



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 16 111 T2 2005.11.03**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 078 596 B1**

(51) Int Cl.7: **A61B 5/05**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 16 111.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 118 117.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **25.08.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.02.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **24.11.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.11.2005**

(30) Unionspriorität:

23907399 26.08.1999 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Tanita Corp., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:

Fukuda, Yoshinori, Itabashi-ku, Tokyo, JP

(74) Vertreter:

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

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Messung der bioelektrischen Impedanz eines lebenden Körpers**

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 eine Vorrichtung zum Messen der bioelektrischen Impedanz eines lebenden Körpers, in welcher die bioelektrische Impedanz bestimmt werden kann, indem ein schwacher Strom hoher Frequenz von einem zu dem anderen gewählten Punkt in dem lebenden Körper zu einem Fließen bzw. Strömen veranlaßt wird, und indem der schwache Strom hoher Frequenz, der durch den Stromdurchtritt zwischen den entgegengesetzten gewählten Punkten fließt, und die Spannung bestimmt wird, die zwischen anderen zwei gewählten Punkten in dem Stromdurchgang aufscheint, in welchem der schwache Strom fließt.

Stand der Technik

[0002] Eine Zusammensetzungsbewertung eines gewählten Abschnitts eines lebenden Körpers in bezug auf seine bioelektrische Impedanz ist aus dem Magazin "The American Journal of Clinical Nutrition", 41(4)810–817 1985, "Assessment of fatfree mass using bioelectrical impedance measurement of the human body" bekannt. Auch eine Vorrichtung zum Analysieren der Zusammensetzung in einem gewählten Abschnitt eines lebenden Körpers in bezug auf die bioelektrische Impedanz, die in dem gewählten Abschnitt bzw. Bereich auftritt, ist bzw. wird in dem Magazin "Journal of Applied Physiology Bd. 77 Nr.1, Segmental bioelectrical analysis: theory and application of a new technique" beschrieben. Spezifisch ist bzw. wird die bioelektrische Impedanz durch Fließenlassen eines elektrischen Stroms hoher Frequenz zwischen entgegengesetzten Anschlußpunkten beider Hände oder beider Füße und durch Messen der Spannung bestimmt, die zwischen anderen zwei gewählten Punkten in dem Stromdurchgang auftritt, in welchem der schwache Strom fließt. Eine ähnliche Vorrichtung ist in der japanischen Patentanmeldung-Offenlegungsnr. 10–510455 geoffenbart.

[0003] In einer derartigen konventionellen Meßlehre bzw. einem Meßgerät der bioelektrischen Impedanz wird ein schwacher Strom hoher Frequenz in einem lebenden Körper fließen bzw. strömen gelassen; und die Spannung, die über eine gegebene Länge des Strompfads aufscheint, in welcher der schwache Strom fließt, wird bestimmt, wie dies aus [Fig. 5](#) ersehen werden kann.

[0004] Bezugnehmend auf [Fig. 5](#) ist ein Anschlußende einer Last Z, welche einen Bereich darstellt, der in einem lebenden Körper ausgewählt ist, sowohl an das proximale Ende Ta1 eines Hochfrequenzstrom-Zufuhrkabels C1 als auch an das proximale

Ende Ta4 eines Spannungsmeßkabels C4 angeschlossen, während das andere Anschlußende der Last Z sowohl mit dem proximalen Ende Ta2 eines anderen Hochfrequenzstrom-Zufuhrkabels C2 und dem proximalen Ende Ta3 eines anderen Spannungsmeßkabels C3 verbunden ist. Jedes Kabel C1, C2, C3 oder C4 hat seine Streukapazität Cs_1 , Cs_2 , Cs_3 oder Cs_4 , die zwischen dem Kabel und der Erde aufscheint. Diese Streukapazitäten werden einen nachteiligen Effekt auf die Messung besitzen.

[0005] Unterschiedliche Ströme, die an der Stromzufuhrseite des Impedanzmeßgeräts von [Fig. 5](#) aufscheinen, sind wie folgt gegeben:

$$I1 = I2 + Is1$$

wo I1 für den elektrischen Strom steht, der von dem Impedanzmeßgerät zu dem Hochfrequenzstrom-Zufuhrkabel C1 fließt (wobei der Strom durch einen Stromdetektor gemessen wird); I2 für den elektrischen Strom steht, der durch das proximale Ende Ta1 des Hochfrequenzstrom-Zufuhrkabels C1 durchtritt; und Is1 für den elektrischen Strom steht, der durch die Streukapazität Cs_1 des Hochfrequenzstrom-Zufuhrkabels C1 fließt.

[0006] Der elektrische Strom IS4 fließt durch die Streukapazität Cs_4 , welche zwischen dem Spannungsmeßkabel C4 und der Erde aufscheint. Der elektrische Strom I3 fließt in der Last. Unter der Annahme, daß die Eingabeimpedanz, wie sie nach innen von den Spannungsmeßanschlüssen N3 und N4 des Impedanzmeßgeräts gesehen wird, unendlich groß ist, und daß die Impedanz von jedem Kabel null ist, ist der elektrische Strom I2 gegeben durch:

$$I2 = I3 + Is4$$

[0007] Derart ist der elektrische Strom I3, der in der Last fließt, gegeben durch:

$$I3 = I1 - Is1 - Is4$$

[0008] Der Strom I1, der von dem Impedanzmeßgerät in das Hochfrequenzstrom-Zufuhrkabel C1 fließt (gemessen durch den Stromdetektor), kann nicht gleich dem Strom I3 sein, der durch die Impedanz Z hindurchtritt, so daß ein Fehler in der Messung bewirkt wird. Als eine Tatsache ist die Impedanz, die durch das Impedanzmeßgerät gemessen ist, kleiner als die Impedanz der Last Z.

[0009] Ein derartiger Fehler kann in einem gewissen Ausmaß korrigiert werden, jedoch kann eine zufriedenstellende Korrektur nicht gemacht werden; wenn die Kabel sich in der Position verändern, variieren ihre Streukapazitäten. So wird die Messung nachteilig beeinflusst und der nachteilige Effekt ist fähig, mit dem Anstieg sowohl der Frequenz des elektrischen

Stroms als auch der Kabellänge anzusteigen.

[0010] Es benötigt eine signifikante Zeit für das Stromsignal I1, von einem Anschluß N1 zu dem anderen Anschluß N2 durch das ausgehende Hochfrequenzstrom-Zufuhrkabel C1, die Last Z und das einkommende Hochfrequenzstrom-Stromkabel C2 zu fließen, was diese Verzögerungszeit als eine Phasenverschiebung erscheinen läßt, welche proportional der Frequenz des elektrischen Stroms ist, der in der Last Z fließt, was zu dem Fehler in der Messung beiträgt.

[0011] RIGAUD B ET AL: "Bioelectrical Impedance Techniques in Medicine", CRITICAL REVIEWS IN BIOMEDICAL ENGINEERING, US, CRC PRESS, BOCA RATON, FL, VOL. 24, NR. 4-06, SEITEN 257 - 336 XP000885971 ISSN: 0278-940X, offenbaren eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Zusammenfassung der Erfindung

[0012] In Hinblick auf das Obige ist es ein Ziel bzw. Gegenstand der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Vorrichtung zum Messen der bioelektrischen Impedanz eines lebenden Körpers zur Verfügung zu stellen, wobei die Vorrichtung garantiert frei von dem nachteiligen Effekt ist, der durch die Streukapazitäten und die Längen von zugehörigen Kabeln bewirkt wird, wodurch die exakte Messung der bioelektrischen Impedanz über einen ausgedehnten Bereich von niedrigen zu und Frequenzen erlaubt wird.

[0013] Um dieses Ziel zu erreichen, wird bzw. ist eine Vorrichtung zum Messen der bioelektrischen Impedanz eines lebenden Körpers, in welchem die Impedanz des lebenden Körpers durch Fließenlassen eines schwachen elektrischen Stroms hoher Frequenz zwischen zwei gewählten Punkten an dem lebenden Körper und durch Bestimmen der Spannung zwischen den zwei gewählten Punkten oder zwischen anderen zwei Punkten, die in dem Stromdurchgang ausgewählt sind, in welchem der schwache elektrische Strom fließt, gemäß der vorliegenden Erfindung dadurch verbessert, daß sie die Merkmale von Anspruch 1 umfaßt.

[0014] Zwei Hochfrequenzstrom-Zufuhrköpfe bzw. -testköpfe können mit der Hochfrequenz-Stromquelle über abgeschirmte Leiterkabel bzw. Kabel mit abgeschirmtem Leiter verbunden sein.

[0015] Ein Hochfrequenzstrom-Zufuhrkopf kann mit der Hochfrequenz-Stromquelle über ein abgeschirmtes Kabel verbunden sein, wobei Hochfrequenzstrom-Zufuhrkopf einen Hochfrequenzstrom-Detektor aufweist, welcher mit einer der Hochfrequenzstrom-Zufuhrelektroden verbunden und in der Nachbarschaft davon angeordnet ist, und wobei die ande-

re Hochfrequenzstrom-Zufuhrelektrode direkt mit der Hochfrequenz-Stromquelle verbunden ist.

[0016] Der Hochfrequenzstrom-Detektor kann eine Schutzschaltung, die mit einer oder der anderen Hochfrequenz-Zufuhrelektroden verbunden ist, einen Referenz- bzw. Bezugswiderstand, um den Hochfrequenzstrom zu detektieren, wobei der Bezugswiderstand mit der Schutzschaltung an einem Ende verbunden ist und mit der Hochfrequenz-Stromquelle an dem anderen Ende über das abgeschirmte Leiterkabel, und einen Differentialverstärker umfassen, dessen Eingabeanschlüsse über den Bezugswiderstand verbunden sind, und wobei der Ausgabeanschluß des Differentialverstärkers mit dem Hochfrequenzstrom-Bestimmungsabschnitt über das abgeschirmte Leiterkabel und einen zugehörigen Impedanzabstimm-Widerstand verbunden ist.

[0017] Der Hocheingangsimpedanz-Verstärker kann eine Schutzschaltung umfassen, die mit einer oder der anderen Spannungsmeßelektrode verbunden ist, eine Hocheingangsimpedanz-Pufferschaltung, die an ihrem Eingangs- bzw. Eingabeanschluß mit der Schutzschaltung und an ihrem Ausgabeanschluß mit dem Spannungsbestimmungsabschnitt über das abgeschirmte Leiterkabel und einen assoziierten bzw. zugehörigen Impedanzabstimm-Widerstand.

[0018] Alle abgeschirmten Kabel können dieselbe Länge aufweisen.

[0019] Mit den oben beschriebenen Anordnungen kann der elektrische Strom, der direkt bzw. unmittelbar vor einem oder dem anderen ausgewählten Punkt des lebenden Körpers fließt, gemessen werden, wodurch jegliche Fehler eliminiert werden, welche ansonsten durch die Streukapazitäten der Kabel bewirkt würden. Ein Positionieren der Hocheingangsimpedanz-Pufferschaltung nahe der Spannungsbestimmungs-Elektrode und ein Herstellen einer elektrischen Verbindung damit minimiert effizient bzw. wirksam, daß der Durchgang zu dem Eingang mit unendlich hoher Impedanz für eine Spannung repräsentative Signale folgt, wobei entsprechend der nachteilige Effekt reduziert wird, der auf dem Weg durch die umgebenden Störungen oder Rauschsignale bewirkt wird. Das Fließen bzw. Strömen der für eine Impedanz repräsentativen Ströme in das Impedanzmeßgerät über die impedanz-abgestimmten, abgeschirmten Leiterkabel minimiert effizient den nachteiligen Effekt, der durch die umgebenden Störungen oder Rauschsignale bewirkt wird. Schließlich macht die Verwendung von Kabeln gleicher Länge, in welche die für eine Impedanz repräsentativen Ströme fließen, ihre Übertragungszeit gleich, so daß die Signalverzögerungen ausgelöscht bzw. aufgehoben werden können, um eine derartige Phasenverschiebung zu eliminieren, welche bewirkt werden würde, wenn

die Kabel unterschiedlicher Länge verwendet werden würden.

[0020] Andere Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung von Meßgeräten einer bioelektrischen Impedanz gemäß bevorzugten Ausbildungen der vorliegenden Erfindung verstanden werden, welche in den beiliegenden Zeichnungen gezeigt sind:

[0021] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm, das die Struktur eines Meßgeräts einer bioelektrischen Impedanz gemäß einer ersten Ausbildung zeigt;

[0022] [Fig. 2](#) zeigt einige Details des Stromdetektors des Hochfrequenzstrom-Zufuhrtestkopfs;

[0023] [Fig. 3](#) zeigt einige Details des Hocheingangsimpedanz-Verstärkers des Spannungsmeßkopfs;

[0024] [Fig. 4](#) ist ein Blockdiagramm, das die Struktur eines Meßgeräts einer bioelektrischen Impedanz gemäß einer zweiten Ausbildung zeigt; und

[0025] [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm, das die Struktur eines konventionellen Meßgeräts einer bioelektrischen Impedanz zeigt.

Beschreibung von bevorzugten Ausbildungen

[0026] Bezugnehmend auf [Fig. 1](#) umfaßt ein Meßgerät einer bioelektrischen Impedanz gemäß der ersten Ausbildung (wobei die so gemessene bioelektrische Impedanz beim Analysieren und Auswerten von einigen Komponenten des lebenden Körpers verwendet wird) hauptsächlich ein Meßgerätzentrum **1**, ein Paar von Hochfrequenzstrom-Zufuhrköpfen **21**, **22**, um zu zwei Punkten, die in einem lebenden Körper ausgewählt sind, einen Hochfrequenzstrom zuzuführen, und ein Paar von Spannungsmeßköpfen **23**, **24**, um die Spannung zu messen, die zwischen anderen zwei Punkten aufscheinen, die in dem Stromdurchgang ausgewählt sind, in welchem der Hochfrequenzstrom fließt.

[0027] Das Meßgerätzentrum **1** umfaßt eine Steuerungs- und arithmetische Betätigungs-Verarbeitungs-Einheit **8** zum Steuern bzw. Regeln der Gesamttätigkeit bzw. des gesamten Betriebs des Meßgeräts der bioelektrischen Impedanz und zum Bearbeiten der arithmetischen Operation an gemessenen Daten, einen ROM **2**, der mit der Steuerung und dem Prozessor **8** verbunden ist, um die Steuer- bzw. Regel- und Bearbeitungssoftware-Programme zu speichern, einen RAM **3** zum Speichern der Daten, die durch Messung zur Verfügung gestellt sind, und des Softwareprogramms für die arithmetische Operation, einen Hilfsspeicher **4** zum Speichern der Aufzeichnung der Daten, die durch die Messung zur Verfügung gestellt sind, ein Eingabe/Ausgabeinterface **5**

zum Eingeben von Steuer- bzw. Regelsignalen, die für ein Steuern bzw. Regeln des Meßgeräts der bioelektrischen Impedanz erforderlich sind, und zum Ausgeben der Daten, die durch Messung zur Verfügung gestellt sind, eine Tastatur **6** zum Eingeben von Messungsstart-Instruktionen, unterschiedlichen Parametern und dgl., eine Anzeigevorrichtung **7**, um die momentane Tätigkeit des Meßgeräts der bioelektrischen Impedanz und die Ergebnisse einer Messung anzuzeigen, eine Leistungszufuhr bzw. Stromversorgung **9** zum Versorgen von unterschiedlichen Teilen des Meßgeräts der bioelektrischen Impedanz mit elektrischer Leistung, einen Hochfrequenzsignal-Generator **11** zum Generieren von Hochfrequenzsignalen unter der Steuer bzw. Regelung der Steuerung und des Prozessors **8**, eine Hochfrequenz-Stromquelle **10**, die auf die Hochfrequenzsignale von dem Hochfrequenzsignal-Generator **11** anspricht, um einen hochfrequenten elektrischen Strom eines gegebenen festgelegten Effektivwerts zur Verfügung zu stellen, eine Differentialverstärker-Schaltung **13** zum Verstärken des hochfrequenten elektrischen Stroms, der in einem lebenden Körper fließt, eine andere Differentialverstärker-Schaltung **15**, um den elektrischen Potentialunterschied zwischen zwei gewählten Punkten in dem lebenden Körper zu verstärken, Analog-zu-Digital-Wandler **12** und **14** zum Umwandeln von Analogsignalen, die den elektrischen Strom und den elektrischen Potentialunterschieden repräsentieren, die durch eine Messung zur Verfügung gestellt sind, in entsprechende digitale bzw. Digitaldaten, und Impedanzübereinstimmungs- bzw. -abstimmungswiderstände **16**, **17**, **18** und **19**. Wie dies in [Fig. 1](#) gezeigt ist, sind die Hochfrequenzstrom-Zufuhrköpfe **21**, **22** mit der Hochfrequenz-Stromquelle **10** und dem Differentialverstärker **13** und mit der Leistungszufuhr **9** verbunden, während die Spannungsmeßköpfe **23**, **24** mit dem Differentialverstärker **15** und der Leistungszufuhr **9** verbunden sind.

[0028] Jeder Hochfrequenzstrom-Zufuhrkopf **21** oder **22** umfaßt eine Elektrode **41** oder **42**, die an einem oder dem anderen gewählten Punkt in den lebenden Körper anzulegen ist, um sie mit einem hochfrequenten bzw. Hochfrequenzstrom zu versorgen, ein Hochfrequenzstrom-Zufuhrkabel **81** oder **82**, einen Stromdetektor **51** oder **52**, um den hochfrequenten elektrischen Strom zu detektieren, der in dem lebenden Körper fließt, ein Versorgungskabel **71** oder **72**, um den Kopf- bzw. Testkopf mit elektrischer Leistung zu versorgen, ein abgeschirmtes Leiterkabel **31** oder **32**, das den Detektor **51** oder **52** mit dem Differentialverstärker **13** in dem Meßgerätzentrum **1** verbindet. Der Stromdetektor **51** oder **52** ist mit der Elektrode **41** oder **42** über eine derartige mögliche kürzeste Länge des Kabels verbunden, daß der elektrische Strom, der zu detektieren ist, garantiert frei von irgendwelchen äußeren nachteiligen Effekten ist, wodurch es dem Stromdetektor ermöglicht wird, exakt den elektrischen Strom zu messen, der von einem zu

dem anderen gewählten Punkt in dem lebenden Körper fließt.

[0029] Jeder Spannungsmeßkopf **23** oder **24** umfaßt eine Elektrode **43** oder **44**, die an einem oder dem anderen Punkt anzulegen ist, der in dem Stromdurchgang ausgewählt ist, in welchem der Hochfrequenzstrom fließt, um die Spannung zwischen den zwei gewählten Punkten in dem Stromdurchgang zu detektieren, einen Hocheingangsimpedanz-Verstärker **63** oder **64**, ein Versorgungskabel **73** oder **74**, um den Kopf bzw. Testkopf mit elektrischer Leistung zu versorgen, ein abgeschirmtes Leiterkabel **33** oder **34**, das den Verstärker **63** oder **64** mit dem Differentialverstärker **15** in dem Meßgerätzentrum **1** verbindet. Der Verstärker **63** oder **64** ist mit der Elektrode **43** oder **44** über eine derartige kürzestmögliche Länge des Kabels verbunden, daß der elektrische Strom, der zu verstärken ist, garantiert frei von irgendwelchen äußeren nachteiligen Effekten ist, so daß es dem Verstärker ermöglicht wird, die exakte Spannung aufscheinen zu lassen, die zwischen zwei gewählten Punkten in dem lebenden Körper auftritt.

[0030] Alle abgeschirmten Leiterkabel **31**, **32**, **33** und **34** bzw. Kabel mit abgeschirmtem Leiter sind von derselben Länge.

[0031] Bezugnehmend auf [Fig. 2](#) umfaßt der Hochfrequenz-Stromdetektor **51** oder **52** von jedem Hochfrequenzstrom-Zufuhrkopf **21** oder **22** eine Schutzschaltung bzw. einen Schutzschaltkreis **153**, die (der) mit einer oder der anderen Hochfrequenzstrom-Zufuhrelektrode **41** oder **42** verbunden ist, einen Referenz- bzw. Bezugswiderstand **151** zum Detektieren des Hochfrequenzstroms, einen Differentialverstärker **152**, einen Impedanzabstimm- bzw. -abgleich-Widerstand **155** und eine Leistungszufuhr- bzw. Stromversorgungs-Schaltung **154** verbunden ist, um unterschiedliche Teile mit elektrischer Leistung zu versorgen. Der Schutzschaltkreis **153** umfaßt bzw. beinhaltet beispielsweise Diodenschaltungen, um das Fließen eines derartigen erhöhten Stroms zu verhindern, welcher einen Elektroschock dem lebenden Körper verleihen würde. Der Widerstand **155** erreicht die Impedanzabstimmung bzw. den Impedanzabgleich zwischen dem Differentialverstärker und dem abgeschirmten Leiterkabel **31**. Der Bezugswiderstand **151** ist mit der Schutzschaltung **153** an einem Ende, und mit der Hochfrequenz-Stromquelle **10** an dem anderen Ende über das Leiterkabel **81** oder **82** verbunden. Der Differentialverstärker **152** ist über den Bezugswiderstand **151** an seiner Eingabeseite und mit dem Differentialverstärker **13** über den Impedanzabstimm-Widerstand **155** und das abgeschirmte Leiterkabel **31** oder **32** verbunden.

[0032] Bezugnehmend auf [Fig. 3](#) umfaßt der Hochimpedanzverstärker **63** oder **64** von jedem Spannungsmeßkopf **23** oder **24** eine Schutzschaltung

163, die mit einer oder der anderen Spannungsmeßelektrode **43** oder **44** verbunden ist, eine Hochimpedanz-Pufferschaltung **162**, einen Impedanzabstimm-Widerstand **165** und eine Leistungszufuhr-Schaltung **164**, die mit der Leistungszufuhr **9** des Meßgerätzentrums **1** verbunden ist, um unterschiedliche Teile mit elektrischer Leistung zu versorgen. Die Schutzschaltung **163** beinhaltet beispielsweise Dioden, um effektiv ein Anlegen eines zerstörerischen, elektrostatischen Potentials an der Hochimpedanz-Pufferschaltung **162** zu verhindern. Das für die Spannung repräsentative Signal von der Spannungsmeßelektrode **43** wird von der Schutzschaltung **163** zu dem Differentialverstärker **15** des Meßgerätzentrums **1** über die Hochimpedanz-Pufferschaltung **162**, den Kabelimpedanzabstimm-Widerstand **165** und das abgeschirmte Leiterkabel **33** durchtreten gelassen.

[0033] Im Betrieb werden die Hochfrequenzstrom-Zufuhrelektroden **41** und **42** der Hochfrequenzstrom-Zufuhrköpfe **21** und **22** an zwei Punkten angelegt, die in einem lebenden Körper ausgewählt sind, um einen festgelegten Hochfrequenzstrom zwischen den entgegengesetzten Elektroden **41** und **42** unter der Steuerung bzw. Regelung der Steuerung und des Prozessors **8** fließen zu lassen.

[0034] Der Hochfrequenzstrom wird vor einer oder der anderen Elektrode **41** oder **42** direkt vor einem Eintritt in den lebenden Körper in bezug auf die Spannung detektiert, die über den Bezugswiderstand **151** auftritt, und dann wird das für den Strom repräsentative Signal zu dem Differentialverstärker **13** in dem Meßgerätzentrum **1** über das abgeschirmte Leiterkabel **31** oder **32** hindurchtreten gelassen. Das für den Strom repräsentative Signal, das so an den Ausgabenschlüssen bzw. -kontakten des Differentialverstärkers **13** auftritt bzw. aufscheint, wird in eine digitale Form umgewandelt bzw. konvertiert, um in dem RAM **3** des Meßgerätzentrums **1** gespeichert zu werden. Die so gespeicherte Information stellt den exakten Wert des Hochfrequenzstroms dar, der in dem Durchtritt zwischen den zwei gewählten Punkten in dem lebenden Körper fließt dar; da der detektierte Hochfrequenzstrom garantiert frei von irgendeinem nachteiligen Effekt ist, der durch die Kabel-zu-Erde-Streukapazitäten und durch irgendwelche umgebenden Störungen oder Scheinsignale bewirkt ist.

[0035] In gleicher Weise sind bzw. werden die Spannungsmeßeletroden **43** und **44** der Spannungsmeßköpfe **23** und **24** an andere zwei Punkte angelegt, die in dem Stromdurchtritt ausgewählt sind, in welchem der schwache Strom fließt, um die Spannung zu detektieren, die zwischen den zwei gegenüberliegenden Elektroden **43** und **44** aufscheint bzw. auftritt.

[0036] Die Spannung wird durch den Hochimpe-

danzverstärker **63** oder **64** detektiert, welcher mit einer oder der anderen Elektrode **43** oder **44** in der Nachbarschaft von jedem gewählten Punkt in dem lebenden Körper verbunden und nahe zu dieser angeordnet ist, und dann wird das für die Spannung repräsentative Signal durch den Differentialverstärker **15** in dem Meßgerätzentrum **1** über das abgeschirmte Leiterkabel **33** oder **34** durchtreten gelassen. Das für die Spannung repräsentative Signal, das so an den Ausgabeanschlüssen des Differentialverstärkers **15** aufscheint, wird in eine digitale Form umgewandelt, um in dem RAM **3** des Meßgerätzentrums **1** gespeichert zu werden. Die so gespeicherte Information stellt den exakten Wert der Spannung dar, die über die gegebene Länge eines Stromdurchtritts bzw. -durchgangs in dem lebenden Körper aufscheint, da die detektierte Spannung garantiert frei von irgendeinem nachteiligen Effekt ist, der durch irgendwelche umgebenden Störungen oder Scheinsignale bewirkt ist; die Hocheingangsimpedanz-Pufferschaltung **162** hat einen möglichst kurzen bzw. kürzestmöglichen Durchtritt, der es dem für die Spannung repräsentativen Signal ermöglicht, an seiner Eingangs- bzw. Eingabeseite zu folgen, und dem für die Spannung repräsentativen Signal wird erlaubt, sich auf dem abgeschirmten Leiterkabel zu bewegen, dessen Impedanz exakt mit der Impedanz abgestimmt bzw. abgeglichen ist, wie sie von der Ausgangs- bzw. Ausgabeseite der Pufferschaltung **162** gesehen wird.

[0037] Die arithmetische Operation wird an den für den Strom und die Spannung repräsentativen Daten, die in dem RAM **3** gespeichert sind, entsprechend dem Softwareprogramm ausgeführt, das in dem ROM **2** gespeichert ist, um die bioelektrische Impedanz zur Verfügung zu stellen, die zwischen den zwei gewählten Punkten in dem lebenden Körper aufscheint.

[0038] **Fig. 1** zeigt ein Meßgerät einer bioelektrischen Impedanz, die zwei Hochfrequenzstrom-Zufuhrköpfe verwendet. Wie dies in **Fig. 4** gezeigt ist, kann ein Meßgerät einer bioelektrischen Impedanz einen einzigen Hochfrequenzstrom-Zufuhrkopf verwenden, wobei die verbleibende Elektrode direkt mit dem Hochfrequenzstrom-Meßabschnitt des Meßgerätzentrums über ein zugehöriges Hochfrequenzstrom-Zufuhrkabel verbunden ist.

[0039] **Fig. 1** und **Fig. 4** zeigen die Basisstruktur des Meßgeräts der bioelektrischen Impedanz gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Meßgerätstruktur für die bioelektrische Impedanz kann so modifiziert sein, daß vier Hochfrequenzstrom-Zufuhrköpfe und vier Spannungsmeßköpfe an beiden Händen und beiden Füßen angelegt sind bzw. werden und daß eine Elektrodenschalt-Vorrichtung verwendet werden kann, um es Elektroden zu ermöglichen, selektiv wie gewünscht kombiniert zu werden.

[0040] Wie dies aus dem Obigen verstanden werden kann, wird der Hochfrequenzstrom vor einem oder dem anderen gewählten Punkt bestimmt, an welchem der Strom in den lebenden Körper fließen gelassen wird, wodurch eine Bestimmung des exakten Werts des Hochfrequenzstroms ermöglicht wird, der in dem lebenden Körper fließt, und die Hochimpedanz-Pufferschaltung, die nahe einem oder dem anderen gewählten Punkten positioniert ist, erlaubt, daß eine signifikante Reduktion des Durchtritts für das für die Spannung repräsentative Signal folgt, wodurch der nachteilige Effekt minimiert wird, der durch die umgebende Störungen bewirkt wird. Eine Verwendung von Kabeln derselben Länge erlaubt ein Löschen bzw. eine Aufhebung von Verzögerungen in einer Signalübertragung, wodurch zur Minimierung von Fehlern, falls welche vorhanden sind, beigetragen wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung der bioelektrischen Impedanz eines lebenden Körpers, welche adaptiert bzw. ausgelegt ist, um die Impedanz des lebenden Körpers zu bestimmen, indem ein schwacher elektrischer Strom hoher Frequenz zwischen zwei gewählten Punkten auf dem lebenden Körper zu einem Fließen veranlaßt wird, und indem die Spannung bestimmt wird, die zwischen anderen zwei Punkten aufscheint bzw. auftritt, die in dem Stromdurchgang ausgewählt sind, in welchem der schwache elektrische Strom fließt, umfassend:
eine Meßvorrichtung (**1**), beinhaltend eine Hochfrequenz-Stromquelle (**10**), einen Hochfrequenzstrom-Bestimmungsabschnitt (**13** oder **20**) und einen Spannungsbestimmungsabschnitt (**15**);
wenigstens einen Hochfrequenzstrom-Zufuhrkopf bzw. -fühler (**21**, **22**), der mit der Hochfrequenz-Stromquelle (**10**) über ein Hochfrequenzstrom-Zufuhrkabel (**81**, **82**) und mit dem Hochfrequenzstrom-Bestimmungsabschnitt (**13** oder **20**) über ein abgeschirmtes Leiterkabel bzw. Hochstädter-Kabel bzw. Radialfeldkabel bzw. Kabel mit abgeschirmtem Leiter (**31**, **32**) verbunden ist;
ein Paar von Hochfrequenzstrom-Zufuhrelektroden (**41**, **42**), die an den zwei gewählten Punkten anzu bringen bzw. anzuordnen bzw. anzulegen sind; und
zwei Spannungsmeßköpfe bzw. -fühler (**23**, **24**), die mit dem Spannungsbestimmungsabschnitt (**15**) über abgeschirmte Leiterkabel bzw. Hochstädter-Kabel bzw. Radialfeldkabel bzw. Kabel mit abgeschirmtem Leiter (**33**, **34**) verbunden sind; und
ein Paar von Spannungsmeßeletroden (**43**, **44**), die an die anderen zwei Punkte anzulegen sind;
dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Hochfrequenzstrom-Zufuhrkopf (**21**, **22**) eine Elektrode des Paares von Hochfrequenzstrom-Zufuhrelektroden (**41**, **42**) und einen Hochfrequenzstrom-Detektor (**51**, **52**) damit verbunden und in der Nachbarschaft der einen Elektrode des Paares von Hochfrequenz-

strom-Zufuhrelektroden (41, 42) angeordnet aufweist;
 wobei der Schirm des abgeschirmten Leiterkabels (31, 32) zwischen dem Hochfrequenzstrom-Zufuhrkopf (21, 22) und dem Hochfrequenzstrom-Bestimmungsabschnitt (13 oder 20) mit demselben Erdpotential verbunden ist, mit welchem die Meßvorrichtung (1) und der Hochfrequenzstrom-Detektor (51, 52) verbunden sind;
 wobei jeder der zwei Spannungsmeßköpfe (23, 24) eine Elektrode des Paares von Spannungsmeßelektroden (43, 44) und einen Verstärker (63, 64) mit hoher Eingangsimpedanz damit verbunden und in der Nachbarschaft der einen Elektrode des Paares von Spannungsmeßelektroden (43, 44) angeordnet aufweist; und
 wobei die Schirme der abgeschirmten Leiterkabel (33, 34) zwischen den Spannungsmeßköpfen (23, 24) und dem Spannungsbestimmungsabschnitt (15) mit demselben Erdpotential verbunden sind, mit welchem die Meßvorrichtung (1) und der Verstärker (63, 64) mit hoher Eingangsimpedanz verbunden sind.

2. Vorrichtung zum Messen der bioelektrischen Impedanz eines lebenden Körpers nach Anspruch 1, wobei der Hochfrequenzstrom-Detektor (51, 52) beinhaltet
 eine Schutzschaltung (153), die mit der einen oder anderen Hochfrequenzstrom-Zufuhrelektrode (41) verbunden ist,
 einen Referenzwiderstand (151) zum Bestimmen des Hochfrequenzstroms, wobei der Referenzwiderstand (151) mit der Schutzschaltung (153) an einem Ende verbunden ist, und mit der Hochfrequenzstromquelle (10) an dem anderen Ende über das Hochfrequenzstrom-Zufuhrkabel (81), und
 ein Differentialverstärker (152), dessen Eingangsanschlüsse über den Referenzwiderstand (151) verbunden sind, und wobei der Ausgangsanschluß des Differentialverstärkers (152) mit dem Hochfrequenzstrom-Bestimmungsabschnitt (13 oder 20) über das abgeschirmte Leiterkabel (31) und einen zugehörigen Impedanzabstimmwiderstand (155) verbunden ist.

3. Vorrichtung zum Messen der bioelektrischen Impedanz eines lebenden Körpers nach Anspruch 1, wobei der Verstärker (63, 64) mit hoher Eingangsimpedanz umfaßt
 eine Schutzschaltung (163), die mit der einen oder der anderen Spannungsmeßelektrode (43) verbunden ist, und
 eine Pufferschaltung (162) mit hoher Eingangsimpedanz; die an ihrem Eingangsanschluß mit der Schutzschaltung (163) und an ihrem Ausgangsanschluß mit dem Spannungsbestimmungsabschnitt (15) über das abgeschirmte Leiterkabel (33) und einen zugehörigen Impedanzabstimmwiderstand (165) verbunden ist.

4. Vorrichtung zum Messen der bioelektrischen Impedanz eines lebenden Körpers nach Anspruch 1, wobei der Hochfrequenzstromdetektor (51, 52) beinhaltet
 eine Schutzschaltung (153), die mit der einen oder der anderen Hochfrequenzstrom-Zufuhrelektrode (41) verbunden ist,
 einen Referenzwiderstand (151) zum Detektieren des Hochfrequenzstroms, wobei der Referenzwiderstand (151) mit der Schutzschaltung (153) an einem Ende, und mit der Hochfrequenzstromquelle (10) an dem anderen Ende über das Hochfrequenzstrom-Zufuhrkabel (81) verbunden ist, und
 einen Differentialverstärker (152), dessen Eingangs- bzw. Eingabeanschlüsse über den Referenzwiderstand (151) verbunden sind, und wobei der Ausgangsanschluß des Differentialverstärkers (152) mit dem Hochfrequenzstrom-Bestimmungsabschnitt (13 oder 20) über das abgeschirmte Leiterkabel (31) und einen zugehörigen Impedanzabstimmwiderstand (155) verbunden ist, und
 wobei der Verstärker (63, 64) mit hoher Eingangsimpedanz umfaßt
 eine Schutzschaltung (163), die mit der einen oder anderen Spannungsmeßelektrode (43) verbunden ist, und
 eine Pufferschaltung (162) mit hoher Eingangsimpedanz, die an ihrem Eingangsanschluß mit der Schutzschaltung (163) und an ihrem Ausgangsanschluß mit dem Spannungsbestimmungsabschnitt (15) über das abgeschirmte Leiterkabel (33) und einen zugehörigen Impedanzabstimmwiderstand (165) verbunden ist.

5. Vorrichtung zum Messen der bioelektrischen Impedanz eines lebenden Körpers nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei zwei Hochfrequenzstrom-Zufuhrköpfe bzw. -fühler (21, 22) jeweils mit der Hochfrequenzstromquelle (10) über die Hochfrequenzstrom-Zufuhrkabel (81, 82) und jeweils mit dem Hochfrequenzstrom-Bestimmungsabschnitt (13 oder 20) über die abgeschirmten Leiterkabel (31, 32) verbunden sind.

6. Vorrichtung zum Messen der bioelektrischen Impedanz eines lebenden Körpers nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Hochfrequenzstrom-Zufuhrkopf (21) eine aus dem Paar von Hochfrequenzstrom-Zufuhrelektroden (41) und ein Hochfrequenzstromdetektor (51) verbunden mit und in der Nachbarschaft der einen des Paares von Hochfrequenzstrom-Zufuhrelektroden (41) angeordnet aufweist und die andere des Paares von Hochfrequenzstrom-Zufuhrelektroden (42) direkt mit der Hochfrequenzstromquelle verbunden ist.

7. Vorrichtung zum Messen der bioelektrischen Impedanz eines lebenden Körpers nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei alle abgeschirmten Kabel

(31, 32, 33, 34) dieselbe Länge aufweisen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

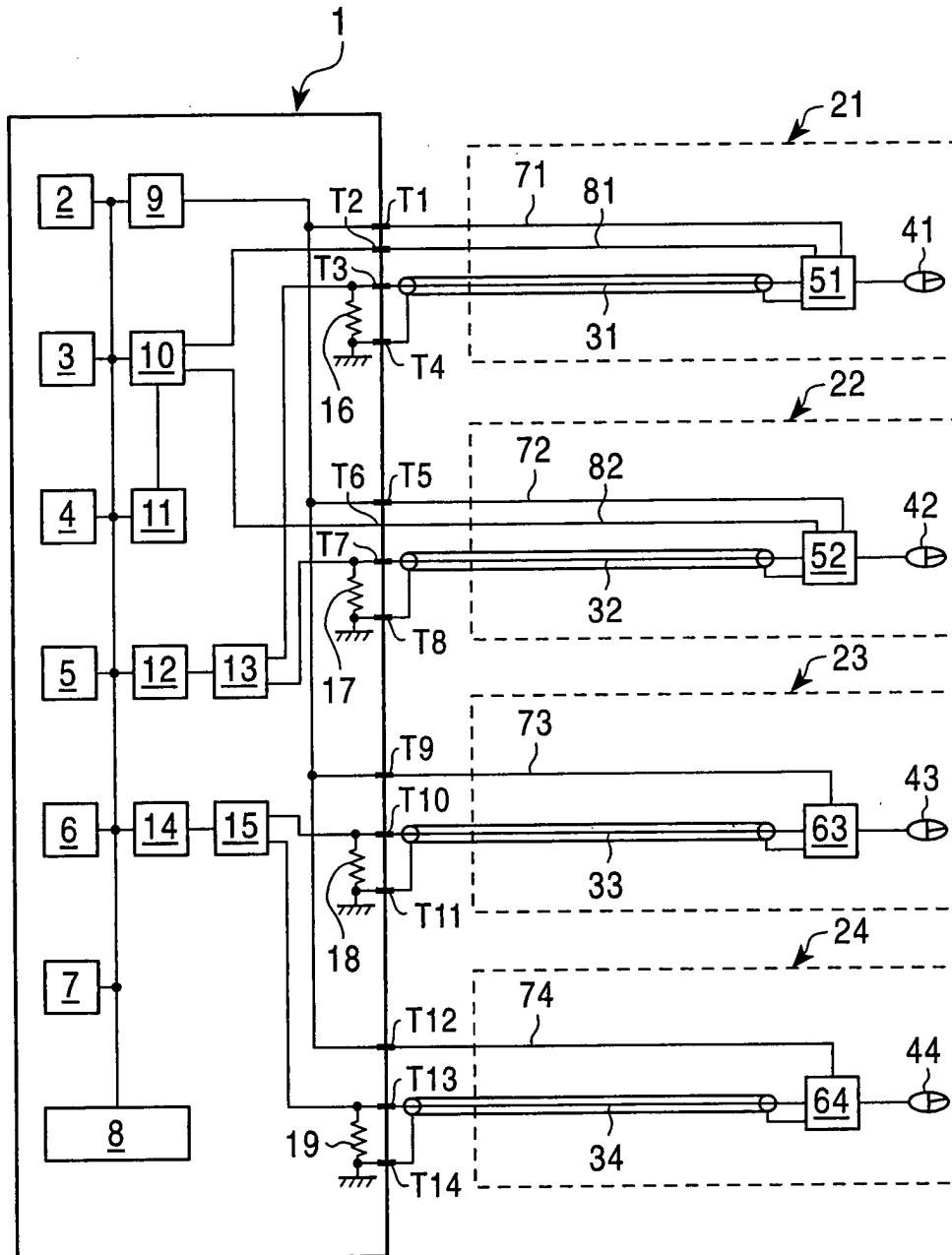


FIG. 2

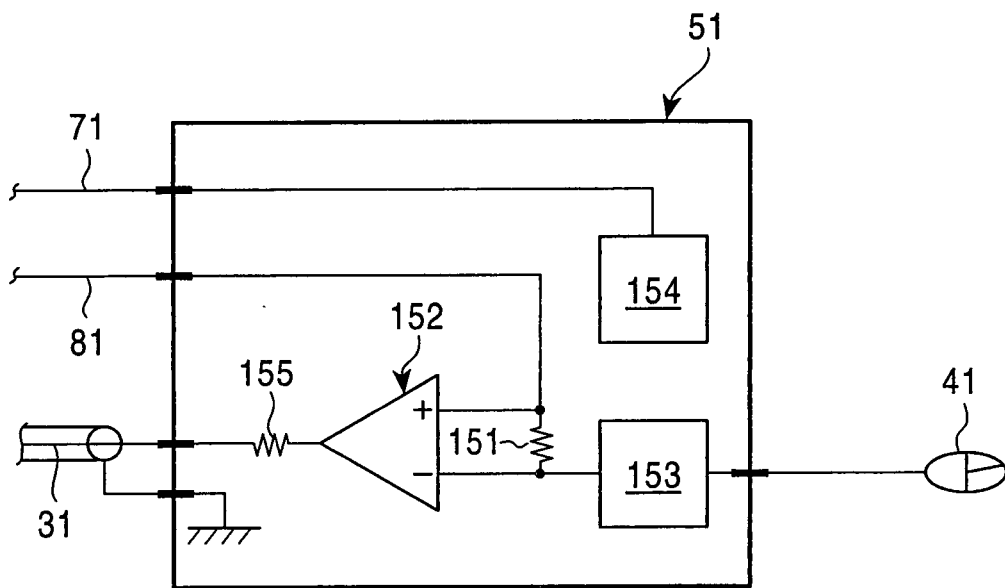


FIG. 3

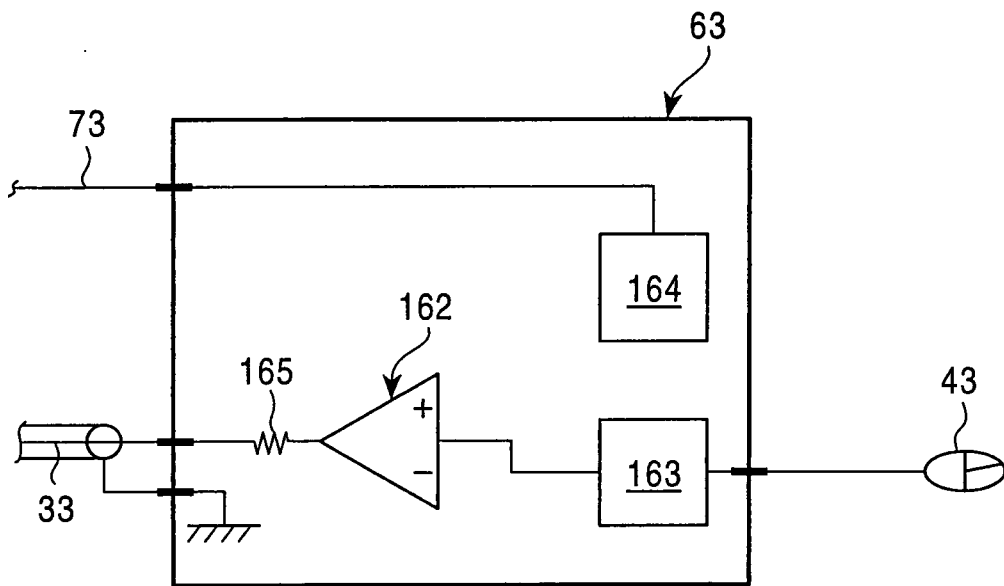


FIG. 4

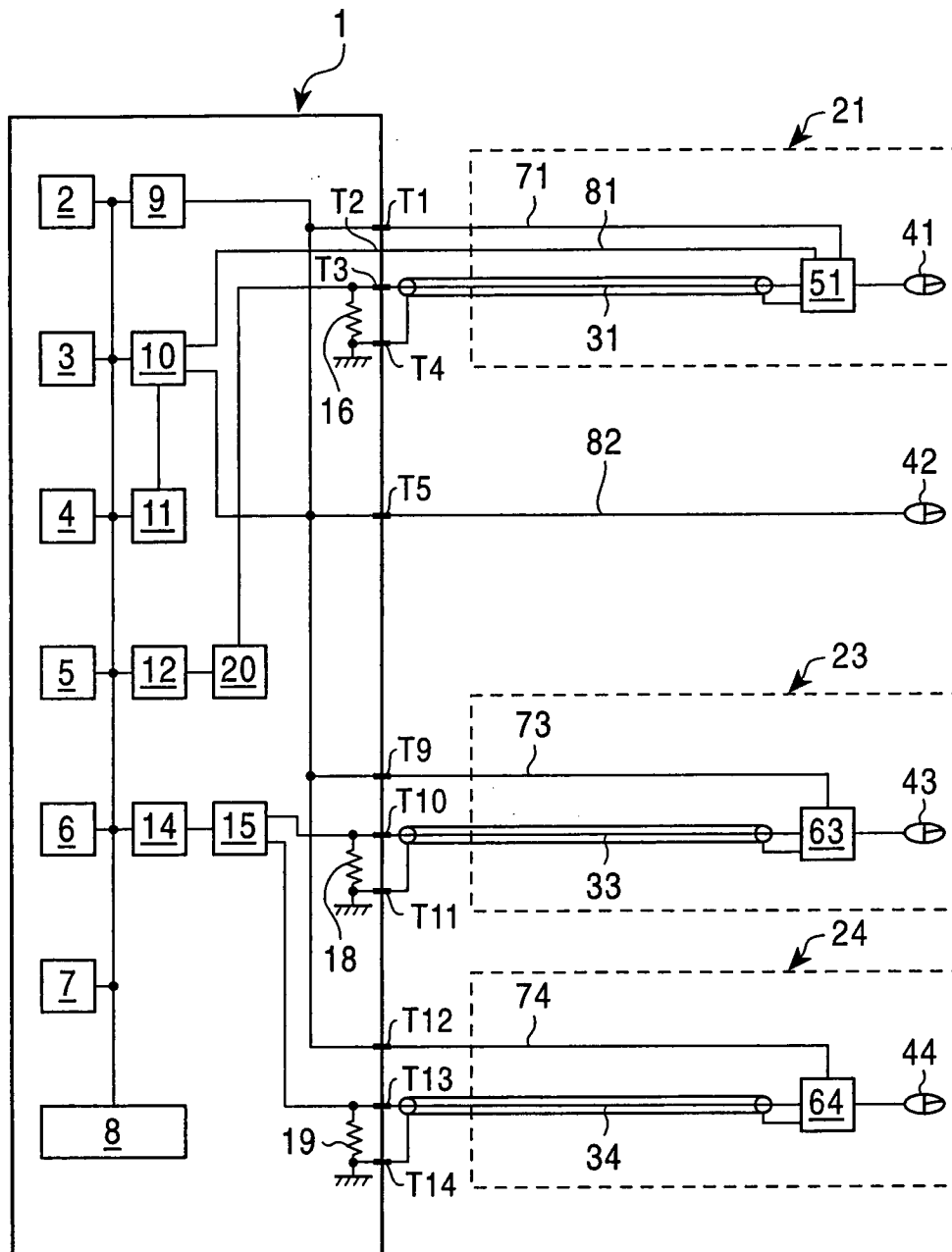


FIG. 5

(STAND DER TECHNIK)

