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

(10) **DE 60 2005 000 995 T2** 2007.09.06

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 554 977 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2005 000 995.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **05 000 080.1**
(96) Europäischer Anmeldetag: **04.01.2005**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **20.07.2005**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **02.05.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.09.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***A61B 5/053*** (2006.01)
A61B 5/22 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2004008626 16.01.2004 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

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

(72) Erfinder:
Izumi, Shuichi, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Messung der Muskelkraft mittels Impedanz**

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

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

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

(i) Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung betrifft eine Messvorrichtung, welche Muskelstärke durch Impedanzmessung misst.

(ii) Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Herkömmliche Messvorrichtungen zum Messen der Muskelstärke ermitteln die Muskelstärke durch Detektion der durch Bewegung eines bestimmten Körperteils (Muskels) erzeugten Kraft unter Verwendung eines Kraftsensors (Sensors zum Detektieren einer externen Kraft). Beispielsweise misst ein in der Patentveröffentlichung 1 veröffentlichtes "Greif-Dynamometer" die Muskelstärke eines auf Greifen bezogenen Muskels bzw. Greifmuskels, indem die erzeugte Kraft, wenn eine Person ein unbewegliches Element und ein bewegliches Element ergreift, unter Verwendung eines Sensors (Kraftsensor) detektiert wird. Beispielsweise misst eine in der Patentveröffentlichung 2 offenbarte Messvorrichtung zum Messen der Muskelstärke für den Quadrizeps-Femoris-Muskel (den vierköpfigen Schenkelstrecker) die Muskelstärke des Quadrizeps femoris, indem die Anpresskraft der Rückseite eines Knies gegen eine Knierückseitenauflage, wenn ein Unterschenkel mit aufgelegter Rückseite des Knies des Unterschenkels gestreckt wird, unter Verwendung eines Dehnmessstreifenlastsensors (Lastsensors) detektiert wird.

Patentveröffentlichung 1

Japanische Patent-Offenlegungsschrift Nr. 9-313467

Patentveröffentlichung 2

Japanische Patent-Offenlegungsschrift Nr. 11-290301

[0003] Jedoch weisen die vorgenannten Messvorrichtungen, welche die Muskelstärke durch Verwendung eines Kraftsensors messen, eine relativ komplexe, stabile Bauform auf, da sie einen Mechanismus haben, um durch die Bewegung eines bestimmten Körperteils erzeugte Kraft genau zu dem Kraftsensor zu leiten, und um zu verhindern, dass die durch die Bewegung des bestimmten Körperteils erzeugte Kraft Schäden hervorruft. Daher haben sie ein Problem einer Zunahme in den Produktionsprozessen und den Kosten.

[0004] Ferner haben sie ein Problem einer eingeschränkten Fähigkeit, nur die Muskelstärke eines eingeschränkten bestimmten Körperteils zu ermitteln, wie sie beispielsweise nur durch die Muskelstärke eines auf Greifmuskels oder nur die Muskelstärke des Quadrizeps-Femoris-Muskels dargestellt wird.

[0005] Somit besteht angesichts der vorstehenden Probleme eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung in der Bereitstellung einer auf Impedanz basierenden Vorrichtung zum Messen der Muskelstärke, welche weniger Herstellungsprozesse und Kosten als die herkömmliche Technik erzielen kann. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Vorrichtung zum Messen der Muskelstärke mittels Impedanz, welche auch die Muskelstärke in einer Vielzahl bestimmter Körperteile messen kann.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Eine Vorrichtung der vorliegenden Erfindung zum Messen von Muskelstärke auf der Basis von Impedanz umfasst:
eine Einrichtung zum Anweisen eines entspannten Muskelzustandes,
eine Einrichtung zum Anweisen eines gespannten Muskelzustandes,
eine Impedanzmesseinrichtung,
eine Einrichtung zum Berechnen einer Impedanz-Änderungsrate,
eine Einrichtung zum Speichern einer Muskelstärke-Regressionsformel, und
eine Muskelstärke-Berechnungseinrichtung,
wobei
die Einrichtung zum Anweisen eines entspannten Muskelzustandes eine Anweisung gibt, dass ein Muskel in einem bestimmten Körperteil zu entspannen ist,
die Einrichtung zum Anweisen eines gespannten Muskelzustandes eine Anweisung gibt, dass ein Muskel in einem bestimmten Körperteil zu spannen ist,
die Impedanzmesseinrichtung einen Elektrodensatz zum Herstellen von Kontakt mit dem bestimmten Körperteil aufweist, dem bestimmten Körperteil einen Strom zuführt und eine Spannung durch den Einsatz des Elektrodensatzes erfasst, um, nachdem die Einrichtung zum Anweisen eines entspannten Muskelzustandes die Anweisung gibt, die Impedanz des entspannten Muskels in dem bestimmten Körperteil zu messen und, nachdem die Einrichtung zum Anweisen eines gespannten Muskelzustandes die Anweisung gibt, die Impedanz des gespannten Muskels in dem bestimmten Körperteil zu messen,
die Einrichtung zum Berechnen einer Impedanz-Änderungsrate die Rate der Änderung der Impedanz zwischen der Impedanz des entspannten Muskels und der Impedanz des gespannten Muskels, die von der Impedanzmesseinrichtung gemessen werden, berechnet,
die Einrichtung zum Speichern einer Muskelstärke-Regressionsformel eine Muskelstärke-Regressi-

onsformel speichert, die eine Korrelation zwischen der Rate der Änderung der Impedanz des Muskels in dem bestimmten Körperteil und der Muskelstärke des bestimmten Körperteils darstellt, und die Muskelstärke-Berechnungseinrichtung die Muskelstärke des bestimmten Körperteils berechnet, indem sie die Rate der Änderung der Impedanz, die von der Einrichtung zum Berechnen der Impedanz-Änderungsrate berechnet wird, in die Muskelstärke-Regressionsformel einsetzt, die in der Einrichtung zum Speichern der Muskelstärke-Regressionsformel gespeichert ist.

[0007] Ferner ist der Elektrodensatz der Impedanzmesseinrichtung beweglich mit jedem von bestimmten Körperteilen in Kontakt gebracht, speichert die Einrichtung zum Speichern der Muskelstärke-Regressionsformel eine Vielzahl von den jeweiligen Körperteilen entsprechenden Muskelstärke-Regressionsformeln und weist eine Muskel-Auswahl/Eingabe-Einrichtung zum Auswählen und Eingeben eines in einem bestimmten Körperteil zu messenden Muskels, und eine Einrichtung zum Auswählen einer Muskelstärke-Regressionsformel zum Auswählen einer dem zu messenden bestimmten Körperteil, welches durch die Muskel-Auswahl/Eingabe-Einrichtung ausgewählt ist, entsprechenden Muskelstärke-Regressionsformel aus den in der Einrichtung zum Speichern der Muskelstärkeregressionsformel gespeicherten Muskelregressionsformeln, und berechnet die Muskelstärke-Berechnungseinrichtung die Muskelstärke des bestimmten Körperteils, indem sie die Rate der Änderung der Impedanz, die von der Einrichtung zum Berechnen der Impedanz-Änderungsrate berechnet wird in die von der Einrichtung zum Auswählen einer Muskelstärke-Regressionsformel ausgewählten Muskelstärke-Regressionsformel einsetzt.

[0008] Die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung zum Messen von Muskelstärke auf der Basis von Impedanz weist eine Person durch die Einrichtung zum Anweisen eines entspannten Muskelzustandes und die Einrichtung zum Anweisen eines gespannten Muskelzustandes deutlich an, dass ein Muskel in einem bestimmten Körperteil zu entspannen oder zu spannen ist, misst die Impedanz mit dem Elektrodensatz in Kontakt mit dem bestimmten Körperteil durch die Impedanzmesseinrichtung, und ermittelt die Muskelstärke des bestimmten Körperteils durch von der Einrichtung zum Berechnen der Impedanz-Änderungsrate und der Berechnungseinrichtung für die Muskelstärke durchgeführte Berechnungen. Demzufolge kann die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung zum Messen von Muskelstärke auf Basis von Impedanz eine relativ einfache Bauform annehmen, und dadurch die Produktionsprozesse und Kosten reduzieren.

[0009] Ferner wird der Elektrodensatz der Impedanzmesseinrichtung mit jedem von bestimmten Körperteilen in Kontakt gebracht, ein zu messender bestimmter Körperteil durch die Einrichtung zum Auswählen/Eingeben von Muskeln ausgewählt und eingegeben, eine Muskelstärke-Regressionsformel entsprechend dem ausgewählten bestimmten Körperteil durch die Einrichtung zum Auswählen der Muskelstärke-Regressionsformeln ausgewählt, und die Muskelstärke des bestimmten Körperteils auf der Basis der ausgewählten Muskelstärke-Regressionsformel durch die Muskelstärke-Berechnungseinrichtung ermittelt. Somit kann die Muskelstärke jedes einzelnen von bestimmten Körperteilen ermittelt werden.

KURBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] Fig. 1 ist eine Außenansicht einer Vorrichtung zum Messen von Muskelstärke auf der Basis von Impedanz als ein Beispiel der vorliegenden Erfindung.

[0011] Fig. 2 ist eine den Gesamtaufbau der Vorrichtung von Fig. 1 veranschaulichende Blockdarstellung.

[0012] Fig. 3 ist ein Flussdiagramm, das den Anwendungsmodus und die Betriebsprozeduren der Vorrichtung von Fig. 1 darstellt.

[0013] Fig. 4 ist eine Darstellung, die eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen Greifstärke und einer Impedanzänderungsrate darstellt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0014] Eine Vorrichtung der vorliegenden Erfindung zum Messen von Muskelstärke auf Basis von Impedanz umfasst: eine Einrichtung zum Anweisen eines entspannten Muskelzustandes, eine Einrichtung zum Anweisen eines gespannten Muskelzustandes, eine Impedanzmesseinrichtung, eine Einrichtung zum Berechnen einer Impedanz-Änderungsrate, eine Einrichtung zum Speichern einer Muskelstärke-Regressionsformel, und eine Muskelstärke-Berechnungseinrichtung.

[0015] Eine Einrichtung zum Auswählen/Eingeben von Muskeln wählt und gibt einen Muskel in einem bestimmten Körperteil ein, der von Muskeln in einer Anzahl bestimmter Körperteile zu messen ist. Die Einrichtung zum Anweisen eines entspannten Muskelzustandes gibt eine Anweisung, dass der zu messende Muskel in dem bestimmten Körperteil zu entspannen ist. Die Einrichtung zum Anweisen eines gespannten Muskelzustandes eine Anweisung gibt, dass ein Muskel in dem zu messenden bestimmten Körperteil zu spannen ist. Die Impedanzmesseinrichtung weist einen Elektrodensatz auf, welcher beweglich mit jedem der bestimmten Körperteile in Kontakt

gebracht wird und einen Strom an das bestimmte Körperteil liefert und eine Spannung unter Verwendung des Elektrodensatzes detektiert, um die Impedanz des entspannten Muskels in dem bestimmten Körperteil zu messen, nachdem die Einrichtung zum Anweisen eines entspannten Muskelzustandes die vorstehende Anordnung gibt, und die Impedanz des gespannten Muskels in dem bestimmten Körperteil zu messen, nachdem die Einrichtung zum Anweisen eines gespannten Muskelzustandes die vorstehende Anordnung gibt. Die Einrichtung zum Berechnen der Impedanzänderungsrate berechnet die Änderungsrate zwischen der Impedanz des entspannten Muskels und der Impedanz des angespannten Muskels, welche durch die Impedanzmesseinrichtung gemessen wurden. Die Einrichtung zum Speichern der Muskelstärke-Regressionsformel speichert eine Muskelstärke-Regressionsformel, welche eine Korrelation zwischen der Änderungsrate in der Impedanz eines Muskels in einem bestimmten Körperteil und der Muskelstärke des bestimmten Körperteils für jedes von den bestimmten Körperteilen repräsentiert. Die Einrichtung zum Auswählen der Muskelstärke-Regressionsformel wählt eine dem Muskel in dem zu messenden bestimmten Körperteil, welcher von der Einrichtung zum Auswählen/Eingeben von Muskeln ausgewählt wird, entsprechende Muskelstärke-Regressionsformel von den in der Einrichtung zum Speichern der Muskelstärke-Regressionsformel gespeicherten Muskelstärke-Regressionformeln aus. Die Muskelstärke-Berechnungseinrichtung berechnet die Muskelstärke des bestimmten Körperteils durch Einsetzen der Impedanzänderungsrate, welche durch die Einrichtung zum Berechnen der Impedanzänderungsrate berechnet wird, in die in der Einrichtung zum Speichern der Muskelstärke-Regressionsformel gespeicherte und von der Einrichtung zum Auswählen der Muskelstärke-Regressionsformeln ausgewählte Muskelstärke-Regressionsformel ein.

[0016] Der "entspannte Zustand" bezieht sich auf einen Muskel unter normaler Spannung. Der "angespannte Zustand" bezieht sich auf einen Muskel unter einer sich von der normalen Spannung unterscheidenden Spannung oder auf einen kontrahierten Muskel.

[0017] Hierin nachstehend wird die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung zum Messen von Muskelstärke auf Basis von Impedanz weiter unter Bezugnahme auf ein Beispiel beschreiben.

[0018] Zuerst wird ein spezieller Aufbau der Vorrichtung der vorliegenden Erfindung zum Messen von Muskelstärke auf Basis von Impedanz unter Verwendung einer in Fig. 1 dargestellten Außenansicht und einer in Fig. 2 gezeigten Blockdarstellung beschrieben.

[0019] Die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung zum Messen von Muskelstärke auf Basis von Impedanz umfasst im Wesentlichen eine Haupteinheit **1**, einen Elektrodensatz **2** und Leitungen **3**, welche den Elektrodensatz mit der Haupteinheit **1** gemäß Darstellung in Fig. 1 verbinden.

[0020] Der Elektrodensatz **2** umfasst Stromdurchleitungselektroden **2a** zum Durchleiten eines Stromes durch ein bestimmtes Körperteil und Messelektroden **2b** zum Detektieren einer während der Erregung eines bestimmten Körperteils auftretenden Spannung. Die Elektroden können abnehmbar an einen bestimmten Körperteil angebracht werden.

[0021] Ferner entspricht die Anzahl der Leitungen **3** der Anzahl der Elektroden in dem Elektrodensatz **2**. Ein Ende jeder Leitung ist mit der Elektrode **2a** oder **2b** verbunden und das andere Ende davon ist mit einer Schaltkreisleitung einer elektronischen Leiterplatteneinheit verbunden.

[0022] Ferner beherbergt die Haupteinheit **1** die elektronische Leiterplatteneinheit in einem Gehäuse **51** und weist verschiedene Tastenschalter (Ein/Aus-Taste **52a**, Aufwärts-Taste **52b**, Abwärts-Taste **52c**, Bestätigungstaste **52d**), eine Anzeigevorrichtung **53** und einen Verbinder **54a** auf, welcher einen Teil einer externen Eingabe/Ausgabe-Schnittstelle **54** auf der Außenoberfläche des Gehäuses **51** bildet.

[0023] Die elektronische Leiterplatteneinheit gemäß Darstellung in Fig. 2 weist eine Schnittstellenschaltung **54b**, die einen Teil der externen Eingabe/Ausgabe-Schnittstelle **54** bildet, einen Summer **55**, eine Hilfsspeichereinheit **56**, eine Filterschaltung **57**, eine Wechselstromausgabeschaltung **58**, einen Bezugswiderstand **59**, Differenzverstärker **60** und **61**, einen Umschalter **62**, einen A/D-Wandler **63** und einen Mikrocomputer **64** auf.

[0024] Die Anzeigeeinrichtung **53** zeigt Daten in Verbindung mit der Auswahl eines Muskels in einem zu messenden bestimmten Körperteil an, eine Anweisung eines entspannten Zustandes eines Muskels, eine Anweisung eines gespannten Zustandes eines Muskels, das Ergebnis der Muskelstärke und dergleichen.

[0025] Die Ein/Aus-Taste **52a** wird zum Ein- oder Ausschalten der vorliegenden Vorrichtung verwendet.

[0026] Die Aufwärts-Taste **52b** und die Abwärtstaste **52c** werden zum Bewegen eines Cursors zum Zeitpunkt der Eingabe verwendet.

[0027] Die Bestätigungstaste **52d** wird zum Bestätigen einer Cursorposition verwendet, welche durch die Aufwärts-Taste **52b** und die Abwärtstaste **52c** ge-

wählt wird.

[0028] Der Verbinder **54a** dient als ein Port zum Austauschen von Daten mit einer externen Vorrichtung.

[0029] Die Schnittstellenschaltung **54b** tauscht Signale mit einer externen Vorrichtung über den Verbinder **54a** aus.

[0030] Der Summer **54** erzeugt einen Summton als eine Anweisung eines gespannten Zustandes eines Muskels.

[0031] Die Hilfsspeichereinheit **56** speichert ausgewählte und eingegebene Daten eines zu messenden bestimmten Körperteils in einer aktualisierbaren Weise.

[0032] Die Filterschaltung **57** formt ein aus dem Mikrocomputer **64** ausgegebenes Signal in ein Signal zur Erregung um.

[0033] Die Wechselstromausgabeschaltung **58** erhält einen bestimmten Ausführungswert aus einem von der Filterschaltung **57** ausgegebenen Signal.

[0034] Der Bezugswiderstand **59** ist ein Widerstand (Impedanz), welche mit einem Ausgangsanschluss der Wechselstromausgabeschaltung **58** verbunden ist und als ein Bezugswert für die Korrektur des Einflusses einer Änderung in einem konstanten Strom aus der Wechselstromausgangsschaltung **58** auf die Impedanz dient.

[0035] Der Differenzverstärker **60** verstärkt Spannungen, die auf beiden Seiten des Bezugswiderstandes **59** auftreten. Der Differenzverstärker **61** verstärkt Spannungen, die durch die Messelektroden **2b** detektiert werden.

[0036] Der Umschalter **62** wählt und gibt ein Ausgangssignal aus dem Differenzverstärker **60** oder ein Ausgangssignal aus dem Differenzverstärker **61** unter der Steuerung der Mikrocomputers **64** aus.

[0037] Der A/D-Wandler **63** wandelt ein analoges Signal, welches ein Ausgangssignal aus dem Umschalter **62** ist, in ein digitales Signal um und gibt das digitale Signal an den Mikrocomputer aus.

[0038] Der Mikrocomputer **64** weist eine CPU, einen ROM, der Programme zur Steuerung und Berechnung, zur Auswahl von Muskeln in bestimmten Körperteilen, Muskelstärke-Regressionsformeln zum Berechnen der Muskelstärken in bestimmten Körperteilen und Anweisungsdaten für einen entspannten Muskelzustand und einen angespannten Muskelzustand speichert, einen RAM, welcher temporär Berechnungsergebnisse, von externen Quellen eingelesene Programme und ausgewählte/eingegebene Daten bezüglich eines zu messenden bestimmten Körperteils speichert, einen Zeitgeber und einen I/O-Port auf. Der Mikrocomputer **64** führt Prozesse wie zum Beispiel eine Auswahl und Eingabe eines Muskels in einem zu messenden bestimmten Körperteil, die Messung der Impedanz eines bestimmten Körperteils in einem entspannten Muskelzustand oder gespannten Muskelzustand, eine Anweisung für einen entspannten Muskelzustand oder einen gespannten Muskelzustand, Berechnungen bezüglich der Änderungsrate in der Impedanz (Impedanzänderungsrate), Muskelstärke und dergleichen und eine Steuerung bezüglich der Anzeige des Ergebnisses der Muskelstärke durch. Die Auswahlmöglichkeiten von Muskeln in bestimmten Körperteilen sind ein Greifmuskel, ein Rectus-Abdominis-Muskel (gerader Bauchmuskel), ein Quadrizeps-Femoris-Muskel (vierköpfiger Schenkelstrecker) und ein Bizeps-Brachii-Muskel (Oberarm-Bizepsmuskel. Ferner repräsentiert eine Muskelstärke-Regressionsformel zum Berechnen der Muskelstärke eines bestimmten Körperteils eine Korrelation zwischen der Änderungsrate der Impedanz des Muskels in dem bestimmten Körperteil und der Muskelstärke des bestimmten Körperteils. Die Muskelstärke-Regressionsformeln zum Berechnen der Muskelstärken in bestimmten Körperteilen sind $Y_1 = a_1X - b_1$ für die Muskelstärke des Greifmuskels, $Y_2 = a_2X - b_2$ für die Muskelstärke des Rectus-Abdominis-Muskels, Y3 = a3X – b3 für die Muskelstärke des Quadrizeps-Femoris-Muskel und Y4 = a4X – b4 für die Muskelstärke des Bizeps-Brachii-Muskels (wobei X eine Impedanzänderungsrate repräsentiert und a_1 bis a_4 und b_1 bis b_4 Koeffizienten (Konstanten) repräsentieren). Als Anweisung für den entspannten Muskelzustand wird eine Meldung "Beginne eine Messung" angezeigt, und als Anweisung für den angespannten Muskelzustand wird eine Meldung "Spanne Muskel an" angezeigt und ein Summton ausgegeben.

[0039] Die Aufwärts-Taste **52b**, Abwärts-Taste **52c**, Bestätigungstaste **52d**, und Anzeigeeinrichtung **53**, die Hilfsspeichereinheit **56** und der Mikrocomputer **64** bilden eine Einrichtung zum Auswählen/Eingeben von Muskeln. Die Anzeigeinrichtung **53** und der Mikrocomputer **64** bilden eine Einrichtung zum Anweisen eines entspannten Muskelzustands. Der Summer **55**, die Anzeigeeinrichtung **53** und der Mikrocomputer **64** bilden eine Anweisungseinrichtung eines gespannten Muskelzustands. Der Elektrodensatz **2**, die Leitungen **3**, die Filterschaltung **57**, die Wechselstromausgabeschaltung **58**, der Bezugswiderstand **59**, die Differenzverstärker **60** und **61**, der Umschalter **62**, der A/D-Wandler **63** und Mikrocomputer **64** bilden eine Impedanzmesseinrichtung. Der Mikrocomputer **64** bildet eine Einrichtung zum Berechnen der Impedanzänderungsrate, Einrichtung zum Speichern der Muskelstärke-Regressionsformeln, eine Einrichtung zum Auswählen der Muskel-

stärke-Regressionsformeln und eine Einrichtung zum Berechnen der Muskelstärke.

[0040] Anschließend werden ein Anwendungsmodus, Funktionen und Operationen einer Vorrichtung zum Messen von Muskelstärke auf der Basis von Impedanz mit dem vorstehenden Aufbau der Vorrichtung der vorliegenden Erfindung zum Messen von Muskelstärke auf Basis von Impedanz unter Bezugnahme auf ein in Fig. 3 dargestelltes Flussdiagramm und ein in Fig. 4 dargestelltes Diagramm, welches die Beziehung zwischen der Muskelstärke (Greifstärke) und der Änderungsrate in der Impedanz (Impedanzänderungsrate) darstellt, beschrieben. Zuerst werden, wenn die Ein/Aus-Taste **52a** des Gehäuses **51** der Haupteinheit **1** gedrückt wird, die Komponenten der Vorrichtung aktiviert, und der Mikrocomputer **64** zeigt die Auswahlmöglichkeiten (Greifmuskel, Rectus-Abdominis-Muskel Quadrizeps-Femoris-Muskel und Bizeps-Brachii-Muskel) der Muskeln in bestimmten Körperteilen auf der Anzeigeeinrichtung **53** an. Dann wählt und gibt ein Benutzer einen gewünschten Muskel in einem zu messenden bestimmten Körperteil (zum Beispiel den Greifmuskel) von den Auswahlmöglichkeiten (Greifmuskel, Rectus-Abdominis-Muskel Quadrizeps-Femoris-Muskel und Bizeps-Brachii-Muskel) der Muskeln in den bestimmten Körperteilen, welche auf der Anzeigeneinrichtung **53** angezeigt werden, unter Verwendung der Aufwärts-Taste **52b**, Abwärtstaste **52c** und Bestätigungstaste **52d** ein. Insbesondere bewegt sich bei dem Drücken der Aufwärts-Taste **52b** oder Abwärtstaste **52c**, ein Cursorabschnitt, der einen Muskel (z.B. Bizeps-Brachii-Muskel) in einem bestimmten Körperteil von den Auswahlmöglichkeiten anzeigt, auf einen Muskel (zum Beispiel Greifmuskel) in einem anderen bestimmten Körperteil. Wenn die Bestätigungstaste **52d** zu diesem Zeitpunkt gedrückt wird, bestätigt der Mikroprozessor **64** den Muskel (Greifmuskel) in dem von der Cursorposition angezeigten bestimmten Körperteil und speichert den Datensatz in der Hilfsspeichereinheit **56** (Schritt S1).

[0041] Dann wird eine Meldung "Start einer Messung?" auf der Anzeigeeinrichtung **53** als eine Anweisung eines entspannten Muskelzustandes an eine Person angezeigt (Schritt S2).

[0042] Dann werden gemäß Darstellung in Fig. 1 die Elektroden an dem gewünschten zu messenden bestimmten Körperteil der Person (Unterarm) angebracht (siehe Fig. 1) und der entspannte Zustand des Muskels (Greifmuskel) beibehalten. Nach dem Drücken der Taste **52d** beginnt der Mikrocomputer **64** mit der Messung der Impedanz des bestimmten Körperteils. Dadurch erfasst das Gerät die Impedanz des entspannten Muskels in dem bestimmten Körperteil. Insbesondere leitet das Gerät einen Strom durch den bestimmten Körperteil (Unterarm) der Person aus den Stromdurchleitungselektroden **2a** auf der Basis eines von den Mikrocomputer **64** ausgegebenen Signals und speichert temporär als die Impedanz des entspannten Muskels in dem bestimmten Körperteil eine Impedanz auf der Basis eines Signalpegels, der auf einer Spannung basiert, die in dem bestimmten Körperteil auftritt und durch die Messelektroden **2b** detektiert wird, in dem RAM des Mikrocomputers **64** (S3).

[0043] Dann wird als eine Anweisung an die Person für einen gespannten Muskelzustand ein Summton aus dem Summer **55** ausgegeben und eine Meldung "Muskel anspannen" auf der Anzeigeeinrichtung **53** angezeigt (Schritt S4).

[0044] Dann erfasst der Mikrocomputer **64** die Impedanz des angespannten Muskels in dem bestimmten Körperteil. Insbesondere speichert der Mikrocomputer **64** nach der Anweisung des gespannten Muskelzustandes als Impedanz des gespannten Muskels in dem bestimmten Körperteil eine Impedanz auf der Basis des maximalen Signalpegels in dem RAM des Mikrocomputers **64**, wenn er der maximale empfangene Signalpegel höher als oder gleich dem Signalpegel auf der Basis der Spannung ist, die in dem bestimmten Körperteil (Unterarm) in dem entspannten Zustand auftritt. Dann beendet der Mikrocomputer **64** die Messung der Impedanz des bestimmten Körperteils (Schritt S5).

[0045] Dann berechnet der Mikrocomputer **64** eine Impedanzänderungsrate. Insbesondere berechnet der Mikrocomputer **64** als eine Impedanzänderungsrate (ΔZ) einen Wert, der durch Division der Impedanz (Z_1) des bestimmten Körperteils in dem angespannten Zustand durch die Impedanz (Z_0) des bestimmten Körperteils in dem entspannten Zustand, welche temporär in dem RAM des Mikrocomputers **64** gespeichert werden, d.h., Z_1/Z_0 und speichert diesen Wert in dem RAM temporär (Schritt S6).

[0046] Dann wählt der Mikrocomputer **64** eine dem ausgewählten Muskel (Greifmuskel) in dem bestimmten Körperteil entsprechende Muskelstärke-Regressionsformel, welche in der Hilfsspeichereinheit **56** gespeichert ist, von den Regressionsformeln für die Muskelstärke (Regressionsformeln für den Greifmuskel, Regressionsformeln für den Rectus-Abdominis-Muskel, Regressionsformeln für den Quadrizeps-Femoris-Muskel und Regressionsformeln für den Bizeps-Brachii-Muskel) zum Berechnen der Muskelstärke in den bestimmten Körperteilen, welche in dem ROM gespeichert sind, aus.

[0047] Danach berechnet der Mikrocomputer **64** die Muskelstärke Y_1 des Greifmuskels durch Einsetzen der Impedanzänderungsrate (ΔZ), welche temporär in dem RAM gespeichert ist, in eine Variable X in der ausgewählten Muskelstärke-Regressionsformel (Regressionsformel für die Muskelstärke des Greifmus-

kels) $Y_1 = a_1X - b_1$ (Schritt S8). Anschließend zeigt der Mikrocomputer **64** die berechnete Muskelstärke des Greifmuskels auf der Anzeigeinrichtung **53** an (Schritt S9). Die gesamte Operation der Vorrichtung wird durch eine Sequenz von Schritten gemäß vorstehender Beschreibung abgeschlossen.

[0048] In dem vorstehenden Beispiel wird eine Impedanzänderungsrate ($\Delta Z = Z_1/Z_0$) als die Änderungsrate in der Impedanz berechnet. Es ist jedoch beispielsweise auch praktikabel, dass ein Wert, der durch Division einer Differenz zwischen der Impedanz (Z_1) eines bestimmten Körperteils in einem angespannten Zustand und der Impedanz (Z_0) des bestimmten Körperteils in einem entspannten Zustand durch die Impedanz (Z_0) des bestimmten Körperteils in dem entspannten Zustand, d.h., $|(Z_1 - Z_0)|/Z_0$ als der Betrag der Änderung in der Impedanz (ΔZ) berechnet wird.

[0049] Ferner wird in dem vorstehenden Beispiel ein Muskel in einem bestimmten Körperteil von Muskeln in mehreren bestimmten Körperteilen ausgewählt und eine Messung durchgeführt. Es ist jedoch auch möglich, dass nur ein Muskel in einem bestimmten Körperteil ohne Durchführung einer Auswahl gemessen wird. In diesem Falle reicht der nachstehende Aufbau aus. D.h., die Einrichtung zum Auswählen und Eingeben eines Muskels und die Einrichtung zum Auswählen der Muskelstärke-Regressionsformel werden weggelassen und der Elektrodensatz der Impedanzmesseinrichtung kann nur mit einem bestimmten Körperteil verbunden werden, wobei die Einrichtung zum Speichern der Muskelstärke-Regressionsformeln eine Muskelstärke-Regressionsformel für den Muskel in dem bestimmten Körperteil speichert, und die Muskelstärke-Berechnungseinrichtung die Änderungsrate in der Impedanz, welche durch die Einrichtung zum Berechnen der Impedanzänderungsrate berechnet wird in die Muskelstärke-Regressionsformel für den Muskel in dem bestimmten Körperteil einsetzt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Messen von Muskelstärke auf Basis von Impedanz, die umfasst:
ein Einrichtung zum Anweisen eines entspannten Muskelzustandes,
ein Einrichtung zum Anweisen eines gespannten Muskelzustandes,
eine Impedanzmesseinrichtung,
ein Einrichtung zum Berechnen einer Impedanz-Änderungsrate,
eine Einrichtung zum Speichern einer Muskelstärke-Regressionsformel, und
eine Muskelstärke-Berechnungseinrichtung,
wobei
die Einrichtung zum Anweisen eines entspannten Muskelzustandes eine Anweisung gibt, dass ein Muskel in einem bestimmten Körperteil zu spannen ist,
die Einrichtung zum Anweisen eines gespannten Muskelzustandes eine Anweisung gibt, dass der Muskel in dem bestimmten Körperteil zu entspannen ist,
die Impedanzmesseinrichtung einen Elektrodensatz zum Herstellen von Kontakt mit dem bestimmten Körperteil aufweist, dem bestimmten Körperteil einen Strom zuführt und eine Spannung durch den Einsatz des Elektrodensatzes erfasst, um, nachdem die Einrichtung zum Anweisen eines entspannten Muskelzustandes die Anweisung gibt, die Impedanz des entspannten Muskels in dem bestimmten Körperteil zu messen und, nachdem die Einrichtung zum Anweisen eines gespannten Muskelzustandes die Anweisung gibt, die Impedanz des gespannten Muskels in dem bestimmten Körperteil,
die Einrichtung zum Berechnen einer Impedanz-Änderungsrate die Rate der Änderung der Impedanz zwischen der Impedanz des entspannten Muskels und der Impedanz des gespannten Muskels, die von der Impedanzmesseinrichtung gemessen werden, berechnet,
die Einrichtung zum Speichern einer Muskelstärke-Regressionsformel eine Muskelstärke-Regressionsformel speichert, die eine Korrelation zwischen der Rate der Änderung der Impedanz des Muskels in dem bestimmten Körperteil und der Muskelstärke des bestimmten Körperteils darstellt, und
die Muskelstärke-Berechnungseinrichtung die Muskelstärke des bestimmten Körperteils berechnet, indem sie die Rate der Änderung der Impedanz, die von der Einrichtung zum Berechnen der Impedanz-Änderungsrate berechnet wird, in die Muskelstärke-Regressionsformel einsetzt, die in der Einrichtung zum Speichern der Muskelstärke-Regressionsformel gespeichert ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei
der Elektrodensatz der Impedanzmesseinrichtung beweglich mit jedem bestimmter Körperteile in Kontakt gebracht wird,
die Einrichtung zum Speichern der Muskelstärke-Regressionsformel eine Vielzahl von Muskelstärke-Regressionsformeln speichert, die den jeweiligen bestimmten Körperteilen entsprechen, und eine Einrichtung zum Auswählen/Eingeben von Muskeln, mit der ein zumessender Muskel in einem bestimmten Körperteil ausgewählt und eingegeben wird, sowie eine Einrichtung zum Auswählen einer Muskelstärke-Regressionsformel umfasst, mit der eine Muskelstärke-Regressionsformel, die dem zu messenden bestimmten Körperteil entspricht, der durch die Einrichtung zum Auswählen/Eingeben eines Muskels ausgewählt und eingegeben wird, aus den in der Einrichtung zum Speichern der Muskelstärke-Regressionsformel gespeicherten Muskelstärke-Regressionsformeln ausgewählt wird, und
die Muskelstärke-Berechnungseinrichtung die Mus-

kelstärke des bestimmten Körperteils berechnet, indem sie die Rate der Änderung der Impedanz, die von der Einrichtung zum Berechnen der Impedanz-Änderungsrate berechnet wird, in die von der Einrichtung zum Auswählen einer Muskelstärke-Regressionsformel ausgewählten Muskelstärke-Regressionsformel einsetzt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Muskelstärke-Regressionsformeln Formeln sind, die als $Y_1 = a_1X - b_1$, $Y_2 = a_2X - b_2$, $Y_3 = a_3X - b_3$ und $Y_4 = a_4X - b_4$ ausgedrückt werden, wobei Y_1 die Muskelstärke eines Muskels bezüglich des Greifens darstellt, Y_2 die Muskelstärke eines Rectus-Abdominis-Muskels darstellt, Y_3 die Muskelstärke eines Quadrizeps-Femoris-Muskels darstellt, Y_4 die Muskelstärke eines Bizeps-Brachii-Muskels darstellt, X die Rate der Änderung der Impedanz darstellt und a_1 bis a_4 sowie b_1 bis b_4 Koeffizienten darstellen, und der zu messende Muskel in dem bestimmten Körperteil ein Muskel, der sich auf Greifen bezieht, ein Rectus-Abdominis-Muskel, ein Quadrizeps-Femoris-Muskel oder ein Bizeps-Brachii-Muskel ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Rate der Änderung der Impedanz ein Wert ist, der ermittelt wird, indem die Impedanz des bestimmten Körperteils in einem gespannten Zustand durch die Impedanz des bestimmten Körperteils in einem entspannten Zustand dividiert wird.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Rate der Änderung der Impedanz ein Wert ist, der ermittelt wird, indem die Differenz zwischen der Impedanz des bestimmten Körperteils in einem gespannten Zustand und der Impedanz des bestimmten Körperteils in einem entspannten Zustand durch die Impedanz des bestimmten Körperteils in einem entspannten Zustand dividiert wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

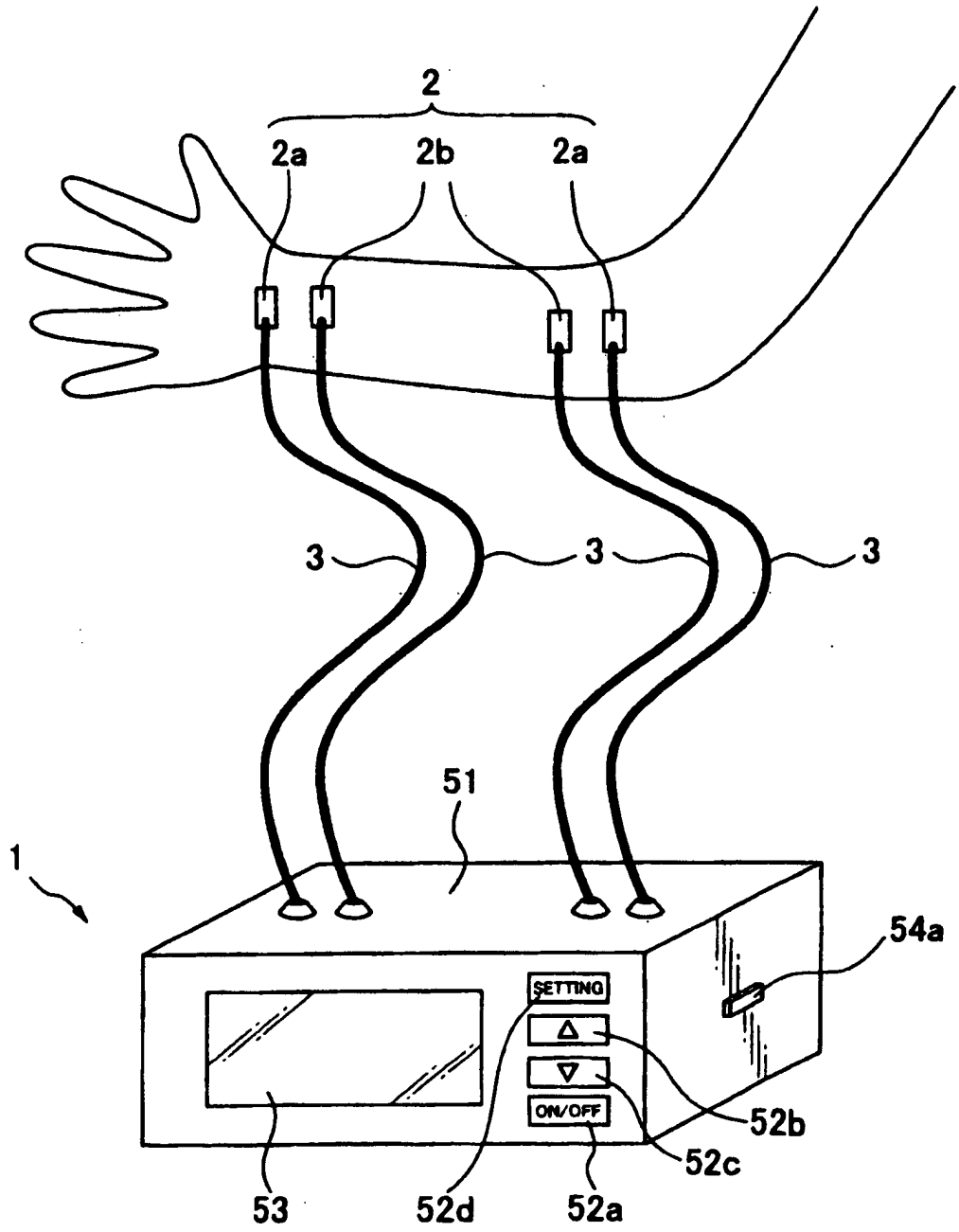


FIG.2

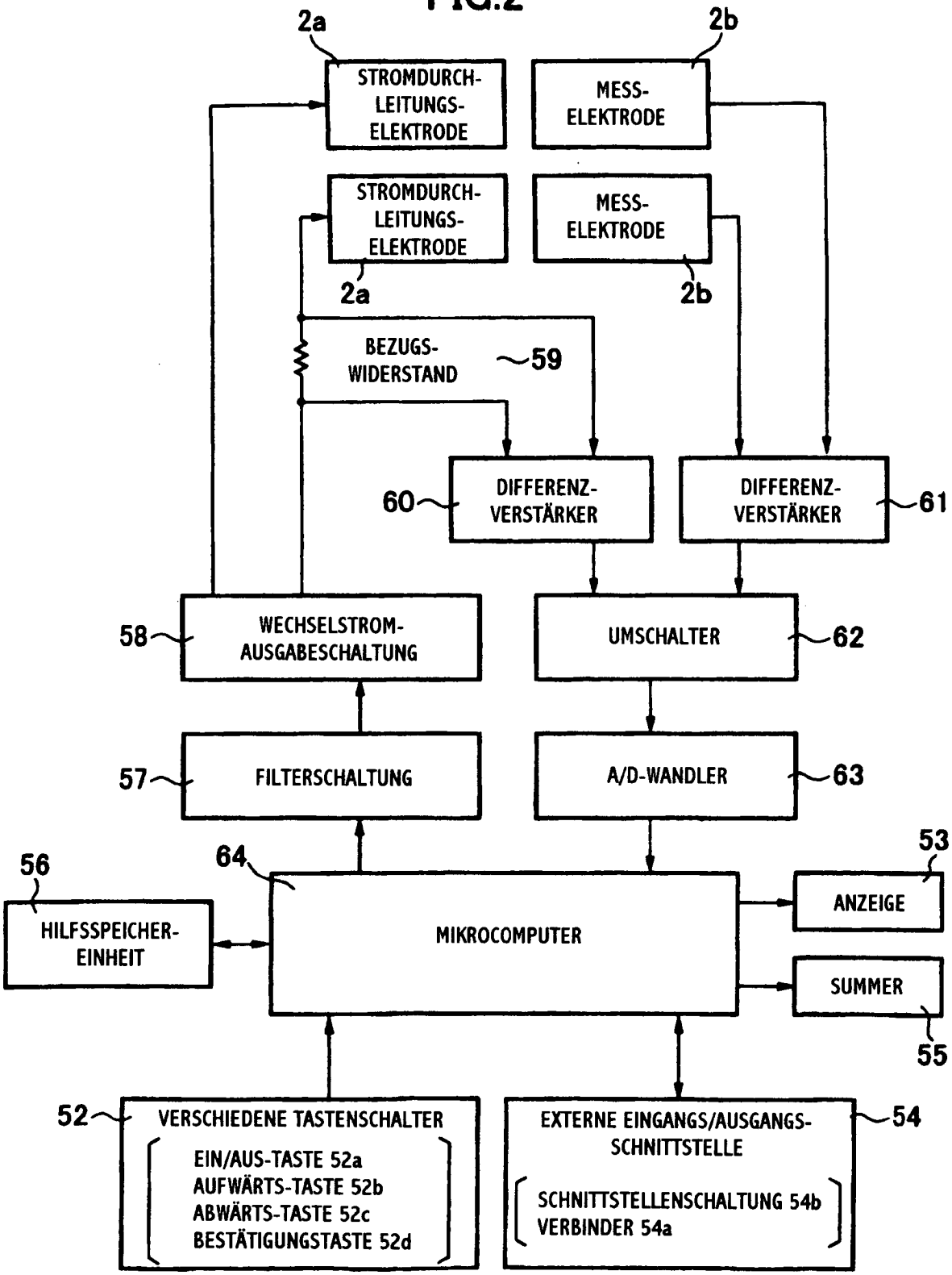

2a
2b
STROMDURCH-LEITUNGS-ELEKTRODE
MESS-ELEKTRODE
STROMDURCH-LEITUNGS-ELEKTRODE
MESS-ELEKTRODE
2a
2b
BEZUGS-WIDERSTAND
59
60
DIFFERENZ-VERSTÄRKER
DIFFERENZ-VERSTÄRKER
61
58
WECHSELSTROM-AUSGABESCHALTUNG
UMSCHALTER
62
57
FILTERSCHALTUNG
A/D-WANDLER
63
53
56
64
HILFSSPEICHER-EINHEIT
MIKROCOMPUTER
ANZEIGE
SUMMER
55
52
VERSCHIEDENE TASTENSCHALTER
EIN/AUS-TASTE 52a
AUFWÄRTS-TASTE 52b
ABWÄRTS-TASTE 52c
BESTÄTIGUNGSTASTE 52d
EXTERNE EINGANGS/AUSGANGS-SCHNITTSTELLE
54
SCHNITTSTELLENSCHALTUNG 54b
VERBINDER 54a

FIG.3

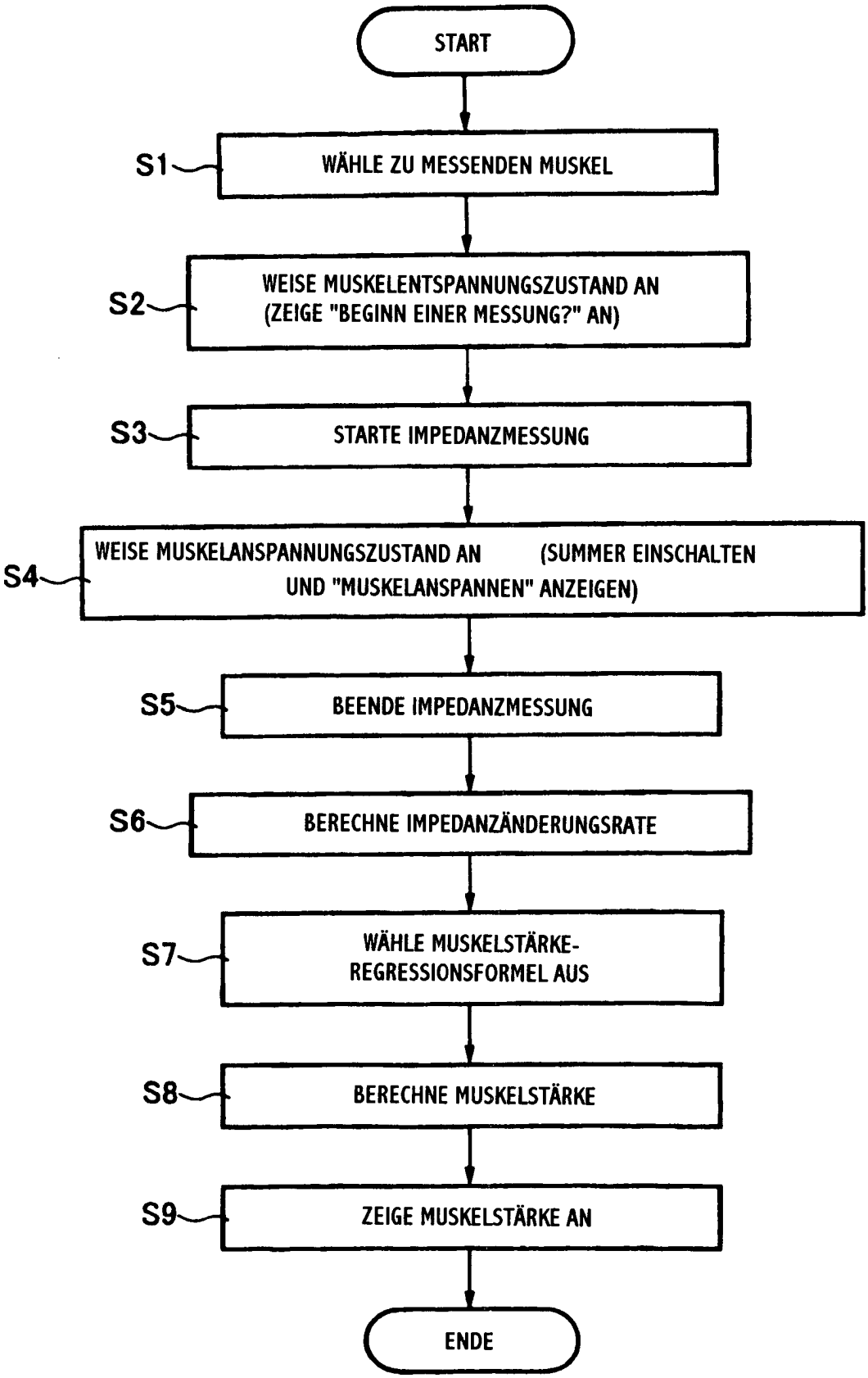
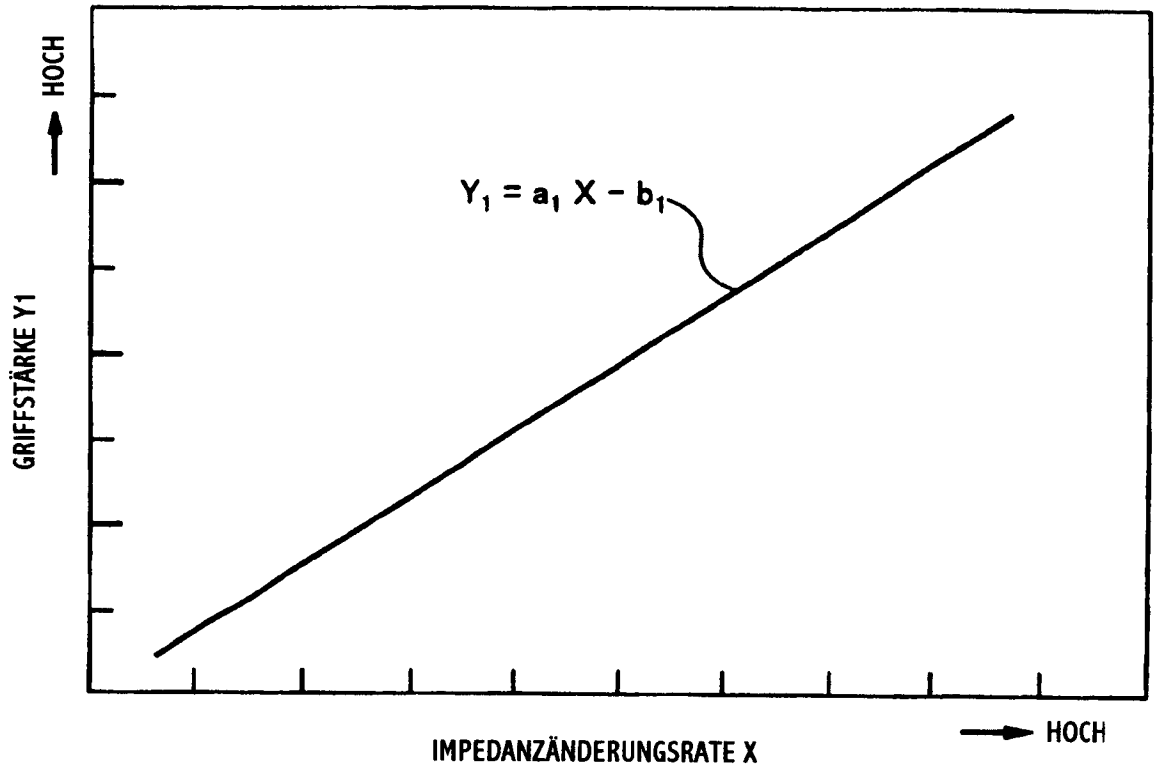

START
S1
WÄHLE ZU MESSENDEN MUSKEL
S2
WEISE MUSKELENTSPANNUNGSZUSTAND AN
(ZEIGE "BEGINN EINER MESSUNG?" AN)
S3
STARTE IMPEDANZMESSUNG
S4
WEISE MUSKELANSPANNUNGSZUSTAND AN (SUMMER EINSCHALTEN
UND "MUSKELANSPANNEN" ANZEIGEN)
S5
BEENDE IMPEDANZMESSUNG
S6
BERECHNE IMPEDANZÄNDERUNGSRATE
S7
WÄHLE MUSKELSTÄRKE-
REGRESSIONSFORMEL AUS
S8
BERECHNE MUSKELSTÄRKE
S9
ZEIGE MUSKELSTÄRKE AN
ENDE

FIG.4


HOCH
GRIFFSTÄRKE Y1
$Y_1 = a_1 X - b_1$
IMPEDANZÄNDERUNGSRATE X
HOCH