



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2005 001 730 T2** 2007.12.06

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 621 131 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2005 001 730.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **05 016 233.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **26.07.2005**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.02.2006**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **25.07.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.12.2007**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 5/107** (2006.01)
A61B 5/053 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2004218697 **27.07.2004** **JP**

2005166241 **06.06.2005** **JP**

(73) Patentinhaber:

Tanita Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Kasahara, Yasuhiro, Itabashi-Ku Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: **Gerät zur Messung der Körperzusammensetzung**

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

Patentveröffentlichung 4

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Offen gelegte japanische Patentveröffentlichung Nr. 2002-238.871

(i) Gebiet der Erfindung

Patentveröffentlichung 5

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf eine Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung, die in der Lage ist, Impedanzen in einem bestimmten Körperteil zu messen und Körperzusammensetzungs-Indikatoren zu schätzen.

Offen gelegte japanische Patentveröffentlichung Nr. 2002-369.806

Patentveröffentlichung 6

(ii) Beschreibung der verwandten Technik

Offen gelegte japanische Patentveröffentlichung Nr. 2004-135.698

Patentveröffentlichung 7

[0002] Auf diesem Gebiet werden Körperfett-Messvorrichtungen, die in der Lage sind, eine Impedanz zu messen, die zwischen beiden Füßen, beiden Händen oder einer Hand und einem Fuß auftritt, und den Körperfett-Anteil eines gesamten Körpers zu schätzen, der ein Körperzusammensetzungs-Indikator ist, aus dem Blickwinkel eines gesundheitsorientierten Lebens auf dem Markt eingeführt, und es sind zusammen mit einem zunehmenden Wunsch nach einem gesundheitsorientierten Leben weitere Forschung und Entwicklung durchgeführt worden, und es werden Körperfett-Messvorrichtungen offen gelegt, die in der Lage sind, eine Impedanz im Bauch zu messen und eine Menge an subkutanem Fett und eine Menge an Eingeweidefett im Bauch zu schätzen, bei denen es sich um Körperzusammensetzungs-Indikatoren handelt.

Offen gelegte japanische Patentveröffentlichung Nr. 2004-141.186

[0004] US-2004/077.969 legt ein Verfahren zum Messen einer Körperfettmenge eines Bauchbereichs einer Person durch Anlegen von elektrischen Strömen an einen Abschnitt der Bauchoberfläche zwischen einer der Elektroden einer ersten Elektrodengruppe, die an der Bauchoberfläche des Körpers befestigt ist, und einer der Elektroden einer zweiten Elektrodengruppe, die an der Rückenoberfläche des Körpers befestigt ist; ein Verfahren zum Messen einer Spannung zwischen zwei Elektroden der Elektroden einer dritten Elektrodengruppe, die an einer Zwischenposition zwischen der ersten und der zweiten Elektrodengruppe an der Oberfläche des Körpers befestigt ist; und ein Verfahren zum Berechnen der Körperfettmenge des Bauchbereichs der Person auf Basis der gemessenen Spannung offen.

[0003] Es werden Körperfett-Messvorrichtungen in Patentveröffentlichungen offen gelegt, d.h. solche Vorrichtungen, die in der Lage sind, eine Menge an subkutanem Fett und eine Menge an Eingeweidefett im Bauch zu schätzen, Stromelektroden und Messelektroden an eine Person anzulegen, einen Strom zwischen den Stromelektroden durchzuleiten und eine Spannung zu messen, die im Bauch zwischen den Messelektroden erzeugt wird, wenn der Strom zwischen den Stromelektroden durchgeleitet wird. Alle diese Körperfett-Messvorrichtungen sind leicht zu bedienen und zu hochgenauen Messungen und Schätzungen in der Lage.

[0005] EP-121.898 legt eine Vorrichtung offen, die einen Einchipmikrocomputer einsetzt, in dem alle für die Messung von bioelektrischer Impedanz erforderlichen Funktionen in einer Schaltung auf dem Einzelchip integriert sind und in dem die Vorrichtung Anwendungen zum Messen der bioelektrischen Impedanz bei einer Vielzahl von Frequenzen durch Verwendung einer Vielzahl von Elektroden ermöglicht.

Patentveröffentlichung 1

Offen gelegte japanische Patentveröffentlichung Nr. 2001-178.697

[0006] Trotz des obigen Hintergrundes werden auf dem Markt jedoch Körperfett-Messvorrichtungen verlangt, die leichter zu bedienen sind und die zu genaueren Messungen und Schätzungen in der Lage sind.

Patentveröffentlichung 2

Offen gelegte japanische Patentveröffentlichung Nr. 2001-252.256

[0007] Technische Schlüsselpunkte beim Verbessern der Bedienungsfreundlichkeit und der Genauigkeit der Körperfett-Messvorrichtungen, die eine Impedanz im Bauch messen und eine Menge an subkutanem Fett und eine Menge an Eingeweidefett im Bauch schätzen, sind relative Positionen der Stromelektroden und der Messelektroden und ein Erfassungsverfahren dafür.

Patentveröffentlichung 3

Offen gelegte japanische Patentveröffentlichung Nr. 2001-252.257

[0008] Folglich ist unter den obigen Umständen ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Körperfett-Messvorrichtung zur Verfügung zu stellen, die sich von den in den Patentveröffentlichungen offen gelegten Körperfett-Messvorrichtungen in den relativen Positionen von Stromelektroden und Messelektroden und in dem Erfassungsverfahren dafür unterscheidet und die in der Lage ist, Impedanzen in einem bestimmten Körperteil leicht zu messen und Körperzusammensetzungs-Indikatoren mit hoher Genauigkeit zu schätzen.

ÜBERSICHT ÜBER DIE ERFINDUNG

[0009] Eine Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung der vorliegenden Erfindung wird in dem vorliegenden Anspruch 1 definiert und umfasst mehrere Paare von Stromelektroden, ein Paar Messelektroden, einen Stromerzeugungsabschnitt, einen Spannungsermittlungsabschnitt, und eine Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzung, wobei die mehreren Paare von Stromelektroden an einem bestimmten Körperteil sequenziell in kleineren Abständen angeordnet sind, die Messelektroden zwischen dem innersten Paar Stromelektroden angeordnet sind, der Stromerzeugungsabschnitt einen Strom zwischen jedem Paar Stromelektroden erzeugt, der Spannungsermittlungsabschnitt eine Spannung ermittelt, die zwischen den Messelektroden erzeugt wird, wenn der Stromerzeugungsabschnitt einen Strom zwischen jedem Paar Stromelektroden erzeugt, und die Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzung Körperzusammensetzungs-Indikatoren auf Basis aller durch den Spannungsermittlungsabschnitt ermittelten Spannungen schätzt.

[0010] Des Weiteren umfasst die Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzung bevorzugt: einen Impedanz-Berechnungsabschnitt, einen Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen und einen Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt, wobei der Impedanz-Berechnungsabschnitt eine Impedanz auf Basis eines Stroms, der zwischen jedem Paar Stromelektroden durch den Stromerzeugungsabschnitt erzeugt wird, und einer Spannung, die durch den Spannungsermittlungsabschnitt ermittelt wird, berechnet, der Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen zum Berechnen von Körperzusammensetzungs-Indikatoren auf Basis sämtlicher durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechneter Impedanzen speichert und der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt Körperzusammensetzungs-Indikatoren durch Einsetzen der durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechneten Impedanzen in die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeicherten Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen berechnet.

[0011] Des Weiteren umfasst die Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung der Erfindung: einen Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils und einen Anzeigeabschnitt, wobei der Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils die Breite des bestimmten Körperteils erfasst, und der Anzeigeabschnitt die Breite des bestimmten Körperteils, die durch den Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils erfasst wird, als die Breite der Form eines angezeigten Querschnitts des bestimmten Körperteils anzeigt und die Körperzusammensetzungs-Indikatoren, die durch die Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzung geschätzt werden, als die Größe des Inneren des angezeigten Querschnitts des bestimmten Körperteils bei der Vergrößerung anzeigt, die verwendet wird, um die Breite des bestimmten Körperteils anzuzeigen.

[0012] Des Weiteren umfasst die Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung der Erfindung einen Träger, der die mehreren Paare von Stromelektroden und die Messelektroden so trägt, dass die Elektroden in Kontakt mit dem bestimmten Körperteil sind.

[0013] Des Weiteren hat der Träger bevorzugt eine Form, die zu der Form der Oberfläche des bestimmten Körperteils passt, der mit den Elektroden in Kontakt ist, und weist einen flexiblen Abschnitt in wenigstens einem Abschnitt desselben auf.

[0014] Der Träger umfasst bevorzugt: einen Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils, und einen Anzeigeabschnitt, wobei der Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils die Breite des bestimmten Körperteils misst, und der Anzeigeabschnitt die Breite des bestimmten Körperteils, die durch den Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils gemessen wird, als die Breite der Form eines angezeigten Querschnitts des bestimmten Körperteils anzeigt und die Körperzusammensetzungs-Indikatoren, die durch die Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzung geschätzt werden, als die Größe des Inneren des angezeigten Querschnitts des bestimmten Körperteils bei der Vergrößerung anzeigt, die verwendet wird, um die Breite des bestimmten Körperteils anzuzeigen.

[0015] Der Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils umfasst bevorzugt:
einen verstellbaren Arm, und
Codiereinrichtungen,
wobei
der verstellbare Arm in Richtung der Breite des bestimmten Körperteils ausfährt oder einfährt, um um den bestimmten Körperteil herumzupassen, und
die Codiereinrichtungen den Abstand ermitteln, wenn der verstellbare Arm um den bestimmten Körperteil herumgepasst ist.

[0016] Der Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils umfasst bevorzugt des Weiteren:
Kontakt-Erfassungssensoren, und
einen Antriebsmotor,
wobei
die Kontakt-Erfassungssensoren erfassen, dass der verstellbare Arm um den bestimmten Körperteil herumgepasst ist,
und der Antriebsmotor den verstellbaren Arm ausfährt oder einfährt und den verstellbaren Arm an Positionen anhält, an denen die Kontakt-Erfassungssensoren erfassen, dass der verstellbare Arm um den bestimmten Körperteil herumgepasst ist.

[0017] Der bestimmte Körperteil ist bevorzugt der Bauch eines Körpers, und der Körperzusammensetzungs-Indikator ist wenigstens einer, der aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus einer Dicke von subkutanem Fett, einer Dicke des Bauchmuskels, einer Fläche von subkutanem Fett, einer Fläche von Eingeweidefett, einer Gesamtfläche von Bauchfett, einem Rumpffett-Anteil und einem Gesamt-Körperfett-Anteil besteht.

[0018] Der Abstand zwischen den mehreren Paaren von Stromelektroden und den Messelektroden ist bevorzugt ein bestimmter Abstand, der von 4 cm bis 10 cm reicht.

[0019] Der bestimmte Abstand zwischen dem äußersten Paar Stromelektroden und den Messelektroden beträgt bevorzugt 8 cm, und der bestimmte Abstand zwischen dem innersten Paar Stromelektroden und den Messelektroden beträgt bevorzugt 4 cm bis 5 cm.

[0020] Der Abstand zwischen den Messelektroden beträgt bevorzugt 8 cm.

[0021] Der Träger ändert bevorzugt die Abstände zwischen den einen Stromelektroden und den anderen Stromelektroden sowie den Abstand zwischen einer der Messelektroden und der anderen Messelektrode entsprechend der Breite des bestimmten Körperteils.

[0022] Die Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung umfasst bevorzugt des Weiteren einen Ab-

schnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils, der die Breite des bestimmten Körperteils erfasst, und die Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzung umfasst:
einen Impedanz-Berechnungsabschnitt,
einen Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen, und
einen Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt,
wobei
der Impedanz-Berechnungsabschnitt eine Impedanz auf Basis eines Stroms, der zwischen jedem Paar Stromelektroden durch den Stromerzeugungsabschnitt erzeugt wird, und einer Spannung, die durch den Spannungsermittlungsabschnitt ermittelt wird, berechnet,
der Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen zum Berechnen von Körperzusammensetzungs-Indikatoren auf Basis der durch den Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils erfassten Breite des bestimmten Körperteils und aller durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechneten Impedanzen speichert, und
der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt Körperzusammensetzungs-Indikatoren berechnet, indem er die durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechneten Impedanzen in die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeicherten Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen einsetzt.

[0023] Der Stromerzeugungsabschnitt erzeugt einen Strom bevorzugt so, dass die Frequenz des Stroms von dem äußersten Paar Stromelektroden zu dem innersten Paar Stromelektroden allmählich abnimmt.

[0024] Der Stromerzeugungsabschnitt erzeugt bevorzugt einen Strom einer bestimmten Frequenz, die von 128 kHz bis 512 kHz reicht, zwischen dem äußersten Paar Stromelektroden und erzeugt bevorzugt einen Strom einer bestimmten Frequenz, die von 4 kHz bis 12,5 kHz reicht, zwischen dem innersten Paar Stromelektroden.

[0025] Die bestimmte Frequenz, die von 128 kHz bis 512 kHz reicht, ist bevorzugt eine Frequenz von 256 kHz, und die bestimmte Frequenz, die von 4 kHz bis 12,5 kHz reicht, ist bevorzugt eine Frequenz von 5 kHz.

[0026] Bei der Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung der vorliegenden Erfindung sind die mehreren Paare von Stromelektroden an einem bestimmten Körperteil nacheinander in kleineren Abständen positioniert, die Vorrichtung erzeugt einen Strom zwischen jedem Paar Stromelektroden in dem Stromer-

zeugungsabschnitt, ermittelt eine Spannung, die zwischen den Messelektroden erzeugt wird, wenn der Stromerzeugungsabschnitt einen Strom zwischen jedem Paar Stromelektroden erzeugt, in dem Spannungsermittlungsabschnitt und schätzt Körperzusammensetzungs-Indikatoren auf Basis sämtlicher erfasster Spannungen in der Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzung. Folglich kann ein Benutzer durch die obige Körperzusammensetzungsmessvorrichtung so leicht, wie der Benutzer die Elektroden an dem bestimmten Körperteil positioniert, hochgenaue Körperzusammensetzungs-Indikatoren schätzen, indem er den Grad der Abhängigkeit des Stroms von Schichten berücksichtigt, die sich relativ nah an der Oberfläche, im Verhältnis mittelweit entfernt von der Oberfläche und relativ weit entfernt von der Oberfläche eines bestimmten Körperteils befinden, auf dem die Elektroden angeordnet sind.

[0027] Die Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzung schätzt Körperzusammensetzungs-Indikatoren bevorzugt lediglich durch Einsetzen von durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechneten Impedanzen in den in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeicherten Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen, um die Körperzusammensetzungs-Indikatoren in dem Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt zu berechnen. Dadurch kann ein Benutzer Körperzusammensetzungs-Indikatoren leichter schätzen.

[0028] Der Anzeigeabschnitt zeigt bevorzugt die Breite der Form eines angezeigten Querschnitts des bestimmten Körperteils und die Größe von Körperzusammensetzungs-Indikatoren des Inneren des angezeigten Querschnitts bei der gleichen Vergrößerung wie die tatsächliche Breite eines Querschnitts des bestimmten Körperteils und die tatsächliche Größe von Körperzusammensetzungs-Indikatoren des Inneren des Querschnitts an. Dadurch kann ein Benutzer den genauen Zustand eines Querschnitts des bestimmten Körperteils leicht kennen.

[0029] Die mehreren Paare von Stromelektroden und die Messelektroden werden bevorzugt auf dem Träger angeordnet. Dadurch können die Elektroden leicht mit dem bestimmten Körperteil in Kontakt gebracht werden.

[0030] Der Träger hat bevorzugt eine Form, die zu der Form der Oberfläche des bestimmten Körperteils passt, der mit den Elektroden in Kontakt ist, und weist einen flexiblen Abschnitt in wenigstens einem Abschnitt desselben auf. Dadurch kann der Träger exakt mit dem bestimmten Körperteil in Kontakt gebracht werden.

[0031] Bevorzugt dient der Träger darüber hinaus

als der Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils, und der Anzeigeabschnitt zeigt die Breite der Form eines angezeigten Querschnitts des bestimmten Körperteils und die Größe von Körperzusammensetzungs-Indikatoren des Inneren des angezeigten Querschnitts bei der gleichen Vergrößerung wie die tatsächliche Breite eines Querschnitts des bestimmten Körperteils und die tatsächliche Größe von Körperzusammensetzungs-Indikatoren des Inneren des Querschnitts an. Dadurch kann ein Benutzer den genauen Zustand eines Querschnitts des bestimmten Körperteils leichter kennen.

[0032] Bevorzugt ist bei dem Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils der verstellbare Arm um den bestimmten Körperteil herumgepasst und die Codiereinrichtungen ermitteln den Abstand, wenn der verstellbare Arm um den bestimmten Körperteil herumgepasst ist. Dadurch kann ein Benutzer die Breite des Körperteils selbst liegend leicht erfassen.

[0033] Bevorzugt fährt bei dem Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils der Antriebsmotor den verstellbaren Arm automatisch aus oder ein und hält die Bewegung des verstellbaren Arms auf einer Position an, an der die Kontakt-Erfassungssensoren erfasst haben, dass der verstellbare Arm um den bestimmten Körperteil herumgepasst ist. So kann ein Benutzer die Breite des Körperteils leichter erfassen.

[0034] Der bestimmte Körperteil ist bevorzugt der Bauch eines Körpers, und der Körperzusammensetzungs-Indikator ist wenigstens einer, der aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus einer Dicke von subkutanem Fett, einer Dicke des Bauchmuskels, einer Fläche von subkutanem Fett, einer Fläche von Eingeweidefett, einer Gesamtfläche von Bauchfett, einem Rumpffett-Anteil und einem Gesamt-Körperfett-Anteil besteht. So kann ein Benutzer wenigstens einen Indikator leicht schätzen, der aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus einer Dicke von subkutanem Fett, einer Dicke des Bauchmuskels, einer Fläche von subkutanem Fett, einer Fläche von Eingeweidefett, einer Gesamtfläche von Bauchfett, einem Rumpffett-Anteil und einem Gesamt-Körperfett-Anteil besteht.

[0035] Der Abstand zwischen den mehreren Paaren von Stromelektroden und den Messelektroden ist bevorzugt ein bestimmter Abstand, der von 4 cm bis 10 cm reicht. Dadurch kann ein Strom von dem Stromerzeugungsabschnitt mit guter Abhängigkeit von den Schichten von der Oberfläche des bestimmten Körperteils durchgeleitet werden, und die Schätzgenauigkeit kann erhöht werden.

[0036] Der bestimmte Abstand zwischen dem äußersten Paar von Stromelektroden und den Messelektroden beträgt bevorzugt 8 cm, und der bestimmte Abstand zwischen dem innersten Paar von Strome-

lektroden und den Messelektroden beträgt bevorzugt 4 cm bis 5 cm. Dadurch kann ein Strom von dem Stromerzeugungsabschnitt mit besserer Abhängigkeit von den Schichten von der Oberfläche des bestimmten Körperteils mit größerer Abhängigkeit durchgeleitet werden, und die Schätzgenauigkeit kann weiter erhöht werden.

[0037] Der Abstand zwischen den Messelektroden beträgt bevorzugt 8 cm. So kann eine Spannung, die einem Strom entspricht, der abhängig von den Schichten von der Oberfläche des bestimmten Körperteils durchfließt, in dem Spannungsermittlungsabschnitt mit hoher Genauigkeit ermittelt werden, und die Schätzgenauigkeit kann weiter erhöht werden.

[0038] Der Träger ändert bevorzugt die Abstände zwischen den einen Stromelektroden und den anderen Stromelektroden sowie den Abstand zwischen einer der Messelektroden und der anderen Messelektrode entsprechend der Breite des bestimmten Körperteils. Dadurch können unabhängig von der Breite des bestimmten Körperteils exakte Impedanzen im Bauch ermittelt werden, und es können Körperzusammensetzungs-Indikatoren geschätzt werden.

[0039] Die Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzung schätzt Körperzusammensetzungs-Indikatoren bevorzugt lediglich durch Einsetzen der durch den Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils erfassten Breite des bestimmten Körperteils und der durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechneten Impedanzen in die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeicherten Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen, um die Körperzusammensetzungs-Indikatoren in dem Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt zu berechnen. Dadurch kann ein Benutzer Körperzusammensetzungs-Indikatoren genauer und leichter schätzen.

[0040] Der Stromerzeugungsabschnitt erzeugt einen Strom bevorzugt so, dass die Frequenz des Stroms von dem äußersten Paar Stromelektroden zu dem innersten Paar Stromelektroden allmählich abnimmt. Dadurch können Spannungen entsprechend einer Gewebeverteilung in dem bestimmten Körperteil in dem Spannungsermittlungsabschnitt ermittelt werden, und die Schätzgenauigkeit kann erhöht werden.

[0041] Der Stromerzeugungsabschnitt erzeugt bevorzugt einen Strom einer bestimmten Frequenz, die von 128 kHz bis 512 kHz reicht, zwischen dem äußersten Paar Stromelektroden und einen Strom einer bestimmten Frequenz, die von 4 kHz bis 12,5 kHz reicht, zwischen dem innersten Paar Stromelektroden. Dadurch können Spannungen mit einem hohen Grad an Reflexion entsprechend einer Gewebever-

teilung in dem bestimmten Körperteil in dem Spannungsermittlungsabschnitt ermittelt werden, und die Schätzgenauigkeit kann weiter erhöht werden.

[0042] Der Stromerzeugungsabschnitt erzeugt bevorzugt einen Strom von 256 kHz zwischen dem äußersten Paar Stromelektroden und einen Strom von 5 kHz zwischen dem innersten Paar Stromelektroden. Dadurch können Spannungen mit einem höheren Grad an Reflexion entsprechend einer Gewebeverteilung in dem bestimmten Körperteil in dem Spannungsermittlungsabschnitt ermittelt werden, und die Schätzgenauigkeit kann weiter erhöht werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0043] **Fig. 1** stellt Schaubilder dar, die einen äußeren Aufbau einer Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung erläutern, wobei A eine Draufsicht ist und B eine Frontansicht ist (Beispiel 1).

[0044] **Fig. 2** stellt ein Blockschaltbild dar, das die Struktur der Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung erläutert (Beispiele 1 und 2).

[0045] **Fig. 3** ist ein Blockschaltbild, das die Betriebsverfahren der Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung erläutert (Beispiele 1 und 2).

[0046] **Fig. 4** ist ein Graph, der die Korrelation zwischen einer durch Computertomografie gemessenen Dicke von subkutanem Fett und einer durch eine Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung berechneten Dicke von subkutanem Fett erläutert (Beispiel 1).

[0047] **Fig. 5** ist ein Graph, der die Korrelation zwischen einer durch Computertomografie gemessenen Dicke des Bauchmuskels und einer durch eine Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung berechneten Dicke des Bauchmuskels erläutert (Beispiel 1).

[0048] **Fig. 6** ist ein Graph, der die Korrelation zwischen einer durch Computertomografie gemessenen Fläche von subkutanem Fett und einer durch eine Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung berechneten Fläche von subkutanem Fett erläutert (Beispiel 1).

[0049] **Fig. 7** ist ein Graph, der die Korrelation zwischen einer durch Computertomografie gemessenen Fläche von Eingeweidefett und einer durch eine Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung berechneten Fläche von Eingeweidefett erläutert (Beispiel 1).

[0050] **Fig. 8** ist ein Graph, der die Korrelation zwischen einer durch Computertomografie gemessenen Gesamtfläche von Bauchfett und einer durch eine Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung berechneten Gesamtfläche von Bauchfett erläutert (Beispiel 1).

[0051] **Fig. 9** ist ein Graph, der die Korrelation zwischen einem durch DXA gemessenen Rumpffett-Anteil und einem durch eine Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung berechneten Rumpffett-Anteil erläutert (Beispiel 1).

[0052] **Fig. 10** ist ein Graph, der die Korrelation zwischen einem durch DXA gemessenen Gesamt-Körperfett-Anteil und einem durch DXA gemessenen Rumpffett-Anteil erläutert (Beispiel 1).

[0053] **Fig. 11** ist ein Graph, der die Korrelation zwischen einem durch DXA gemessenen Rumpffett-Anteil und dem reziproken Wert einer gemessenen Impedanz des Bauches erläutert (Beispiel 1).

[0054] **Fig. 12** stellt Schaubilder dar, die Beispiele für Bildschirme erläutern, die in dem Anzeigeabschnitt angezeigt werden, wobei A ein Schaubild ist, das einen Anfangsbildschirm erläutert, B und C Schaubilder sind, die Bildschirme erläutern, die Schätzungsergebnisse anzeigen, und D ein Schaubild ist, das einen Bildschirm zum Anfordern einer erneuten Messung erläutert (Beispiele 1 und 2).

[0055] **Fig. 13** stellt Schaubilder dar, die das Prinzip erläutern, warum Körperzusammensetzungs-Indikatoren bestimmt werden können, wobei A ein Querschnitt eines Bauchabschnitts ist, der mit den Elektroden in Kontakt ist, B eine dreidimensionale Ansicht des Bauchabschnitts ist, der mit den Elektroden in Kontakt ist, und C eine dreidimensionale Ansicht eines zu erfassenden Bauchabschnitts ist.

[0056] **Fig. 14** ist ein elektrisches Modellersatzschaltbild des Bauches eines Körpers.

[0057] **Fig. 15** stellt Schaubilder dar, die einen weiteren äußeren Aufbau der Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung erläutern, wobei A eine Draufsicht ist und B eine Frontansicht ist.

[0058] **Fig. 16** stellt Schaubilder dar, die einen weiteren äußeren Aufbau der Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung erläutern, wobei A eine Draufsicht ist und B eine Frontansicht ist.

[0059] **Fig. 17** stellt Schaubilder dar, die einen äußeren Aufbau einer Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung erläutern, wobei A eine Draufsicht ist und B eine

Frontansicht ist (Beispiel 2).

[0060] **Fig. 18** stellt Schaubilder dar, die einen weiteren äußeren Aufbau der Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung erläutern, wobei A eine Draufsicht ist und B eine Frontansicht ist.

[0061] **Fig. 19** stellt Schaubilder dar, die einen weiteren äußeren Aufbau der Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung erläutern, wobei A eine Draufsicht ist und B eine Frontansicht ist.

GENAUE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0062] Die Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung der vorliegenden Erfindung umfasst wenigstens mehrere Paare von Stromelektroden, ein Paar Messelektroden, einen Stromerzeugungsabschnitt, einen Spannungsermittlungsabschnitt und eine Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzung, misst Impedanzen in einem bestimmten Körperteil und schätzt zu einer Körperzusammensetzung (was im Allgemeinen als ein Oberbegriff für Körperfett, Eingeweidefett, subkutanen Fett, Muskeln, Knochen, Körperwasser und andere Körperbestandteile verwendet wird) gehörige Indikatoren (wie zum Beispiel eine Menge, eine Dicke, eine Fläche und einen Anteil).

[0063] Die mehreren Paare von Stromelektroden sind an einem bestimmten Körperteil nacheinander in kleineren Abständen angeordnet. Die Messelektroden sind zwischen dem innersten Paar Stromelektroden angeordnet. Der Stromerzeugungsabschnitt erzeugt einen Strom zwischen jedem Paar Stromelektroden aus den mehreren Paaren von Stromelektroden. Der Stromerzeugungsabschnitt erzeugt einen Strom so, dass die Frequenz des Stroms von dem äußersten Paar Stromelektroden zu dem innersten Paar Stromelektroden allmählich abnimmt. Der Spannungserfassungsabschnitt erfasst eine Spannung, die zwischen den Messelektroden erzeugt wird, wenn der Stromerzeugungsabschnitt einen Strom zwischen jedem Paar Stromelektroden erzeugt. Die Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzung schätzt Körperzusammensetzungs-Indikatoren auf Basis aller durch den Spannungsermittlungsabschnitt ermittelten Spannungen.

[0064] Als Nächstes wird unter Verwendung von **Fig. 13** das Prinzip beschrieben, warum Körperzusammensetzungs-Indikatoren durch Messen von Impedanzen in einem bestimmten Körperteil bestimmt werden können. **Fig. 13** stellt ein Modelldiagramm dar, um das Prinzip zu erläutern, wenn ein Paar Stromelektroden und ein Paar Messelektroden auf der Nabelseite des Bauches eines Körpers angeordnet

sind. [Fig. 13A](#) stellt einen Querschnitt des Bauches dar, [Fig. 13B](#) ist eine dreidimensionale Ansicht eines aus dem Bauch geschnittenen Abschnitts, und [Fig. 13C](#) ist eine dreidimensionale Ansicht eines herausgeschnittenen Bauchabschnitts zwischen den Messelektroden.

[0065] Man kann sich vorstellen, dass das Erzeugen eines Stromes zwischen einem Paar Stromelektroden **101a** und **101b**, um den Strom durch einen Bauch **100** durchzuleiten, und das Ermitteln einer Spannung zwischen einem Paar Messelektroden **102a** und **102b** durch die Messelektroden **102a** und **102b** gleichbedeutend mit dem Ermitteln einer Spannung ist, wenn ein Strom durch einen Leiter (ein zu messendes Objekt) geleitet wird, der einen Querschnitt A aufweist, der durch die Dicke aW in der anteroposterioren Richtung (in der Richtung vom Nabel zum Rücken) des Bauches **100** und der Länge c der Elektroden und einer Länge bW zwischen den Messelektroden **102a** und **102b** gebildet wird. Des Weiteren kann man sich vorstellen, dass eine Körperzusammensetzung einen elektrischen Widerstand darstellt, da sie ein leichtes Durchfließen eines Stromes widerspiegelt.

[0066] Des Weiteren wird eine Impedanz bekanntlich durch $Z = \rho L/S$ (Z : Impedanz, ρ : elektrischer Widerstand, L : Länge, S : Querschnitt) dargestellt. Folglich kann ein elektrischer Widerstand ρ für die bestimmte Bauchfläche **100** des Körpers durch Einsetzen des durch die Dicke aW in anteroposterioren Richtung des Bauches **100** und die Länge c der Elektroden gebildeten Querschnitts A in S , durch Einsetzen der Länge bW zwischen den Messelektroden **102a** und **102b** in L und durch Einsetzen einer Impedanz V/I auf Basis eines zwischen den Stromelektroden **101a** und **101b** erzeugten Stromes I und einer zwischen den Messelektroden **102a** und **102b** erzeugten Spannung V in Z bestimmt werden. Das heißt, das Messen einer Impedanz in einem bestimmten Körperteil entspricht dem Messen eines Indikators, der mit einer Körperzusammensetzung verknüpft ist, die ein leichtes Durchfließen des Stroms in dem bestimmten Körperteil widerspiegelt.

[0067] Die Gültigkeit eines solchen Prinzips wird darüber hinaus durch die Tatsache validiert, dass der reziproke Wert einer gemessenen Impedanz des Bauches eine Korrelation mit einem Rumpffett-Anteil aufweist, der ein Körperzusammensetzungs-Indikator ist, der durch DXA gemessen wurde, die im Allgemeinen als hochgenau in der Schätzung betrachtet wird, wie zum Beispiel in dem Graphen in [Fig. 11](#), der die Korrelation erläutert, dargestellt.

[0068] Obwohl ein Körperzusammensetzungs-Indikator durch ein solches Prinzip bestimmt werden kann, ist eine Verteilung der Körperzusammensetzung nicht gleichmäßig von der Oberfläche eines be-

stimmten Körperteils in Richtung der Körpermitte, und eine Stromdichteverteilung von der Oberfläche des bestimmten Körperteils in Richtung der Körpermitte variiert dem Abstand zwischen einem an der Oberfläche des bestimmten Körperteils angeordneten Paar Stromelektroden entsprechend, wenn der bestimmte Körperteil ein Querschnitt ist, wie in [Fig. 13A](#) dargestellt. Folglich kann die Genauigkeit der Impedanzmessung niedrig sein, wenn ein Paar Stromelektroden und ein Paar Messelektroden an der Oberfläche eines bestimmten Körperteils angeordnet sind, wie in [Fig. 13](#) dargestellt.

[0069] Wenn der Abstand zwischen den Stromelektroden zum Beispiel gering ist, ist die Stromdichte einer Schicht, die relativ nahe an der Oberfläche des bestimmten Körperteils liegt, hoch im Vergleich zu dem Fall, dass der Abstand zwischen den Stromelektroden groß ist. Des Weiteren enthält die Schicht, die relativ nahe an der Oberfläche des bestimmten Körperteils liegt, eine große Menge an subkutanem Fett, und eine Schicht, die relativ weit von der Oberfläche des bestimmten Körperteils entfernt liegt, enthält eine große Menge an Eingeweidefett. Aus diesem Grund hat eine auf Messung basierende Impedanz eine relativ hohe Korrelation mit einem Körperzusammensetzungs-Indikator, wenn eine Fläche von subkutanem Fett als der Körperzusammensetzungs-Indikator geschätzt wird, und sie hat eine relativ geringe Korrelation, wenn eine Fläche von Eingeweidefett als der bestimmte Körperteil geschätzt wird. Folglich wird die Verschlechterung der Messgenauigkeit einer Impedanz insbesondere abhängig davon bedeutend, was als ein Körperzusammensetzungs-Indikator geschätzt wird.

[0070] Des Weiteren hängt eine Körperzusammensetzung von der Frequenz eines Stroms ab, der durch einen bestimmten Körperteil fließt. Es wird eine Beschreibung zu diesem Punkt unter Verwendung von [Fig. 14](#) gegeben. [Fig. 14](#) stellt ein Schaubild dar, das Körpergewebe durch ein elektrisches Ersatzschaltbild erläutert. Als die Körpergewebe wird Haut durch R_s dargestellt, subkutanen Fett wird durch R_{sf} dargestellt, eine Zellmembran wird durch C_m dargestellt, eine Intrazellulärflüssigkeit wird durch R_i dargestellt, und eine Extrazellulärflüssigkeit wird durch R_e dargestellt. Des Weiteren wird ein Muskelgewebe durch die Zellmembran C_m , die Intrazellulärflüssigkeit R_i und die Extrazellulärflüssigkeit R_e dargestellt. Während ein Hochfrequenzstrom durch alle Körpergewebe durchfließt, fließt ein Niederfrequenzstrom nicht durch die Zellmembran C_m und die Intrazellulärflüssigkeit R_i , weil die Zellmembran C_m als ein Nichtleiter fungiert. Folglich ist die Messgenauigkeit der Impedanz aufgrund des Einflusses des Muskelgewebes niedrig, wenn ein Strom mit nur einer Frequenz durchgeleitet wird.

[0071] Wenn zum Beispiel ein Hochfrequenzstrom

durch einen bestimmten Körperteil geleitet wird, wird eine Impedanz unter dem großen Einfluss des Muskelgewebes gemessen, und die Korrelation, wenn eine Fläche von subkutanem Fett als ein Körperzusammensetzungs-Indikator geschätzt wird, ist gering, während dann, wenn ein Niederfrequenzstrom durch einen bestimmten Körperteil geleitet wird, eine Impedanz unter dem geringen Einfluss des Muskelgewebes gemessen wird, und die Korrelation, wenn eine Fläche von Eingeweidefett oder eine Dicke des Muskels als ein Körperzusammensetzungs-Indikator geschätzt wird, gering ist.

[0072] Die vorliegende, wie oben beschrieben gebildete Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung basiert auf dem obigen Prinzip und löst das Problem geringer Genauigkeit, wenn ein Paar Stromelektroden und ein Paar Messelektroden angeordnet sind.

[0073] Genauer gesagt, da nach der vorliegenden, wie oben gebildeten Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung die mehreren Paare von Stromelektroden an einem bestimmten Körperteil nacheinander in kleineren Abständen angeordnet sind und ein Strom zwischen jedem Paar Stromelektroden in dem Stromerzeugungsabschnitt erzeugt wird, fließt ein Strom so durch, dass er abhängig ist von einer Schicht, die sich relativ nahe an der Oberfläche des bestimmten Körperteils zwischen einem inneren Paar Stromelektroden befindet (der Abstand zwischen den Stromelektroden ist gering), von einer Schicht, die relativ weit von der Oberfläche des bestimmten Körperteils zwischen einem äußeren Paar Stromelektroden entfernt ist (der Abstand zwischen den Stromelektroden ist groß), und von einer Schicht, die sich im Verhältnis mittelweit entfernt von der Oberfläche des bestimmten Körperteils zwischen einem Paar Stromelektroden befindet (der Abstand zwischen den Stromelektroden ist mittelgroß), die zwischen den inneren und äußeren Paaren von Stromelektroden angeordnet sind. Da eine Spannung, die zwischen den Messelektroden erzeugt wird, wenn der Stromerzeugungsabschnitt einen Strom zwischen jedem Paar Stromelektroden erzeugt, in dem Spannungsermittlungsabschnitt ermittelt wird und Körperzusammensetzungs-Indikatoren auf Basis sämtlicher ermittelter Spannungen in der Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzung geschätzt werden, können des Weiteren Körperzusammensetzungs-Indikatoren geschätzt werden, die den Grad der Abhängigkeit des Stroms von den Schichten berücksichtigen, die sich relativ nahe an der Oberfläche, im Verhältnis mittelweit entfernt von der Oberfläche und relativ weit von der Oberfläche des bestimmten Körperteils entfernt befinden. Insbesondere, da der Stromerzeugungsabschnitt einen Strom so erzeugt, dass die Frequenz des Stroms allmählich von dem äußeren Paar Stromelektroden zu dem inneren Paar Stromelektroden abnimmt, können des Weiteren Spannungen entsprechend der Gewe-

beverteilung in dem bestimmten Körperteil erfasst werden, und die Schätzgenauigkeit kann weiter erhöht werden.

[0074] Daher kann die Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung der vorliegenden Erfindung hochgenaue Körperzusammensetzungs-Indikatoren ermitteln, ohne dass eine ungleichmäßige Verteilung der Körperzusammensetzung von der Oberfläche eines bestimmten Körperteils in Richtung der Körpermitte vorliegt, wenn ein Paar Stromelektroden und ein Paar Messelektroden an der Oberfläche des bestimmten Körperteils angeordnet sind, ohne dass eine variierende Stromdichteverteilung von der Oberfläche des bestimmten Körperteils in Richtung der Körpermitte entsprechend dem Abstand zwischen den an der Oberfläche des bestimmten Körperteils angeordneten Stromelektroden vorliegt und ohne dass eine Abhängigkeit von Geweben von der Frequenz vorliegt.

Beispiel 1

[0075] Zunächst wird die spezifische Beschaffenheit einer Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung (einer Vorrichtung, die Körperzusammensetzungs-Indikatoren im Bauch unter Verwendung von Elektroden schätzt, deren Abstand zueinander der Breite des Bauches eines Körpers entsprechend variiert) nach der vorliegenden Erfindung vor allem unter Verwendung einer in **Fig. 1** dargestellten Außenansicht und eines in **Fig. 2** dargestellten Blockschaltbildes erläutert.

[0076] Von außen betrachtet umfasst die Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung als Beispiel 1 einen Träger **1**, der eine Elektrodengruppe (erste Stromelektroden **2a** und **2b**, zweite Stromelektroden **3a** und **3b** und Messelektroden **4a** und **4b**), Griffe **5a** und **5b** und ein Bedienungsgehäuse **6** umfasst.

[0077] Der Träger **1** trägt die Elektroden, hat eine Hufeisenform, so dass die Elektroden in engem Kontakt mit dem Bauch **30** eines Körpers sind, und verfügt darüber hinaus über einen Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils **7**. Der Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils **7** misst die Breite des Bauches eines Körpers (d.h. den Abstand zwischen der linken und der rechten Seite des Bauches) durch Ausfahren oder Einfahren seines mittleren Abschnitts. Genauer gesagt, der Träger **1** umfasst einen verstellbaren Arm **8** (d.h. zwei Arme **8a** und **8b** jeweils in Form eines halben Hufeisens). Ein Ende des Arms **8a** in Form eines halben Hufeisens gleitet in das Innere des einen Endes des Arms **8b** in Form eines halben Hufeisens und gleitet entlang dessen innerer Oberfläche. Des Weiteren verfügen die gleitenden Endstücke der beiden Arme **8a** und **8b** in Form eines halben Hufeisens über eine Codiereinrichtung **9**, die Elektroden zum Ermitteln einer Kapazität um-

fasst. Die Codiereinrichtungen **9** ermitteln den Abstand, wenn die beiden Arme **8a** und **8b** in Form eines halben Hufeisens um den Bauch **30** des Körpers herumgepasst sind. Des Weiteren bildet ein Ende des Arms **8a** in Form eines halben Hufeisens eine Zahnstange, ein Ende des Arms **8b** in Form eines halben Hufeisens nimmt einen Antriebsmotor **11** auf, dessen Drehwelle ein Ritzel bildet, und wenn der Antriebsmotor **11** die ritzelförmige Drehwelle so antreibt, dass sie rotiert, wobei der zahnstangenförmige Abschnitt mit dem ritzelförmigen Abschnitt ineinander greift, bewegt sich der zahnstangenförmige Abschnitt. Das heißt, die beiden Arme **8a** und **8b** in Form eines halben Hufeisens gleiten automatisch und fahren automatisch aus oder ein. Des Weiteren werden Kontakt-Erfassungssensoren **10a** und **10b** (wie zum Beispiel photoelektrische Schaltgeräte und piezoelektrische Sensoren), die erfassen, dass die Arme **8a** und **8b** in Form eines halben Hufeisens in Kontakt mit dem Bauch des Körpers sind, an den Innenseiten der anderen Enden der beiden Arme **8a** und **8b** in Form eines halben Hufeisens bereitgestellt.

[0078] Die Griffe **5a** und **5b** werden an den Außenseiten der gebogenen Abschnitte des verstellbaren Arms **8** bereitgestellt, um einem Benutzer zu ermöglichen, den Träger **1** leicht zu halten.

[0079] Die ersten Stromelektroden **2a** und **2b** werden jeweils an den Innenseiten der Arme **8a** und **8b** in Form eines halben Hufeisens bereitgestellt, um einen Strom durch den Bauch **30** des Körpers durchzuleiten. Die zweiten Stromelektroden **3a** und **3b** werden jeweils an den Innenseiten der Arme **8a** und **8b** in Form eines halben Hufeisens und zwischen den ersten Stromelektroden **2a** und **2b** bereitgestellt, um einen Strom durch den Bauch **30** des Körpers durchzuleiten. Die Messelektroden **4a** und **4b** werden jeweils an den Innenseiten der Arme **8a** und **8b** in Form eines halben Hufeisens und zwischen den zweiten Stromelektroden **3a** und **3b** bereitgestellt, um eine Spannung zu ermitteln, die durch das Durchleiten eines Stroms durch den Bauch **30** des Körpers erzeugt wird. Die Elektroden **2a**, **3a** und **4a** sowie **2b**, **3b** und **4b** sind in Bezug auf die O-Achse symmetrisch positioniert, so dass der Abstand zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** 8 cm beträgt, der Abstand zwischen den zweiten Stromelektroden **3a** und **3b** 16 cm bis 20 cm (bevorzugt 16 cm bis 18 cm) beträgt und der Abstand zwischen den ersten Stromelektroden **2a** und **2b** 24 cm bis 28 cm (bevorzugt 24 cm) beträgt, wenn sich die Arme **8a** und **8b** in der am weitesten eingefahrenen Position befinden. Mit anderen Worten, die Elektroden **2a**, **3a** und **4a** sowie **2b**, **3b** und **4b** werden in Bezug auf die O-Achse symmetrisch positioniert, so dass der Abstand zwischen der Messelektrode **4a** und der zweiten Stromelektrode **3a** und zwischen der Messelektrode **4b** und der zweiten Stromelektrode **3b** 4 cm bis 6 cm (bevorzugt 4 cm bis 5 cm) beträgt und der Abstand zwischen der Mes-

selektrode **4a** und der ersten Stromelektrode **2a** und zwischen der Messelektrode **4b** und der ersten Stromelektrode **2b** 8 cm bis 10 cm (bevorzugt 8 cm) beträgt. Der hier verwendete Begriff "Abstand" bezieht sich auf den Abstand von dem Rand einer Elektrode zu dem Rand der anderen Elektrode.

[0080] Das Bedienungsgehäuse **6** verfügt über einen Anzeigeabschnitt **12** und einen Eingabeabschnitt **13** an der Vorderfläche eines Gehäuses und enthält ein Leistungsteil **14**, einen zeithaltenden Abschnitt **15**, einen Stromerzeugungsabschnitt **16**, einen Spannungsermittlungsabschnitt **17**, einen Speicherabschnitt **18**, einen Berechnungsabschnitt **19** und einen Steuerabschnitt **20**.

[0081] Das Leistungsteil **14** versorgt die Abschnitte, die die elektrische Anlage der vorliegenden Vorrichtung bilden, mit elektrischer Leistung.

[0082] Der Zeitnehmerabschnitt **15** hält die Zeit.

[0083] Der Eingabeabschnitt **13** umfasst einen Netzschalter **13a** und einen Messschalter **13b**. Der Netzschalter **13a** wird verwendet, um das Versorgen mit elektrischer Leistung von dem Leistungsteil **14** zu beginnen. Der Messschalter **13b** wird verwendet, um die Messung einer Impedanz zu beginnen.

[0084] Der Stromerzeugungsabschnitt **16** schaltet und wählt zwischen Verbindungen der Elektroden, um einen Strom durchzuleiten (d.h. zwischen einer Verbindung der ersten Stromelektroden **2a** und **2b** und einer Verbindung der zweiten Stromelektroden **3a** und **3b**), und erzeugt einen Strom, der unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** durch den Bauch **30** des Körpers geleitet werden soll. Der Stromerzeugungsabschnitt **16** erzeugt einen Hochfrequenzstrom Aaus-hoch (der eine Frequenz von 128 kHz bis 512 kHz, bevorzugt eine Frequenz von 256 kHz, hat) für die ersten Stromelektroden **2a** und **2b** und erzeugt einen Niederfrequenzstrom Aein-niedrig (der eine Frequenz von 4 kHz bis 12,5 kHz, bevorzugt eine Frequenz von 5 kHz, hat) für die zweiten Stromelektroden **3a** und **3b**.

[0085] Der Spannungsermittlungsabschnitt **17** ermittelt eine Spannung Vaus-hoch, die zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** erzeugt wird, wenn der Strom Aaus-hoch zwischen den ersten Stromelektroden **2a** und **2b** durchgeleitet wird, und eine Spannung Vein-niedrig, die zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** erzeugt wird, wenn der Strom Aein-niedrig zwischen den zweiten Stromelektroden **3a** und **3b** durchgeleitet wird.

[0086] Der Speicherabschnitt **18** umfasst einen Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen, der die folgenden verschiedenen Körperzusammensetzungs-Berech-

nungsgleichungen (1) bis (7) zum Berechnen von Körperzusammensetzungs-Indikatoren (d.h. die Dicke von subkutanem Fett, die Dicke des Bauchmuskels, die Fläche von subkutanem Fett, die Fläche von Eingeweidefett, die Gesamtfläche des Bauchfetts, den Rumpffett-Anteil und den Gesamt-Körperfett-Anteil) auf Basis sowohl einer Impedanz Zaus-hoch, die auf der Spannung Vaus-hoch basiert, die zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** erzeugt wird, wenn der Strom Aaus-hoch zwischen den ersten Stromelektroden **2a** und **2b** durchgeleitet wird, als auch einer Impedanz Zein-niedrig, die auf der Spannung Vein-niedrig basiert, die zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** erzeugt wird, wenn der Strom Aein-niedrig zwischen den zweiten Stromelektroden **3a** und **3b** durchgeleitet wird. Der Speicherabschnitt **18** speichert darüber hinaus verschiedene andere Daten.

$$\text{Dicke von subkutanem Fett} = 11,3 \times \text{Zein-niedrig} - 0,35 \times \text{Zaus-hoch} \quad (1)$$

$$\text{Dicke des Bauchmuskels} = -0,031 \times \text{Zein-niedrig} + 0,101 \times \text{Zaus-hoch} \quad (2)$$

$$\text{Fläche von subkutanem Fett} = 23,5 \times \text{Zein-niedrig} - 19,1 \times \text{Zaus-hoch} \quad (3)$$

$$\text{Fläche von Eingeweidefett} = -4,1 \times \text{Zein-niedrig} + 28,1 \times \text{Zaus-hoch} \quad (4)$$

$$\text{Gesamtfläche von Bauchfett} = 28,8 \times \text{Zein-niedrig} - 14,2 \times \text{Zaus-hoch} \quad (5)$$

$$\text{Rumpffett-Anteil} = 1,61 + 1,32 \times \text{Zein-niedrig} + 0,85 \times \text{Zaus-hoch} \quad (6)$$

$$\text{Gesamt-Körperfett-Anteil} = 0,85 \times (1,61 + 1,32 \times \text{Zein-niedrig} + 0,85 \times \text{Zaus-hoch}) + 1,1 \quad (7)$$

[0087] Eine Dicke von subkutanem Fett, eine Dicke des Bauchmuskels, eine Fläche von subkutanem Fett, eine Fläche von Eingeweidefett und eine Gesamtfläche von Bauchfett, die durch die obigen Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen (1) bis (5) berechnet werden, haben eine hohe Korrelation mit einer Dicke von subkutanem Fett, einer Dicke des Bauchmuskels, einer Fläche von subkutanem Fett, einer Fläche von Eingeweidefett und einer Gesamtfläche von Bauchfett, die durch CT (Computertomografie) bestimmt werden, die im Allgemeinen als gut in der Schätzgenauigkeit betrachtet wird, wie in den [Fig. 4](#) bis [Fig. 8](#) dargestellt. Des Weiteren haben ein Rumpffett-Anteil und ein Gesamt-Körperfett-Anteil, die durch die obigen Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen (6) und (7) berechnet werden, eine hohe Korrelation mit einem Rumpffett-Anteil und einem Gesamt-Körperfett-Anteil, die durch DXA (Doppelröntgen-Absorptiometrie) bestimmt werden, die im Allgemeinen als gut in der Schätzgenauigkeit betrachtet wird, wie in den [Fig. 9](#)

und [Fig. 10](#) dargestellt.

[0088] Der Berechnungsabschnitt **19** umfasst einen Impedanz-Berechnungsabschnitt und einen Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt. Der Impedanz-Berechnungsabschnitt berechnet die Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig jeweils auf Basis der Ströme Aaus-hoch und Aein-niedrig, die von dem Stromerzeugungsabschnitt **16** erzeugt werden, und der Spannungen Vaus-hoch und Vein-niedrig, die von dem Spannungsermittlungsabschnitt **17** ermittelt werden. Der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt berechnet Körperzusammensetzungs-Indikatoren (d.h. eine Dicke von subkutanem Fett, eine Dicke des Bauchmuskels, eine Fläche von subkutanem Fett, eine Fläche von Eingeweidefett, eine Gesamtfläche von Bauchfett, einen Rumpffett-Anteil und einen Gesamt-Körperfett-Anteil) durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechnet werden, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen (1) bis (7), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert sind. Der Berechnungsabschnitt **19** berechnet darüber hinaus verschiedene andere Daten.

[0089] Der Anzeigeabschnitt **12** zeigt die Körperzusammensetzungs-Indikatoren (d.h. eine Dicke von subkutanem Fett, eine Dicke des Bauchmuskels, eine Fläche von subkutanem Fett, eine Fläche von Eingeweidefett, eine Gesamtfläche von Bauchfett, einen Rumpffett-Anteil und einen Gesamt-Körperfett-Anteil), die durch den Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt berechnet werden, einen geschätzten Querschnitt des Bauches eines Körpers und andere Eingabe-, Mess- und Ergebnisdaten an.

[0090] Der Steuerabschnitt **20**

- (i) steuert die Versorgung der Abschnitte, die die elektrische Anlage der vorliegenden Vorrichtung bilden, mit elektrischer Leistung von dem Leistungsteil **14** auf Basis eines EIN-Signals von dem Netzschalter **13a**,
- (ii) steuert die Erzeugung der Ströme Aaus-hoch und Aein-niedrig von dem Stromerzeugungsabschnitt **16** auf Basis eines EIN-Signals von dem Messschalter **13b**,
- (iii) steuert Berechnungen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt auf Basis der Spannungen Vaus-hoch und Vein-niedrig, die zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** von dem Spannungsermittlungsabschnitt **17** erzeugt werden,
- (iv) steuert Berechnungen der Körperzusammensetzungs-Indikatoren (d.h. einer Dicke von subkutanem Fett, einer Dicke des Bauchmuskels, einer Fläche von subkutanem Fett, einer Fläche von Eingeweidefett, einer Gesamtfläche von Bauch-

fett, eines Rumpffett-Anteils und eines Gesamt-Körperfett-Anteils) durch den Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt auf Basis der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechnet werden, und der Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen (1) bis (7), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert sind,

(v) steuert die Einschaltung des Antriebsmotors **11** auf Basis eines EIN-Signals von dem Messschalter **13b**, die Abschaltung des Antriebsmotors **11** auf Basis eines EIN-Signals von den Kontakt-Erfassungssensoren **10a** und **10b** und die Berechnung der Breite (Breite eines Körperteils) zwischen der linken und der rechten Seite des Bauches eines bestimmten Körperteils durch den Berechnungsabschnitt **19** auf Basis eines Erfassungssignals von den Codiereinrichtungen **9**,

(vi) steuert die Anzeige verschiedener Eingabe-, Mess- und Ergebnisdaten durch den Anzeigeabschnitt **12** während der Eingabe-, Mess- und Ergebnisphasen und

(vii) steuert verschiedene andere Daten.

[0091] Die Elektroden (die ersten Stromelektroden **2a** und **2b**, die zweiten Stromelektroden **3a** und **3b** und die Messelektroden **4a** und **4b**), der Stromerzeugungsabschnitt **16** und der Spannungsermittlungsabschnitt **17** bilden einen Körperteil-Impedanz-Messabschnitt **21**.

[0092] Als Nächstes werden die Abläufe der Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung (der Vorrichtung, die Körperzusammensetzungs-Indikatoren im Bauch schätzt) nach der vorliegenden Erfindung vor allem unter Verwendung eines in [Fig. 3](#) dargestellten Ablaufdiagramms beschrieben.

[0093] Wenn der Netzschalter **13a** gedrückt wird, werden zunächst die Abschnitte in der elektrischen Anlage von dem Leistungsteil **14** mit elektrischer Leistung versorgt, und es wird ein Anfangsbildschirm, wie in [Fig. 12A](#) dargestellt, auf dem Anzeigeabschnitt **12** angezeigt (SCHRITT S1).

[0094] Dann wird in dem Steuerabschnitt **20** festgestellt, ob der Messschalter **13b** gedrückt worden ist (SCHRITT S2). Falls der Messschalter **13b** nicht gedrückt worden ist (NEIN in SCHRITT S2), wird dieser Schritt des Mess-Standby-Zustands wiederholt, bis der Messschalter **13b** gedrückt wird.

[0095] Falls demgegenüber der Messschalter **13b** gedrückt worden ist, während der verstellbare Arm **8** um den Bauch **30** eines Körpers so herumgepasst ist, dass die Elektroden in engem Kontakt mit dem Bauch **30** sind (JA in SCHRITT S2), wird der Antriebsmotor **11** auf Basis eines Steuersignals von dem Steuerab-

schnitt **20** eingeschaltet, und die beiden Arme **8a** und **8b** in Form eines halben Hufeisens gleiten und schließen sich dadurch automatisch. Wenn dann die Kontakt-Erfassungssensoren **10a** und **10b** erfassen, dass die Arme **8a** und **8b** den Kontakt mit den Bauchseiten des Körpers hergestellt haben, wird der Antriebsmotor **11** auf Basis eines Steuersignals von dem Steuerabschnitt **20** abgeschaltet und die beiden Arme **8a** und **8b** in Form eines halben Hufeisens hören dadurch auf zu gleiten. Dann wird die Stopposition durch die Elektroden erfasst, die die Kapazität in den Codiereinrichtungen **9** ermitteln. Mit anderen Worten, es wird der Abstand ermittelt, wenn der verstellbare Arm **8** um die Seiten des Körpers herumgepasst ist (SCHRITT S3).

[0096] Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** wählt dann der Stromerzeugungsabschnitt **16** die ersten Stromelektroden **2a** und **2b** aus und erzeugt einen Hochfrequenzstrom Aaus-hoch zwischen den ersten Stromelektroden **2a** und **2b**, der Spannungsermittlungsabschnitt **17** ermittelt eine Spannung Vaus-hoch, die zu dieser Zeit zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** erzeugt wird, der Impedanz-Berechnungsabschnitt berechnet eine Impedanz Zaus-hoch auf Basis des Stroms Aaus-hoch, der von dem Stromerzeugungsabschnitt **16** erzeugt wird, und der Spannung Vaus-hoch, die von dem Spannungsermittlungsabschnitt **17** ermittelt wird, und die berechnete Impedanz Zaus-hoch wird vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert. Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** wählt dann der Stromerzeugungsabschnitt **16** die zweiten Stromelektroden **3a** und **3b** aus und erzeugt einen Niederfrequenzstrom Aein-niedrig zwischen den zweiten Stromelektroden **3a** und **3b**, der Spannungsermittlungsabschnitt **17** ermittelt eine Spannung Vein-niedrig, die zu dieser Zeit zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** erzeugt wird, der Impedanz-Berechnungsabschnitt berechnet eine Impedanz Zein-niedrig auf Basis des Stroms Aein-niedrig, der von dem Stromerzeugungsabschnitt **16** erzeugt wird, und der Spannung Vein-niedrig, die von dem Spannungsermittlungsabschnitt **17** ermittelt wird, und die Impedanz Zein-niedrig wird vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert (SCHRITT S4).

[0097] Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** berechnet dann der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt eine Dicke von subkutanem Fett durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung (1), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert ist, und speichert die berechnete Dicke von subkutanem Fett vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** (SCHRITT S5).

[0098] Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** berechnet dann der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt eine Dicke des Bauchmuskels durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung (2), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert ist, und speichert die berechnete Dicke des Bauchmuskels vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** (SCHRITT S6).

[0099] Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** berechnet dann der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt eine Fläche von subkutanem Fett durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung (3), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert ist, und speichert die berechnete Fläche von subkutanem Fett vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** (SCHRITT Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** berechnet dann der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt eine Fläche von Eingeweidefett durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung (4), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert ist, und speichert die berechnete Fläche von Eingeweidefett vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** (SCHRITT Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** berechnet dann der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt eine Gesamtfläche von Bauchfett durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung (5), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert ist, und speichert die berechnete Gesamtfläche von Bauchfett vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** (SCHRITT Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** berechnet dann der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt einen Rumpffett-Anteil durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung (6), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert ist, und speichert den berechneten Rumpffett-Anteil vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** (SCHRITT S10).

[0100] Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt

20 berechnet dann der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt einen Gesamt-Körperfett-Anteil durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung (7), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert ist, und speichert den berechneten Gesamt-Körperfett-Anteil vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** (SCHRITT S11).

[0101] Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** vergleicht dann der Berechnungsabschnitt **19** die Fläche von subkutanem Fett und die Fläche von Eingeweidefett, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, miteinander (SCHRITT S12). Wenn die Differenz zwischen der Fläche von Eingeweidefett und der Fläche von subkutanem Fett größer als oder gleich 0 ist, zeigt der Anzeigeabschnitt **12** Messergebnisse mit einer Nachricht „TYP EINGEWEIDEFETT!“ an, wie in [Fig. 12B](#) dargestellt. Wenn die Differenz zwischen der Fläche von Eingeweidefett und der Fläche von subkutanem Fett nicht größer als oder gleich 0 ist, zeigt der Anzeigeabschnitt **12** derweil während einer vorgegebenen Zeitspanne Messergebnisse mit einer Nachricht „TYP SUBKUTANES FETT!“ an, wie in [Fig. 12C](#) dargestellt, und zeigt dann einen Bildschirm zum Anfordern einer erneuten Messung an, wie in [Fig. 12D](#) dargestellt (SCHRITT S13).

[0102] Dann stellt der Steuerabschnitt **20** fest, ob der Messschalter **13b** gedrückt worden ist (SCHRITT S14). Falls der Messschalter **13b** gedrückt worden ist (JA in SCHRITT S14), zeigt der Anzeigeabschnitt **12** erneut den Anfangsbildschirm an (SCHRITT S1) und ermöglicht so das Ausführen der obigen Serien von Messvorgängen. Falls der Messschalter **13b** nicht gedrückt worden ist, selbst wenn der Zeitnehmerabschnitt eine gewisse Zeitdauer gehalten hat (NEIN in SCHRITT S14), wird derweil die Leistung automatisch abgeschaltet, wodurch die obigen Serien von Betriebsabläufen beendet werden.

[0103] Nach der Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung aus Beispiel 1 ändert der Träger **1** den Abstand zwischen den Stromelektroden **2a** und **2b**, den Abstand zwischen den Stromelektroden **3a** und **3b** und den Abstand zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** entsprechend der Breite des bestimmten Körperteils (d.h. entsprechend dem Abstand zwischen der linken und der rechten Seite des Bauches). So können unabhängig von der Breite des bestimmten Körperteils (d.h. von dem Abstand zwischen der linken und der rechten Seite des Bauches) exakte Impedanzen im Bauch ermittelt werden, und es können Körperzusammensetzungs-Indikatoren geschätzt werden.

Beispiel 2

[0104] Zunächst wird die spezifische Beschaffenheit einer Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung (einer Vorrichtung, die Körperzusammensetzungs-Indikatoren im Bauch unter Verwendung von Elektroden schätzt, deren Abstand zueinander nicht der Breite des Bauches eines Körpers entsprechend variiert) nach der vorliegenden Erfindung vor allem unter Verwendung einer in **Fig. 17** dargestellten Außenansicht und eines in **Fig. 2** dargestellten Blockschaltbildes erläutert.

[0105] Von außen betrachtet umfasst die Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung als Beispiel 2 eine Elektrodengruppe (erste Stromelektroden **2a** und **2b**, zweite Stromelektroden **3a** und **3b** und Messelektroden **4a** und **4b**), ein Bedienungsgehäuse **6**, ein verstellbares Element **202** und einen Träger **201**.

[0106] Der Träger **201** trägt die Elektroden, ist flexibel und weist eine Hufeisenform auf, so dass die Elektroden engen Kontakt mit dem Bauch **30** eines Körpers herstellen können.

[0107] Das verstellbare Element **202** ist ein Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils **7**, der ausfährt oder einfährt, um die Breite des Bauches eines Körpers (d.h. den Abstand zwischen der linken und der rechten Seite des Bauches) zu messen. Mit anderen Worten, das verstellbare Element **202** umfasst ein Erfassungs-Antriebsgehäuse **203**, verstellbare Arme **204** (zwei L-förmige Arme **204a** und **204b**) und Kontakt-Erfassungssensoren **10a** und **10b**, und das verstellbare Element **202** misst eine Position, an der die beiden L-förmigen Arme **204a** und **204b** Kontakt mit der linken und der rechten Seite des Bauches eines Körpers herstellen, während sie durch das Erfassungs-Antriebsgehäuse **203** durchfahren. Genauer gesagt, die Kontakt-Erfassungssensoren **10a** und **10b** (wie zum Beispiel photoelektrische Schaltgeräte und piezoelektrische Sensoren) erfassen, dass die Arme **204a** und **204b** in Kontakt mit der linken und der rechten Seite des Bauches eines Körpers sind und werden an den Innenseiten der Enden der beiden L-förmigen Arme **204a** und **204b** bereitgestellt. Das Erfassungs-Antriebsgehäuse **203** enthält Elektroden zum Erfassen einer Kapazität (Abschnitt einer Codiereinrichtung **9**) und einen Antriebsmotor **11**, dessen Drehwelle ein Ritzel bildet. Des Weiteren weisen die beiden L-förmigen Arme **204a** und **204b** jeder einen zahnstangenförmigen Abschnitt auf, der durch das Erfassungs-Antriebsgehäuse **203** fährt, und der zahnstangenförmige Abschnitt verfügt über Elektroden zum Erfassen einer Kapazität (Abschnitt der Codiereinrichtung **9**). Wenn der Antriebsmotor **11** die ritzelförmige Drehwelle antreibt, so dass sie rotiert, wobei der zahnstangenförmige Abschnitt mit dem ritzelförmigen Abschnitt in dem Erfassungs-Antriebsgehäuse **203** ineinander greift, bewegt sich der zahn-

stangenförmige Abschnitt, und es wird eine Position, an der die Kontakt-Erfassungssensoren **10a** und **10b** erfasst haben, dass die Arme **204a** und **204b** Kontakt mit der linken und der rechten Seite des Bauches des Körpers hergestellt haben, durch den Abschnitt der Codiereinrichtung **9** in dem Erfassungs-Antriebsgehäuse **203** und den Abschnitt der Codiereinrichtung **9** in den Abschnitten der beiden L-förmigen Arme **204a** und **204b**, die durch das Erfassungs-Antriebsgehäuse **203** fahren, erfasst.

[0108] Die ersten Stromelektroden **2a** und **2b** werden an beiden Enden der Innenseite (der Seite, die mit dem Bauch **30** des Körpers in Kontakt ist) des Trägers **201** bereitgestellt, um einen Strom durch den Bauch **30** des Körpers zu leiten. Die zweiten Stromelektroden **3a** und **3b** werden an der Innenseite (der Seite, die mit dem Bauch **30** des Körpers in Kontakt ist) des Trägers **201** und zwischen den ersten Stromelektroden **2a** und **2b** bereitgestellt, um einen Strom durch den Bauch **30** des Körpers zu leiten. Die Messelektroden **4a** und **4b** werden an der Innenseite (der Seite, die mit dem Bauch **30** des Körpers in Kontakt ist) des Trägers **201** und zwischen den zweiten Stromelektroden **3a** und **3b** bereitgestellt, um eine Spannung zu ermitteln, die erzeugt wird, indem ein Strom durch den Bauch **30** des Körpers geleitet wird. Die Elektroden **2a**, **3a** und **4a** sowie **2b**, **3b** und **4b** sind in Bezug auf die O-Achse symmetrisch positioniert, so dass der Abstand zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** 8 cm beträgt, der Abstand zwischen den zweiten Stromelektroden **3a** und **3b** 16 cm bis 20 cm (bevorzugt 16 cm bis 18 cm) beträgt und der Abstand zwischen den ersten Stromelektroden **2a** und **2b** 24 cm bis 28 cm (bevorzugt 24 cm) beträgt. Mit anderen Worten, die Elektroden **2a**, **3a** und **4a** sowie **2b**, **3b** und **4b** werden in Bezug auf die O-Achse symmetrisch positioniert, so dass der Abstand zwischen der Messelektrode **4a** und der zweiten Stromelektrode **3a** und zwischen der Messelektrode **4b** und der zweiten Stromelektrode **3b** 4 cm bis 6 cm (bevorzugt 4 cm bis 5 cm) beträgt und der Abstand zwischen der Messelektrode **4a** und der ersten Stromelektrode **2a** und zwischen der Messelektrode **4b** und der ersten Stromelektrode **2b** 8 cm bis 10 cm (bevorzugt 8 cm) beträgt. Der hier verwendete Begriff „Abstand“ bezieht sich auf den Abstand von dem Rand einer Elektrode zu dem Rand der anderen Elektrode.

[0109] Das Bedienungsgehäuse **6** verfügt über einen Anzeigeabschnitt **12** und einen Eingabeabschnitt **13** an der Vorderfläche eines Gehäuses und enthält ein Leistungsteil **14**, einen zeithaltenden Abschnitt **15**, einen Stromerzeugungsabschnitt **16**, einen Spannungsermittlungsabschnitt **17**, einen Speicherabschnitt **18**, einen Berechnungsabschnitt **19** und einen Steuerabschnitt **20**.

[0110] Das Leistungsteil **14** versorgt die Abschnitte, die die elektrische Anlage der vorliegenden Vorrich-

tung bilden, mit elektrischer Leistung.

[0111] Der Zeitnehmerabschnitt **15** hält die Zeit.

[0112] Der Eingabeabschnitt **13** umfasst einen Netzschalter **13a** und einen Messschalter **13b**. Der Netzschalter **13a** wird verwendet, um das Versorgen mit elektrischer Leistung von dem Leistungsteil **14** zu beginnen. Der Messschalter **13b** wird verwendet, um die Messung einer Impedanz zu beginnen.

[0113] Der Stromerzeugungsabschnitt **16** schaltet und wählt zwischen Verbindungen der Elektroden, um einen Strom durchzuleiten (d.h. zwischen einer Verbindung der ersten Stromelektroden **2a** und **2b** und einer Verbindung der zweiten Stromelektroden **3a** und **3b**), und erzeugt einen Strom, der unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** durch den Bauch **30** des Körpers geleitet werden soll. Der Stromerzeugungsabschnitt **16** erzeugt einen Hochfrequenzstrom Aaus-hoch (der eine Frequenz von 128 kHz bis 512 kHz, bevorzugt eine Frequenz von 256 kHz, hat) für die ersten Stromelektroden **2a** und **2b** und erzeugt einen Niederfrequenzstrom Aein-niedrig (der eine Frequenz von 4 kHz bis 12,5 kHz, bevorzugt eine Frequenz von 5 kHz, hat) für die zweiten Stromelektroden **3a** und **3b**.

[0114] Der Spannungsermittlungsabschnitt **17** ermittelt eine Spannung Vaus-hoch, die zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** erzeugt wird, wenn der Strom Aaus-hoch zwischen den ersten Stromelektroden **2a** und **2b** durchgeleitet wird, und eine Spannung Vein-niedrig, die zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** erzeugt wird, wenn der Strom Aein-niedrig zwischen den zweiten Stromelektroden **3a** und **3b** durchgeleitet wird.

[0115] Der Speicherabschnitt **18** umfasst einen Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen, der die folgenden verschiedenen Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen (8) bis (14) zum Berechnen von Körperzusammensetzungs-Indikatoren (d.h. die Dicke von subkutanem Fett, die Dicke des Bauchmuskels, die Fläche von subkutanem Fett, die Fläche von Eingeweidefett, die Gesamtfläche des Bauchfetts, den Rumpffett-Anteil und den Gesamt-Körperfett-Anteil) auf Basis sowohl einer Impedanz Zaus-hoch, die auf der Spannung Vaus-hoch basiert, die zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** erzeugt wird, wenn der Strom Aaus-hoch zwischen den ersten Stromelektroden **2a** und **2b** durchgeleitet wird, als auch einer Impedanz Zein-niedrig, die auf der Spannung Vein-niedrig basiert, die zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** erzeugt wird, wenn der Strom Aein-niedrig zwischen den zweiten Stromelektroden **3a** und **3b** durchgeleitet wird. Der Speicherabschnitt **18** speichert darüber hinaus verschiedene andere Daten.

$$\text{Dicke von subkutanem Fett} = a \times \text{Zein-niedrig} - b \times \text{Zaus-hoch} + c \times \text{Breite des Bauches} + d \quad (8)$$

$$\text{Dicke des Bauchmuskels} = -e \times \text{Zein-niedrig} - f \times \text{Zaus-hoch} + g + \text{Breite des Bauches} + h \quad (9)$$

$$\text{Fläche von subkutanem Fett} = i \times \text{Zein-niedrig} - j \times \text{Zaus-hoch} + k \times \text{Breite des Bauches} + l \quad (10)$$

$$\text{Fläche von Eingeweidefett} = -m \times \text{Zein-niedrig} + n \times \text{Zaus-hoch} + o \times \text{Breite des Bauches} + p \quad (11)$$

$$\text{Gesamtfläche von Bauchfett} = q \times \text{Zein-niedrig} - r \times \text{Zaus-hoch} + s \times \text{Breite des Bauches} + t \quad (12)$$

$$\text{Rumpffett-Anteil} = -u \times (1/\text{Zein-niedrig}) - v \times (1/\text{Zaus-hoch}) - w \times \text{Breite des Bauches} + x \quad (13)$$

$$\text{Gesamt-Körperfett-Anteil} = 0,85 \times \{-u \times (1/\text{Zein-niedrig}) - v \times (1/\text{Zaus-hoch}) - w \times \text{Breite des Bauches} + x\} + 1,1 \quad (14)$$

[0116] In den obigen Formeln stellen a bis x Koeffizienten (Konstanten) dar.

[0117] Der Grund dafür, dass die Breite des Bauches (d.h. der Abstand zwischen der linken und der rechten Seite des Bauches) in den obigen Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen (8) bis (14) berücksichtigt wird, anders als bei der Ausführungsform (Beispiel 1), bei der die Abstände zwischen den Elektroden entsprechend der Breite des Bauches eines Körpers variieren, ist wie folgt. Das heißt, da sich ein Bauchabschnitt, mit dem die Elektroden wünschenswerterweise Kontakt herstellen, entsprechend der Größe des Bauches ändert, unterscheidet sich ein Bauchabschnitt, mit dem die Elektroden tatsächlich Kontakt herstellen, von dem Bauchabschnitt, mit dem die Elektroden wünschenswerterweise Kontakt herstellen in der Ausführungsform (Beispiel 2), bei der die Abstände zwischen den Elektroden nicht entsprechend der Breite des Bauches eines Körpers variieren, so dass die gemessenen Daten beträchtliche Fehler enthalten können. Daher ist es erforderlich, dass die Breite des Bauches die Fehler korrigiert. Derweil wird, mit anderen Worten, in der Ausführungsform (Beispiel 1), bei der die Abstände zwischen den Elektroden entsprechend der Breite des Bauches eines Körpers variieren, die Breite des Bauches (d.h. der Abstand zwischen der linken und der rechten Seite des Bauches) nicht berücksichtigt, da ein Bauchabschnitt, mit dem die Elektroden tatsächlich Kontakt herstellen, der gleiche ist wie ein Bauchabschnitt, mit dem die Elektroden wünschenswerterweise Kontakt herstellen, und daher keine beträchtlichen Fehler auftreten und eine Korrektur der Fehler daher nicht erforderlich ist.

[0118] Der Berechnungsabschnitt **19** umfasst einen Impedanz-Berechnungsabschnitt und einen Körper-

zusammensetzungs-Berechnungsabschnitt. Der Impedanz-Berechnungsabschnitt berechnet die Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig jeweils auf Basis der Ströme Aaus-hoch und Aein-niedrig, die von dem Stromerzeugungsabschnitt **16** erzeugt werden, und der Spannungen Vaus-hoch und Vein-niedrig, die von dem Spannungsermittlungsabschnitt **17** ermittelt werden. Der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt berechnet Körperzusammensetzungs-Indikatoren (d.h. eine Dicke von subkutanem Fett, eine Dicke des Bauchmuskels, eine Fläche von subkutanem Fett, eine Fläche von Eingeweidefett, eine Gesamtfläche von Bauchfett, einen Rumpffett-Anteil und einen Gesamt-Körperfett-Anteil) durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechnet werden, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen (8) bis (14), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert sind. Der Berechnungsabschnitt **19** berechnet darüber hinaus verschiedene andere Daten.

[0119] Der Anzeigeabschnitt **12** zeigt die Körperzusammensetzungs-Indikatoren (d.h. eine Dicke von subkutanem Fett, eine Dicke des Bauchmuskels, eine Fläche von subkutanem Fett, eine Fläche von Eingeweidefett, eine Gesamtfläche von Bauchfett, einen Rumpffett-Anteil und einen Gesamt-Körperfett-Anteil), die durch den Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt berechnet werden, einen geschätzten Querschnitt des Bauches eines Körpers und andere Eingabe-, Mess- und Ergebnisdaten.

[0120] Der Steuerabschnitt **20**

- (i) steuert die Versorgung der Abschnitte, die die elektrische Anlage der vorliegenden Vorrichtung bilden, mit elektrischer Leistung von dem Leistungsteil **14** auf Basis eines EIN-Signals von dem Netzschalter,
- (ii) steuert die Erzeugung der Ströme Aaus-hoch und Aein-niedrig von dem Stromerzeugungsabschnitt **16** auf Basis eines EIN-Signals von dem Messschalter **13b**,
- (iii) steuert Berechnungen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt auf Basis der Spannungen Vaus-hoch und Vein-niedrig, die zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** von dem Spannungsermittlungsabschnitt **17** erzeugt werden,
- (iv) steuert Berechnungen der Körperzusammensetzungs-Indikatoren (d.h. einer Dicke von subkutanem Fett, einer Dicke des Bauchmuskels, einer Fläche von subkutanem Fett, einer Fläche von Eingeweidefett, einer Gesamtfläche von Bauchfett, eines Rumpffett-Anteils und eines Gesamt-Körperfett-Anteils) durch den Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt auf Basis der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die

durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechnet werden, und der Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen (8) bis (14), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert sind,

- (v) steuert die Einschaltung des Antriebsmotors **11** auf Basis eines EIN-Signals von dem Messschalter **13b**, die Abschaltung des Antriebsmotors **11** auf Basis eines EIN-Signals von den Kontakt-Erfassungssensoren **10a** und **10b** und die Berechnung der Breite (Breite eines Körperteils) zwischen der linken und der rechten Seite des Bauches eines bestimmten Körperteils durch den Berechnungsabschnitt **19** auf Basis eines Erfassungssignals von der Codiereinrichtung **9**,
- (vi) steuert die Anzeige verschiedener Eingabe-, Mess- und Ergebnisdaten durch den Anzeigeabschnitt **12** während der Eingabe-, Mess- und Ergebnisphasen und
- (vii) steuert verschiedene andere Daten.

[0121] Die Elektroden (die ersten Stromelektroden **2a** und **2b**, die zweiten Stromelektroden **3a** und **3b** und die Messelektroden **4a** und **4b**), der Stromerzeugungsabschnitt **16** und der Spannungsermittlungsabschnitt **17** bilden einen Körperteil-Impedanz-Messabschnitt.

[0122] Als Nächstes werden die Abläufe der Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung (einer Vorrichtung, die Körperzusammensetzungs-Indikatoren im Bauch unter Verwendung von Elektroden schätzt, deren Abstand zueinander nicht der Breite des Bauches eines Körpers entsprechend variiert) nach der vorliegenden Erfindung vor allem unter Verwendung eines in [Fig. 3](#) dargestellten Ablaufdiagramms erläutert.

[0123] Wenn der Netzschalter **13a** gedrückt wird, werden zunächst die Abschnitte in der elektrischen Anlage von dem Leistungsteil **14** mit elektrischer Leistung versorgt, und es wird ein Anfangsbildschirm, wie in [Fig. 12A](#) dargestellt, auf dem Anzeigeabschnitt **12** angezeigt (SCHRITT S1).

[0124] Dann wird in dem Steuerabschnitt **20** festgestellt, ob der Messschalter **13b** gedrückt worden ist (SCHRITT S2). Falls der Messschalter **13b** nicht gedrückt worden ist (NEIN in SCHRITT S2), wird dieser Schritt des Mess-Standby-Zustands wiederholt, bis der Messschalter **13b** gedrückt wird.

[0125] Falls demgegenüber der Messschalter **13b** gedrückt worden ist, während der Träger **201** um den Bauch **30** eines Körpers so herumgepasst ist, dass die Elektroden in engem Kontakt mit dem Bauch **30** sind (JA in SCHRITT S2), wird der Antriebsmotor **11** auf Basis eines Steuersignals von dem Steuerabschnitt **20** eingeschaltet und die beiden L-förmigen

Arme **204a** und **204b** gleiten und schließen sich dadurch automatisch. Wenn dann die Kontakt-Erfassungssensoren **10a** und **10b** erfassen, dass die Arme **204a** und **204b** den Kontakt mit den Bauchseiten des Körpers hergestellt haben, wird der Antriebsmotor **11** auf Basis eines Steuersignals von dem Steuerabschnitt **20** abgeschaltet, und die beiden L-förmigen Arme **204a** und **204b** hören dadurch auf zu gleiten. Dann wird die Stopposition durch die Elektroden erfasst, die die Kapazität in den Codiereinrichtungen **9** erfassen. Mit anderen Worten, es wird der Abstand ermittelt, wenn das verstellbare Element **202** um die Seiten des Körpers herumgepasst ist (SCHRITT S3).

[0126] Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** wählt dann der Stromerzeugungsabschnitt **16** die ersten Stromelektroden **2a** und **2b** aus und erzeugt einen Hochfrequenzstrom Aaus-hoch zwischen den ersten Stromelektroden **2a** und **2b**, der Spannungsermittlungsabschnitt **17** ermittelt eine Spannung Vaus-hoch, die zu dieser Zeit zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** erzeugt wird, der Impedanz-Berechnungsabschnitt berechnet eine Impedanz Zaus-hoch auf Basis des Stroms Aaus-hoch, der von dem Stromerzeugungsabschnitt **16** erzeugt wird, und der Spannung Vaus-hoch, die von dem Spannungsermittlungsabschnitt **17** ermittelt wird, und die berechnete Impedanz Zaus-hoch wird vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert. Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** wählt dann der Stromerzeugungsabschnitt **16** die zweiten Stromelektroden **3a** und **3b** aus und erzeugt einen Niederfrequenzstrom Aein-niedrig zwischen den zweiten Stromelektroden **3a** und **3b**, der Spannungsermittlungsabschnitt **17** ermittelt eine Spannung Vein-niedrig, die zu dieser Zeit zwischen den Messelektroden **4a** und **4b** erzeugt wird, der Impedanz-Berechnungsabschnitt berechnet eine Impedanz Zein-niedrig auf Basis des Stroms Aein-niedrig, der von dem Stromerzeugungsabschnitt **16** erzeugt wird, und der Spannung Vein-niedrig, die von dem Spannungsermittlungsabschnitt **17** ermittelt wird, und die berechnete Impedanz Zein-niedrig wird vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert (SCHRITT S4).

[0127] Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** berechnet dann der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt eine Dicke von subkutanem Fett durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung (8), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert ist, und speichert die berechnete Dicke von subkutanem Fett vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** (SCHRITT S5).

[0128] Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** berechnet dann der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt eine Dicke des Bauch-

muskels durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung (9), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert ist, und speichert die berechnete Dicke des Bauchmuskels vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** (SCHRITT S6).

[0129] Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** berechnet dann der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt eine Fläche von subkutanem Fett durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung (10), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert ist, und speichert die berechnete Fläche von subkutanem Fett vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** (SCHRITT Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** berechnet dann der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt eine Fläche von Eingeweidefett durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung (11), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert ist, und speichert die berechnete Fläche von Eingeweidefett vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** (SCHRITT Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** berechnet dann der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt eine Gesamtfläche von Bauchfett durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung (12), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert ist, und speichert die berechnete Gesamtfläche von Bauchfett vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** (SCHRITT S9).

[0130] Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** berechnet dann der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt einen Rumpffett-Anteil durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung (13), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert ist, und speichert den berechneten Rumpffett-Anteil vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** (SCHRITT S10).

[0131] Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt

20 berechnet dann der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt einen Gesamt-Körperfett-Anteil durch Einsetzen der Impedanzen Zaus-hoch und Zein-niedrig, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichung (14), die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert ist, und speichert den berechneten Gesamt-Körperfett-Anteil vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** (SCHRITT S11).

[0132] Unter Steuerung durch den Steuerabschnitt **20** vergleicht dann der Berechnungsabschnitt **19** die Fläche von subkutanem Fett und die Fläche von Eingeweidefett, die vorübergehend in dem Speicherabschnitt **18** gespeichert sind, miteinander (SCHRITT S12). Wenn die Differenz zwischen der Fläche von Eingeweidefett und der Fläche von subkutanem Fett größer als oder gleich 0 ist, zeigt der Anzeigeabschnitt **12** Messergebnisse mit einer Nachricht „TYP EINGEWEIDEFETT!“ an, wie in [Fig. 12B](#) dargestellt. Wenn die Differenz zwischen der Fläche von Eingeweidefett und der Fläche von subkutanem Fett nicht größer als oder gleich 0 ist, zeigt der Anzeigeabschnitt **12** derweil während einer vorgegebenen Zeitspanne Messergebnisse mit einer Nachricht „TYP SUBKUTANES FETT!“ an, wie in [Fig. 12C](#) dargestellt, und zeigt dann einen Bildschirm zum Anfordern einer erneuten Messung an, wie in [Fig. 12D](#) dargestellt (SCHRITT S13).

[0133] Dann stellt der Steuerabschnitt **20** fest, ob der Messschalter **13b** gedrückt worden ist (SCHRITT S14). Falls der Messschalter **13b** gedrückt worden ist (JA in SCHRITT S14), zeigt der Anzeigeabschnitt **12** erneut den Anfangsbildschirm (SCHRITT S1) und ermöglicht so das Ausführen der obigen Serien von Messvorgängen. Falls der Messschalter **13b** nicht gedrückt worden ist, selbst wenn der Zeitnehmerabschnitt eine gewisse Zeitdauer gehalten hat (NEIN in SCHRITT S14), wird derweil die Leistung automatisch abgeschaltet, wodurch die obigen Serien von Betriebsabläufen beendet werden.

[0134] Nach der Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung des Beispiels **2** werden Körperzusammensetzungs-Indikatoren in dem Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt lediglich durch Ausführen von Berechnungen durch Einsetzen der Breite eines bestimmten Körperteils (d.h. des Abstandes zwischen der linken und der rechten Seite des Bauches), die durch den Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils (das verstellbare Element **202**) erfasst (gemessen) wird, und von Impedanzen, die durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechnet werden, in die Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen, die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeichert sind,

geschätzt. So können Körperzusammensetzungs-Indikatoren genauer und leichter bestimmt werden.

[0135] In dem obigen Beispiel 1 fungiert der Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils **7** außerdem als der Träger **1** und erfasst die Breite eines Körperteils (d.h. den Abstand zwischen der linken und der rechten Seite des Bauches) durch eine Messung. Der Abstand zwischen der linken und der rechten Seite des Bauches kann jedoch durch den Eingabeabschnitt **13** eingegeben werden.

[0136] Des Weiteren verfügt der Träger **1** in dem obigen Beispiel 1 über einen mittleren Abschnitt, der ausfährt oder einfährt. Der Träger **1** kann jedoch, unter Verlust von Genauigkeit, einen mittleren Abschnitt aufweisen, der nicht einfährt oder ausfährt, wie in [Fig. 16](#) dargestellt.

[0137] Des Weiteren werden in dem obigen Beispiel 1 die Elektroden an der Innenseite des Trägers **1** angeordnet. Die flexiblen elastischen Elemente (wie zum Beispiel Federn und Gummi) **64a** und **64b** können jedoch zwischen einem Träger **61** und Elektroden **62a**, **62b**, **63a** und **63b** bereitgestellt werden, wie in [Fig. 15](#) dargestellt, so dass die an dem Träger bereitgestellten Elektroden engeren Kontakt mit dem Bauch eines Körpers herstellen können, wenn der Träger an den Bauch des Körpers angelegt wird.

[0138] In dem obigen Beispiel 2 wird die Breite des Bauches eines Körpers (d.h. der Abstand zwischen der linken und der rechten Seite des Bauches) durch eine Messung unter Verwendung des verstellbaren Elements **202** erfasst. Der Abstand zwischen der linken und der rechten Seite des Bauches kann jedoch durch den Eingabeabschnitt **13** eingegeben werden.

[0139] Des Weiteren werden in dem obigen Beispiel 2 die Elektroden an der Innenseite des Trägers **201** angeordnet. Die flexiblen elastischen Elemente (wie zum Beispiel Federn und Gummi) **264a** und **264b** können jedoch zwischen einem Träger **261** und Elektroden **262a**, **262b**, **263a** und **263b** bereitgestellt werden, wie in [Fig. 18](#) dargestellt, so dass die an dem Träger bereitgestellten Elektroden engeren Kontakt mit dem Bauch eines Körpers herstellen können, wenn der Träger an den Bauch des Körpers angelegt wird. Alternativ können flexible elastische Elemente (wie zum Beispiel Federn und Gummi) **275a**, **275b**, **276a**, **276b**, **277a** und **277b** zwischen einem Träger **271** und Elektroden **272a**, **272b**, **273a**, **273b**, **274a** und **274b** bereitgestellt werden, wie in [Fig. 19](#) dargestellt.

[0140] Des Weiteren werden in den obigen Beispielen **1** und **2** zwei Paare von Stromelektroden (die ersten Stromelektroden **2a** und **2b** und die zweiten Stromelektroden **3a** und **3b**) an den Trägern **1** und **201** bereitgestellt. Es können jedoch drei oder mehr Paa-

re von Stromelektroden an den Trägern bereitgestellt werden. Des Weiteren brauchen die Stromelektroden möglicherweise nicht an dem Träger bereitgestellt zu werden und können in der gleichen Anordnung wie der an dem Träger direkt an einem bestimmten Körperteil positioniert werden.

[0141] Des Weiteren werden in den obigen Beispielen 1 und 2 Impedanzen in dem Bauch **30** des Körpers gemessen und Körperzusammensetzungs-Indikatoren geschätzt. Es ist jedoch möglich, dass Impedanzen in Armen, Beinen oder ähnlichen Teilen eines Körpers gemessen werden und Körperzusammensetzungs-Indikatoren geschätzt werden.

[0142] Des Weiteren werden in den obigen Beispielen 1 und 2 die Elektroden in der Umfangsrichtung des Bauches des Körpers angeordnet. Die Elektroden können jedoch in der Längsrichtung (in Richtung der Körpergröße) des Bauches des Körpers angeordnet werden.

[0143] Des Weiteren wird die vorliegende Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung in den obigen Beispielen 1 und 2 an den Bauch eines Menschen angelegt. Die vorliegende Vorrichtung kann jedoch modifiziert werden, um an einen bestimmten Körperteil eines Tieres, wie zum Beispiel eines Hundes oder einer Katze, angelegt werden zu können.

Patentansprüche

1. Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung, die umfasst:
mehrere Paare von Stromelektroden (**2a, 2b, 3a, 3b**), ein Paar Messelektroden (**4a, 4b**)
einen Stromerzeugungsabschnitt (**16**),
einen Spannungsermittlungsabschnitt (**17**), und
eine Einrichtung (**19**) zum Schätzen der Körperzusammensetzung,
einen Abschnitt (**7**) zum Erfassen der Breite eines Körperteils,
einen Anzeigeabschnitt (**12**); und
einen Träger (**1**),
wobei
die mehreren Paare von Stromelektroden an einem bestimmten Körperteil sequenziell in kleineren Abständen angeordnet sind,
die Messelektroden zwischen dem innersten Paar von Stromelektroden angeordnet sind,
der Stromerzeugungsabschnitt einen Strom zwischen jedem Paar Stromelektroden erzeugt,
der Spannungserfassungsabschnitt eine Spannung erfasst, die zwischen den Messelektroden erzeugt wird, wenn der Stromerzeugungsabschnitt einen Strom zwischen jedem Paar Stromelektroden erzeugt, und
die Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzungs-Indikatoren auf Basis aller durch den Spannungserfassungsabschnitt erfassten Spannungen

schätzt,
der Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils die Breite des bestimmten Körperteils erfasst, der Anzeigeabschnitt die Breite des bestimmten Körperteils, die durch den Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils erfasst wird, als die Breite der Form eines angezeigten Querschnitts des bestimmten Körperteils anzeigt und die die Körperzusammensetzungs-Indikatoren, die durch die Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzung geschätzt werden, als die Größe des Inneren des angezeigten Querschnitts des bestimmten Körperteils bei der Vergrößerung anzeigt, die verwendet wird, um die Breite des bestimmten Körperteils anzuzeigen, und
der Träger die mehreren Paare von Stromelektroden und die Messelektroden so trägt, dass die Elektroden in Kontakt mit dem bestimmten Körperteil sind.

2. Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Einrichtung zum Schätzen der Körperzusammensetzung umfasst:
einen Impedanz-Berechnungsabschnitt,
einen Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen, und
einen Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt,
wobei
der Impedanz-Berechnungsabschnitt eine Impedanz auf Basis eines Stroms, der zwischen jedem Paar Stromelektroden durch den Stromerzeugungsabschnitt erzeugt wird, und einer Spannung berechnet, die durch den Spannungserfassungsabschnitt erfasst wird,
der Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen zum Berechnen von Körperzusammensetzungs-Indikatoren auf Basis aller durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechneten Impedanzen speichert, und
der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt Körperzusammensetzungs-Indikatoren berechnet, indem er die durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechneten Impedanzen in die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeicherten Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen einsetzt.

3. Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Stromerzeugungsabschnitt einen Strom so erzeugt, dass die Frequenz des Stroms von dem äußersten Paar von Stromelektroden zum innersten Paar von Stromelektroden allmählich abnimmt.

4. Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Stromerzeugungsabschnitt einen Strom einer bestimmten Frequenz, die von 128 kHz bis 512 kHz zwischen dem äußersten Paar von Stromelektroden erzeugt, und einen Strom

einer bestimmten Frequenz, die von 4 kHz bis 12,5 kHz reicht, zwischen dem innersten Paar von Stromelektroden erzeugt.

5. Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach Anspruch 4, wobei die bestimmte Frequenz, die von 128 kHz bis 512 kHz reicht, eine Frequenz von 256 kHz ist und die bestimmte Frequenz, die von 4 kHz bis 12,5 kHz reicht, eine Frequenz von 5 kHz ist.

6. Körperzusammensetzungs-Messeinrichtung nach Anspruch 1, wobei der Träger eine Form hat, die zu der Form der Oberfläche des bestimmten Körperteils passt, der mit den Elektroden in Kontakt ist, und einen flexiblen Abschnitt in wenigstens einem Abschnitt desselben aufweist.

7. Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach Anspruch 1 oder 6, wobei der Träger umfasst: einen Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils, und einen Anzeigeabschnitt, wobei der Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils die Breite des bestimmten Körperteils misst, und der Anzeigeabschnitt die Breite des bestimmten Körperteils, die durch den Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils gemessen wird, als die Breite der Form eines angezeigten Querschnitts des bestimmten Körperteils anzeigt und die Körperzusammensetzungs-Indikatoren, die durch die Körperzusammensetzungs-Schätzeinrichtung geschätzt werden, als die Größe des Inneren des angezeigten Querschnitts des bestimmten Körperteils bei der Vergrößerung anzeigt, die verwendet wird, um die Breite des bestimmten Körperteils anzuzeigen.

8. Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach Anspruch 7, wobei der Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils umfasst: einen verstellbaren Arm, und Codiereinrichtungen, wobei der verstellbare Arm in der Breitenrichtung des bestimmten Körperteils ausfährt oder einfährt, um um den bestimmten Körperteil herum zu passen, und die Codiereinrichtungen den Abstand erfassen, wenn der verstellbare Arm um den bestimmten Körperteil herum gepasst ist.

9. Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Abschnitt zum Erfassen einer Körperteil-Breite des Weiteren umfasst: Kontakt-Erfassungssensoren, und einen Antriebsmotor, wobei die Kontakt-Erfassungssensoren erfassen, dass der verstellbare Arm um den bestimmten Körperteil herum gepasst ist, und der Antriebsmotor den verstellbaren Arm ausfährt

oder einzieht und den verstellbaren Arm an Positionen anhält, an denen die Kontakt-Erfassungssensoren erfassen, dass der verstellbare Arm um den bestimmten Körperteil herum gepasst ist.

10. Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der bestimmte Körperteil der Bauch eines Körpers ist und der Körperzusammensetzungs-Indikator wenigstens einer ist, der aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus einer Dicke von subkutanem Fett, einer Dicke des Bauchmuskels, einer Fläche von subkutanem Fett, einer Fläche von Eingeweidefett, einer Gesamtfläche von Bauchfett, einem Rumpffett-Anteil und einem Gesamt-Körperfett-Anteil besteht.

11. Körperzusammensetzungs-Messeinrichtung nach Anspruch 10, wobei der Abstand zwischen den mehreren Paaren von Stromelektroden und den Messelektroden ein bestimmter Abstand ist, der von 4 cm bis 10 cm reicht.

12. Körperzusammensetzungs-Messeinrichtung nach Anspruch 11, wobei der bestimmte Abstand zwischen dem äußersten Paar von Stromelektroden und den Messelektroden 8 cm beträgt und der bestimmte Abstand zwischen dem innersten Paar von Stromelektroden und den Messelektroden 4 cm bis 5 cm beträgt.

13. Körperzusammensetzungs-Messeinrichtung nach Anspruch 11 oder 12, wobei der Abstand zwischen den Messelektroden 8 cm beträgt.

14. Körperzusammensetzungs-Messeinrichtung nach Anspruch 1, wobei der Träger die Abstände zwischen den einen Stromelektroden und den anderen Stromelektroden sowie den Abstand zwischen einer der Messelektroden und der anderen der Messelektroden entsprechend der Breite des bestimmten Körperteils ändert.

15. Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach Anspruch 1, die des Weiteren einen Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils umfasst, der die Breite des bestimmten Körperteils erfasst, wobei die Körperzusammensetzungs-Schätzeinrichtung umfasst: einen Impedanz-Berechnungsabschnitt, einen Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen, und einen Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt, wobei der Impedanz-Berechnungsabschnitt eine Impedanz auf Basis eines Stroms, der zwischen jedem Paar Stromelektroden durch den Stromerzeugungsabschnitt erzeugt wird, und einer Spannung berechnet, die durch den Spannungsermittlungsabschnitt ermittelt wird.

der Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen zum Berechnen von Körperzusammensetzungs-Indikatoren auf Basis der durch den Abschnitt zum Erfassen der Breite eines Körperteils erfassten Breite des bestimmten Körperteils und aller durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechneten Impedanzen speichert, und
 der Körperzusammensetzungs-Berechnungsabschnitt Körperzusammensetzungs-Indikatoren berechnet, indem er die durch den Impedanz-Berechnungsabschnitt berechneten Impedanzen in die in dem Abschnitt zum Speichern von Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen gespeicherten Körperzusammensetzungs-Berechnungsgleichungen einsetzt.

16. Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach Anspruch 15, wobei der Stromerzeugungsabschnitt einen Strom so erzeugt, dass die Frequenz des Stroms von dem äußersten Paar von Stromelektroden zu dem innersten Paar von Stromelektroden allmählich abnimmt.

17. Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach Anspruch 16, wobei der Stromerzeugungsabschnitt einen Strom einer bestimmten Frequenz, die von 128 kHz bis 512 kHz reicht, zwischen dem äußersten Paar von Stromelektroden erzeugt und einen Strom einer bestimmten Frequenz, die von 4 kHz bis 12,5 kHz reicht, zwischen dem innersten Paar von Stromelektroden erzeugt.

18. Körperzusammensetzungs-Messvorrichtung nach Anspruch 17, wobei die bestimmte Frequenz, die von 128 kHz bis 512 kHz reicht, eine Frequenz von 256 kHz ist und die bestimmte Frequenz, die von 4 kHz bis 12,5 kHz reicht, eine Frequenz von 5 kHz ist.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

FIG. 1A

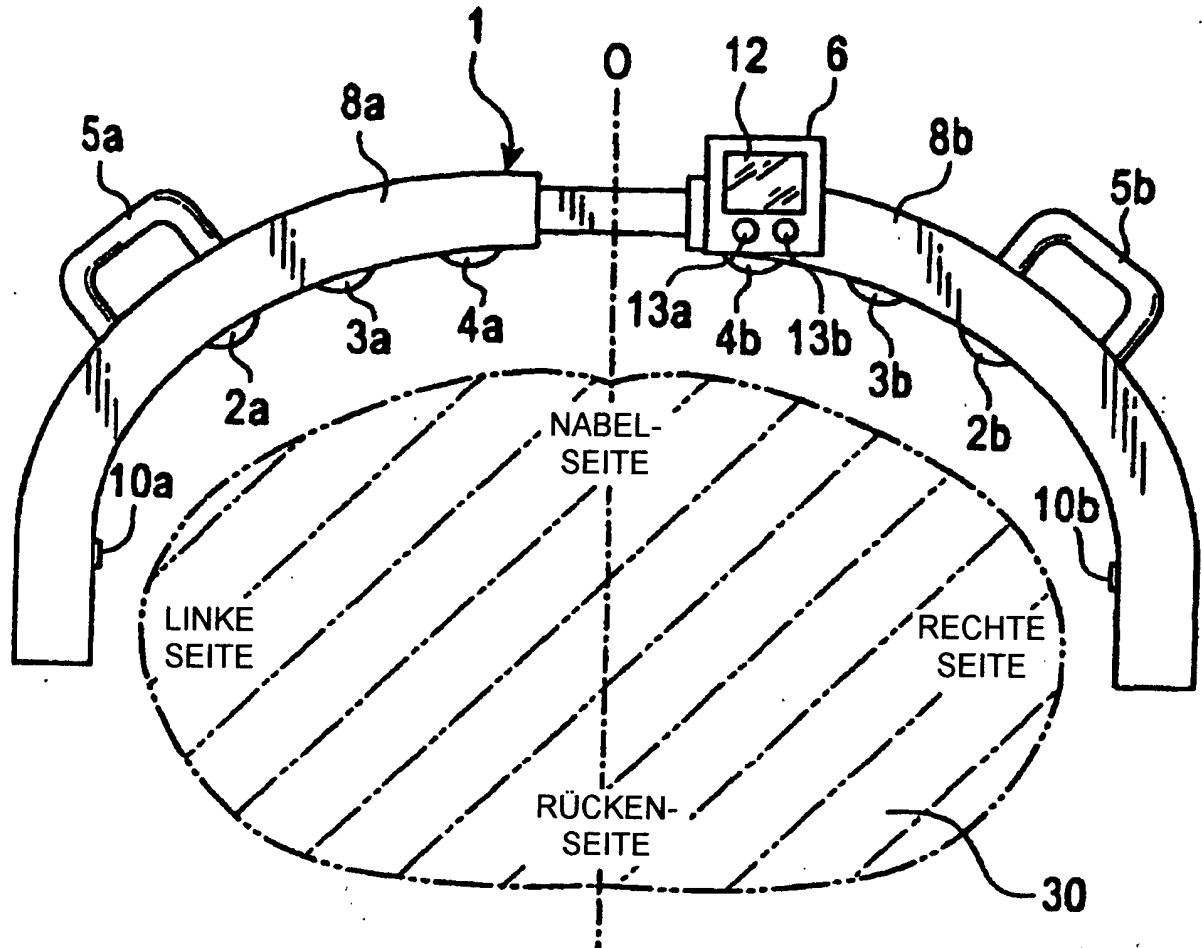


FIG. 1B

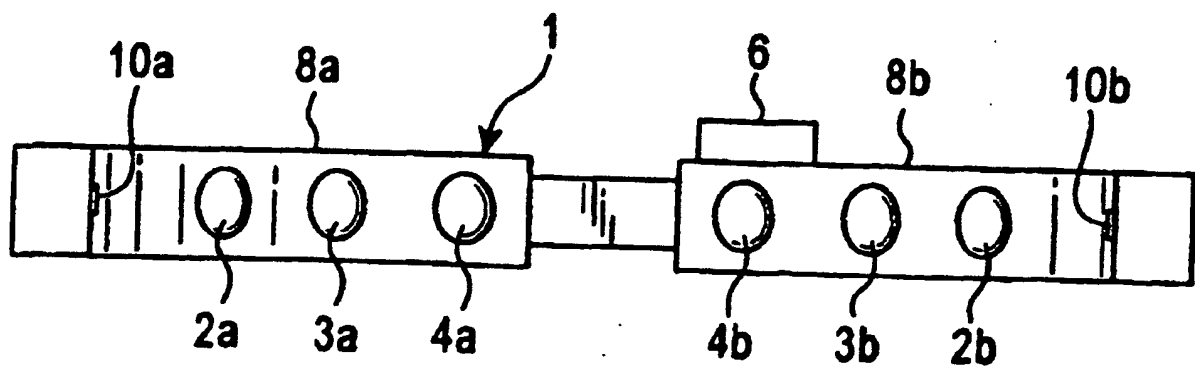


FIG. 2

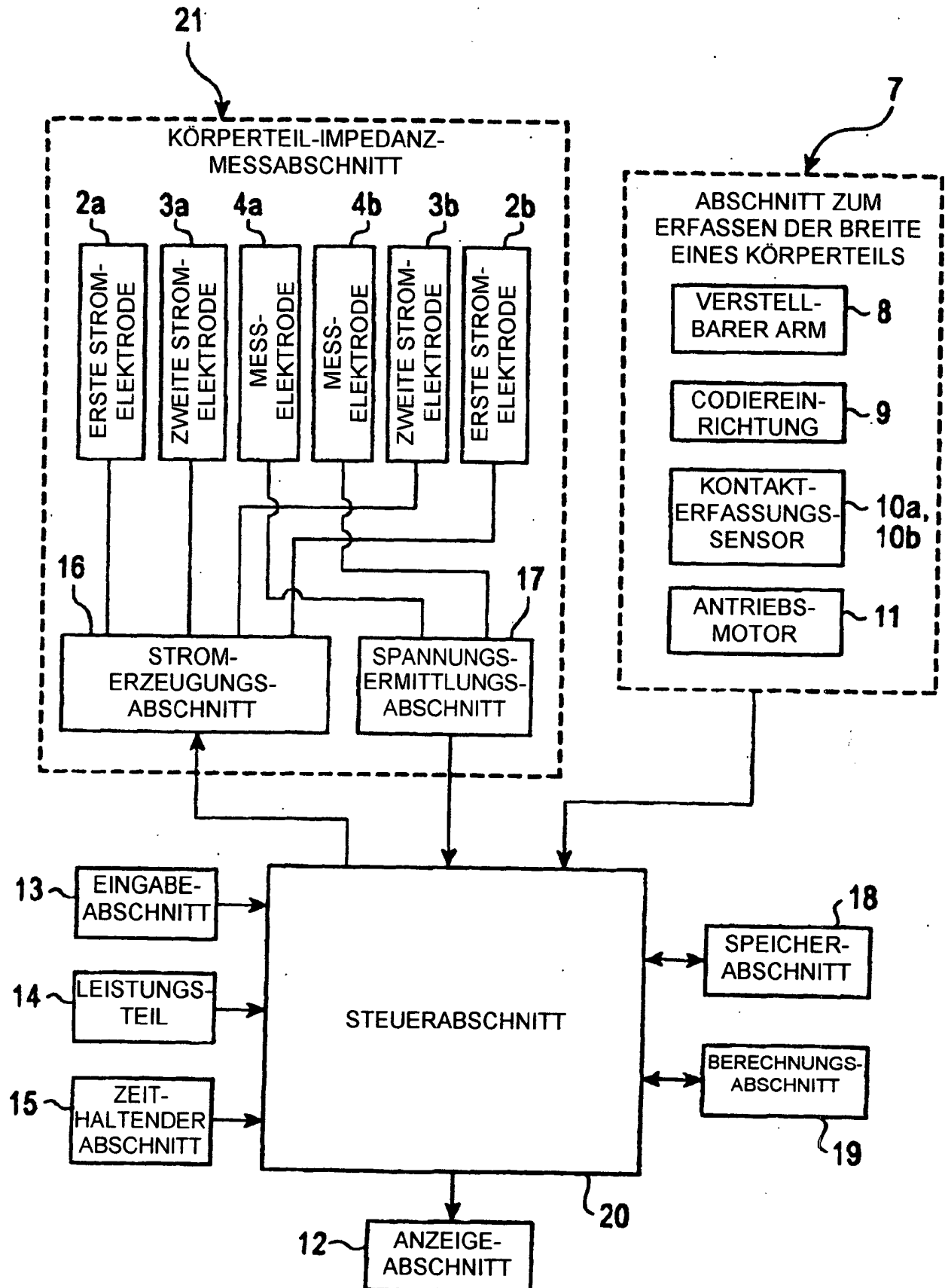


FIG. 3

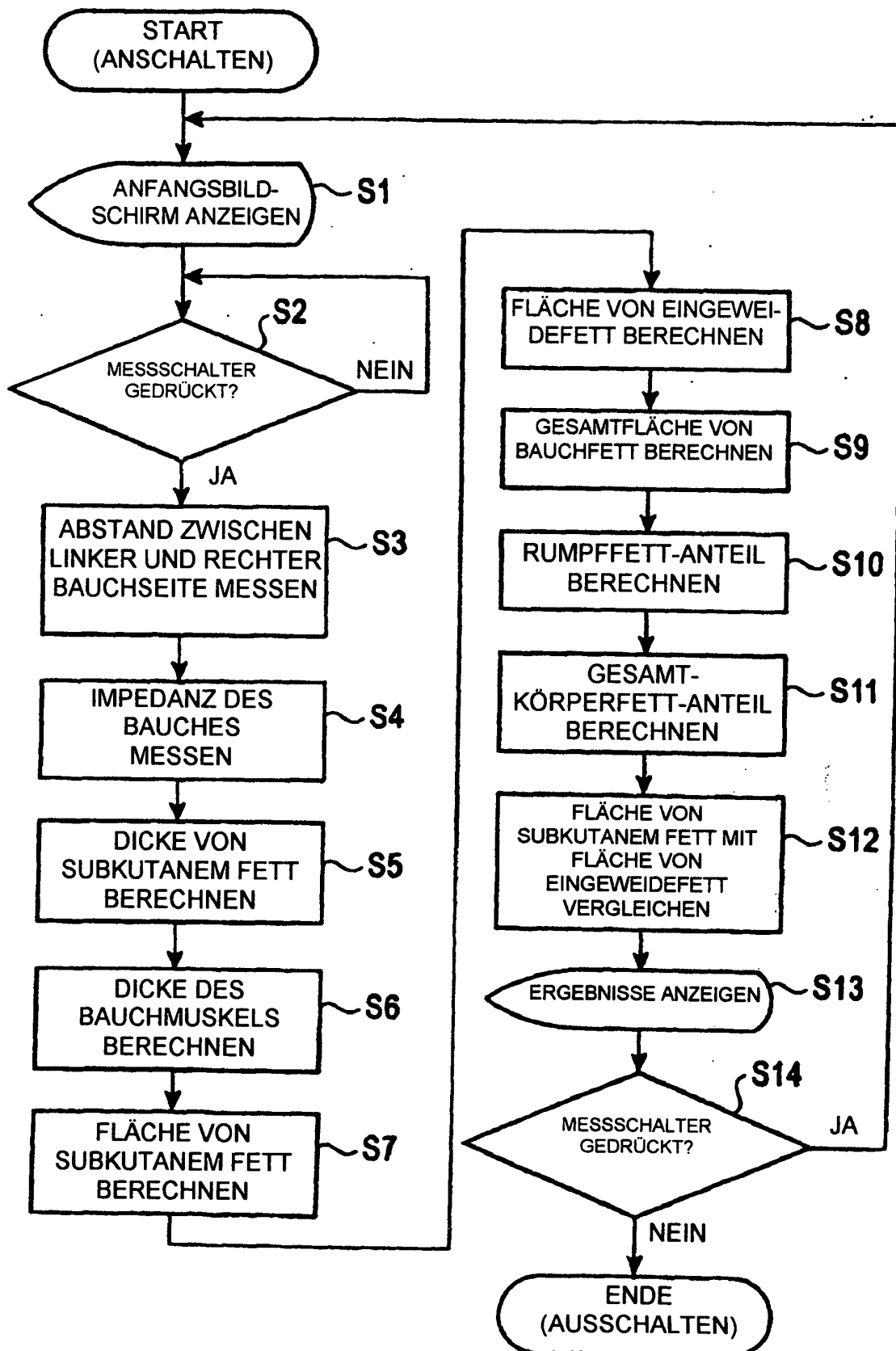


FIG. 4

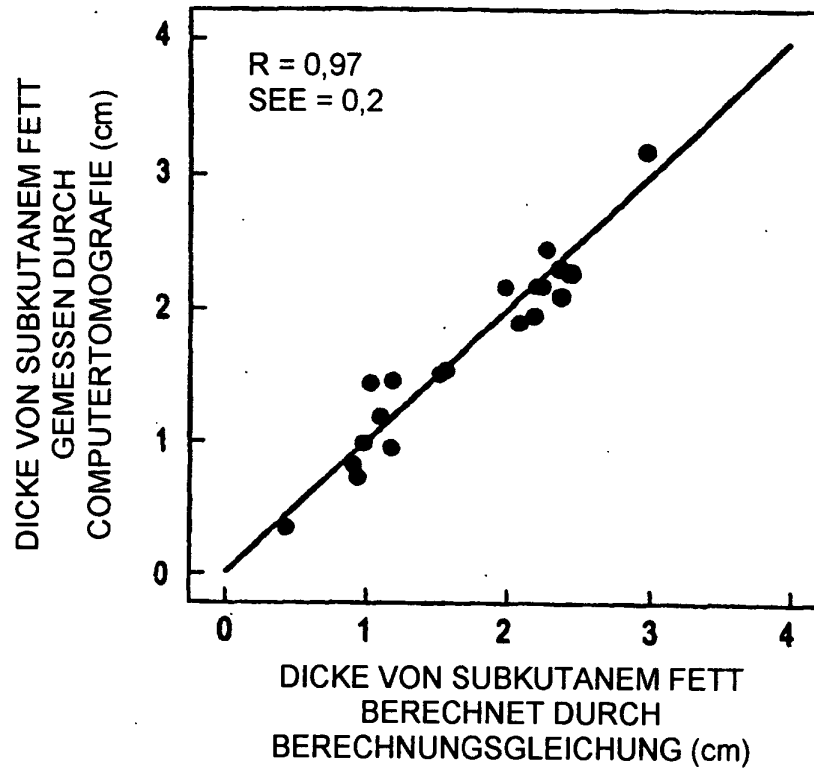


FIG. 5

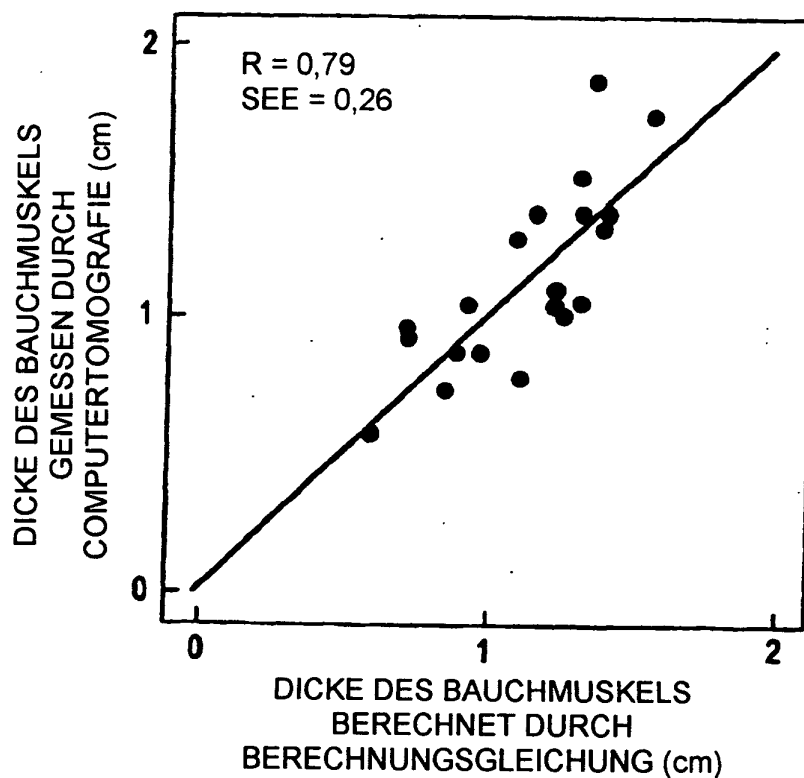


FIG. 6

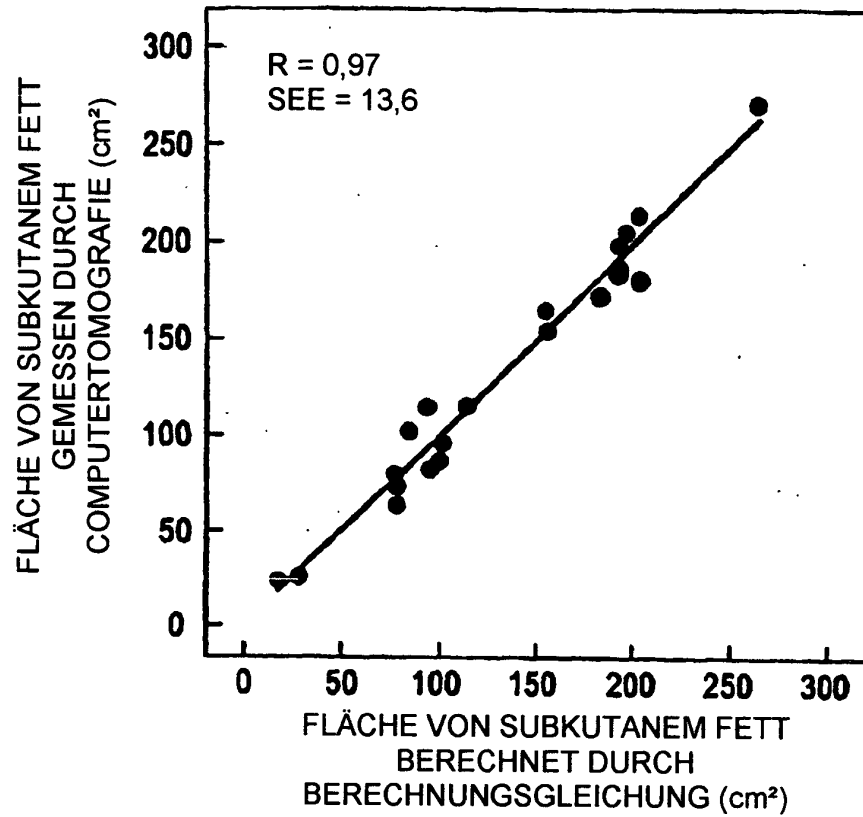


FIG. 7

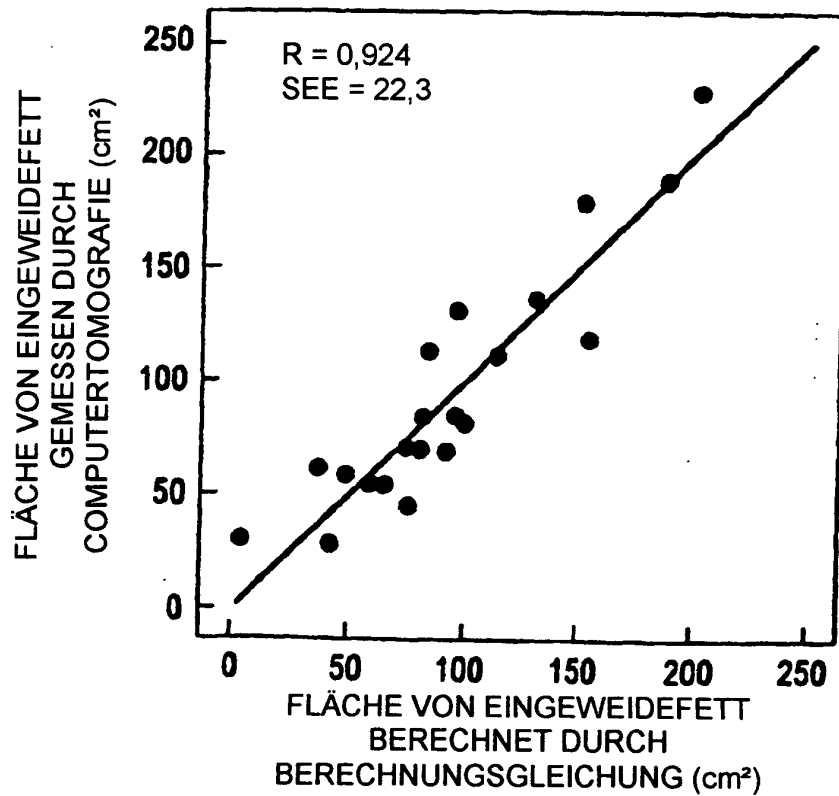


FIG. 8

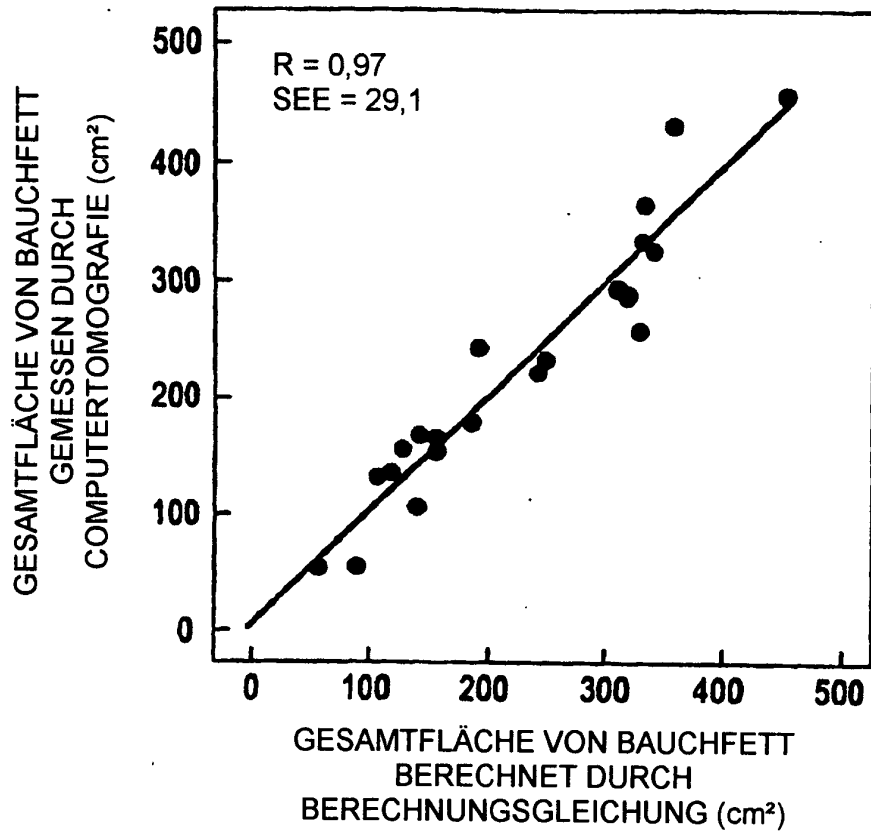


FIG. 9

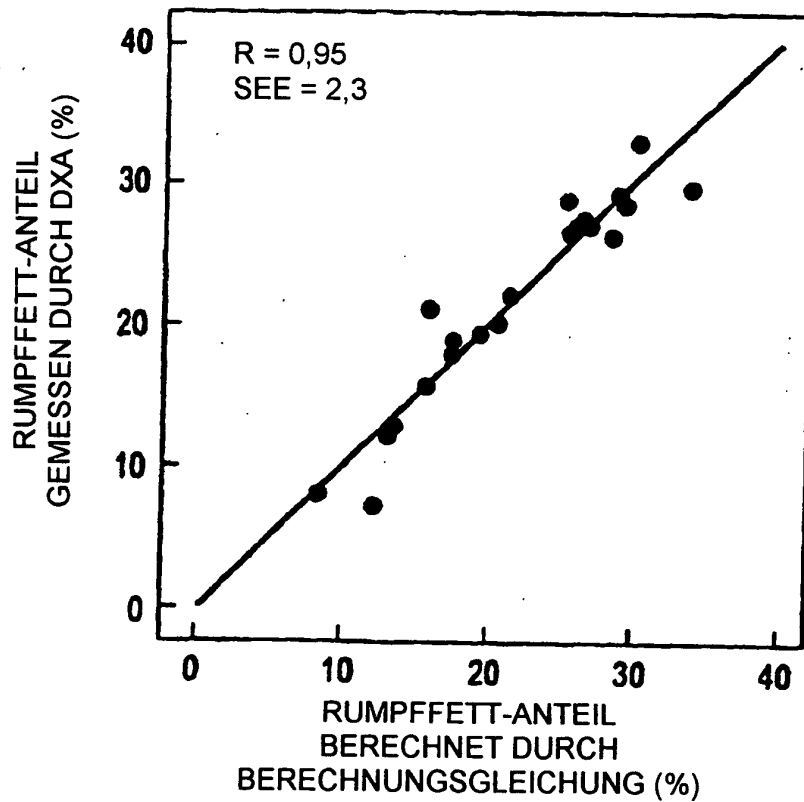


FIG. 10

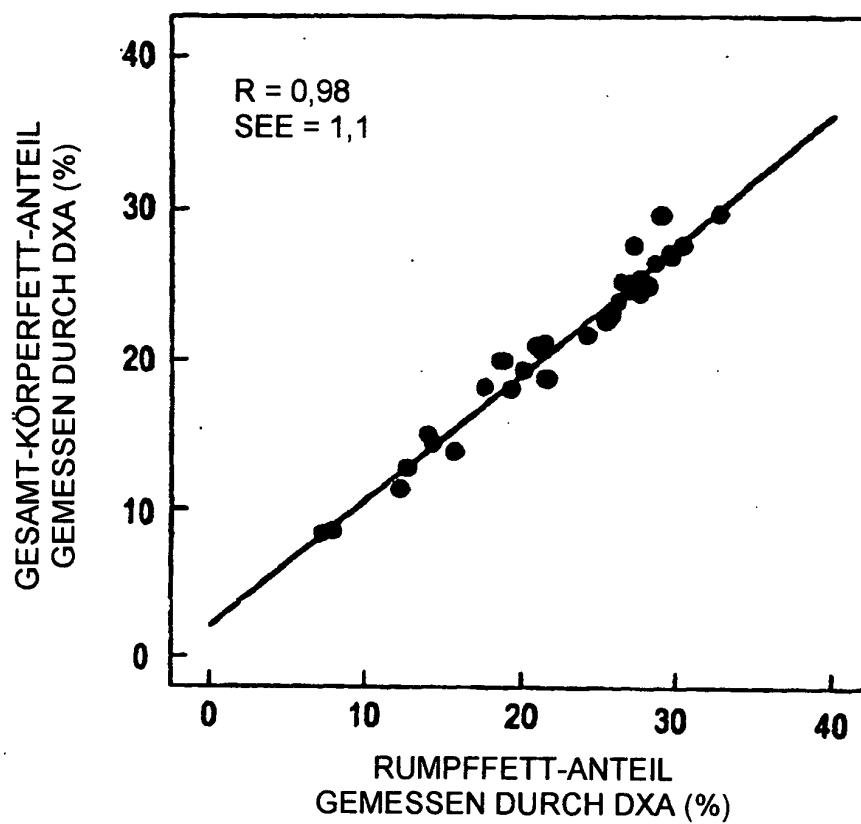


FIG. 11

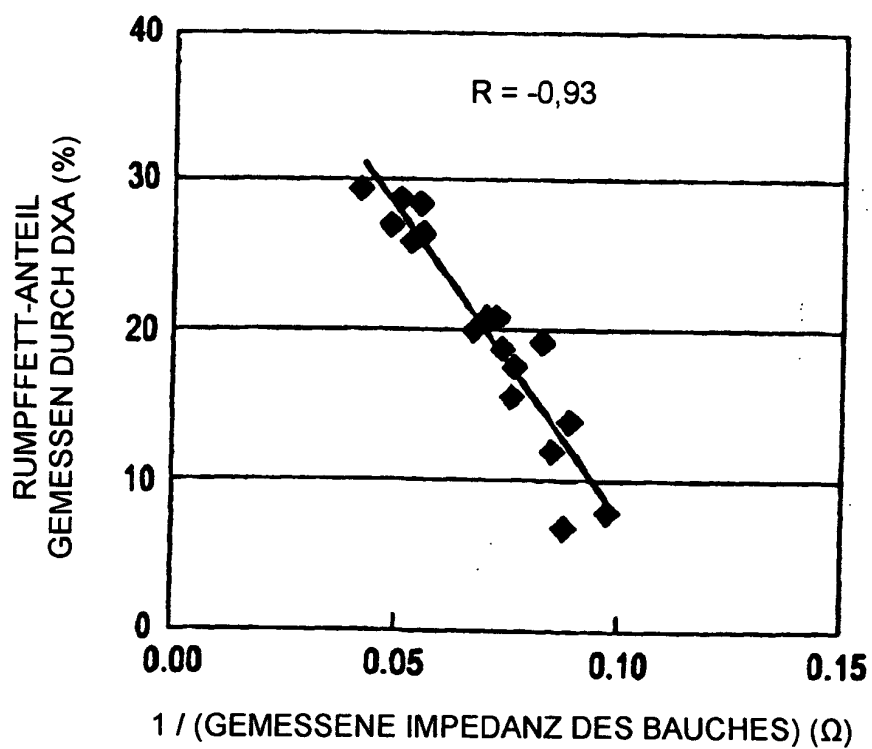
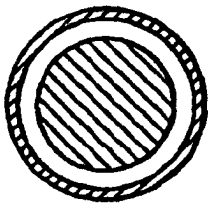


FIG. 12A

DRÜCKEN SIE DIE ELEKTRODEN
GEGEN DIE VORDERSEITE DES
BAUCHES, PASSEN SIE DIE
MESSELEMENTE FÜR DIE BREITE AN
DIE SEITEN AN UND DRÜCKEN SIE
DEN MESSSCHALTER.

FIG. 12B

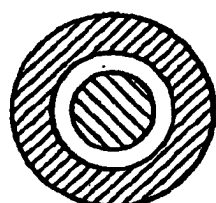
TYP EINGEWEIDEFETT!	
DICKE VON SUBKUTANEM FETT	0,5 cm
DICKE DES BAUCHMUSKELS	1,5 cm
FLÄCHE VON SUBKUTANEM FETT	50 cm
FLÄCHE VON EINGEWEIDEFETT	100 cm
GESAMTFLÄCHE VON BAUCHFETT	150 cm
RUMPFETT-ANTEIL	20,5 %
GESAMT-KÖRPERFETT-ANTEIL	20,3 %



ZUSTAND IHRES BAUCHES

FIG. 12C

TYP SUBKUTANES FETT!	
DICKE VON SUBKUTANEM FETT	3,5 cm
DICKE DES BAUCHMUSKELS	1,5 cm
FLÄCHE VON SUBKUTANEM FETT	100 cm
FLÄCHE VON EINGEWEIDEFETT	50 cm
GESAMTFLÄCHE VON BAUCHFETT	150 cm
RUMPFETT-ANTEIL	20,5 %
GESAMT-KÖRPERFETT-ANTEIL	20,3 %



ZUSTAND IHRES BAUCHES

FIG. 12D

DRÜCKEN SIE DEN
MESSSCHALTER, WENN SIE
ERNEUT MESSEN MÖCHTEN.

FIG. 13A

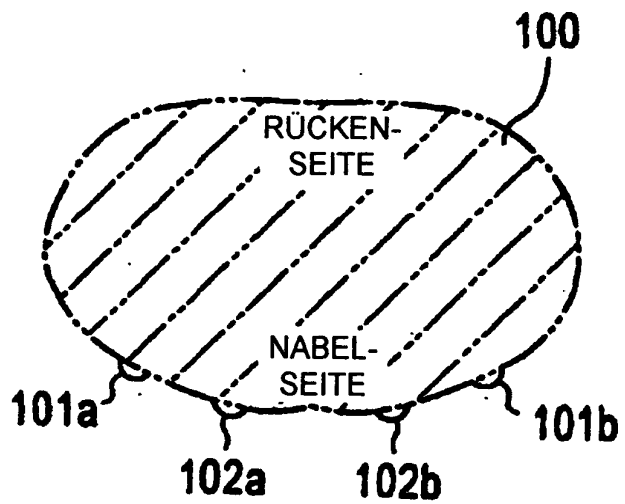


FIG. 13B

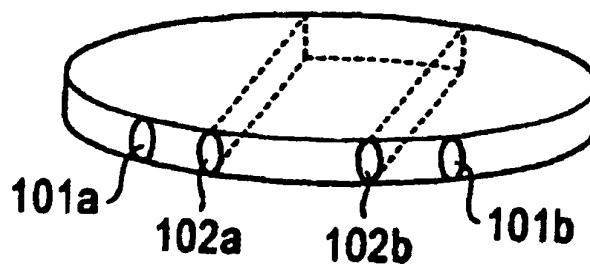


FIG. 13C

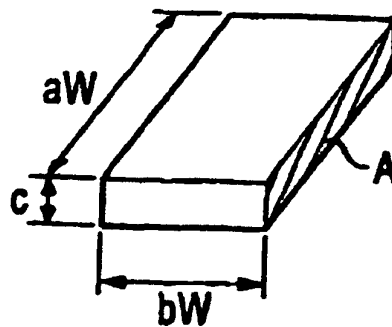


FIG. 14

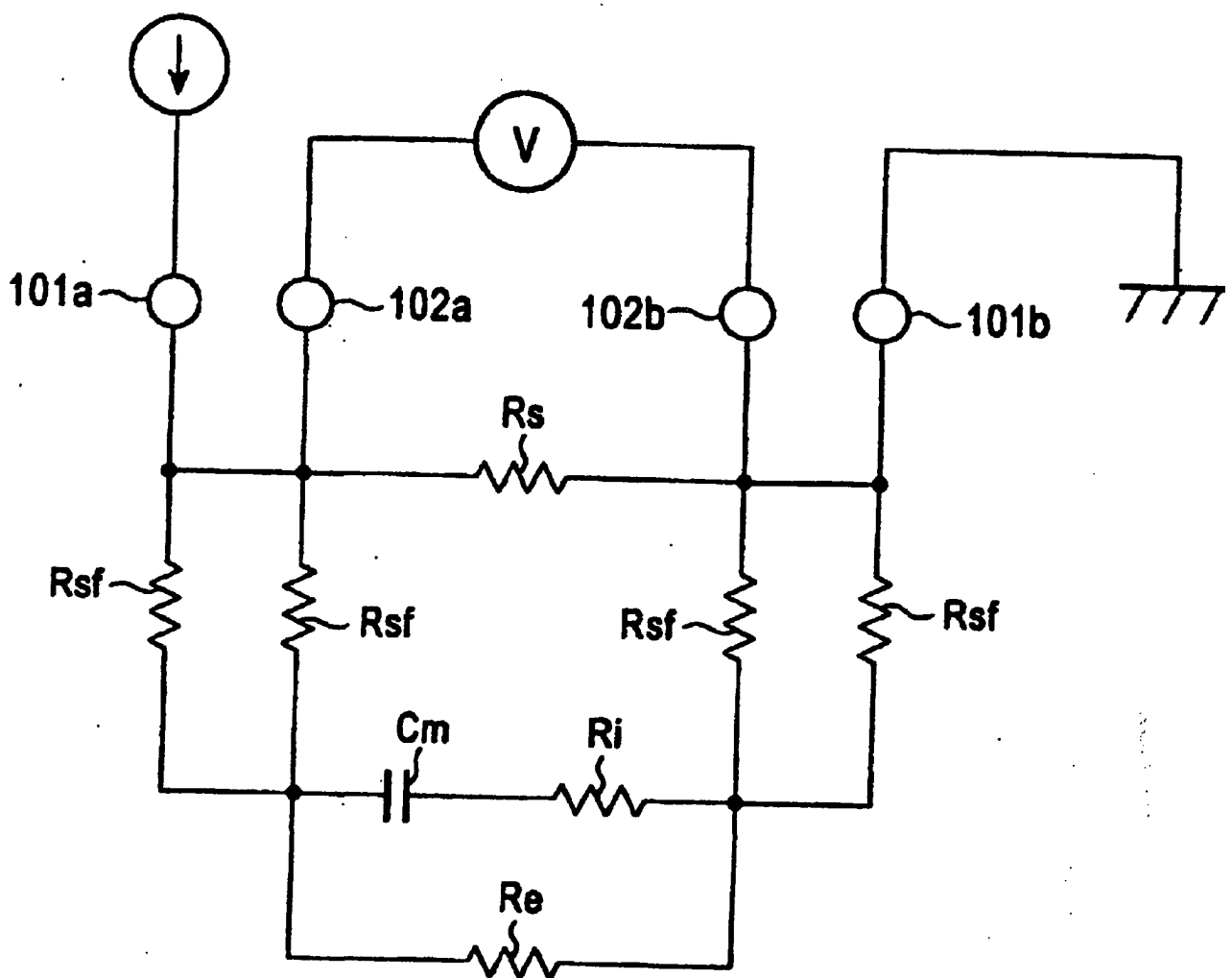


FIG. 15A

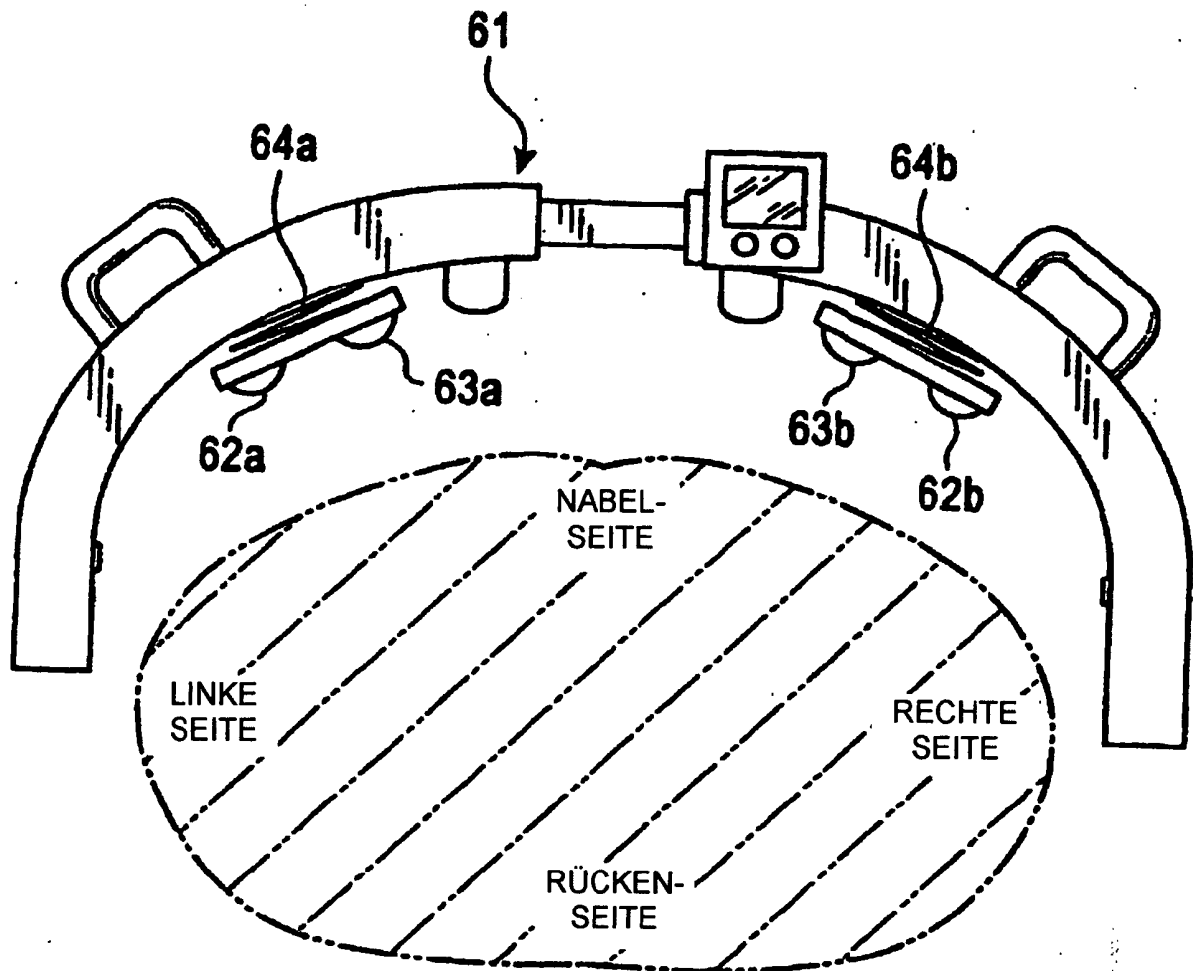


FIG. 15B

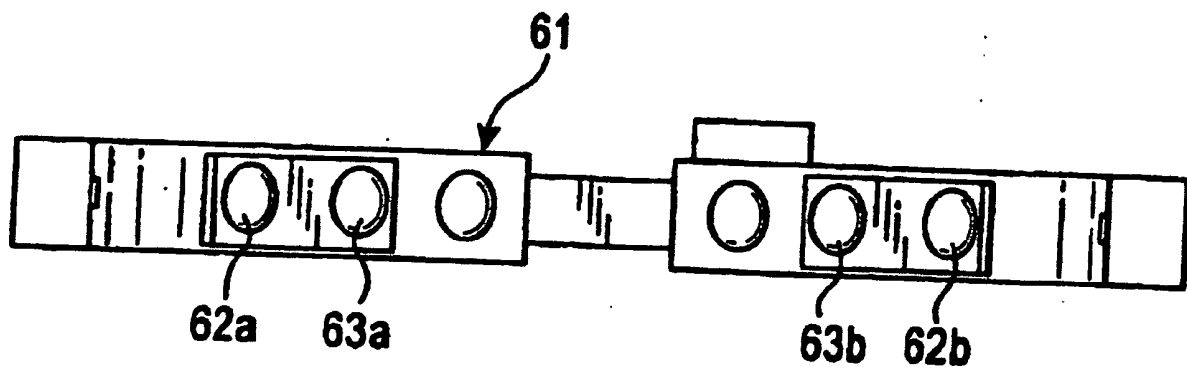


FIG. 16A

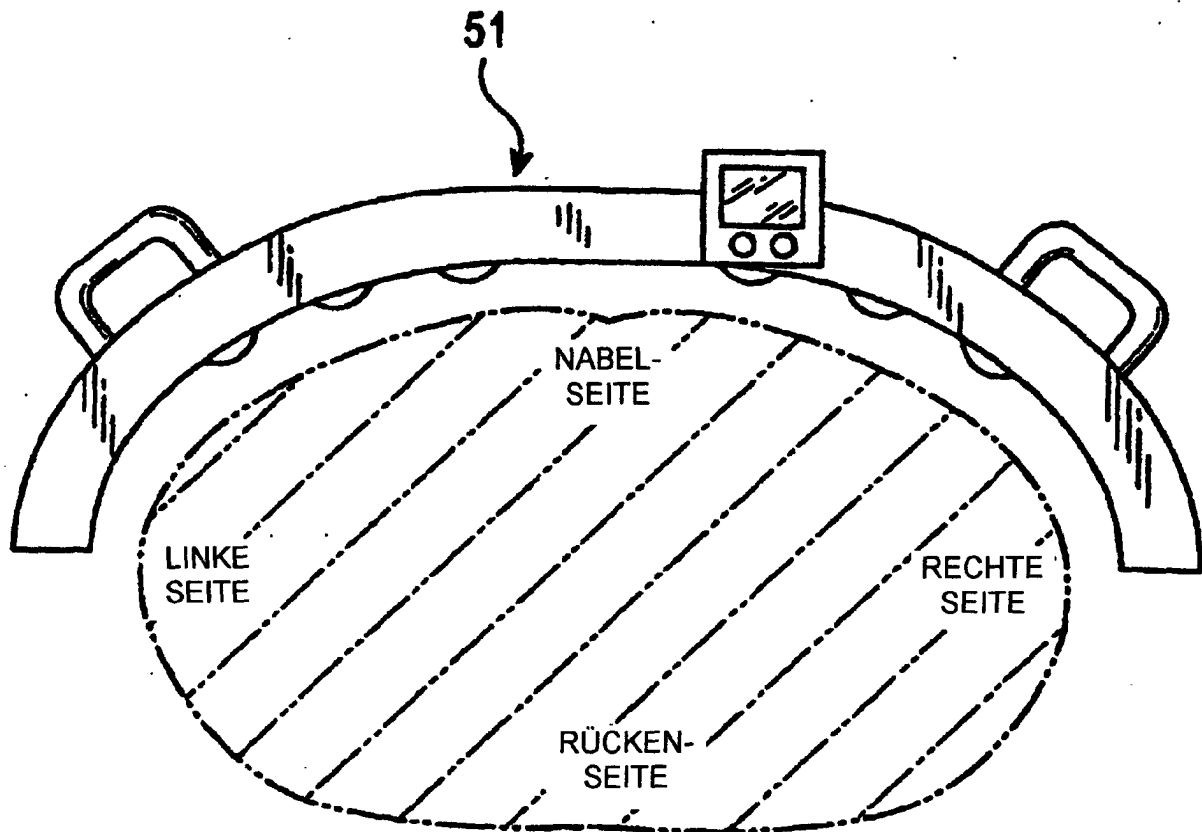


FIG. 16B

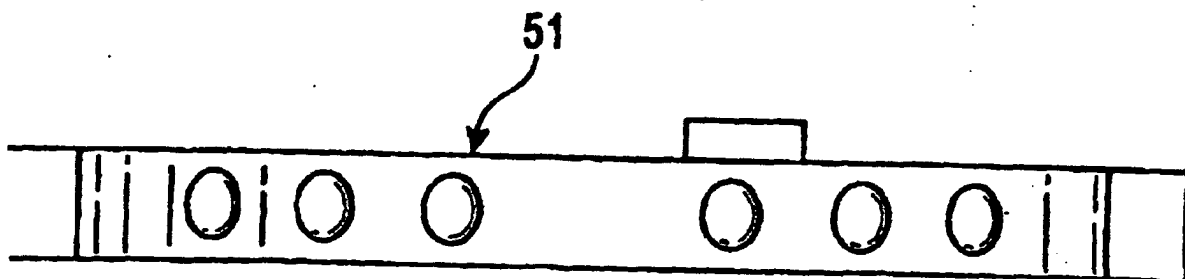


FIG. 17A

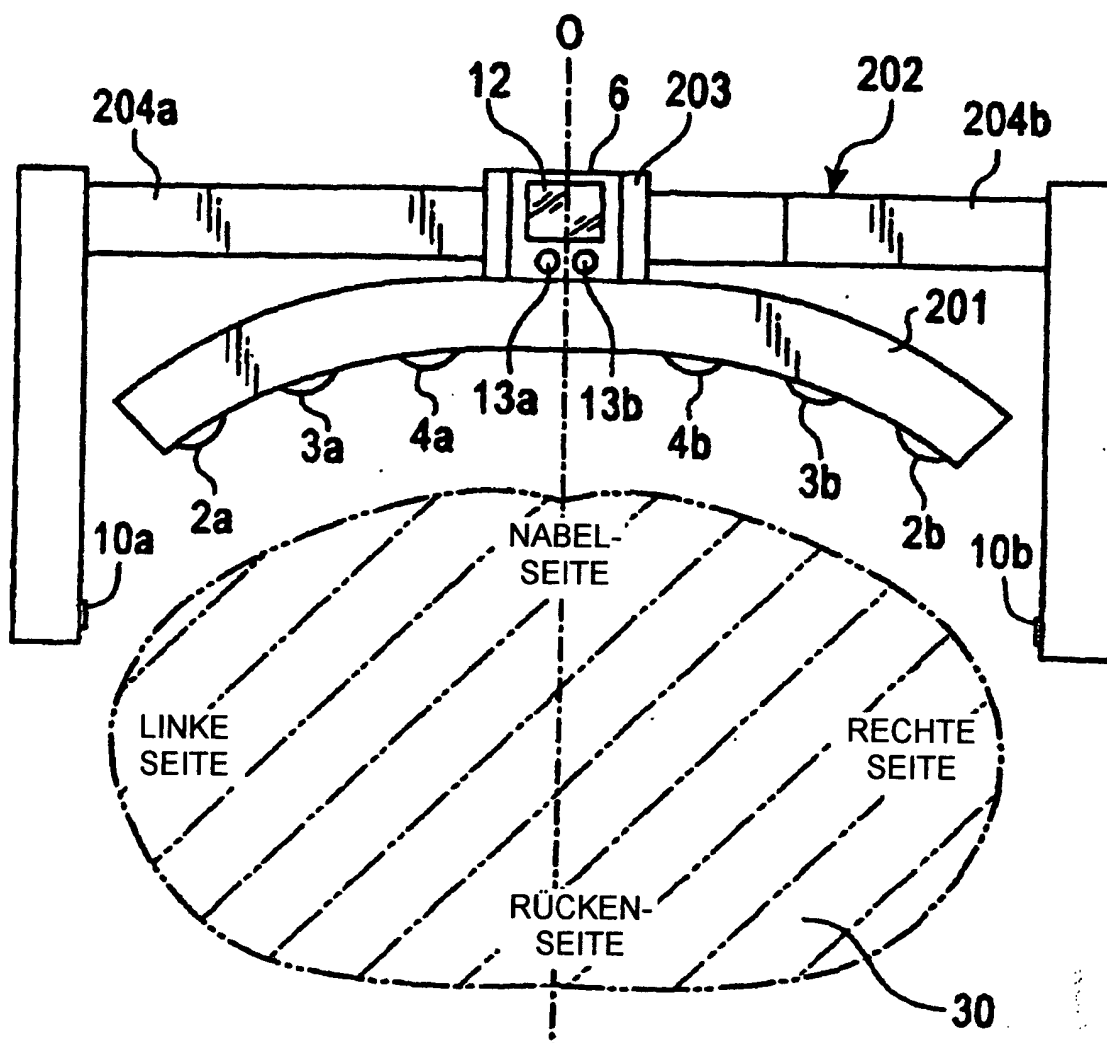


FIG. 17B

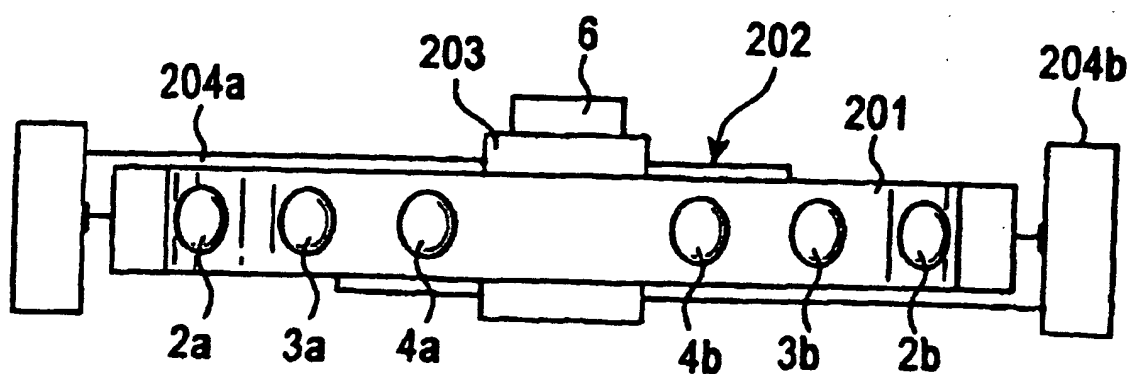


FIG. 18A

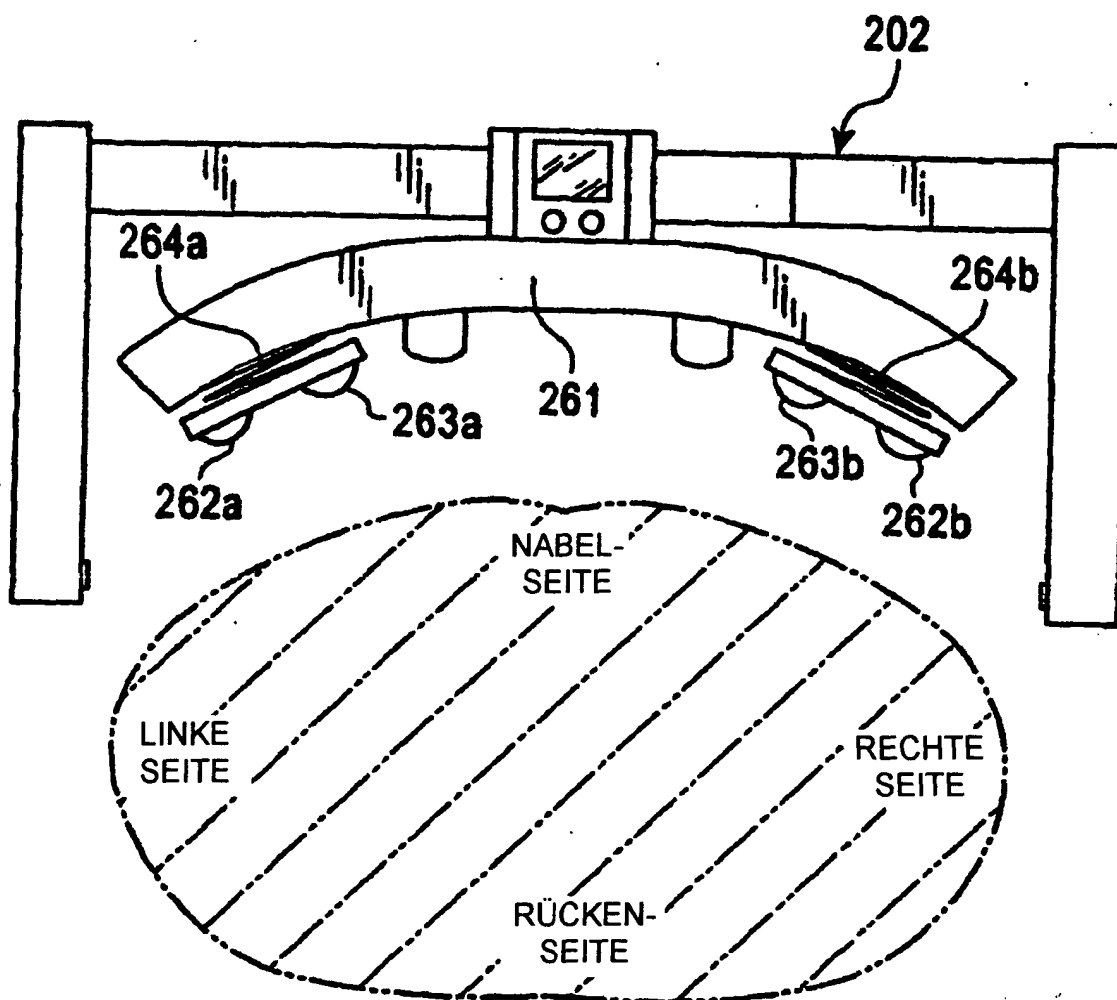


FIG. 18B

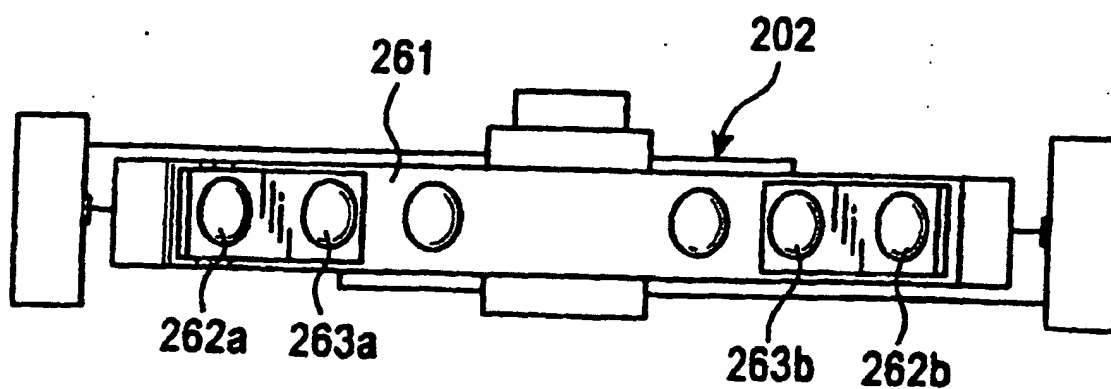


FIG. 19A

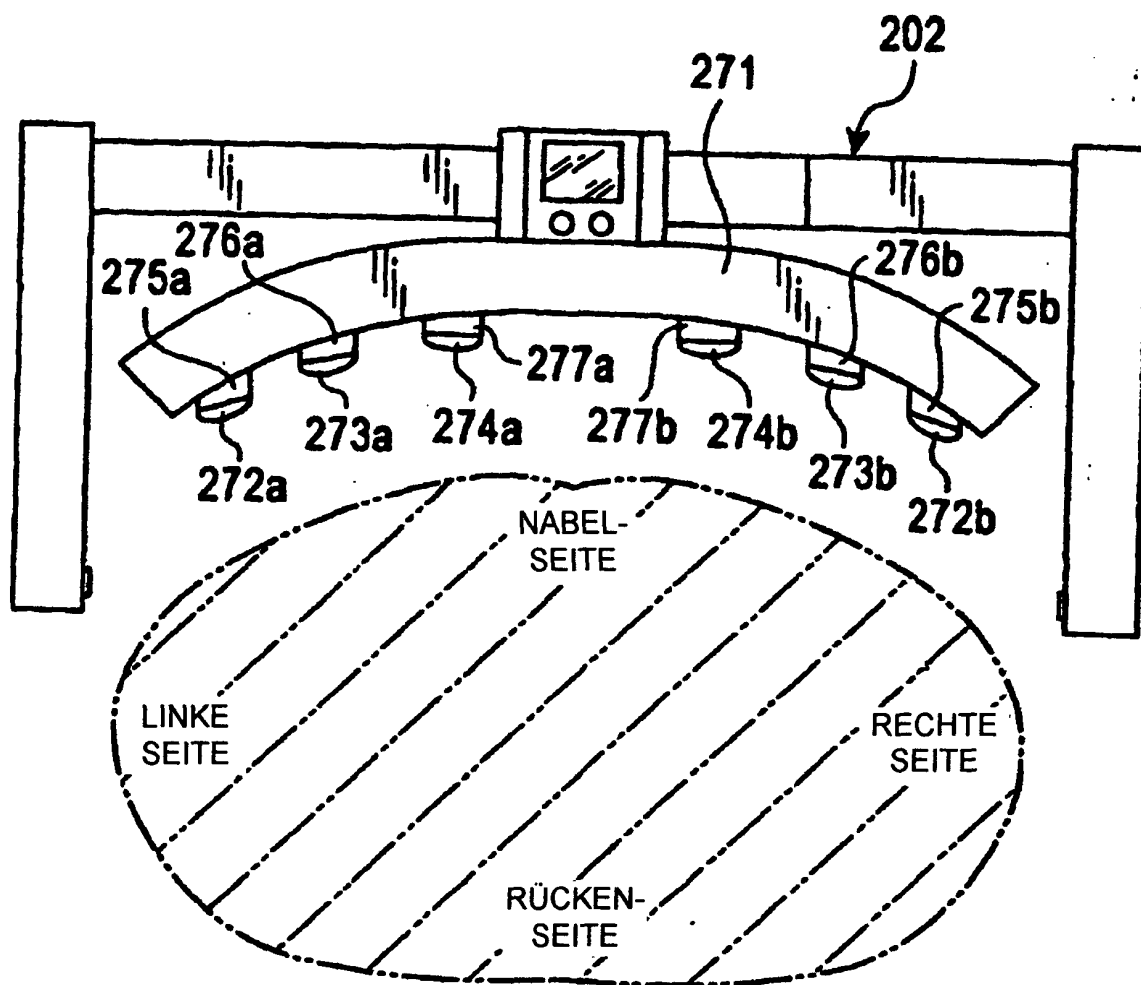


FIG. 19B

