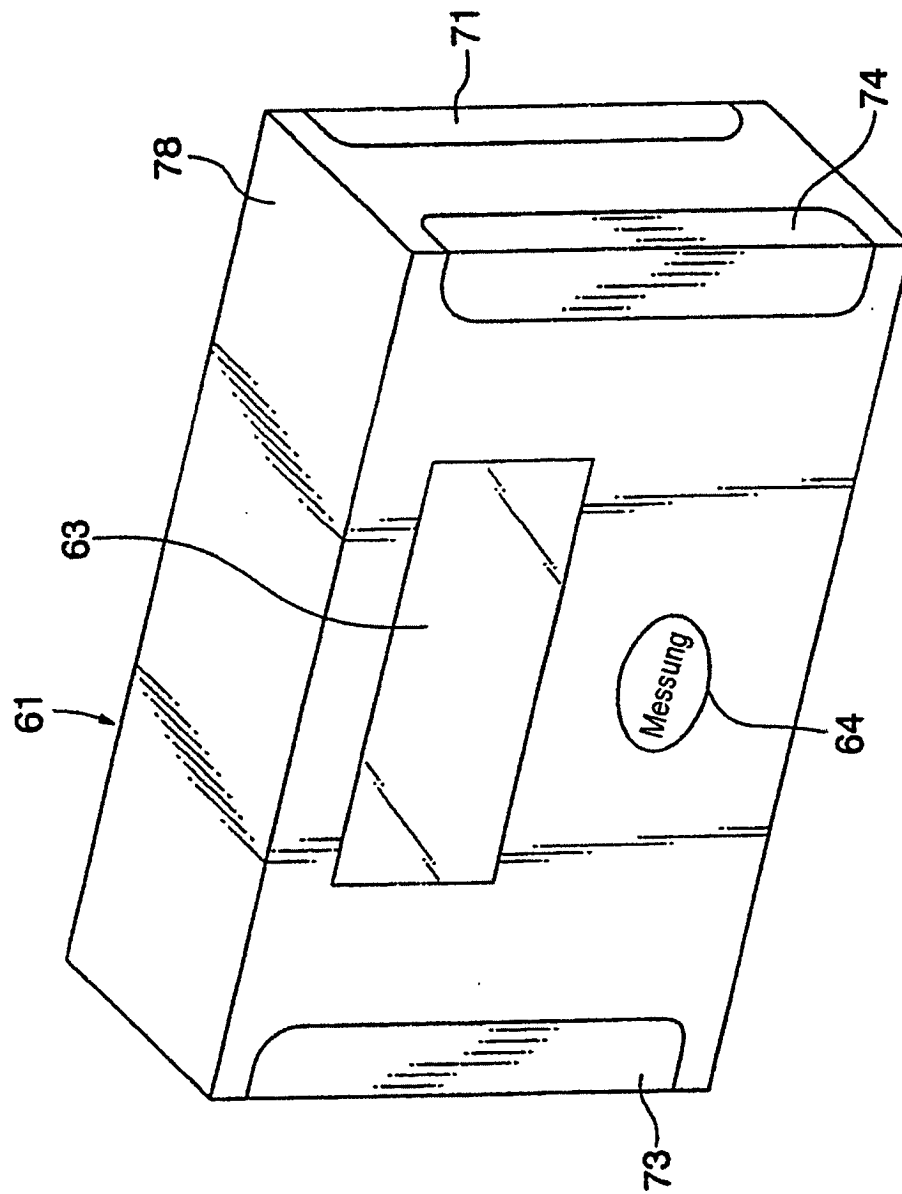


FIG. 11

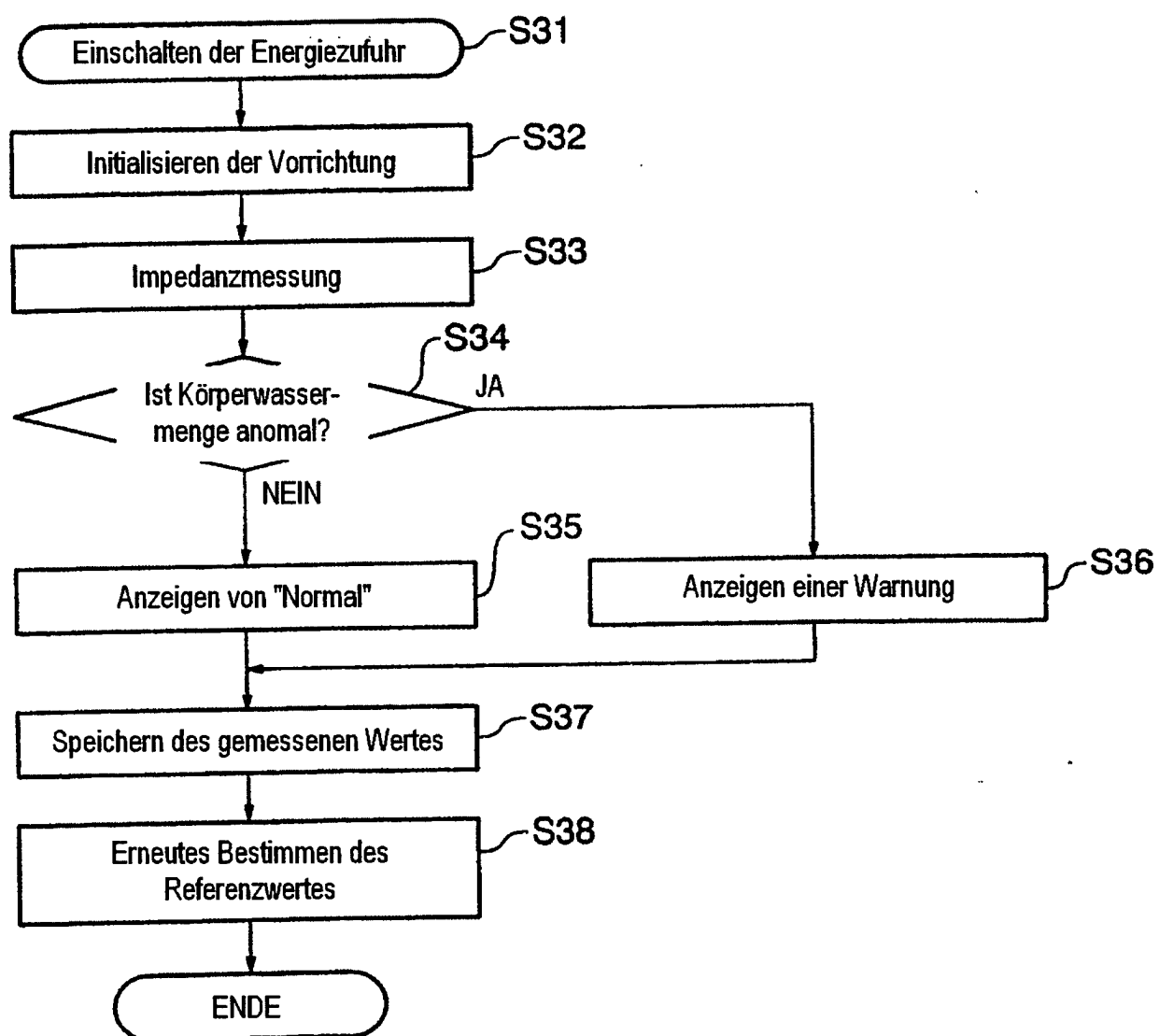


FIG. 12

