

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年3月25日(25.03.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/032837 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 5/05 (2006.01) A61B 5/107 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/066409
- (22) 国際出願日: 2009年9月18日(18.09.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-243167 2008年9月22日(22.09.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オムロンヘルスケア株式会社 (OMRON HEALTHCARE Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒6150084 京都府京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 濱口剛宏 (HAMAGUCHI Takehiro) [JP/JP]; 〒6150084 京都府京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地 オムロンヘルスケア株式会社内 Kyoto (JP). 家老広道 (KARO Hiromichi) [JP/JP]; 〒6150084 京都府京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地 オムロンヘルスケア株式会社内 Kyoto (JP). 村川寧章 (MURAKAWA Yasuaki) [JP/JP]; 〒6150084 京都府京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地 オムロンヘルスケア株式会社内 Kyoto (JP). 井尻知也

(IJIRI Tomoya) [JP/JP]; 〒6008216 京都府京都市下京区烏丸通七条下ル東塩小路町735番地5 オムロンパーソナル株式会社内 Kyoto (JP). 奥正次郎 (OKU Shojiro) [JP/JP]; 〒6150084 京都府京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地 オムロンヘルスケア株式会社内 Kyoto (JP).

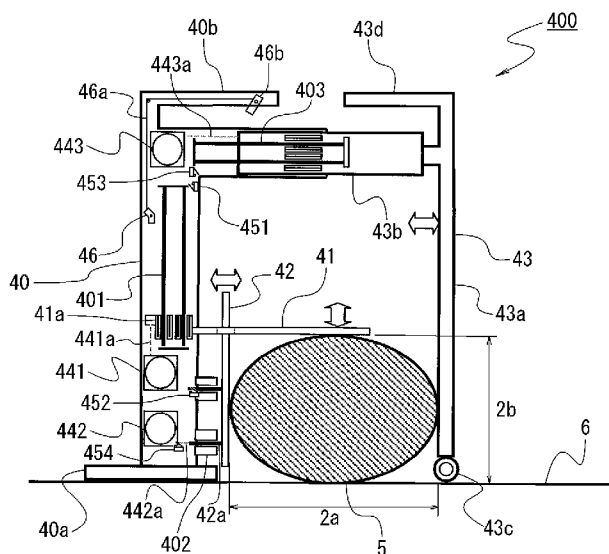
- (74) 代理人: 世良和信, 外 (SERA Kazunobu et al.); 〒1030004 東京都中央区東日本橋3丁目4番10号 アクロポリス21ビル6階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

[続葉有]

(54) Title: UNIT FOR MEASURING LONGITUDINAL AND LATERAL WIDTHS OF BODY AND VISCERAL FAT MEASURING INSTRUMENT

(54) 発明の名称: 胴体縦横幅測定ユニットおよび内臓脂肪測定装置

[図6]



(57) Abstract: Provided are a unit for measuring the longitudinal and lateral widths of a body and a visceral fat measuring instrument wherein the reliability of measurement accuracy can be enhanced. The unit for measuring the longitudinal and lateral widths of a body comprises a first contact portion (41) which touches the upper surface of the body of a user (5) in a supine position, a second contact portion (42) which touches one side surface of the body, a third contact portion (43) which touches the other side surface of the body, and a section for calculating the longitudinal width and the lateral width of the body based on the height from the upper surface (6) of a bed to the contact position of the first contact portion (41) and the distance between the second contact portion (42) and the third contact portion (43).

(57) 要約: 測定精度の信頼性の向上を図ることができる胴体縦横幅測定ユニットおよび内臓脂肪測定装置を提供する。仰臥位のユーザ5の胴体の上面に接触する第1接触部41と、胴体の一方の側面に接触する第2接触部42と、胴体の他方の側面に接触する第3接触部43と、ベッド上面6から第1接触部41の接触位置までの高さおよび第2接触部42と第3接触部43との間の距離から、胴体の縦幅および横幅を算出

する胴体縦横幅算出部と、を備える。

WO 2010/032837 A1



GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, 添付公開書類:

NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 胴体縦横幅測定ユニットおよび内臓脂肪測定装置 技術分野

[0001] 本発明は、胴体縦横幅測定ユニットおよびこれを備えた内臓脂肪測定装置に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、内臓脂肪や皮下脂肪等の腹部脂肪を測定する手法として、ユーザの生体インピーダンス情報と体格情報とを用いる手法が検討されている。この手法では、ユーザの胴体等に接触させた電極を用いて生体インピーダンスが測定されるとともに、胴体の周囲長や縦幅、横幅等が体格情報として測定される。

[0003] 例えば、特許文献1では、生体インピーダンス測定用の電極が複数配されるとともに、該電極を胴体表面に密着させるべく胴体の形状に合わせてたわみながら胴体の腹部前面に押し付けることが可能な電極支持部と、腹部の両脇にそれぞれ接触させることにより胴体の横幅を測定する一対のアーム部とを有し、胴体の生体インピーダンスと横幅とから体脂肪に関する指標を算出する体脂肪測定装置が提案されている。また、特許文献2では、複数の電極が配された支持面を有する支持部と、該支持面に対向する押当面を有する押当部とによって胴体を前後から挟み込み、複数の電極を用いて検出される胴体の生体インピーダンスと、押当面の停止位置に基づいて測定される胴体の縦幅とから体脂肪に関する指標を推定する胴体インピーダンス式体組成計が提案されている。

[0004] しかしながら、これらの技術は、電極を密着させる押当部が体格情報の測定部を兼ねており、また、ユーザの体格情報として測定される情報が胴体の横幅または縦幅のいずれかのみとなっているため、情報の精度として信頼性に欠けるという問題がある。すなわち、人間の胴体は呼吸動作によって形状が変化し易い部位であり、吸気するときには縦幅は伸びて横幅は縮まり、呼気

のときには縦幅は縮んで横幅は伸びるように腹部断面が変化する。したがって、胴体の横幅または縦幅を測定するタイミングが吸気のとときと呼気のとときとで測定値が異なってしまう、体脂肪に関する指標の算出にばらつきを生じてしまう。

[0005] したがって、胴体の寸法を体格情報として用いる場合には、胴体の寸法情報に呼吸状態が反映されていること、すなわち、呼吸状態を反映して胴体の寸法情報を取得できることが望ましいといえる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2005-288023号公報

特許文献2：特開2008-23232号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明の目的は、測定精度の信頼性の向上を図ることができる胴体縦横幅測定ユニットおよび内臓脂肪測定装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、上記課題を解決するために以下の手段を採用した。

[0009] すなわち、本発明の胴体縦横幅測定ユニットは、

仰臥位のユーザの胴体の上面に接触する第1接触部と、

胴体の一方の側面に接触する第2接触部と、

胴体の他方の側面に接触する第3接触部と、

ユーザが臥せている面から前記第1接触部の接触位置までの高さおよび前記第2接触部と前記第3接触部との間の距離から、胴体の縦幅および横幅を算出する胴体縦横幅算出部と、を備えることを特徴とする。

[0010] 本発明によれば、胴体の縦幅と横幅とを同じ呼吸のタイミングで測定することができるので、呼吸の状態（吸気時または呼気時）を反映した胴体の縦横幅の測定が可能となる。

- [0011] 前記第 1 接触部が垂直方向に移動可能に取り付けられるとともに前記第 2 接触部および前記第 3 接触部が水平方向に移動可能に取り付けられ、前記第 2 接触部または前記第 3 接触部がユーザの胴体の側面に接触する位置に位置決めされるユニット本体を有するとよい。
- [0012] この構成によれば、ユーザの胴体横幅の大きさに応じて、ユニット本体に対する各接触部の位置が変わることにより、胴体の縦横幅を測定することができる。
- [0013] 前記第 1 接触部がユーザの胴体上方の原点位置から胴体上面に接触するまでの下降距離を検出する第 1 検出部と、
前記第 2 接触部の水平方向における原点位置からの移動距離を検出する第 2 検出部と、
前記第 3 接触部の水平方向における原点位置からの移動距離を検出する第 3 検出部と、をさらに備え、
前記胴体縦横幅算出部が、
前記第 1 検出部が検出する前記第 1 接触部の下降距離に基づいて、ユーザが臥せている面から前記第 1 接触部の接触位置までの高さを算出し、
前記第 2 検出部が検出する前記第 2 接触部の移動距離及び前記第 3 検出部が検出する前記第 3 接触部の移動距離に基づいて、前記第 2 接触部と前記第 3 接触部との間の距離を算出するとよい。
- [0014] この構成によれば、各接触部が胴体表面に接触するまでの原点からの変位距離を検出することにより、胴体の縦横幅を容易に測定することができる。
- [0015] 前記第 1 接触部、前記第 2 接触部および前記第 3 接触部が、ユーザの呼吸時の胴体形状の変化に追随するように移動可能であるとよい。
- [0016] これにより、より正確に呼吸の状態を反映した胴体の縦横幅の測定が可能となり、測定精度の向上を図ることができる。
- [0017] 前記第 1 接触部、前記第 2 接触部および／または前記第 3 接触部が原点位置に位置しているか否かを検知するための原点位置センサを有するとよい。
- [0018] これにより、各接触部が原点位置に位置しているか否かを、各接触部が胴

体に接触しているか否かの判断要素とすることができる。

[0019] 前記第2接触部または前記第3接触部が可動限界位置に位置しているか否かを検知するための押し過ぎセンサを有するとよい。

[0020] これにより、胴体が第2接触部または第3接触部の可動限界位置を超えて押し付けられることによる胴体の変形を防止することができる。

[0021] 前記第2接触部および／または前記第3接触部がユーザの胴体から受ける反力を検知する圧力センサを有するとよい。

[0022] これにより、反力の大きさに基づいて胴体と第2接触部または第3接触部との接触状態やユーザの呼吸状態を判断することができる。

[0023] 前記第1接触部、前記第2接触部および／または前記第3接触部の一部または全部が、透明または半透明な部材で構成されるとよい。

[0024] これにより、接触部と胴体表面との接触状態を容易に視認することができる。したがって、接触部の接触位置が正しいか否か、あるいは接触部が胴体に押し付けられ過ぎていないか等を確認し易くなり、胴体の縦横幅の適正な測定が可能となる。

[0025] 前記胴体縦横幅算出部が、前記第1接触部、前記第2接触部および前記第3接触部の移動距離から、胴体の縦幅および横幅の呼吸時の最大値、最小値、平均値を算出し、それらのうちのいずれかを胴体の縦幅及び横幅の測定値とするとよい。

[0026] これにより、より正確に呼吸の状態を反映した胴体の縦横幅の測定が可能となり、測定精度の向上を図ることができる。

[0027] また、上記目的を達成するために、本発明における内臓脂肪測定装置は、上記の胴体縦横幅測定ユニットを備えており、
前記胴体縦横幅測定ユニットを用いて得られる胴体の縦横幅から算出される胴体のうち腹部を通り胴体の体軸に垂直な断面の胴体断面積と、
手足から胴体を通るように電流を流し、胴体表面の一部の電位差を測定することで得られた胴体全体のインピーダンス情報と、
胴体の表層付近を通るように電流を流し、胴体表面の一部の電位差を測定

することで得られた胴体表層部のインピーダンス情報と、
に基づいて、内臓脂肪量を算出することを特徴とする。

[0028] 本発明によれば、胴体断面積と、胴体全体のインピーダンス情報と、胴体表層部のインピーダンス情報から、内臓脂肪量を測定できる。ここで、胴体断面積は、胴体の縦横幅に基づいて算出することができる。また、人体（生体）に電流を流した状態で電位差を測定することでインピーダンス情報が得られるため、インピーダンス情報も簡単に得ることができる。従って、内臓脂肪量の測定を比較的容易に、かつ非侵襲的に行うことができる。なお、本発明における「内臓脂肪量」には、内臓脂肪断面積、内臓脂肪体積及び腹部断面積に対する内臓脂肪断面積の割合など、内臓脂肪量を示す指標となるものが含まれる。

[0029] また、本発明によれば、ユーザの胴体の縦幅と横幅を測定する胴体縦横幅測定ユニットを備えている。したがって、ユーザの体格情報としてユーザの胴体の縦幅と横幅の2つの測定値を用いて内臓脂肪量を算出するので、呼吸による胴体の形状変化の影響が低減され、測定精度の向上を図ることができる。

[0030] また、上記特許文献2に記載の装置においては、電極を密着させる押当部が体格情報の測定部を兼ねており、押当部の押し付け力や重量によっては胴体に変形を生じる場合があり、情報の精度として信頼性に欠けるという問題がある。すなわち、電極は、押し付け強さにばらつきが生じると、そのばらつきが電極と体表面との間の接触抵抗のばらつきとなって現れ、測定精度を低下させてしまう場合があり、したがって、電極は一定の荷重で安定的に胴体に押し付けられる必要がある。しかし、押当部を押し付ける力の大きさによっては、あるいは、電極等の複数の部品が一体となった押当部の重量の大きさによっては、押当部が押し付けられることで胴体に変形してしまい、この場合も胴体形状の測定値にばらつきが生じてしまう。

[0031] しかし、本発明によれば、インピーダンス情報を測定するための電極と、胴体の縦横幅を測定するための胴体縦横幅測定ユニットとを分離した構成と

なっているため、胴体に接触させる各接触部は、従来のように電極を胴体表面に密着させるべく胴体の表面に押し付けたりする必要がなく、胴体表面に接触した状態であればよい。したがって、胴体の縦横幅を測定するための接触部を接触させることによる胴体の変形を抑制することができ、胴体形状の算出値のばらつきの発生を抑制することができる。

[0032] なお、上記各構成は、可能な限り組み合わせ採用し得る。

発明の効果

[0033] 以上説明したように、本発明によれば、測定精度の信頼性の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0034] [図1] 図1はインピーダンスを測定する際の様子を示した模式図である。

[図2] 図2はインピーダンスを測定する際の様子を示した模式図である。

[図3] 図3は本発明の実施例に係る内臓脂肪測定装置の全体構成図である。

[図4] 図4は本発明の実施例に係る内臓脂肪測定装置の制御ブロック図である。

[図5] 図5は本発明の実施例に係る胴体縦横幅測定ユニットの模式的断面図である。

[図6] 図6は本発明の実施例に係る胴体縦横幅測定ユニットの模式的断面図である。

[図7] 図7は本発明の実施例に係る胴体縦横幅測定ユニットの機能ブロック図である。

[図8] 図8は本発明の実施例に係る胴体縦横幅測定ユニットの操作および動作処理の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0035] 以下に図面を参照して、この発明を実施するための形態を、実施例に基づいて例示的に詳しく説明する。ただし、この実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは、特に特定の記載がない限りは、この発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

[0036] (実施例)

図 1 ～図 8 を参照して、本発明の実施例に係る内臓脂肪測定装置について説明する。

[0037] <内臓脂肪測定原理>

図 1 及び図 2 を参照して、本発明の実施例に係る内臓脂肪測定装置における内臓脂肪の測定原理について説明する。図 1 及び図 2 はインピーダンスを測定する際の様子を示した模式図である。なお、図 1 及び図 2 においては、内臓脂肪を測定するユーザの背中側から見た様子を示している。

[0038] 図 1 は胴体全体のインピーダンス情報を得る場合の様子を示している。図示のように、内臓脂肪を測定するユーザの両手にそれぞれ電極 E_{ILa10} 、 E_{IRa10} が取り付けられる。また、ユーザの両足にもそれぞれ電極 E_{ILb10} 、 E_{IRb10} が取り付けられる。そして、ユーザの胴体の背中側の位置に、胴体の体軸方向に並ぶように設けられる一対の電極が、胴体の横幅方向に 4 箇所取り付けられる。つまり、合計 8 個の電極 E_{Va11} 、 E_{Vb11} 、 E_{Va12} 、 E_{Vb12} 、 E_{Va13} 、 E_{Vb13} 、 E_{Va14} 、 E_{Vb14} が取り付けられる。

[0039] この状態で、両手両足のそれぞれ取り付けられた電極 E_{ILa10} 、 E_{IRa10} 、 E_{ILb10} 、 E_{IRb10} を用いて胴体を通る電流 I_{10} を流す。そして、一対の電極 E_{Va11} 、 E_{Vb11} を用いて電位差 V_{11} を測定し、一対の電極 E_{Va12} 、 E_{Vb12} を用いて電位差 V_{12} を測定し、一対の電極 E_{Va13} 、 E_{Vb13} を用いて電位差 V_{13} を測定し、一対の電極 E_{Va14} 、 E_{Vb14} を用いて電位差 V_{14} を測定する。つまり、背中側の 4 箇所にて、胴体表面の一部の電位差を測定する。

[0040] このようにして測定された電位差から、胴体全体のインピーダンス Z_t を算出する。なお、4 箇所で電位差 V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} 、 V_{14} を測定し、これらの平均値を用いて胴体全体のインピーダンスを算出することによって、胴体内の脂肪分布のばらつき等の影響を低減させることができる。

[0041] ここで、胴体から離れた両手両足から電流 I_{10} を流した場合には、電流

I_{10} の殆どは、電気抵抗の低い部分、すなわち脂肪以外の部分を通る。従って、このような電流 I_{10} を用いて測定された電位差 V_{11} , V_{12} , V_{13} , V_{14} から算出された胴体全体のインピーダンス Z_t は、脂肪を除く除脂肪（内臓と筋肉と骨格）の量の影響が大きい。従って、このインピーダンス Z_t から除脂肪断面積 S_a （推定値）を算出することができる。

[0042] 図2は胴体のうち背中側の胴体表層部のインピーダンス情報を得る場合の様子を示している。図示のように、ユーザの胴体のうち背中側に、胴体の体軸方向に並ぶように設けられる一対の電極が、胴体の横幅方向に4箇所取り付けられる。つまり、合計8個の電極 E_{Ia21} , E_{Ib21} , E_{Va21} , E_{Vb21} , E_{Ia22} , E_{Ib22} , E_{Va22} , E_{Vb22} が取り付けられる。

[0043] この状態で、一対の電極 E_{Ia21} , E_{Ib21} を用いて電流 I_{21} を流し、一対の電極 E_{Ia22} , E_{Ib22} を用いて電流 I_{22} を流す。なお、電流 I_{21} の電流値と電流 I_{22} の電流値は同じである。そして、一対の電極 E_{Va21} , E_{Vb21} を用いて電位差 V_{21} を測定し、一対の電極 E_{Va22} , E_{Vb22} を用いて電位差 V_{22} を測定する。つまり、背中側の2箇所にて、胴体表面の一部の電位差を測定する。

[0044] このようにして測定された電位差から、胴体のうち背中側の胴体表層部のインピーダンス Z_s を算出する。なお、2箇所で電位差 V_{21} , V_{22} を測定し、これらの平均値を用いて胴体表層部のインピーダンス Z_s を算出することによって、皮下脂肪のばらつき等の影響を低減させることができる。なお、電流を流していた電極を、電位差を測定する電極とし、かつ電位差を測定していた電極を、電流を流すための電極とするように回路を切り替えることで、4箇所で電位差を測定することも可能である。こうすることで、皮下脂肪のばらつき等の影響をより一層低減させることができる。

[0045] ここで、背中のうち腹部の裏側の位置に取り付けられた一対の電極によって電流 I_{21} , I_{22} を流した場合には、電流 I_{21} , I_{22} の殆どは胴体の表層部を通る。従って、このような電流 I_{21} , I_{22} を用いて測定され

た電位差 V_{21} 、 V_{22} から算出された胴体表層部のインピーダンス Z_s は、皮下脂肪量の影響が大きい。従って、このインピーダンス Z_s から皮下脂肪断面積 S_b （推定値）を算出することができる。

[0046] 従って、胴体断面積（胴体のうち腹部を通り胴体の体軸に垂直な断面の面積）を S_t とすると、内臓脂肪断面積 S_x は、

$$S_x = S_t - S_a - S_b$$

となり、内臓脂肪断面積 S_x を算出することができる。

[0047] ここで、胴体断面積 S_t は、腰部の周囲長（ウエスト長）や、胴体（腹部付近）の縦横幅から算出することができる。例えば、胴体の縦横幅から算出する場合、胴体の横幅が $2a$ 、縦幅が $2b$ であれば、胴体の断面はおおよそ楕円形であるので、胴体断面積はおおよそ $\pi \times a \times b$ となる。ただし、この値は誤差が大きいので、誤差を補正するための係数を乗ずることによって、より正確な胴体断面積 S_t を得ることができる。この係数としては、例えば、多数のX線CT画像サンプルに基づいて、X線CT画像から得られる胴体断面積 $S_{t'}$ と a と b との関係から、 $S_{t'} = \alpha \times \pi \times a \times b$ を満足するような α の最適値を求めることができる。

[0048] これにより、胴体の横幅 $2a$ と縦幅 $2b$ に基づいて、より誤差の少ない胴体断面積 S_t （ $= \alpha \times \pi \times a \times b$ ）を算出することができる。なお、上記補正のために乗ずる α に関しては、性別、年齢層、身長、体重等（以下、これらをユーザ情報と称する。）に応じて適宜最適値が異なり得るため、測定するユーザに応じて α の値を変更することで、より一層正確な胴体断面積 S_t を算出することが可能となる。

[0049] また、上記の通り、除脂肪断面積 S_a は、胴体全体のインピーダンス Z_t から算出することができる。ただし、この胴体全体のインピーダンス Z_t のみでは、除脂肪断面積 S_a を算出することはできない。すなわち、この除脂肪断面積 S_a は胴体の大きさに比例すると共に、インピーダンス Z_t から得られる値を除脂肪断面積 S_a に換算する必要がある。より具体的には、例えば、この除脂肪断面積 S_a は、

$$S_a = \beta \times a \times (1 / Z_t)$$

で表すことができる。

[0050] ここで、 a は上記の通り胴体の横幅の半分の値であり、胴体の大きさに関係する値である。この値に関しては、これに限らず、例えば、胴体の縦横幅の値が反映されるように($a \times b$)を用いてもよいし、胴体断面積 S_t を用いてもよいし、腰部の周囲長(ウエスト長)を用いてもよい。

[0051] また、 β は、除脂肪断面積 S_a に換算するための係数であり、上記 α を求めた場合と同様に、多数のX線CT画像サンプルから最適値を求めることができる。すなわち、多数のX線CT画像サンプルに基づいて、X線CT画像から得られる除脂肪断面積 $S_{a'}$ と、 a と、当該X線CT画像の撮影対象となった人物の胴体全体のインピーダンス Z_t との関係から、 $S_{a'} = \beta \times a \times (1 / Z_t)$ を満足するような β の最適値を求めることができる。

[0052] 更に、上記の通り、皮下脂肪断面積 S_b は、背中のうち腹部の裏側の位置における胴体表層部のインピーダンス Z_s から算出することができる。ただし、この表層部のインピーダンス Z_s のみでは、皮下脂肪断面積 S_b を算出することはできない。すなわち、この皮下脂肪断面積 S_b は胴体の大きさに比例すると共に、インピーダンス Z_s から得られる値を皮下脂肪断面積 S_b に換算する必要がある。より具体的には、例えば、この皮下脂肪断面積 S_b は、

$$S_b = \gamma \times a \times Z_s$$

で表すことができる。

[0053] ここで、 a は上記の通り胴体の横幅の半分の値であり、胴体の大きさに関係する値である。この値に関しては、これに限らず、例えば、胴体の縦横幅の値が反映されるように($a \times b$)を用いてもよいし、胴体断面積 S_t を用いてもよいし、腰部の周囲長(ウエスト長)を用いてもよい。

[0054] また、 γ は、皮下脂肪断面積 S_b に換算するための係数であり、上記 α を求めた場合と同様に、多数のX線CT画像サンプルから最適値を求めることができる。すなわち、多数のX線CT画像サンプルに基づいて、X線CT画

像から得られる皮下脂肪断面積 S_b' と、 a と、当該 X 線 CT 画像の撮影対象となった人物の胴体表層部のインピーダンス Z_s との関係から、 $S_b' = \gamma \times a \times Z_s$ を満足するような γ の最適値を求めることができる。

[0055] なお、上述の β 及び γ は、腹部の断面積を求める場合に用いた α の場合と同様に、ユーザ情報に応じて適宜最適値が異なり得る。従って、測定するユーザに応じて β 及び γ の値を変更することで、より一層正確な除脂肪断面積 S_a 及び皮下脂肪断面積 S_b を算出することが可能となる。

[0056] 以上のように、本実施例に係る内臓脂肪測定装置においては、胴体断面積 S_t と、胴体全体のインピーダンス Z_t に基づいて算出される除脂肪断面積 S_a と、胴体表層部のインピーダンス Z_s に基づいて算出される皮下脂肪断面積 S_b から内臓脂肪断面積 S_x が算出される。

[0057] すなわち、

$$S_x = S_t - S_a - S_b$$

で表される。

[0058] ここで、 $S_t = \alpha \times \pi \times a \times b$ であり、 $S_a = \beta \times a \times (1/Z_t)$ であり、 $S_b = \gamma \times a \times Z_s$ である。そして、 a は胴体の横幅の半分の値であり、 b は胴体の縦幅の半分の値である。また、 α 、 β 、 γ は、多数の X 線 CT 画像サンプルに基づいて得られた、 S_t 、 S_a 、 S_b の最適値を求めるための係数である。なお、これらの係数は、上記の通り、ユーザ情報に応じて変更し得るものである。

[0059] 上記の式からも分かるように、測定（算出）される内臓脂肪量は、内臓脂肪断面積である。ただし、測定結果としての内臓脂肪量は、内臓脂肪断面積に限らず、胴体断面積に対する内臓脂肪断面積の割合や、内臓脂肪断面積から換算される内臓脂肪体積とすることもできる。

[0060] なお、本発明の実施例に係る内臓脂肪測定装置の内臓脂肪測定原理においては、上記の式から分かるように、内臓脂肪断面積 S_x が、胴体断面積 S_t から除脂肪断面積 S_a 及び皮下脂肪断面積 S_b を減ずることで得られるという考え方に基づいている。

[0061] しかしながら、本発明に係る内臓脂肪測定装置は、必ずしも、上記の式 $S_x = S_t - S_a - S_b$ をそのまま適用したものに限らず、このような原理を応用したものも含まれる。

[0062] 例えば、

$$S_x = S_t - S_a - S_b + \delta \quad (\delta \text{ は補正量})$$

から内臓脂肪断面積 S_x を求めることもできる。つまり、上記の α , β , γ を求めた場合と同様の手法によって、多数の X 線 CT 画像サンプルに基づいて、補正量 δ を加えるようにすることもできる。

[0063] また、

$$S_x = S_t - F(Z_t, Z_s, a, b)$$

から内臓脂肪断面積 S_x を求めることもできる。なお、 $F(Z_t, Z_s, a, b)$ は、 Z_t , Z_s , a , b をパラメータとする関数である。

[0064] すなわち、除脂肪断面積 S_a 及び皮下脂肪断面積 S_b の合計値は、胴体全体のインピーダンス Z_t , 胴体表層部のインピーダンス Z_s 及び胴体の大きさ（本実施例では、胴体の縦横幅）と相関関係がある。従って、除脂肪断面積 S_a 及び皮下脂肪断面積 S_b の合計値を、 t , Z_s , a , b をパラメータとする関数 $F(Z_t, Z_s, a, b)$ から求めることも可能である。なお、この関数 $F(Z_t, Z_s, a, b)$ についても、多数の X 線 CT 画像サンプルから導き出すことができる。

[0065] <内臓脂肪測定装置の全体構成>

図 3 を参照して、本実施例に係る内臓脂肪測定装置の全体構成について説明する。図 3 は本発明の実施例に係る内臓脂肪測定装置の全体構成図である。

[0066] 本実施例に係る内臓脂肪測定装置は、装置本体 100 と、手足に電極を取り付けるための 4 個のクリップ 201, 202, 203, 204 と、背中に電極を取り付けるためのベルト 300 と、胴体の縦横幅を測定するための測定ユニット 400 と、装置本体 100 に電力を供給するためのコンセント 500 とを備えている。

- [0067] 装置本体 100 は、各種入力情報や測定結果を表示する表示部 110 と、装置本体 100 の電源をオンまたはオフにしたり、各種情報を入力したりするための操作部 120 とを備えている。
- [0068] クリップ 201, 202, 203, 204 は、それぞれ電極を備えている。そして、これらのクリップ 201, 202, 203, 204 を、手足（好適には手首と足首）に挟み込むように取り付けることによって、手足に電極を密着させることができる。なお、クリップ 201, 202, 203, 204 にそれぞれ備えられた電極は、図 1 に示した電極 E_{ILa10} , E_{IRa10} , E_{ILb10} , E_{IRb10} に相当する。
- [0069] ベルト 300 は、測定対象者であるユーザの背中に押し当てる押し当て部材 310 と、押し当て部材 310 の両側にそれぞれ固定されたベルト部 320 と、ベルト部 320 を固定するためのバックル 330 とを備えている。そして、押し当て部材 310 には、合計 8 個の電極 E が設けられている。このように構成されたベルト 300 を、押し当て部材 310 が、尾てい骨の少し上の辺りに当るように腰に巻き付けることによって、8 個の電極 E を、ユーザの背中のうち腹部の裏側の位置に密着させることができる。なお、これらの 8 個の電極 E は、図 1 に示す 8 個の電極 E_{Va11} , E_{VB11} , E_{Va12} , E_{Vb12} , E_{Va13} , E_{Vb13} , E_{Va14} , E_{Vb14} 、及び図 2 に示す 8 個の電極 E_{Ia21} , E_{Ib21} , E_{Va21} , E_{Vb21} , E_{Ia22} , E_{Ib22} , E_{Va22} , E_{Vb22} に相当する。つまり、胴体全体のインピーダンス Z_t を算出する場合と、胴体表層部のインピーダンス Z_s を算出する場合とで、装置本体 100 において、電気回路を切り替えることによって、8 個の電極 E の役割を変えることができる。
- [0070] 胴体縦横幅測定ユニット 400 は、複数の接触部を備えており、各接触部を胴体に接触させることにより、ユーザがベッドに寝そべった状態で、胴体の横幅 2a と縦幅 2b を測定することができるよう構成されている。その詳しい構成については後述する。なお、本実施例においては、各接触部の位置情報に基づいて、装置本体 100 において、胴体の横幅 2a と縦幅 2b が

電氣的な情報（データ）として得られるように構成されている。このようにして得られた胴体の横幅 2 a と縦幅 2 b に関する情報から胴体の断面積が算出されることについては、内臓脂肪測定原理の中で説明した通りである。

[0071] なお、本実施例では、内臓脂肪測定装置に胴体縦横幅測定ユニット 400 が備えられており、この胴体縦横幅測定ユニット 400 によって、胴体の縦横幅や胴体の断面積が自動的に測定されるように構成されている。しかしながら、その他の測定装置、あるいは人の手で測定したり計算したりして得られた値を、装置本体 100 に入力する構成を採用することもできる。

[0072] <内臓脂肪測定装置の制御構成>

図 4 を参照して、本実施例に係る内臓脂肪測定装置の制御構成について説明する。図 4 は本発明の実施例に係る内臓脂肪測定装置の制御ブロック図である。

[0073] 本実施例に係る内臓脂肪測定装置においては、装置本体 100 B に、制御部（CPU）130 B と、表示部 110 B と、操作部 120 B と、電源部 140 B と、メモリ部 150 B と、電位差検出部 160 B と、回路切替部 170 B と、定電流生成部 180 B と、ユーザ情報入力部 190 B とが設けられている。

[0074] 表示部 110 B は、操作部 120 B やユーザ情報入力部 190 B からの入力情報や、測定結果などを表示させる役割を担っており、液晶ディスプレイなどにより構成される。操作部 120 B は、ユーザ等が各種情報を入力可能とするための役割を担っており、各種ボタンやタッチパネルなどにより構成される。なお、本実施例では、操作部 120 B からのユーザ情報の入力以外にも、バーコードリーダ、カードリーダあるいは USB メモリなどからもユーザ情報入力部 190 B を介して、ユーザ情報が入力されるように構成されている。

[0075] 電源部 140 B は、制御部 10 などに電力を供給する役割を担っており、操作部 120 B によって、電源がオンにされると、各部に電力を供給し、電源がオフにされると、電力供給を停止させる。メモリ部 150 B は、内臓脂

肪を測定するための各種データやプログラムなどを記憶している。

[0076] そして、クリップ 201, 202, 203, 204 にそれぞれ設けられた電極 E 及びベルトに設けられた電極 E が、装置本体 100B に設けられている回路切替部 170B に電氣的に接続されている。また、測定ユニット 400 に備えられた体格情報計測部 400B が、装置本体 100B に設けられている制御部 130B に電氣的に接続されている。

[0077] 制御部 130B は、内臓脂肪測定装置全体の制御を司る役割を担っている。また、制御部 130B には、演算処理部 131B が備えられている。そして、この演算処理部 131B には、制御部 130B に送られた各種情報に基づいて、インピーダンスを算出するインピーダンス算出部 131Ba と、算出されたインピーダンスに基づいて各種の脂肪量を算出する各種脂肪量算出部 131Bb とが備えられている。

[0078] 回路切替部 170B は、例えば、複数のリレー回路によって構成される。この回路切替部 170B は制御部 130B からの指令に基づいて、電気回路を変更する役割を担っている。すなわち、上記の通り、胴体全体のインピーダンス情報を得る場合には、図 1 に示す回路構成とし、背中側の胴体表層部のインピーダンス情報を得る場合には、図 2 に示す回路構成とするように電気回路を変更する。

[0079] 定電流生成部 180B は、制御部 130B からの指令に基づいて、高周波電流（例えば、50kHz, 500 μ A）を流す。より具体的には、図 1 に示す電気回路の場合には、電極 EILa10, EIRa10 と電極 EILb10, EIRb10 間に電流 I10 を流す。また、図 2 に示す電気回路の場合には、電極 E Ia 21 と電極 E Ib 21 との間、及び電極 E Ia 22 と電極 E Ib 22 との間にそれぞれ電流 I21, I22 を流す。

[0080] 電位差検出部 160B は、定電流生成部 180B によって電流が流されている間における所定の電極間の電位差を検出する。より具体的には、図 1 に示す電気回路の場合には、電極 EVa11 と電極 EVb11 との間で電位差 V11 を検出し、電極 EVa12 と電極 EVb12 との間で電位差 V12 を

検出し、電極E V a 1 3と電極E V b 1 3との間で電位差V 1 3を検出し、電極E V a 1 4と電極E V b 1 4との間で電位差V 1 4を検出する。また、図2に示す電気回路の場合には、電極E V a 2 1と電極E V b 2 1との間で電位差V 2 1を検出し、電極E V a 2 2と電極E V b 2 2との間で電位差V 2 2を検出する。

[0081] そして、電位差検出部1 6 0 Bにて検出された電位差情報は、制御部1 3 0 Bに送られる。

[0082] また、測定ユニット4 0 0により測定されて得られた体格情報は、体格情報計測部4 0 0 Bから装置本体1 0 0 Bの制御部1 3 0 Bに送られる。なお、本実施例における体格情報は、上記の通り、胴体の横幅2 aの寸法と、縦幅2 bの寸法に関する情報である。

[0083] 制御部1 3 0 Bにおける演算処理部1 3 1 Bにおいては、電位差検出部1 6 0 Bから送られた電位差情報に基づいて、インピーダンス算出部1 3 1 B aにて、胴体全体のインピーダンス Z_t 及び胴体表層部のインピーダンス Z_s を算出する。また、演算処理部1 3 1 Bにおいては、算出された胴体全体のインピーダンス Z_t 及び胴体表層部のインピーダンス Z_s と、体格情報計測部4 0 0 Bから送られる体格情報と、操作部1 2 0 Bやユーザ情報入力部1 9 0 Bから送られる各種情報に基づいて、各種脂肪量算出部1 3 1 B bにて各種脂肪量（内臓脂肪断面積を含む）を算出する。

[0084] 次に、本実施例に係る内臓脂肪測定装置における測定手順について簡単に説明する。

[0085] まず、内臓脂肪測定を行うユーザまたは当該ユーザの測定を行う者は、装置本体1 0 0（1 0 0 B）の電源をオンにすると共に、ユーザ情報を入力する。そして、測定ユニット4 0 0によって、ユーザの胴体の縦横幅の測定を行う。これにより、ユーザの胴体の横幅2 aと縦幅2 bに関する情報が装置本体1 0 0（1 0 0 B）に送られる。なお、装置本体1 0 0（1 0 0 B）においては、これらの情報に基づいて、胴体断面積 S_t （ $=\alpha \times \pi \times a \times b$ ）を算出する。なお、 α はメモリ部1 5 0 Bから読み取られる。

[0086] 次に、ユーザの手足にクリップ201, 202, 203, 204を取り付けると共に、ユーザの腰にベルト300を巻く。そして、インピーダンスの測定を開始する。

[0087] 本実施例においては、最初に、回路切替部170Bによって、図1に示す電気回路となるように制御される。これにより、制御部130Bのインピーダンス算出部131Baによって胴体全体のインピーダンス Z_t が算出される。そして、各種脂肪量算出部131Bbによって、この算出されたインピーダンス Z_t , 測定ユニット400により測定されて得られた a 、及びメモリ部150Bに記憶されている β から除脂肪断面積 S_a ($=\beta \times a \times (1/Z_t)$) が算出される。

[0088] 次に、回路切替部170Bによって、図2に示す電気回路となるように制御される。これにより、制御部130Bのインピーダンス算出部131Baによって胴体表層部のインピーダンス Z_s が算出される。そして、各種脂肪量算出部131Bbによって、この算出されたインピーダンス Z_s , 測定ユニット400により測定されて得られた a 、及びメモリ部150Bに記憶されている γ から皮下脂肪断面積 S_b ($=\gamma \times a \times Z_s$) が算出される。

[0089] そして、制御部130Bは、演算処理部131Bによって、上記のようにして得られた胴体断面積 S_t , 除脂肪断面積 S_a 及び皮下脂肪断面積 S_b から内臓脂肪断面積 S_x ($=S_t - S_a - S_b$) を算出し、測定結果として内臓脂肪断面積 S_x 等の値を表示部110 (110B)に表示させる。なお、この測定手順では、各種脂肪量算出部にて、 $S_x = S_t - S_a - S_b$ を用いて内臓脂肪断面積 S_x を求める場合について説明したが、内臓脂肪測定原理の中で説明したとおり、 $S_x = S_t - S_a - S_b + \delta$ や $S_x = S_t - F(Z_t, Z_s, a, b)$ などを用いて内臓脂肪断面積 S_x を求めるようにしてもよい。

[0090] <胴体縦横幅測定ユニット>

図5～図8を参照して、胴体縦横幅測定ユニットについて、さらに詳細に説明する。

- [0091] 本実施例では、体格情報計測部４００Ｂとして、ユーザの胴体の縦幅および横幅を測定可能な胴体縦横幅測定ユニット４００を備えている。図５は、胴体縦横幅測定ユニット４００の模式的断面図であって、接触部をユーザの胴体に接触させる前の状態を示している。図６は、胴体縦横幅測定ユニット４００の模式的断面図であって、接触部をユーザの胴体に接触させた状態を示している。
- [0092] 胴体縦横幅測定ユニット４００は、概略、仰臥位のユーザ５を載せたベッド６上の所定位置に位置決めして載置されるユニット本体４０と、ユニット本体４０に対してそれぞれ移動可能に設けられた、第１接触部４１と、第２接触部４２と、第３接触部４３と、を備えている。
- [0093] ユニット本体４０は、各接触部の移動距離を検出するためのロータリエンコーダ４４１、４４２、４４３や、各接触部が原点位置に位置しているか否かを検出するためのマイクロスイッチ４５１、４５２、４５３や、胴体の縦幅および横幅を算出する算出部等が形成された不図示の電子回路や、胴体の縦幅および横幅の測定を開始させるための不図示のスイッチ等が備えられている。
- [0094] 第１接触部４１は、ユニット本体４０に対して垂直方向に昇降可能に組み付けられ、仰臥位のユーザ５の胴体の上面（腹部前面）に接触してユーザ５の胴体の縦幅（厚み）を計測するためのものである。第１接触部４１は、一部または全部が透明または半透明の材料からなり略水平方向に延びる板状部材で構成されており、ユーザ５の胴体に接触したときに胴体に変形を生じさせないように重量の軽い設計となっている。
- [0095] 第１接触部４１の付け根にはスライド部４１ａが設けられている。スライド部４１ａは、ユニット本体４０に設けられた垂直方向に延びるレール部４０１に対して垂直方向にスライド可能に組み付けられている。これにより、第１接触部４１は、ユニット本体４０に対して垂直方向に昇降可能となっている。また、第１接触部４１は、レール部４０１の最も高い位置が原点位置となり、支えが何もない状態においては、自重によってレール部４０１の最

下点まで下降するように設けられている。したがって、第1接触部41は、胴体上面に接触してからは胴体上面で支持された状態で垂直方向に移動可能である。これにより、第1接触部41は、ユーザの呼吸状態の変化による胴体形状（縦幅）の変化に追従することができる。

[0096] ユニット本体40には、第1接触部41をレール部401の最高位置に係止するための係止部46が設けられている。係止部46は、ワイヤ46aを介して連結されたレバー46bの傾きが切り替わることによってワイヤ46aに引っ張られて回転し、第1接触部41の係止状態を解除するように構成されている。なお、係止手段の構成としては、これに限られるものではなく、他の係止機構を用いてよい。

[0097] 第1接触部41のスライド部41aには、第1検出部としてのロータリエンコーダ441から延びるワイヤ441aが取り付けられている。第1接触部41が下降することによって引き出されるワイヤ441aの長さをロータリエンコーダ441が検知することにより、第1接触部41の下降距離を検出することができる。ロータリエンコーダとしては従来技術を適宜利用すればよいので、その構成等についての詳しい説明は省略する。また、移動距離を検出する手段としては、ロータリエンコーダに限定されるものではなく、他の移動距離を検出可能な装置を用いてもよい。

[0098] 原点位置センサとしてのマイクロスイッチ451は、第1接触部41が原点位置、すなわち、レール部401の最高位置に位置しているときに、可動接点がスライド部41aに押されて固定接点に接触するように配置される。したがって、マイクロスイッチ451の可動接点と固定接点とが接続してON状態となることにより、第1接触部41が原点位置にあることを検出することができる。マイクロスイッチとしては従来技術を適宜利用すればよいので、その構成等についての詳しい説明は省略する。また、接触部の位置を検出する手段としては、上述のようなマイクロスイッチに限定されるものではなく、接触式、非接触式を問わず他の位置検出可能な装置を用いてもよい。

[0099] 第2接触部42と第3接触板部43は、水平方向に互いに向き合う配置で

設けられており、仰臥位のユーザ5の胴体を挟み込むように胴体の側面（脇腹）に接触してユーザ5の胴体の横幅を計測するためのものである。第2接触部42と第3接触板部43は、互いの対向距離を変えられるようにユニット本体40に対してそれぞれ水平方向に移動可能に組み付けられている。

[0100] 第2接触部42は、一部または全部が透明または半透明の材料からなり略垂直方向に延びる板状部材で構成されている。第2接触部42は、水平方向に突出した形状を有するスライド部42aが設けられている。ユニット本体40にはスライド部42aを挿通可能なガイド部402が設けられており、スライド部42aが、ガイド部402に差し込まれるとともに、ガイド部402に対して水平方向にスライドすることにより、第2接触部42が、ユニット本体40に対して水平方向に移動するように構成されている。また、第2接触部42の重量やスライド部42aとガイド部402との摺動抵抗等は、第2接触部42がユーザ5の胴体に接触したときに胴体に変形を生じさせないよう、胴体が第2接触部42から受ける反力が十分小さくなるように設定される。

[0101] 第2接触部42は、ばね等の不図示の付勢手段によって、第3接触部43（ユーザ5の胴体）との対向方向に付勢されており、呼吸動作等による胴体の形状の変化に追従できるように構成されている。付勢手段は、第2接触部42に加わる付勢力が、ユーザの胴体に変形を生じさせない十分に小さなものとなるように構成される。第2接触部42は、何も接触しなくなると付勢手段によって原点位置に復帰する。

[0102] 第2接触部42のスライド部42aには、第2検出部としてのロータリエンコーダ442から延びるワイヤ442aが取り付けられている。したがって、第2接触部42が移動することにより変化するワイヤ442aの引き出し長さをロータリエンコーダ442が検知することによって、第2接触部42の移動距離を検出することができる。

[0103] 原点位置センサとしてのマイクロスイッチ452は、第2接触部42が原点位置に位置しているときに、可動接点がスライド部42aに押されて固定

接点と接触するように配置される。ここで、第2接触部42の原点位置は、第2接触部42が一番伸びきった位置、すなわち、第2接触部42の可動域の一方の限界位置であって、第3接触部43との間隔を最も狭くする位置としている。詳しい図示は省略するが、マイクロスイッチ452は、第2接触部42が原点位置よりも押し込まれると可動接点と固定接点との接触状態が開放されるように構成される。したがって、マイクロスイッチ452は、第2接触部42が原点位置に位置しているときのみON状態となる。

[0104] また、胴体横幅測定時において第2接触部42がユーザ5の胴体と接触する位置は、ユニット本体40がベッド6上に設置される位置によって決まる。したがって、ユニット本体40が位置決めされる位置は、第2接触部42の胴体との接触位置が、原点位置よりもある程度押し込まれた位置となるように決定される。仮に、測定時における第2接触部42と胴体との接触位置を、第2接触部42がユーザ5の胴体側面に最初に触れる位置である原点位置としてしまうと、その時の呼吸状態によっては、その後の呼吸の変化によって、第2接触部42とユーザ5の胴体との接触状態が維持されない場合が生じてくる。すなわち、胴体の横幅が伸びる呼気時に接触した位置を測定位置にしてしまうと、吸気時に胴体の横幅が縮んだときに第2接触部42が胴体の形状変化に追従できず、非接触となってしまう。そうすると、吸気時における胴体の横幅を測定することができなくなり、呼吸の状態を反映した胴体の横幅の測定ができなくなってしまう。したがって、第2接触部42は、呼吸の状態にかかわらず胴体側面との接触状態が維持される、ある程度押し込まれた位置が測定位置となるようにユニット本体40の設置位置が決定される。

[0105] また、ユーザ5の胴体が第2接触部42の可動域を超えて押し付けられると胴体に変形を生じてしまう。したがって、このような押し付け過ぎを検知するための押し過ぎセンサとして、マイクロスイッチ454が、第2接触部42が可動限界位置に位置しているときに可動接点が第2接触部42に押されてON状態となるように、ユニット本体40に設けられている。なお、図

示等、詳しい説明は省略するが、マイクロスイッチ４５４がＯＮ状態となったときに、ユーザ５や作業者に対して第２接触部４２が胴体に押し付けられ過ぎていることを報知するためのブザー等の報知手段を設けてもよい。

[0106] 本実施例では、スライド部４２ａとガイド部４０２とを２組設けた構成としているが、３組以上設ける構成であってもよい。また、本実施例では、２組のスライド部４２ａとガイド部４０２のうちの一方の組に原点位置検知用のマイクロスイッチ４５２を設け、他方の組に押し過ぎ検知用のマイクロスイッチ４５４を設けた構成となっているが、これに限られるものではない。例えば、いずれの組にも原点位置用のマイクスイッチと押し過ぎ検知用のマイクロスイッチとを設けるような構成であってもよい。

[0107] 第３接触部４３は、一部または全部が透明または半透明の材料からなり略垂直方向に延びる板状部４３ａと、板状部４３ａの上部からユーザ５の胴体上方を水平方向に延出した形状を有するスライド部４３ｂと、を備えている。また、板状部４３ａの下端にはキャスター４３ｃが設けられている。スライド部４３ｂは、ユニット本体４０に設けられた略水平方向に延びるレール部４０３に対して水平方向にスライド可能に組み付けられる。また、図示等は省略するが、第２接触部４２に対して設けた上述の付勢手段と同様のものが、第３接触部４３に対しても設けられてもよい。

[0108] 第３接触部４３のスライド部４３ｂには、第３検出部としてのロータリエンコーダ４４３から延びるワイヤ４４３ａが取り付けられている。したがって、第３接触部４３が移動することによって変化するワイヤ４４３ａの引き出し長さをロータリエンコーダ４４３が検知することにより、第３接触部４３の移動距離を検出することができる。

[0109] 原点位置センサとしてのマイクロスイッチ４５３は、第３接触部４３が原点位置に位置しているときに、可動接点がスライド部４３ｂに押されて固定接点と接触するように配置されている。ここで、第３接触部４３の原点位置は、第３接触部４３がユニット本体４０に対して一番縮んだ位置、すなわち、第３接触部４３の可動域の一方の限界位置である、第２接触部４２との間

隔を最も狭くする位置としている。

[0110] ユニット本体 40 および第 3 接触部 43 のそれぞれの上部には、胴体縦横幅測定ユニット 4 を持ち易くして、ベッド 6 上への設置や、第 3 接触部 43 の位置合わせ等の作業性を向上させるための把持部 40b、43d が設けられている。レバー 46b は、ユニット本体 40 の把持部 40b に設けられている。なお、把持部 40b、43d の形状やレバー 46b の配置等は、これに限られるものではない。また、ユニット本体 40 の下端には、ユニット本体 40 の倒れ等を防止するため、ベッド 6 との接地面積を大きくする板部 40a が設けられている。

[0111] なお、図示は省略するが、各接触部が胴体から受ける反力を検知することができる圧力センサを設けてもよい。これにより、各接触部が胴体から受ける反力の大きさに基づいて、接触部が胴体に押し付けられ過ぎていないか否か等の胴体と接触部との接触状態を判断したり、反力の変化からユーザの呼吸状態を判断することができる。

[0112] 次に、図 7 を参照して、胴体縦横幅測定ユニット 400（体格情報計測部 400B）の機能的な構成について説明する。図 7 は、本発明の実施例に係る内臓脂肪測定装置の胴体縦横幅測定ユニットの機能ブロック図である。

[0113] 図 7 に示すように、胴体縦横幅測定ユニット 400（体格情報計測部 400B）は、主として、胴体縦横幅算出部 4b を含む制御部 4a と、測定スイッチ 4c と、縦幅検出用エンコーダ 441 と、横幅検出用エンコーダ 442、443 と、原点位置センサ 451、452、453 と、押し過ぎセンサ 454 と、を備えている。

[0114] 縦幅検出用エンコーダ 441 は、第 1 接触部 41 の原点位置からの下降距離を検出して制御部 4a に出力する。横幅検出用エンコーダ 442、443 は、第 2 接触部 42 の原点位置からの移動距離と、第 3 接触部 43 の原点位置からの移動距離とを検出して制御部 4a に出力する。

[0115] 原点位置センサ 451、452、453 は、第 1 接触部 41、第 2 接触部 42、第 3 接触部 43 がそれぞれ原点位置に位置しているか否か、すなわち

、各原点位置センサ４５１、４５２、４５３を構成するマイクロスイッチが、ＯＮ状態であるのかＯＦＦ状態であるのかを制御部４ａに出力する。また、押し過ぎセンサ４５４は、第２接触部４２が可動限界位置に位置しているか否か、すなわち、押し過ぎセンサ４５４を構成するマイクロスイッチが、ＯＮ状態であるのかＯＦＦ状態であるのかを制御部４ａに出力する。

[0116] 制御部４ａ、たとえばＣＰＵ（Central Processor Unit）によって構成されており、胴体縦横幅算出部４ｂが設けられている。胴体縦横幅算出部４ｂは、縦幅検出用エンコーダ４４１、横幅検出用エンコーダ４４２、４４３から入力される各接触部の移動距離の測定値、原点位置センサ４５１、４５２、４５３、押し過ぎセンサ４５４から入力されるＯＮ／ＯＦＦ信号に基づいて、ユーザの胴体の縦幅および横幅を算出する。

[0117] 制御部４ａの胴体縦横幅算出部４ｂによる胴体の縦横幅の算出は、測定スイッチ４ｃから出される算出開始の指令を受けてから行われる。

[0118] 制御部４ａは、胴体縦横幅算出部４ｂによって算出された胴体の縦横幅を体格情報として、内臓脂肪測定装置の制御部１３０Ｂに出力する。

[0119] <胴体縦横幅測定ユニットの動作>

次に、図８を参照して、胴体縦横幅測定ユニットによってユーザの胴体の縦横幅を測定する際の動作について説明する。

[0120] 図８は、本発明の実施例に係る内臓脂肪測定装置の胴体縦横幅測定ユニットの操作および動作処理の流れを示すフローチャートである。図８のフローチャートに示す処理は、予めプログラムとして内臓脂肪測定装置のメモリ部１５０Ｂあるいは胴体縦横幅測定ユニット４の不図示のメモリ部に格納されており、制御部４ａがこのプログラムを読み出して実行することにより、胴体縦横幅測定処理の機能が実現される。

[0121] 図８に示すように、制御部４ａは、第１接触部４１、第２接触部４２、第３接触部４３の全てが原点位置にセットされているか否か、すなわち、原点位置センサである各マイクロスイッチ４５１、４５２、４５３の全てがＯＮ状態となっているか否かを判断する（ステップＳ１０１）。制御部４ａは、

全ての接触部が原点位置にセットされるまで待機する（ステップS 1 0 1でN O）。

[0122] 全ての接触部が原点位置にセットされると（ステップS 1 0 1でY E S）、胴体縦横幅測定ユニット4 0 0が仰臥位のユーザ5を載せたベッド6上に設置される。具体的には、第2接触部4 2と第3接触部4 3が腹部両脇に配置されるように、第3接触部4 3をユニット本体4 0から水平方向に引き伸ばしてユーザ5の胴体のへそ位置を跨ぐように設置される（ステップS 1 0 2）。このとき、制御部4 aは、横幅検出用のロータリエンコーダ4 4 2、4 4 3によって検出される第2接触部4 2と第3接触部4 3の移動距離から胴体の横幅の測定を開始する。

[0123] 次に、制御部4 aは、第2接触部4 2と第3接触部4 3がそれぞれ胴体の側面に接しているか否かを判断する（ステップS 1 0 3）。本実施例では、第2接触部4 2と第3接触部4 3がいずれも原点位置から移動して、それぞれの原点位置センサであるマイクロスイッチ4 5 2とマイクロスイッチ4 5 3のいずれもがO F F状態となっているか否かを、第2接触部4 2と第3接触部4 3がそれぞれ胴体の側面に接しているか否かの判断要素としている。制御部4 aは、マイクロスイッチ4 5 2とマイクロスイッチ4 5 3のいずれもがO F F状態となるまで待機する（ステップS 1 0 3でN O）。

[0124] 第2接触部4 2と第3接触部4 3がそれぞれ胴体の側面に接していると判断されると（ステップS 1 0 3でY E S）、レバー4 6 bを引いて係止部4 6による第1接触部4 1の係止状態を解除し、第1接触部4 1を原点位置から下降させる（ステップS 1 0 4）。このとき、制御部4 aは、縦幅検出用のロータリエンコーダ4 4 1によって検出される第1接触部4 1の下降距離から胴体の縦幅の測定を開始する。

[0125] 第1接触部4 1の原点位置センサであるマイクロスイッチ4 5 1がO F F状態となり、第1接触部4 1の下降が確認されると（ステップS 1 0 5でY E S）、次に、第1接触部4 1の接触位置の確認が行われる。すなわち、第1接触部4 1の透明または半透明な部分から第1接触部4 1が胴体のへそ位

置に接触しているか否か確認する。接触位置がずれている場合には、ユニット4の設置位置を直して第1接触部41を胴体のへそ位置に合わせる。

[0126] 次に、制御部4aは、押し過ぎセンサであるマイクロスイッチ454がOFF状態となっているか否か、すなわち、第2接触部42が胴体の側面に押し付けられ過ぎていないか否かを判断する（ステップS107）。制御部4aは、マイクロスイッチ454がON状態の場合には、OFF状態となるまで待機する（ステップS107でNO）。

[0127] マイクロスイッチ454がOFF状態であり（ステップS107でYES）、測定スイッチ4cが押されることによって測定開始の指令が出された場合には、制御部4aは、測定値に基づいてユーザ5の胴体の縦横幅を確定する（ステップS108）。

[0128] 胴体の縦横幅の確定は、例えば、測定値から、胴体の縦幅および横幅の呼吸時の最大値、最小値、平均値をそれぞれ算出し、それらのうちのいずれかを胴体の縦幅および横幅とすることが行われる。

[0129] このようにして算出確定された胴体の縦横幅は、上述したように、内臓脂肪量の測定の際に、体格情報として制御部130Bに出力される。

[0130] 本実施例に係る胴体縦横幅測定ユニットによれば、胴体の縦幅と横幅とを同じ呼吸のタイミングで測定することができるので、呼吸の状態（吸気時または呼気時）を反映した胴体の縦横幅の測定が可能となる。

[0131] 本実施例に係る内臓脂肪測定装置によれば、ユーザの体格情報としてユーザの胴体の縦幅と横幅の2つの測定値を用いて内臓脂肪量を算出する。したがって、呼吸による胴体の形状変化の影響が低減され、測定精度の向上を図ることができる。

[0132] また、上述した従来技術とは異なり、インピーダンス情報を測定するための電極と、胴体の縦横幅を測定するための胴体縦横幅測定ユニットとを分離した構成となっている。したがって、胴体に接触させる各接触部は、従来のように電極を胴体表面に密着させるべく胴体の表面に押し付けたりする必要がなく、胴体表面に接触した状態であればよい。これにより、胴体の縦横幅

を測定するための接触部を接触させることによる胴体の変形を抑制することができ、胴体形状の算出値のばらつきの発生を抑制することができる。

[0133] また、胴体の縦幅と横幅とを同じ呼吸のタイミングで測定することができるので、呼吸の状態（吸気時または呼気時）を反映した胴体の縦横幅の測定が可能となる。また、各接触部がユーザの呼吸時の胴体形状の変化に追従することができるように構成されているので、より正確に呼吸の状態を反映した胴体の縦横幅の測定が可能となり、測定精度の向上を図ることができる。

[0134] なお、上記の実施例では、胴体縦横幅測定ユニットが内臓脂肪測定装置に用いられる場合を説明したが、本実施例に係る胴体縦横幅測定ユニットが用いられる装置としては、これに限られるものではなく、胴体の縦横幅を体格情報として用いる種々の測定装置に適用できることはいうまでもない。

符号の説明

- [0135] 100、100B 装置本体
110、110B 表示部
120、120B 操作部
130B 制御部
131B 演算処理部
131Ba インピーダンス算出部
131Bb 各種脂肪量算出部
140B 電源部
150B メモリ部
160B 電位差検出部
170B 回路切替部
180B 定電流生成部
190B ユーザ情報入力部
201、202、203、204 クリップ
300 ベルト
310 押し当て部材

3 2 1 ベルト部

3 2 2 バックル

4 0 0 胴体縦横幅測定ユニット

4 0 0 B 体格情報計測部

4 0 ユニット本体

4 1 第 1 接触部

4 2 第 2 接触部

4 3 第 3 接触部

4 4 1、4 4 2、4 4 3 ロータリエンコーダ

4 5 1、4 5 2、4 5 3 マイクロスイッチ

5 0 0 コンセント

E 電極

請求の範囲

- [請求項1] 仰臥位のユーザの胴体の上面に接触する第1接触部と、
胴体の一方の側面に接触する第2接触部と、
胴体の他方の側面に接触する第3接触部と、
ユーザが臥せている面から前記第1接触部の接触位置までの高さおよび前記第2接触部と前記第3接触部との間の距離から、胴体の縦幅および横幅を算出する胴体縦横幅算出部と、
を備えることを特徴とする胴体縦横幅測定ユニット。
- [請求項2] 前記第1接触部が垂直方向に移動可能に取り付けられるとともに前記第2接触部および前記第3接触部が水平方向に移動可能に取り付けられ、前記第2接触部または前記第3接触部がユーザの胴体の側面に接触する位置に位置決めされるユニット本体を有することを特徴とする請求項1に記載の胴体縦横幅測定ユニット。
- [請求項3] 前記第1接触部がユーザの胴体上方の原点位置から胴体上面に接触するまでの下降距離を検出する第1検出部と、
前記第2接触部の水平方向における原点位置からの移動距離を検出する第2検出部と、
前記第3接触部の水平方向における原点位置からの移動距離を検出する第3検出部と、をさらに備え、
前記胴体縦横幅算出部が、
前記第1検出部が検出する前記第1接触部の下降距離に基づいて、ユーザが臥せている面から前記第1接触部の接触位置までの高さを算出し、
前記第2検出部が検出する前記第2接触部の移動距離及び前記第3検出部が検出する前記第3接触部の移動距離に基づいて、前記第2接触部と前記第3接触部との間の距離を算出することを特徴とする請求項2に記載の胴体縦横幅測定ユニット。
- [請求項4] 前記第1接触部、前記第2接触部および／または前記第3接触部が

、ユーザの呼吸時の胴体形状の変化に追従するように移動可能であることを特徴とする請求項 3 に記載の胴体縦横幅測定ユニット。

[請求項5] 前記第 1 接触部、前記第 2 接触部および／または前記第 3 接触部が原点位置に位置しているか否かを検知するための原点位置センサを有することを特徴とする請求項 3 に記載の胴体縦横幅測定ユニット。

[請求項6] 前記第 2 接触部または前記第 3 接触部が可動限界位置に位置しているか否かを検知するための押し過ぎセンサを有することを特徴とする請求項 2 に記載の胴体縦横幅測定ユニット。

[請求項7] 前記第 1 接触部、前記第 2 接触部および／または前記第 3 接触部がユーザの胴体から受ける反力を検知する圧力センサを有することを特徴とする請求項 1 に記載の胴体縦横幅測定ユニット。

[請求項8] 前記第 1 接触部、前記第 2 接触部および／または前記第 3 接触部の一部または全部が、透明または半透明な部材で構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の胴体縦横幅測定ユニット。

[請求項9] 前記胴体縦横幅算出部が、前記第 1 接触部、前記第 2 接触部および前記第 3 接触部の移動距離から、胴体の縦幅および横幅の呼吸時の最大値、最小値、平均値を算出し、それらのうちのいずれかを胴体の縦幅及び横幅の測定値とすることを特徴とする請求項 2 に記載の胴体縦横幅測定ユニット。

[請求項10] 請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の胴体縦横幅測定ユニットを備えており、

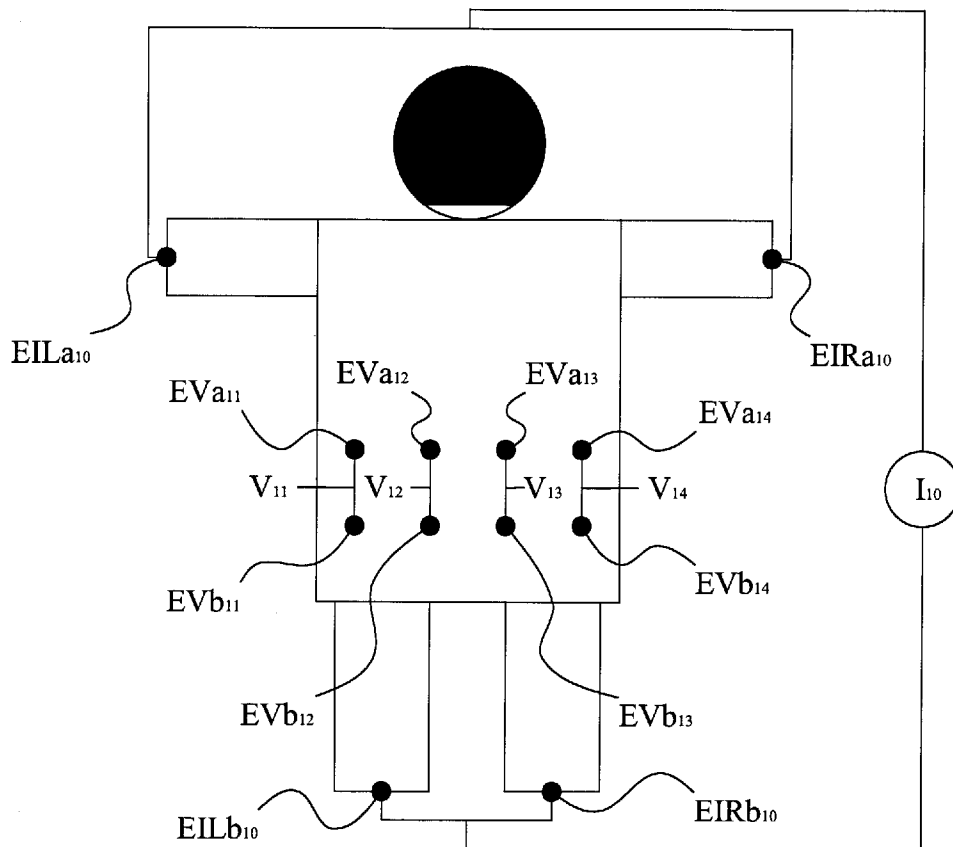
前記胴体縦横幅測定ユニットを用いて得られる胴体の縦横幅から算出される胴体のうち腹部を通り胴体の体軸に垂直な断面の胴体断面積と、

手足から胴体を通るように電流を流し、胴体表面の一部の電位差を測定することで得られた胴体全体のインピーダンス情報と、

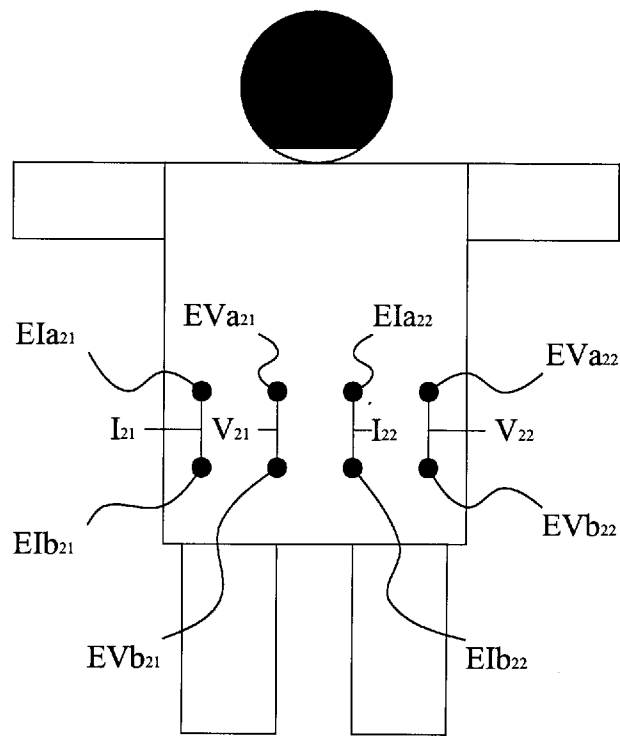
胴体の表層付近を通るように電流を流し、胴体表面の一部の電位差を測定することで得られた胴体表層部のインピーダンス情報と、

に基づいて、内臓脂肪量を算出することを特徴とする内臓脂肪測定装置。

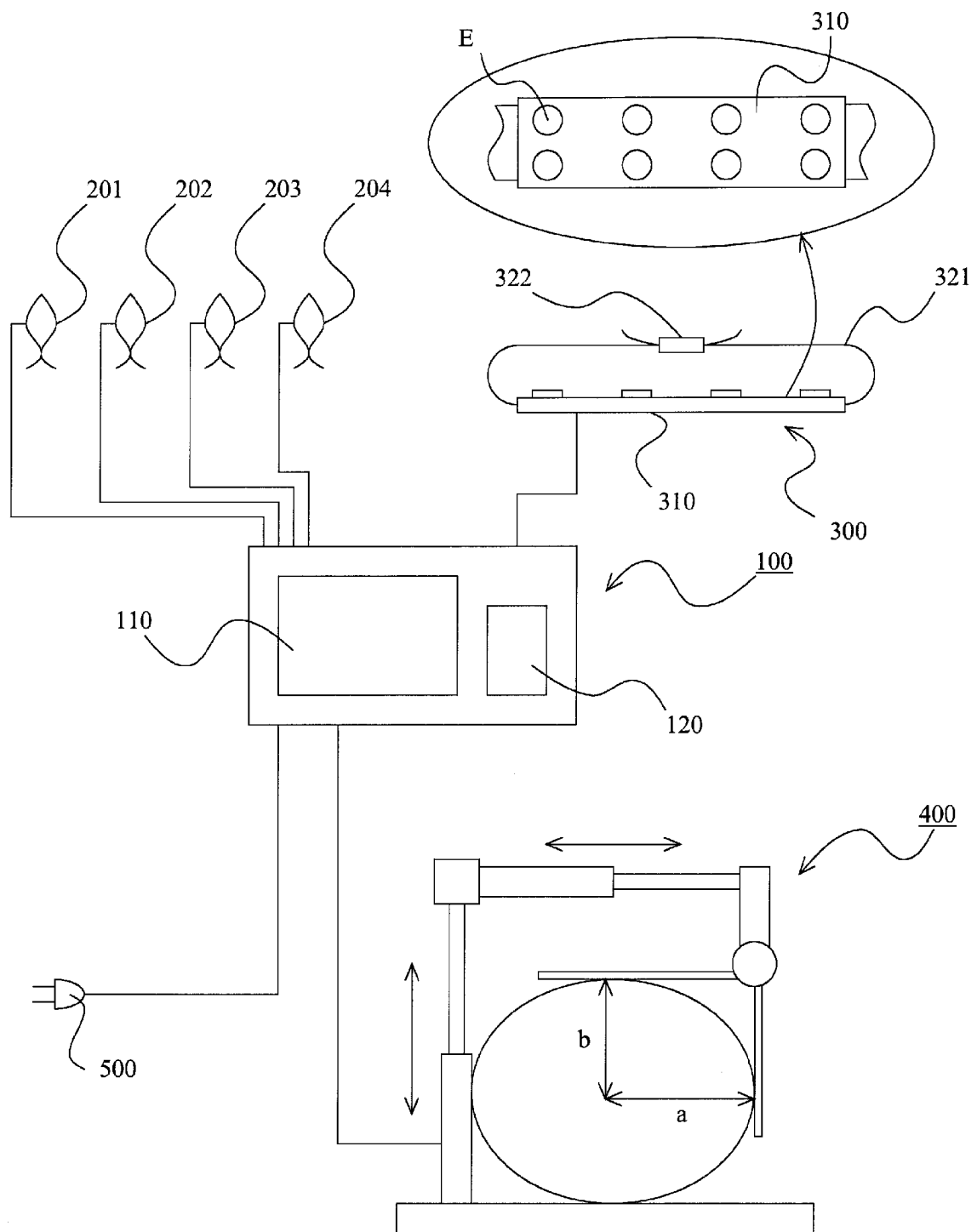
[図1]



[図2]



[図3]



100B

110B 表示部

120B 操作部

140B 電源部

150B メモリ部

130B

131B

演算処理部

インピーダンス算出部 131Ba

各種脂肪量算出部 131Bb

160B 電位差検出部

170B 回路切替部

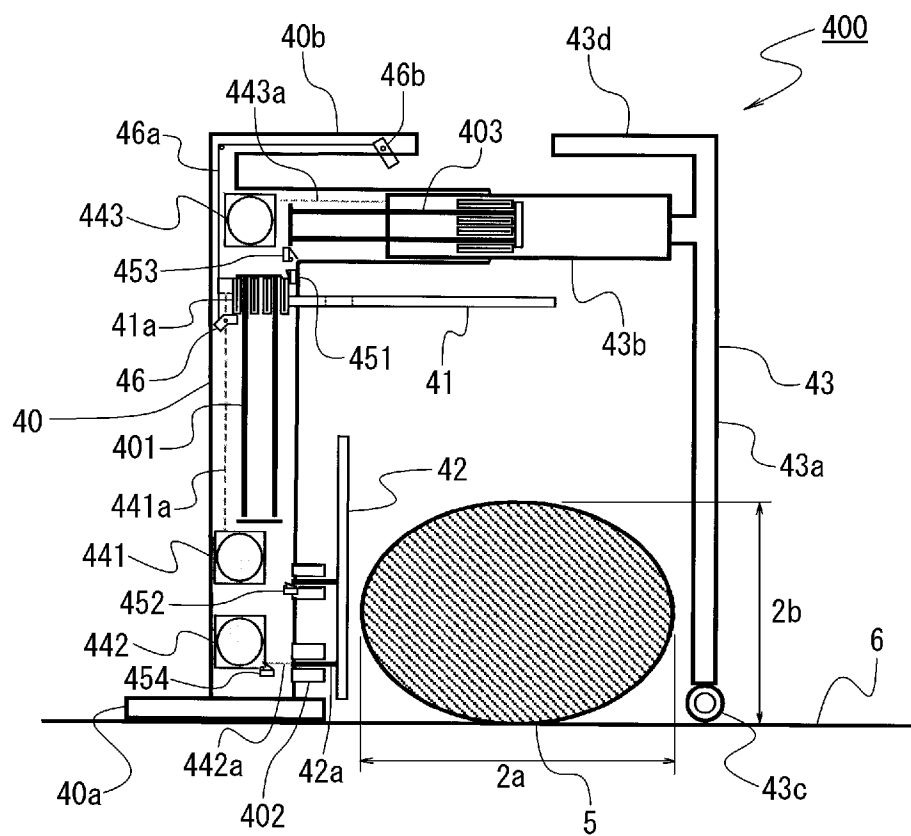
180B 定電流生成部

190B ユーザ情報入力部

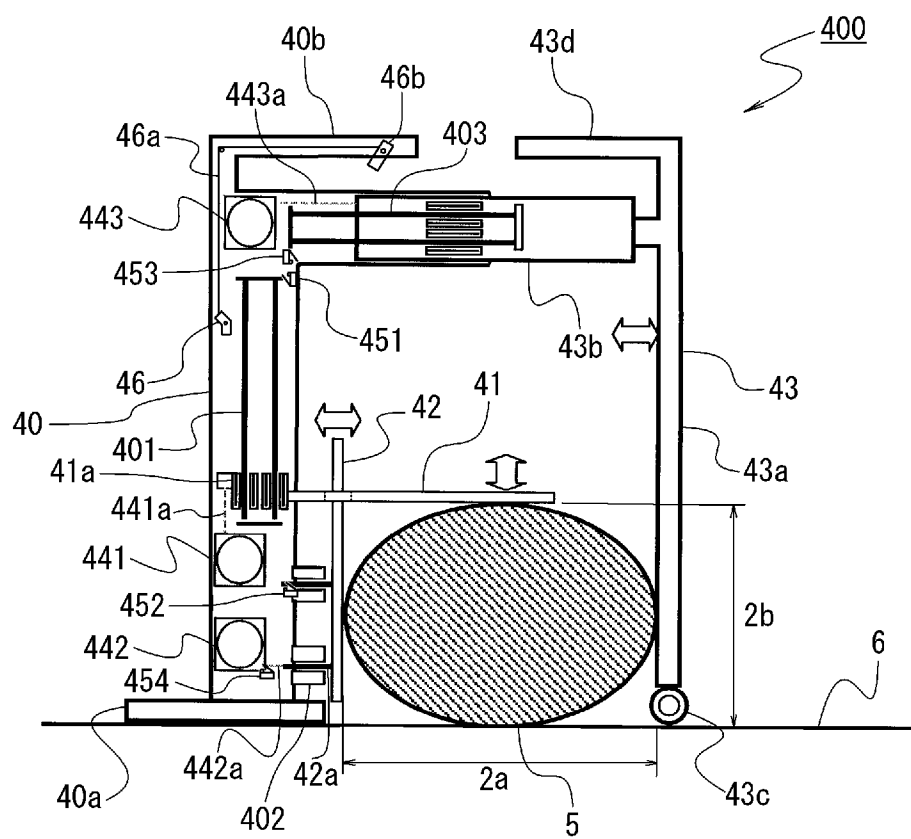
E (EL, EV)

400B 体格情報計測部

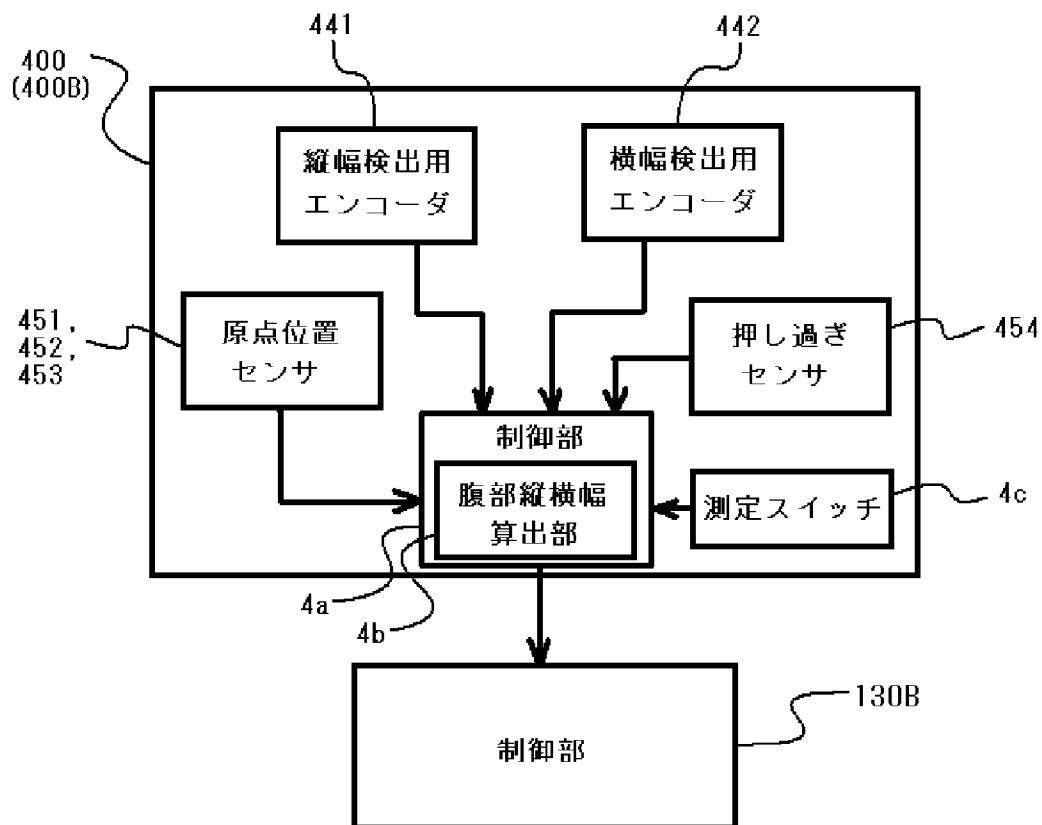
[図5]



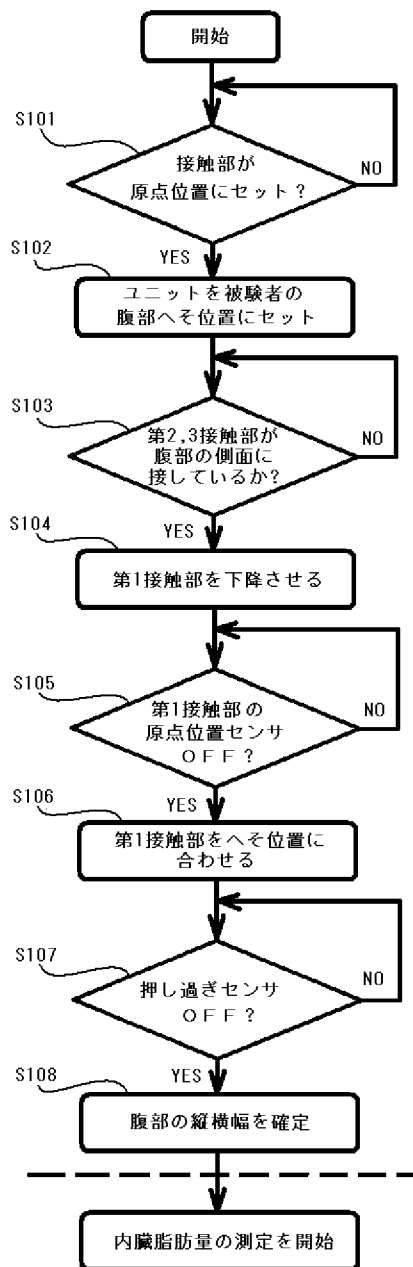
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/066409

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B5/05(2006.01)i, A61B5/107(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B5/05, A61B5/107

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2001-212111 A (Mitsubishi Electric Corp.), 07 August 2001 (07.08.2001), paragraphs [0031], [0043] (Family: none)	1-3, 5, 8, 10 4, 6, 7, 9
Y A	JP 2008-23232 A (Tanita Corp.), 07 February 2008 (07.02.2008), paragraph [0031] (Family: none)	1-3, 5, 8 4, 6, 7, 9, 10
Y A	JP 2005-288023 A (Tanita Corp.), 20 October 2005 (20.10.2005), paragraph [0044] & EP 1584290 A1 & US 2005/0222516 A1	1-3, 5, 8 4, 6, 7, 9, 10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 October, 2009 (14.10.09)

Date of mailing of the international search report
27 October, 2009 (27.10.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/066409

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2007-130072 A (Omron Healthcare Co., Ltd.), 31 May 2007 (31.05.2007), paragraph [0056] (Family: none)	10 1-9
A	JP 2002-238871 A (Kao Corp.), 27 August 2002 (27.08.2002), entire text; all drawings & WO 2002/065900 A2 & EP 1363531 A & US 2004/0077969 A1	1-10
A	JP 2007-175142 A (Tanita Corp.), 12 July 2007 (12.07.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2005-103198 A (Omron Healthcare Co., Ltd.), 21 April 2005 (21.04.2005), entire text; all drawings & US 2005/0107717 A1 & CN 1602804 A	1-10
A	JP 2006-34598 A (Tanita Corp.), 09 February 2006 (09.02.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2008-49114 A (Tanita Corp.), 06 March 2008 (06.03.2008), entire text; all drawings & EP 1882448 A1 & US 2008/0021349 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. A61B5/05(2006.01)i, A61B5/107(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. A61B5/05, A61B5/107

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2001-212111 A (三菱電機株式会社) 2001.08.07, 段落[0031], [0043] (ファミリーなし)	1-3, 5, 8, 10 4, 6, 7, 9
Y A	JP 2008-23232 A (株式会社タニタ) 2008.02.07, 段落[0031] (ファミリーなし)	1-3, 5, 8 4, 6, 7, 9, 10
Y A	JP 2005-288023 A (株式会社タニタ) 2005.10.20, 段落[0044] & EP 1584290 A1 & US 2005/0222516 A1	1-3, 5, 8 4, 6, 7, 9, 10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.10.2009

国際調査報告の発送日

27.10.2009

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

川上 則明

2Q

3704

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2007-130072 A (オムロンヘルスケア株式会社) 2007. 05. 31, 段落[0056] (ファミリーなし)	10 1-9
A	JP 2002-238871 A (花王株式会社) 2002. 08. 27, 全文、全図 & WO 2002/065900 A2 & EP 1363531 A & US 2004/0077969 A1	1-10
A	JP 2007-175142 A (株式会社タニタ) 2007. 07. 12, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2005-103198 A (オムロンヘルスケア株式会社) 2005. 04. 21, 全文、全図 & US 2005/0107717 A1 & CN 1602804 A	1-10
A	JP 2006-34598 A (株式会社タニタ) 2006. 02. 09, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2008-49114 A (株式会社タニタ) 2008. 03. 06, 全文、全図 & EP 1882448 A1 & US 2008/0021349 A1	1-10