

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-181524
(P2007-181524A)

(43) 公開日 平成19年7月19日(2007.7.19)

(51) Int. Cl. F I テーマコード(参考)
A 6 1 B 5/05 (2006.01) A 6 1 B 5/05 B 4 C 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2006-405 (P2006-405)	(71) 出願人	000208444 大和製衡株式会社 兵庫県明石市茶園場町5番22号
(22) 出願日	平成18年1月5日(2006.1.5)	(74) 代理人	100065868 弁理士 角田 嘉宏
		(74) 代理人	100106242 弁理士 古川 安航
		(74) 代理人	100110951 弁理士 西谷 俊男
		(72) 発明者	増田 安俊 兵庫県明石市茶園場町5番22号 大和製衡株式会社内
		(72) 発明者	三田尾 健司 兵庫県明石市茶園場町5番22号 大和製衡株式会社内

最終頁に続く

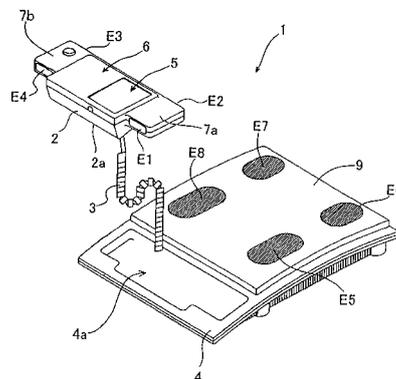
(54) 【発明の名称】 体組成計

(57) 【要約】

【課題】従来の構成では生体インピーダンスを測定できなかった身体部位について体組成を推定することが可能な体組成計を提供する。

【解決手段】被検者の皮膚に接触させるための複数の電極と、前記複数の電極を通電及び電圧検出に用いて被検者の身体の生体インピーダンスを測定する生体インピーダンス測定装置と、前記検出された生体インピーダンスを用いて被検者の体組成を演算する体組成演算装置と、を備え、前記体組成演算装置は、前記検出された被検者の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位の体組成を推定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検者の皮膚に接触させるための複数の電極と、
前記複数の電極を通電及び電圧検出に用いて被検者の身体の生体インピーダンスを測定する生体インピーダンス測定装置と、
前記検出された生体インピーダンスを用いて被検者の体組成を演算する体組成演算装置と、を備え、
前記体組成演算装置は、前記検出された被検者の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位の体組成を推定する、体組成計。

【請求項 2】

前記電極及び生体インピーダンス測定装置は、被検者の身体中における複数の身体部位について生体インピーダンスを測定可能に構成され、
前記体組成演算装置は、前記複数の身体部位について生体インピーダンスの測定状態を検出し、
前記測定状態が第 1 の条件を満たさない身体部位が存在する場合に、
前記測定状態が第 1 の条件を満たす身体部位の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位の体組成を推定する、請求項 1 に記載の体組成計。

10

【請求項 3】

前記推定が、少なくとも一つの身体部位の生体インピーダンスを含む変数を独立変数とし、生体インピーダンス測定不能部位の体組成を従属変数とする重回帰式を用いて行なわれる、請求項 1 に記載の体組成計。

20

【請求項 4】

前記独立変数として、さらに、年齢、性別、身長、体重、BMI、胴囲からなる群から選ばれる少なくとも一つを含む変数を用いる、請求項 3 に記載の体組成計。

【請求項 5】

前記測定状態は、前記身体部位の生体インピーダンスを測定する際の前記電極と被検者の身体との接触不良の有無であって、
前記体組成演算装置は、接触不良のある電極が存在する場合に、
接触不良のない電極を用いて測定された生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位の体組成を推定する、請求項 2 に記載の体組成計。

30

【請求項 6】

前記測定状態は、前記身体部位の生体インピーダンスを測定するために使用される電極の接触状態である、請求項 2 に記載の体組成計。

【請求項 7】

さらに、前記電極の使用と不使用とを設定する設定手段を備え、
前記測定状態は、前記電極の使用と不使用との設定状態であって、
前記体組成演算装置は、前記設定状態が不使用となっている電極が存在する場合に、
前記設定状態が使用となっている電極を用いて検出された生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位の体組成を推定する、請求項 2 に記載の体組成計。

40

【請求項 8】

さらに、被検者の身体部位別の体組成を表示する表示装置を備え、
ある身体部位の体組成が前記推定により求められたものである場合に、その身体部位の体組成が推定により求められたものである旨を表示する、請求項 1 に記載の体組成計。

【請求項 9】

前記電極として、電流印加用電極と電圧測定用電極とを、右手、左手、右足、左足のそれぞれに対応して 1 対ずつ備え、
前記体組成演算装置は、右足および左足の電極がいずれも接触良好であり右手または左手の電極の少なくとも一つが接触不良である場合に、少なくとも一方の足の電極を用いて測定された身体部位の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定

50

不能部位である右腕部、左腕部、体幹部の体組成を推定する、請求項6に記載の体組成計。

【請求項10】

前記電極として、電流印加用電極と電圧測定用電極とを、右手、左手、右足、左足のそれぞれに対応して1対ずつ備え、

前記体組成演算装置は、右手および左手の電極がいずれも接触良好であり右足または左足の電極の少なくとも一つが接触不良である場合に、少なくとも一方の手の電極を用いて測定された身体部位の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定する、請求項6に記載の体組成計。

10

【請求項11】

前記電極として、電流印加用電極と電圧測定用電極とを、右手、左手、右足、左足のそれぞれに対応して1対ずつ備え、

前記体組成演算装置は、片手および片足の電極が接触良好でありその余の電極が接触不良である場合に、接触良好な電極を用いて測定された身体部位の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定する、請求項6に記載の体組成計。

【請求項12】

前記電極として、電流印加用電極と電圧測定用電極とを、右手、左手、右足、左足のそれぞれに対応して1対ずつ備え、

前記体組成演算装置は、右足および左足の電極がいずれも接触良好であり右手または左手の電極がいずれも接触不良である場合に、両脚部の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定する、請求項6に記載の体組成計。

20

【請求項13】

前記電極として、電流印加用電極と電圧測定用電極とを、右手、左手、右足、左足のそれぞれに対応して1対ずつ備え、

前記体組成演算装置は、右手および左手の電極がいずれも接触良好であり右足または左足の電極がいずれも接触不良である場合に、両腕部の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定する、請求項6に記載の体組成計。

30

【請求項14】

前記電極として、電流印加用電極と電圧測定用電極とを、右手、左手、右足、左足のそれぞれに対応して1対ずつ備え、

前記体組成演算装置は、右足および左足の電極がいずれも接触良好であり右手または左手の電極のいずれか一方が接触不良である場合に、少なくとも一方の足の電極を用いて測定された生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右腕部、左腕部、体幹部の体組成を推定し、

右手および左手の電極がいずれも接触良好であり右足または左足の電極のいずれか一方が接触不良である場合に、少なくとも一方の手の電極を用いて測定された生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定し、

40

片手および片足の電極が接触良好でありその余の電極が接触不良である場合に、接触良好な電極間の身体部位の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定し、

右足および左足の電極がいずれも接触良好であり右手または左手の電極がいずれも接触不良である場合に、両脚部の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定し、

右手および左手の電極がいずれも接触良好であり右足または左足の電極がいずれも接触不良である場合に、両腕部の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダン

50

ス測定不能部位である右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定する、請求項 6 に記載の体組成計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、体組成計に関する。より詳しくは、被検者の身体部位別の体組成を推定する体組成計に関する。

【背景技術】

【0002】

健康増進等に役立てるべく、体脂肪率、体脂肪量、除脂肪量、体筋肉率、体筋肉量、骨率、骨量、体水分率、体水分、基礎代謝量、内臓脂肪面積指数等の体組成を算出する体組成計が知られている。体組成計では、一般的に、被検者の身体に電極を接触させ、生体内を通る経路のインピーダンス（生体インピーダンス）を測定する。得られた結果と、体重、身長等とを組み合わせ、各種の健康指標が算出される。

10

【0003】

一般的な体組成計では、生体インピーダンスの測定結果から被検者の全身にかかる健康指標を算出する。しかしながら、近年は身体バランスを考慮すべく、被検者の身体部位別（腕部、脚部等）の体組成を高精度で算出できる技術が望まれるようになっている。

【0004】

被検者の身体部位別の体組成を求める装置として、特許文献 1 に開示された体組成計がある。この体組成計は、右の掌、右手の親指、左の掌、左手の親指、右足裏前方、右足裏後方、左足裏前方及び左足裏後方にそれぞれ 1 個ずつ、合計 8 個の電極を接触させる。該電極は個別に選択され、身体部位別に生体インピーダンスが検出され、得られた結果から身体部位別の体組成が推定される。

20

【0005】

この体組成計においては、例えば右手の親指と左手の親指の間に一定電流を印加し、右の掌と右足裏前方間の電圧を測定することにより、右手首から右肩関節にかけて（右腕部）の抵抗（生体インピーダンス）が求められる。さらに、右腕部の生体インピーダンスに基づいて、右腕部の体組成が求められる。

【特許文献 1】特表平 10 - 510455 号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前記従来構成においては、例えば、右手の親指の電極に接触不良等がある場合、右腕部の生体インピーダンスが測定できず、よって右腕部の体組成も推定できなかつた。すなわち、前記従来構成において電極の全てが良好な測定状態にない場合、生体インピーダンスを測定できない身体部位が発生し、かかる身体部位については体組成を求めることができなくなるといった問題があった。また、4 電極（足電極のみ、あるいは手電極のみ）の構成では、そもそも身体部位別に生体インピーダンスを測定できないため、身体部位別の体組成を推定することができなかつた。

40

【0007】

本発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、従来構成では生体インピーダンスを測定できなかつた身体部位についても体組成を推定することが可能な体組成計を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明の体組成計は、被検者の皮膚に接触させるための複数の電極と、前記複数の電極を通電及び電圧検出に用いて被検者の身体の生体インピーダンスを測定する生体インピーダンス測定装置と、前記検出された生体インピーダンスを用いて被検者の体組成を演算する体組成演算装置と、を備え、前記体組成演算装置は、前記

50

検出された被検者の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位の体組成を推定する。

【0009】

かかる構成では、検出された被検者の生体インピーダンスに基づいて、従来の構成では推定できなかった、被検者の生体インピーダンス測定不能部位の体組成を推定することが可能となる。よって、例えば足電極のみの構成であっても、脚部の生体インピーダンスと腕部の体組成との相関関係に基づいて腕部の体組成を推定できる。

【0010】

上記体組成計において、前記電極及び生体インピーダンス測定装置は、被検者の身体中における複数の身体部位について生体インピーダンスを測定可能に構成され、前記体組成演算装置は、前記複数の身体部位について生体インピーダンスの測定状態を検出し、前記測定状態が第1の条件を満たさない身体部位が存在する場合に、前記測定状態が第1の条件を満たす身体部位の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位の体組成を推定してもよい。あるいは、前記測定状態は、前記身体部位の生体インピーダンスを測定する際の前記電極と被検者の身体との接触不良の有無であって、前記体組成演算装置は、接触不良のある電極が存在する場合に、接触不良のない電極を用いて測定された生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位の体組成を推定してもよい。あるいは、前記測定状態は、前記身体部位の生体インピーダンスを測定するために使用される電極の接触状態であってもよい。

10

【0011】

かかる構成では、接触不良等により測定状態が所定の条件を満たさない身体部位が存在する場合でも、良好な測定状態で測定できた身体部位の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位の体組成を推定できる。例えば、左右の手電極と足電極とを有する構成において、右手の電極に接触不良があれば右腕部の生体インピーダンスが測定不良状態となるが、かかる場合であっても、左腕部～体幹部～左脚部の生体インピーダンス等から、右腕部の体組成を推定できる。

20

【0012】

上記体組成計において、前記推定が、少なくとも一つの身体部位の生体インピーダンスを含む変数を独立変数とし、生体インピーダンス測定不能部位の体組成を従属変数とする重回帰式を用いて行なわれてもよい。

30

【0013】

かかる構成では、身体部位の生体インピーダンスに基づいて体組成を演算するため、精度よく生体インピーダンス測定不能部位の体組成を推定できる。

【0014】

上記体組成計において、前記独立変数として、さらに、年齢、性別、身長、体重、BMI、胸囲からなる群から選ばれる少なくとも一つを含む変数を用いてもよい。

【0015】

かかる構成では、さらに、年齢、性別、身長、体重、BMI、胸囲に基づいて体組成を演算できるため、さらに精度よく生体インピーダンス測定不能部位の体組成を推定できる。

40

【0016】

上記体組成計において、さらに、前記電極の使用と不使用とを設定する設定手段を備え、前記測定状態は、前記電極の使用と不使用との設定状態であって、前記体組成演算装置は、前記設定状態が不使用となっている電極が存在する場合に、前記設定状態が使用となっている電極を用いて検出された生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位の体組成を推定してもよい。

【0017】

かかる構成では、接触不良等があることが予め分かっている電極を不使用に設定しておくことで、電極の測定状態を判定する必要がなく、迅速に被検者の生体インピーダンス測定不能部位の体組成を推定することができる。

50

【 0 0 1 8 】

上記体組成計において、さらに、被検者の身体部位別の体組成を表示する表示装置を備え、ある身体部位の体組成が前記推定により求められたものである場合に、その身体部位の体組成が推定により求められたものである旨を表示してもよい。

【 0 0 1 9 】

かかる構成では、ある身体部位の体組成が該身体部位の生体インピーダンスに基づいて得られたものであるのか、他の身体部位の生体インピーダンスに基づいて得られたものであるのかを、ユーザが簡単に判別できる。

【 0 0 2 0 】

上記体組成計において、前記電極として、電流印加用電極と電圧測定用電極とを、右手、左手、右足、左足のそれぞれに対応して1対ずつ備え、前記体組成演算装置は、右足および左足の電極がいずれも接触良好であり右手または左手の電極の少なくとも一つが接触不良である場合に、少なくとも一方の足の電極を用いて測定された身体部位の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右腕部、左腕部、体幹部の体組成を推定してもよい。

10

【 0 0 2 1 】

かかる構成では、手電極が接触不良であっても右腕部、左腕部、体幹部の体組成を推定できる。

【 0 0 2 2 】

上記体組成計において、前記電極として、電流印加用電極と電圧測定用電極とを、右手、左手、右足、左足のそれぞれに対応して1対ずつ備え、前記体組成演算装置は、右手および左手の電極がいずれも接触良好であり右足または左足の電極の少なくとも一つが接触不良である場合に、少なくとも一方の手の電極を用いて測定された身体部位の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定してもよい。

20

【 0 0 2 3 】

かかる構成では、足電極が接触不良であっても右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定できる。

【 0 0 2 4 】

上記体組成計において、前記電極として、電流印加用電極と電圧測定用電極とを、右手、左手、右足、左足のそれぞれに対応して1対ずつ備え、前記体組成演算装置は、片手および片足の電極が接触良好でありその余の電極が接触不良である場合に、接触良好な電極を用いて測定された身体部位の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定してもよい。

30

【 0 0 2 5 】

かかる構成では、片手および片足の電極が接触不良であっても、右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定できる。

【 0 0 2 6 】

上記体組成計において、前記電極として、電流印加用電極と電圧測定用電極とを、右手、左手、右足、左足のそれぞれに対応して1対ずつ備え、前記体組成演算装置は、右足および左足の電極がいずれも接触良好であり右手または左手の電極がいずれも接触不良である場合に、両脚部の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定してもよい。

40

【 0 0 2 7 】

かかる構成では、両手の電極がいずれも接触不良であっても、右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定できる。

【 0 0 2 8 】

上記体組成計において、前記電極として、電流印加用電極と電圧測定用電極とを、右手、左手、右足、左足のそれぞれに対応して1対ずつ備え、前記体組成演算装置は、右手お

50

よび左手の電極がいずれも接触良好であり右足または左足の電極がいずれも接触不良である場合に、両腕部の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定してもよい。

【0029】

かかる構成では、両足の電極がいずれも接触不良であっても、右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定できる。

【0030】

上記体組成計において、前記電極として、電流印加用電極と電圧測定用電極とを、右手、左手、右足、左足のそれぞれに対応して1対ずつ備え、前記体組成演算装置は、右足および左足の電極がいずれも接触良好であり右手または左手の電極のいずれか一方が接触不良である場合に、少なくとも一方の足の電極を用いて測定された生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右腕部、左腕部、体幹部の体組成を推定し、右手および左手の電極がいずれも接触良好であり右足または左足の電極のいずれか一方が接触不良である場合に、少なくとも一方の手の電極を用いて測定された生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定し、片手および片足の電極が接触良好でありその余の電極が接触不良である場合に、接触良好な電極間の身体部位の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定し、右足および左足の電極がいずれも接触良好であり右手または左手の電極がいずれも接触不良である場合に、両脚部の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定し、右手および左手の電極がいずれも接触良好であり右足または左足の電極がいずれも接触不良である場合に、両腕部の生体インピーダンスに基づいて、被検者の生体インピーダンス測定不能部位である右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定してもよい。

10

20

【0031】

かかる構成では、右手、左手、右足、左足のいずれか1つまたは2つに接触される電極で接触不良であっても、右腕部、左腕部、右脚部、左脚部、体幹部の体組成を推定できる。

【発明の効果】

30

【0032】

本発明は、以上のような構成を有し、以下のような効果を奏する。すなわち、従来の構成では体組成が推定できなかった身体部位についても体組成を推定可能な体組成計を提供可能であるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

(第1実施形態)

[装置構成]

先ず、本発明の第1実施形態の体組成計の構成について、図1及び図2を用いて説明する。

40

【0034】

図1は、本発明の第1実施形態の体組成計の構成を模式的に示す斜視図である。図2は、本発明の第1実施形態の体組成計が有する判定表示部の構成を模式的に示す平面図である。本実施形態における体組成計は、生体電気インピーダンス法を利用して被検者の体組成(体脂肪率、体脂肪量、除脂肪量、体筋肉率、体筋肉量、骨率、骨量、体水分率、体水分、基礎代謝量、内臓脂肪面積指数等)を演算し、かつ、その演算結果を表示手段に表示する。

【0035】

図1に示すように、本実施形態に係る体組成計1は、設置部4と、該設置部4に対して

50

着脱自在な判定表示部 2 とを有して構成されている。図 1 では、設置部 4 と判定表示部 2 とが相互に隔離された状態が図示されている。判定表示部 2 を設置部 4 に装着する場合には、設置部 4 に設けられている収納領域 4 a 内に判定表示部 2 の脱着部 2 a が位置するように、判定表示部 2 を設置する。設置部 4 と判定表示部 2 とは、接続ケーブル 3 によって相互に電氣的に接続されている。体組成計 1 は、設置部 4 と判定表示部 2 とが接続ケーブル 3 を介して相互に電氣的に接続されることによって、体組成計 1 としての所定の機能を発現するように構成されている。

【0036】

図 1 に示すように、設置部 4 は、生体インピーダンス測定面 9 を有している。生体インピーダンス測定面 9 上には、生体インピーダンスを測定（単なる検出を含む、以下同じ）する際に使用する電極 E 5、E 6、E 7、E 8 の各々が所定の位置に配設されている。ここで、被検者が自身の生体インピーダンスを測定する際には、被検者の左足を電極 E 5、E 6 の上に、右足を電極 E 7、E 8 の上に載せる。この時、電極 E 5 には被検者の左足裏の土踏まずより前方部分（以下、「母指丘部分」という。）が、第 6 の電極 E 6 には被検者の左足裏の踵部分が、第 7 の電極 E 7 には被検者の右足裏の踵部分が、第 8 の電極 E 8 には被検者の右足裏の母指丘部分がそれぞれ接触される。本実施形態において、設置部 4 の生体インピーダンス測定面 9 は、被検者の体重を測定することができるように構成されている。具体的には、設置部 4 は支持体 20 と支持体 20 にロードセル（図示せず）を介して支持された可動体 21 とを有している。そして、可動体 21 の上面に、上述のインピーダンス測定面 9 及び収納領域 4 a が設けられている。

10

20

【0037】

図 1 に示すように、判定表示部 2 は、表示部 5 と、操作部 6 と、保持部 7 a 及び 7 b とを有している。表示部 5 には、後述する操作部 6 を操作して入力される被検者の身長、年齢、性別、胴囲（ウエスト長）等や後述する重量測定手段によって測定された被検者の体重を含む身体特定情報等の各種データが表示される。操作部 6 にはさらに、図 2 に示すように、電源 ON/OFF キー 6 a、初期設定モード、測定モード、登録モード等のモードを切り換えるためのモード切り換えキー 6 b と、被検者を特定する身体特定情報等を入力する際の設定画面を切り換えるための設定画面切り換えキー 6 c と、前記身体特定情報等を記憶部に記憶させるための登録キー 6 d と、前記身体特定情報等を入力するためのテンキー 6 f と、被検者の生体インピーダンスを測定するための測定キー 6 g とが配設されている。これらの各種入力キー 6 a ~ 6 g を適宜操作することによって、体組成計 1 による被検者の生体インピーダンスの測定と、その測定によって得られた体組成の表示とが行われる。図 1 及び図 2 に示すように、判定表示部 2 には、その本体部から板状に突出してなる保持部 7 a 及び 7 b が設けられている。保持部 7 a 及び 7 b には、生体インピーダンスを測定する際に使用する電極 E 1、E 2、E 3、E 4 が配設されている。被検者は、自身の生体インピーダンスを測定するために判定表示部 2 を保持する際、保持部 7 a に配設されている電極 E 1 に左手の人差し指を接触させると共に電極 E 2 に左手の親指を接触させ、かつ、保持部 7 b に配設されている電極 E 3 に右手の親指を接触させると共に電極 E 4 に右手の人差し指を接触させるようにして、判定表示部 2 を保持する。

30

40

【0038】

体組成計 1 において、判定表示部 2 に配設されている電極 E 1 ~ E 4 と、設置部 4 に配設されている電極 E 5 ~ E 8 とは、後述する生体インピーダンス測定回路 8 および電極切り換えスイッチ 11 と共に、被検者の生体インピーダンスを測定するための生体インピーダンス測定手段（インピーダンス測定装置）を構成している。より具体的には、電極 E 1、E 4、E 5、E 8 は、これらの電極のうちの任意の 2 つの電極を対にすることで、それぞれ被検者の左手の人差し指、右手の人差し指、左足の母指丘部分、右足の母指丘部分を測定路末端とする電流経路に所定の高周波電流を流すための電極（電流印加用電極）である。電極 E 2、E 3、E 6、E 7 は、これらの電極のうちの任意の 2 つの電極を介して被検者の身体の各部位における生体インピーダンスに応じた電圧を測定するために用いられる電極（電圧測定用電極）である。電極 E 1 ~ E 4 は、判定表示部 2 の内部において図示

50

されない所定の配線によって生体インピーダンス測定回路 8 に接続されている。電極 E 5 ~ E 8 は、接続ケーブル 3 を介して生体インピーダンス測定回路 8 に接続されている。

【0039】

次に、本発明の実施の形態に係る体組成計の電気回路の構成について、図 3 を用いて説明する。図 3 は、本発明の第 1 実施形態の体組成計の電気回路の構成を模式的に示すブロック図である。図 3 に示すように、体組成計 1 は、演算処理部 13 (体組成演算装置) を有している。この演算処理部 13 は、CPU 等の演算処理装置からなる演算部 15 と、メモリ等の記憶装置からなる記憶部 16 とを備えている。ここで、演算部 15 では、記憶部 16 に記憶された各種データや各種ルーチンに基づく演算及び判定処理等が実行される。記憶部 16 では、操作部 6 に配設された各種入力キー 6a ~ 6g が適宜操作されて入力された被検者を特定する様々な身体特定情報や、電極 E 1 ~ E 8 を介して測定された被検者の身体部位、例えば、右腕部、左腕部、体幹部、右脚部、左脚部等の生体インピーダンスが記憶される。記憶部 16 には、身体部位の体組成を推定するための演算式等、体組成計 1 が動作するために必要な情報及び各種プログラム等も記憶されている。記憶部 16 には、後述するロードセル 10 等の重量測定手段によって測定された被検者の体重データも記憶される。演算部 15 と記憶部 16 とは、バスを介して相互に電氣的に接続されている。

10

【0040】

一方、演算処理部 13 には、生体インピーダンス測定回路 8 と、各種入力キー 6a ~ 6g と、表示部 5 と、ロードセル 10 と、時計 14 とが、I/O 12 を介して電氣的に接続されている。

20

【0041】

生体インピーダンス測定回路 8 は、電極 E 1 ~ E 8 を介して被検者の身体部位のそれぞれについて生体インピーダンスを測定する。より具体的には、生体インピーダンス測定回路 8 は、ここでは図示しない複数の相異なる周波数の高周波電流を出力する高周波電流源 (定電流回路) と、高周波電流が流れる電流経路における相異なる 2 点間の電圧差を測定する図示しない電圧測定器とを備えている。そして、生体インピーダンス測定回路 8 における定電流回路は後述する電極切り換えスイッチ 11 を介して電極 E 1 ~ E 8 に電氣的に接続可能に配線されており、これにより被検者の身体の左手、左足、右手、右足のいずれか 2 点を末端とする電流経路に所定の周波数の高周波電流を流す。一方、生体インピーダンス測定回路 8 における電圧測定器は、後述する電極切り換えスイッチ 11 を介して 4 つの電極 E 1 ~ E 8 の内のいずれか 2 つの電極と適宜接続され、該接続された 2 つの電極間における電圧差を測定する。そして、前記定電流回路から供給された電流値と前記電圧測定器によって測定された電位差とから、被検者の生体インピーダンスが各身体部位について求められる。このように、生体インピーダンス測定回路 8 と電極切り換えスイッチ 11 と電極 E 1 ~ E 8 が用いられることにより、被検者の各身体部位の生体インピーダンスが測定される。尚、生体インピーダンス測定回路 8 の定電流回路は複数の交流周波数の電流源 (例えば、20 Hz と 100 Hz) よりなり、これによって被検者の身体の細胞外液および細胞内液の比率を求めることができるようにされている。

30

【0042】

各種入力キー 6a ~ 6g は前述した通りであり、操作部 6 は、電源 ON/OFF キー 6a と、モード切り換えキー 6b と、設定画面切り換えキー 6c と、登録キー 6d とテンキー 6f と、測定キー 6g とを備えている。

40

【0043】

表示部 5 は、操作部 6 の各種キー 6a ~ 6g が適宜操作されて入力された被検者の身長、体重、年齢及び性別等の各種身体特定情報や、ロードセル 10 によって測定された被検者の体重や、生体インピーダンス測定回路 8 によって測定された被検者の身体部位別の生体インピーダンスや体組成等が表示される。

【0044】

ロードセル 10 は、被検者の体重を測定するための重量測定手段を構成している。この重量測定手段は、図 1 に示す生体インピーダンス測定面 9 の上部に被検者が乗った場合に

50

、該被検者の体重がロードセル10によって計測されるように構成されている。尚、ロードセル10から出力される被検者の体重データに係る信号は、測定精度を確保するべく図示されないアンプによって増幅された後にA/D変換され、このA/D変換によりデジタル信号としてI/O12を介して演算部15に入力される。演算部15に入力された被検者の体重データに係るデータは、被検者の身体特定情報の一項目として演算部15によって記憶部16に記憶される。

【0045】

上述した生体インピーダンス測定回路8には、電極切り換えスイッチ11が接続されている。そして、この電極切り換えスイッチ11には、被検者の手又は足の所定の部位と接触する電極E1～E8が接続されている。この電極切り換えスイッチ11は、演算部15の指示に基づいて、被検者の生体インピーダンスを測定するために必要な電極E1～E8と生体インピーダンス測定回路8との接続状態を、必要に応じて適宜切り換える。

10

【0046】

以上の構成により、体組成計1では、被検者が操作部6を適宜操作して被検者の身長、体重、年齢及び性別等の身体特定情報を入力することが可能であり、操作入力されたデータは演算部15に入力される。演算部15に入力された前記身体特定情報は、適宜、記憶部16に記憶される。さらに被検者は電極E1～E4に接触するように前述の如く両手で判定表示部2を保持すると共に、設置部4の電極E5～E8上に両足を乗せる。すると、操作部6を適宜操作することにより被検者の生体インピーダンスが測定され、その測定された生体インピーダンスは必要に応じてA/D変換器によってデジタル信号に変換された後、適宜、記憶部16に記憶される。演算部15は、記憶部16に記憶された情報に基づいて、被検者の身体部位別の体組成(体脂肪率等)を演算し、演算結果を表示部5に表示する。かかる構成により被検者は、体組成計1を用いることによって、身体部位別の体組成を容易に知ることができる。

20

[身体部位別の生体インピーダンスの測定]

図4は、被検者に対し各電極が接触する位置および被検者の各身体部位の生体インピーダンスを模式的に示す図である。以下、本実施形態の体組成計1により身体の各部位の生体インピーダンスを測定する方式を図4を参照しつつ、詳細に説明する。図示のように、前記電極E1～E8が被検者の手足の所定部位に接触されることにより身体の各部位の生体インピーダンスが測定される。具体的には、左手の人指し指を電極E1に接触させ、左手の親指を電極E2に接触させ、右手の人指し指を電極E4に接触させ、右手の親指を電極E3に接触させるとともに、左足裏の母指丘部分を電極E5に接触させ、左足裏の踵部分に電極E6を接触させ、右足裏の母指丘部分を電極E8に接触させ、右足裏の踵部分に電極E7を接触させることにより、左腕部の生体インピーダンスZ1、右腕部の生体インピーダンスZ2、体幹部の生体インピーダンスZ3、左脚部の生体インピーダンスZ4および右脚部の生体インピーダンスZ5がそれぞれ測定される。

30

【0047】

図4において、記号P1～P6にて示されるのは、それ自体公知の生体インピーダンス測定法において用いられている仮想測定点であって、身体各部位の生体インピーダンスを測定するに当たって、後述する電流路上において電圧測定用電極から最も近い位置に仮想される電圧検出のための測定点である。この仮想測定点は、電流路上に位置しない電圧測定用電極により電流路上の電圧を検出するに当たり、電圧測定用電極から電流路までの最短経路となる電圧検出ラインと電流路との交点となる。前記電圧検出ラインに沿っては電流の流通がほとんどなく、電位の降下がほとんど生じないため、電流路から離間して配置される電圧測定用電極によって仮想測定点の電圧を測定することが可能となる。以下の説明では、全ての電極の測定状態が良好である場合を前提として説明する。

40

(1)左手と左足との間に電流を流した場合の生体インピーダンス測定

例えば、電流印加用電極である電極E1、E5の間に既知量の一定電流Iを供給すると、被検者の身体中に左手の人指し指と左足裏の母指丘部分とを末端とし、左腕部、体幹部および左脚部を通過する電流路が形成される。この状態で電圧測定用電極である電極E2

50

、E3により検出される電位差 V を測定すると、P1、P3間における左腕部の生体インピーダンス $Z1$ を測定する(演算式 $Z1 = V / I$ により求める)ことができる。電極E3、E7により検出される電位差を測定すると、P3、P4間における体幹部の生体インピーダンス $Z3$ を測定することができる。電極E6、E7により検出される電位差を測定すると、P4、P5間における左脚部の生体インピーダンス $Z4$ を測定することができる。電極E2、E7により検出される電位差を測定すると、P1、P4間における左腕部～体幹部の生体インピーダンス $Z1 + Z3$ を測定することができる。電極E3、E6により検出される電位差を測定すると、P3、P5間における体幹部～左脚部の生体インピーダンス $Z3 + Z4$ を測定することができる。電極E2、E6により検出される電位差を測定すると、P1、P5間における左腕部～体幹部～左脚部の生体インピーダンス $Z1 + Z3 + Z4$ を測定することができる。右手と右足との間に電流を流した場合には、同様の方法で、右腕部、体幹部、右脚部の生体インピーダンスおよびそれらを組合せた身体部位の生体インピーダンスを測定することができる。

10

(2) 左手と右手との間に電流を流した場合の生体インピーダンス測定

電極切替えスイッチ11を切替えることにより、電流印加用電極である電極E1、E4の間に既知量の一定電流を供給すると、被検者の身体中に左手の人差し指と右手の人差し指とを末端とし、左腕部と右腕部(両腕部)を通過する電流路が形成される。この状態で電圧測定用電極である電極E2、E3により検出される電位差を測定すると、P1、P3間における両腕部の生体インピーダンス $Z1 + Z2$ を測定することができる。電極E2、E6(あるいはE7)により検出される電位差を測定すると、P1、P3間における左腕部の生体インピーダンス $Z1$ を測定することができる。電極E3、E7(あるいはE6)により検出される電位差を測定すると、P2、P3間における右腕部の生体インピーダンス $Z2$ を測定することができる。

20

(3) 左足と右足との間に電流を流した場合の生体インピーダンス測定

電極切替えスイッチ11を切替えることにより、電流印加用電極である電極E5、E8の間に既知量の一定電流を供給すると、被検者の身体中に左足裏の母指丘部分と右足裏の母指丘部分とを末端とし、左脚部と右脚部(両脚部)を通過する電流路が形成される。この状態で電圧測定用電極である電極E6、E7により検出される電位差を測定すると、P5、P6間における両脚部の生体インピーダンス $Z4 + Z5$ を測定することができる。電極E2(あるいはE3)、E6により検出される電位差を測定すると、P4、P5間における左脚部の生体インピーダンス $Z4$ を測定することができる。電極E3(あるいはE2)、E7により検出される電位差を測定すると、P4、P6間における右脚部の生体インピーダンス $Z5$ を測定することができる。

30

(4) 左手と右足との間に電流を流した場合の生体インピーダンス測定

電極切替えスイッチ11を切替えることにより、電流印加用電極である電極E1、E8の間に既知量の一定電流を供給すると、被検者の身体中に左手の人差し指と右足裏の母指丘部分とを末端とし、左腕部～体幹部～右脚部を通過する電流路が形成される。この状態で電圧測定用電極である電極E2、E3により検出される電位差を測定すると、P1、P3間における左腕部の生体インピーダンス $Z1$ を測定することができる。電極E3、E6により検出される電位差を測定すると、P3、P4間における体幹部の生体インピーダンス $Z3$ を測定することができる。電極E6、E7により検出される電位差を測定すると、P4、P6間における右脚部の生体インピーダンス $Z5$ を測定することができる。電極E2、E6により検出される電位差を測定すると、P1、P4間における左腕部～体幹部の生体インピーダンス $Z1 + Z3$ を測定することができる。電極E3、E7により検出される電位差を測定すると、P3、P6間における体幹部～右脚部の生体インピーダンス $Z3 + Z5$ を測定することができる。電極E2、E7により検出される電位差を測定すると、P1、P6間における左腕部～体幹部～右脚部の生体インピーダンス $Z1 + Z3 + Z5$ を測定することができる。右手と左足との間に電流を流した場合には、同様の方法で、右腕部、体幹部、左脚部の生体インピーダンスおよびそれらを組合せた身体部位の生体インピーダンスを測定することができる。

40

50

(5) その他

上述の生体インピーダンス測定方式によれば、左右の腕部、体幹部および左右の脚部およびこれらの組み合わせた身体部位毎に生体インピーダンスを直接測定することができる。各身体部位の生体インピーダンスについて、電極の組合せに応じた複数の測定方法がある場合には、異なる測定方法で得られた結果を平均することにより、測定の信頼性を向上させることも可能である。測定時間を短くする必要がある場合には、代表的な一つの測定方法で得られた結果のみが用いられてもよい。

〔電極の接触不良の検出〕

本実施形態における接触不良（接触不良以外の何らかの原因による測定状態の不良を含む、以下同じ）の検出の例について以下、図を参照しつつ説明する。なお、説明の簡単のため、手電極部分のみについて説明するが、足電極部分あるいは手電極と足電極を組み合わせた場合にも同様な方法で接触不良を検出できる。

【0048】

図5は、手電極を被検者の皮膚に接触させたときの電極および接触抵抗等の位置関係を示す模式図である。図6は、4端子法によって生体インピーダンスを測定する場合の測定回路の概略図である。図6において、AMP1およびAMP2は差動増幅器である。差動増幅器AMP1を含む定電流回路から、電極E1、E4間に一定電流Iを流すことで身体内に一定電流Iが注入される。この場合、被検者の皮膚と電極E1、E2、E3、E4との間の接触抵抗がそれぞれZE1、ZE2、ZE3、ZE4で表され、測定個所が指の場合には指の関節組織のインピーダンスもそれら接触抵抗ZE1、ZE2、ZE3、ZE4内に含まれる。

【0049】

この測定回路においては、定電流Iを流すことによって身体内組織P1、P2間に $(Z1 + Z2)I$ の電位差が発生する。電極E2、E3間に差動増幅器AMP2を含む測定回路を接続し、この差動増幅器AMP2の出力電圧として、該電位差が読み取られる。接触抵抗ZE2、ZE3に比べて測定回路の入力抵抗を十分高くしておけば、接触抵抗ZE2、ZE3に対して電流が流ることがなく、接触抵抗ZE2、ZE3に電位降下は生じない。よって、電極E2、E3によりP1、P2間の電位差が測定できるようになり、差動増幅器AMP2の出力V1として $(Z1 + Z2)I$ の値にほぼ等しい電圧値が得られる。したがって、この出力電圧V1を測定し、予め既知の値であるIを用いて $V1 / I = Z1 + Z2$ と演算して両腕の生体インピーダンス $Z1 + Z2$ を求めることができる。ここで、定電流Iを決定する具体的回路定数としては、例えば参照抵抗Rsを2K、参照電圧Vcを1Vに設定すると、定電流Iは $Vc / Rs = 0.5 \text{ mA}$ に制御される。

【0050】

差動増幅器AMP1の出力負荷は $Z1 + Z2$ とZE1、ZE4、定電流回路用の参照抵抗Rsである。差動増幅器AMP1の飽和出力電圧が3Vであるとすれば、定電流 $I = 0.5 \text{ mA}$ だから、出力負荷の合計は6kとなる。Rs = 2Kであるから、生体抵抗 $(Z1 + Z2)$ と、接触抵抗 $(ZE1 + ZE4)$ の合計が4Kを超えると、定電流Iを供給できなくなり、正しい測定値は得られなくなる。

【0051】

本実施形態では、電流印加用電極(E1、E4)の接触不良を検出するために、電圧測定回路のスイッチを切り替え、電流印加用電極の間に定電流が供給されると同時に電流印加用電極の間の電圧が測定される。測定経路における接触抵抗値(例えば、ZE1とZE4)と生体抵抗値(例えば、 $Z1 + Z2$)の合計値がある閾値を超えた場合には、接触不良と判定される。抵抗値の合計は、「生体に流す電流」と「回路駆動電圧の関係」で決まるため、回路的に飽和状態になる抵抗値が閾値とされる。上述の例では、(2個の電極における接触抵抗値 + 生体抵抗値) > 4kになったときに接触不良と判定される。抵抗値の合計で判定する方法は、足電極と手電極を同時に使用する構成など、身体との接触面積が電極により大きく異なる場合に有効である。また、部位毎に電極が1個しかない(電流印加用電極と電圧測定用電極が同一である)構成においても簡便・迅速に接触不良の有無

10

20

30

40

50

を判定できる。

【0052】

一方、電圧測定回路側では電極 E 2、E 3 における被検者の接触状態が適切でなければ接触抵抗 Z_{E2} 、 Z_{E3} は極めて大きい値になり、差動増幅器 AMP 2 の入力抵抗部分は誘導ノイズを受けて出力電圧 V_1 はノイズ信号の大きさや接触抵抗 Z_{E2} 、 Z_{E3} の大きさによって任意の値を取る。

【0053】

本実施形態では、電圧測定用電極 (E 2、E 3) の接触不良を検出するために、電圧測定回路のスイッチを切り替え、電流印加用電極の間に定電流が供給されると同時に電圧測定用電極の間の電位差が測定される。電圧測定用電極に接触不良が発生していると、電流印加用電極が正しく接触していても、測定されるインピーダンス値が大きく変動して安定しない。そこで、インピーダンスの変化量および変動が継続している時間を利用して電圧測定用電極の接触不良が検出される。例えば、生体インピーダンスの値は 500 程度であり、プラスマイナス 5 (あるいは 10) を上回る変動が 10 秒間 (あるいは 15 秒間) 継続した場合に、電圧測定用電極に接触不良があると判定される。

10

【0054】

なお、接触不良の検出は、上述の方法には限定されず、どのようなものを用いてもよい。例えば、左手の 2 つの電極間に既知の一定電流を供給し、その 2 つの電極間の電圧を測定すれば、左手の 2 つの電極における接触抵抗値の和 ($Z_{E1} + Z_{E2}$) が得られる。得られた接触抵抗値が所定の閾値を超えた場合には、接触不良と判定する。右手、左足、右足についても同様な判定が可能である。接触抵抗値を直接測定する場合には、より精度よく接触不良を検出できる。

20

【0055】

電流印加用電極 (E 1、E 4) の接触不良は、出力される電圧の SIN 波形が飽和状態であるか否かで検出されてもよい。SIN 波形の山の頂上あるいは谷の底が平坦になっている場合には、抵抗値が高すぎるために、定電流回路による印加電圧が限界に達し、電流が一定値以上に上がらなくなっていると推定される。かかる場合には電流印加用電極に接触不良が発生していると判定される。抵抗が大きくなるほど SIN 波形の面積も大きくなるため、電圧の絶対値を積分して得られた値が所定の閾値を超えた場合に接触不良が発生していると判定されてもよい。

30

【0056】

本実施形態では、右手、左手、右足、左足のいずれかひとつに接触される電流印加用電極と電圧測定用電極 (以下、対になった電極) のいずれか一方に接触不良が検出された場合には、その手または足の電極の測定状態が不良とされる。例えば、左手、左足、右足の電極を用いた生体インピーダンス測定は通常通りに行なえるが、経路の一端として右手の電極を用いると抵抗値の合計が閾値を超えるか (電流印加用電極の接触不良)、測定されるインピーダンス値が安定しない (電圧測定用電極の接触不良) 場合には、右手の電極の測定状態が不良であると判定される。

【0057】

しかし、対になった電極のいずれか一方 (電流印加用電極か電圧測定用電極) に接触不良が検出されても、もう一方の接触状態が良好であれば、両方が接触不良の場合よりも生体インピーダンスの測定が可能な身体部位が増える。例えば、右手の電流印加用電極に接触不良が発生した場合でも、右手の電圧測定用電極の接触状態が良好である場合には、左手と左足との間に一定電流を供給し、右手と右足の間で電圧を測定することで、体幹部の生体インピーダンスを測定できる。このように、対になった電極の一方に接触不良が検出されても、必ずしも両方の電極を不使用とする必要は必ずしもなく、測定状態が良好なもう一方の電極を用いて生体インピーダンスを測定してもよい。

40

[接触不良等が生じた場合の生体インピーダンス測定不能部位]

本実施形態において、生体インピーダンスを測定しうる身体部位は、右腕部、左腕部、体幹部、右脚部、左脚部、右腕部～体幹部、左腕部～体幹部、体幹部～右脚部、体幹部～

50

左脚部、右腕部～体幹部～左脚部、右腕部～体幹部～右脚部、左腕部～体幹部～右脚部、左腕部～体幹部～左脚部である。しかし、ある身体部位について、接触不良等により生体インピーダンスを安定して測定できない場合（測定状態が第1の条件を満たさない場合）が生じる。かかる部位を、以下では「生体インピーダンス測定不能部位」と呼ぶ。以下、特定の電極において接触不良等が生じた場合の生体インピーダンス測定不能部位の例を挙げる。

【0058】

両足の電極が接触不良等の場合（例えば、靴下やストッキングを着用している場合等）、両腕部の生体インピーダンス（ $Z1 + Z2$ ）は測定できるが、その他の身体部位は生体インピーダンス測定不能部位となる。かかる場合本実施形態では、生体インピーダンス測定不能部位のうち、右腕部、左腕部、体幹部、右脚部、左脚部の体組成を推定する。

10

【0059】

両手の電極が接触不良等の場合（例えば、手電極を使用しない場合等）、両脚部の生体インピーダンス（ $Z4 + Z5$ ）は測定できるが、その他の身体部位は生体インピーダンス測定不能部位となる。かかる場合本実施形態では、生体インピーダンス測定不能部位のうち、右腕部、左腕部、体幹部、右脚部、左脚部の体組成が推定される。

【0060】

右手電極および右足電極が接触不良等の場合、左腕部～体幹部～左脚部の生体インピーダンス（ $Z1 + Z3 + Z4$ ）は測定できるが、その他の身体部位は生体インピーダンス測定不能部位となる。かかる場合本実施形態では、生体インピーダンス測定不能部位のうち、左腕部、右腕部、体幹部、左脚部、右脚部の体組成が推定される。

20

【0061】

右手電極および左足電極が接触不良等の場合、左腕部～体幹部～右脚部の生体インピーダンス（ $Z1 + Z3 + Z5$ ）は測定できるが、その他の身体部位は生体インピーダンス測定不能部位となる。かかる場合本実施形態では、生体インピーダンス測定不能部位のうち、左腕部、右腕部、体幹部、左脚部、右脚部の体組成が推定される。

【0062】

右手電極が接触不良等の場合には、左脚部（ $Z4$ ）、右脚部（ $Z5$ ）、両脚部（ $Z4 + Z5$ ）、左腕部～体幹部（ $Z1 + Z3$ ）、左腕部～体幹部～左脚部（ $Z1 + Z3 + Z4$ ）、左腕部～体幹部～右脚部（ $Z1 + Z3 + Z5$ ）の生体インピーダンスは測定できるが、その他の身体部位は生体インピーダンス測定不能部位となる。かかる場合本実施形態では、生体インピーダンス測定不能部位のうち、左腕部、右腕部、体幹部の体組成が推定される。

30

【0063】

右足電極が接触不良等の場合には、左腕部（ $Z1$ ）、右腕部（ $Z2$ ）、両腕部（ $Z1 + Z2$ ）、体幹部～左脚部（ $Z3 + Z4$ ）、左腕部～体幹部～左脚部（ $Z1 + Z3 + Z4$ ）、右腕部～体幹部～左脚部（ $Z2 + Z3 + Z4$ ）の生体インピーダンスは測定できるが、その他の身体部位は生体インピーダンス測定不能部位となる。かかる場合本実施形態では、生体インピーダンス測定不能部位のうち、体幹部、左脚部、右脚部の体組成が推定される。

40

【0064】

その他、特定の電極が接触不良等の場合、同様に一部の身体部位が生体インピーダンス測定不能部位となる。

[部位別の脂肪率の推定]

本実施形態の体組成計の特徴は、接触不良等で測定状態が不良な電極が発生した場合においても、各身体部位の体脂肪率が推定可能である点にある。以下、特定の電極が接触不良等の場合における各身体部位の体脂肪率の推定方法について説明する。なお、変数や係数はあくまで一例であって、種々の変更が可能であることは言うまでもない。本実施形態において、8個の電極全てが良好な測定状態にある場合には、公知の方法を用いて各身体部位の体脂肪率が演算される（実施例8参照）が、詳細な説明は省略する。

50

(1) 両足の電極が接触不良等の場合

本実施形態において、両足の電極が接触不良等の場合には、例えば、両腕部の生体インピーダンス測定値に基づいて、以下の式により全身の体脂肪率を推定する（実施例1参照）。

【0065】

$$\text{全身の体脂肪率} = 29.9089 - 49.5131 \times 1 - 7.3673 \times 2 + 0.0876 \times 3 + 1.0294 \times 4 - 37.2041 \times 5 + 0.1595 \times 6$$

式中の変数 x_1 乃至 x_6 は以下の通りである。

【0066】

$$x_1 = \text{身長 (cm)}^2 / \text{周波数 100 Hz での両腕部の生体インピーダンス測定値 ()} / \text{体重 (kg)} \quad 10$$

$$x_2 = \text{性別 (男: 1、女: 2)}$$

$$x_3 = \text{年齢}$$

$$x_4 = \text{BMI (体重 (kg) } \div \text{身長 (m)}^2 \text{)}$$

$$x_5 = (\text{体重 (kg)} / \text{身長 (cm)})^2$$

$$x_6 = \text{胸囲 (cm)}$$

次に、全身の体脂肪率に基づいて、例えば、以下の式により各身体部位の体脂肪率を推定する。

【0067】

$$\text{右腕部の体脂肪率} = a_1 \times \text{全身の体脂肪率} + b_1 \quad 20$$

$$\text{左腕部の体脂肪率} = a_2 \times \text{全身の体脂肪率} + b_2$$

$$\text{体幹部の体脂肪率} = a_3 \times \text{全身の体脂肪率} + b_3$$

$$\text{右脚部の体脂肪率} = a_4 \times \text{全身の体脂肪率} + b_4$$

$$\text{左脚部の体脂肪率} = a_5 \times \text{全身の体脂肪率} + b_5$$

$a_1 \sim a_5$ および $b_1 \sim b_5$ は、両腕部の生体インピーダンス測定値に基づいて求めた全身の体脂肪率と、DXA法により得られた身体部位別の体脂肪率を統計処理（単回帰分析）することで得られる（実施例8参照）。

(2) 両手の電極が接触不良等の場合

本実施形態において、両手の電極が接触不良等の場合には、例えば、両脚部の生体インピーダンス測定値に基づいて、以下の式により全身の体脂肪率を推定する（実施例2参照）。

【0068】

$$\text{全身の体脂肪率} = 124.5261 - 27.4878 \times 1 - 91.3493 \times 2 - 10.3371 \times 3 + 1.4976 \times 4 - 38.4846 \times 5 + 0.1135 \times 6$$

式中の変数 x_1 乃至 x_6 は以下の通りである。

【0069】

$$x_1 = \text{身長 (cm)}^2 / \text{周波数 100 Hz での両脚部の生体インピーダンス測定値 ()} / \text{体重 (kg)} \quad 40$$

$$x_2 = \text{周波数 20 Hz での両脚部の生体インピーダンス測定値 ()} / \text{周波数 100 Hz での両脚部の生体インピーダンス測定値 ()}$$

$$x_3 = \text{性別 (男: 1、女: 2)}$$

$$x_4 = \text{BMI (体重 (kg) } \div \text{身長 (m)}^2 \text{)}$$

$$x_5 = (\text{体重 (kg)} / \text{身長 (cm)})^2$$

$$x_6 = \text{胸囲 (cm)}$$

次に、全身の体脂肪率に基づいて、例えば、以下の式により各身体部位の体脂肪率を推定する。

【0070】

$$\text{右腕部の体脂肪率} = a_6 \times \text{全身の体脂肪率} + b_6$$

$$\text{左腕部の体脂肪率} = a_7 \times \text{全身の体脂肪率} + b_7$$

$$\text{体幹部の体脂肪率} = a_8 \times \text{全身の体脂肪率} + b_8 \quad 50$$

右脚部の体脂肪率 = $a_{9} \times$ 全身の体脂肪率 + b_{9}

左脚部の体脂肪率 = $a_{10} \times$ 全身の体脂肪率 + b_{10}

$a_{6} \sim a_{10}$ および $b_{6} \sim b_{10}$ は、両脚部の生体インピーダンス測定値に基づいて求めた全身の体脂肪率と、D X A 法により得られた身体部位別の体脂肪率を統計処理（単回帰分析）することで得られる（実施例 8 参照）。

（3）左手および左足または右手および右足の電極が接触不良等の場合

本実施形態において、左手および左足の電極が接触不良等の場合には、例えば、右腕部～体幹部～右脚部の生体インピーダンス測定値に基づいて、以下の式により全身の体脂肪率を推定する（実施例 3 参照）。

【0071】

全身の体脂肪率 = $132.0991 - 50.3900 \times x_1 - 81.3857 \times x_2 - 5.8404 \times x_3 + 0.0593 \times x_4 + 1.3178 \times x_5 - 32.4248 \times x_6$

式中の変数 x_1 乃至 x_6 は以下の通りである。

【0072】

$x_1 =$ 身長 (cm)² / 周波数 100 Hz での右腕部～体幹部～右脚部の生体インピーダンス測定値 () / 体重 (kg)

$x_2 =$ 周波数 20 Hz での右腕部～体幹部～右脚部の生体インピーダンス測定値 () / 周波数 100 Hz での右腕部～体幹部～右脚部の生体インピーダンス測定値 ()

$x_3 =$ 性別 (男: 1、女: 2)

$x_4 =$ 年齢

$x_5 =$ BMI (体重 (kg) ÷ 身長 (m)²)

$x_6 =$ (体重 (kg) / 身長 (cm))²

次に、全身の体脂肪率に基づいて、例えば、以下の式により各身体部位の体脂肪率を推定する。

【0073】

右腕部の体脂肪率 = $a_{11} \times$ 全身の体脂肪率 + b_{11}

左腕部の体脂肪率 = $a_{12} \times$ 全身の体脂肪率 + b_{12}

体幹部の体脂肪率 = $a_{13} \times$ 全身の体脂肪率 + b_{13}

右脚部の体脂肪率 = $a_{14} \times$ 全身の体脂肪率 + b_{14}

左脚部の体脂肪率 = $a_{15} \times$ 全身の体脂肪率 + b_{15}

$a_{11} \sim a_{15}$ および $b_{11} \sim b_{15}$ は、右腕部～体幹部～右脚部の生体インピーダンス測定値に基づいて求めた全身の体脂肪率と、D X A 法により得られた身体部位別の体脂肪率を統計処理（単回帰分析）することで得られる（実施例 8 参照）。

【0074】

右手および右足の電極が接触不良等の場合には、例えば、左腕部～体幹部～左脚部の生体インピーダンス測定値に基づく同様な式を用いて、各身体部位の体脂肪率を推定する。

（4）左手および右足または右手および左足の電極が接触不良等の場合

本実施形態において、左手および右足の電極が接触不良等の場合には、例えば、右腕部～体幹部～左脚部の生体インピーダンス測定値に基づいて、以下の式により全身の体脂肪率を推定する（実施例 4 参照）。

【0075】

全身の体脂肪率 = $109.7669 - 51.1006 \times x_1 - 59.3823 \times x_2 - 6.7979 \times x_3 + 0.0717 \times x_4 + 1.1734 \times x_5 - 22.8005 \times x_6$

式中の変数 x_1 乃至 x_6 は以下の通りである。

【0076】

$x_1 =$ 身長 (cm)² / 周波数 100 Hz での右腕部～体幹部～左脚部の生体インピーダンス測定値 () / 体重 (kg)

$x_2 =$ 周波数 20 Hz での右腕部～体幹部～左脚部の生体インピーダンス測定値 () / 周波数 100 Hz での右腕部～体幹部～左脚部の生体インピーダンス測定値 ()

$x_3 =$ 性別 (男: 1、女: 2)

10

20

30

40

50

$x_4 = \text{年齢}$

$x_5 = \text{BMI (体重 (kg) } \div \text{身長 (m)}^2 \text{)}$

$x_6 = (\text{体重 (kg)} / \text{身長 (cm)})^2$

次に、全身の体脂肪率に基づいて、例えば、以下の式により全身の体脂肪率を推定する

【0077】

右腕部の体脂肪率 = $a_{16} \times \text{全身の体脂肪率} + b_{16}$

左腕部の体脂肪率 = $a_{17} \times \text{全身の体脂肪率} + b_{17}$

体幹部の体脂肪率 = $a_{18} \times \text{全身の体脂肪率} + b_{18}$

右脚部の体脂肪率 = $a_{19} \times \text{全身の体脂肪率} + b_{19}$

左脚部の体脂肪率 = $a_{20} \times \text{全身の体脂肪率} + b_{20}$

$a_{16} \sim a_{20}$ および $b_{16} \sim b_{20}$ は、右腕部～体幹部～左脚部の生体インピーダンス測定値に基づいて求めた全身の体脂肪率と、DXA法により得られた身体部位別の体脂肪率を統計処理（単回帰分析）することで得られる（実施例8参照）。

10

【0078】

右手および左足の電極が接触不良等の場合には、例えば、左腕部～体幹部～右脚部の生体インピーダンス測定値に基づく同様な式を用いて、各身体部位の体脂肪率を推定する。

（5）片手の電極が接触不良等の場合

本実施形態において、左手の電極が接触不良等の場合には、例えば、右腕部～体幹部の生体インピーダンス測定値と、両脚部の生体インピーダンス測定値と、左脚部の生体インピーダンス測定値とに基づいて、以下の式により全身の体脂肪率を推定する（実施例5参照）。

20

【0079】

全身の体脂肪率 = $84.5938 - 30.2623 \times 1 - 14.8522 \times 2 - 30.0465 \times 3 - 7.3327 \times 4 + 0.0696 \times 5 + 1.1121 \times 6 - 35.1018 \times 7 + 0.0852 \times 8$

式中の変数 x_1 乃至 x_8 は以下の通りである。

【0080】

$x_1 = \text{身長 (cm)}^2 / \text{周波数 } 100 \text{ Hz での右腕部～体幹部の生体インピーダンス測定値 ()} / \text{体重 (kg)}$

30

$x_2 = \text{周波数 } 20 \text{ Hz での右腕部～体幹部の生体インピーダンス測定値 ()} / \text{周波数 } 100 \text{ Hz での両脚部の生体インピーダンス測定値 ()}$

$x_3 = \text{周波数 } 20 \text{ Hz での左脚部の生体インピーダンス測定値 ()} / \text{周波数 } 100 \text{ Hz での左脚部の生体インピーダンス測定値 ()}$

$x_4 = \text{性別 (男: 1、女: 2)}$

$x_5 = \text{年齢}$

$x_6 = \text{BMI (体重 (kg) } \div \text{身長 (m)}^2 \text{)}$

$x_7 = (\text{体重 (kg)} / \text{身長 (cm)})^2$

$x_8 = \text{胴囲 (cm)}$

ここで、片手の電極のみに接触不良が見られる場合には、左脚部と右脚部それぞれの生体インピーダンスを測定することができる。よって、左脚部と右脚部それぞれの生体インピーダンスに基づいて、公知の方法により、左脚部と右脚部それぞれの体脂肪率を演算する（実施例8参照）。次に、全身の体脂肪率に基づいて、例えば、以下の式によりその他の身体部位の体脂肪率を推定する。

40

【0081】

右腕部の体脂肪率 = $a_{21} \times \text{全身の体脂肪率} + b_{21}$

左腕部の体脂肪率 = $a_{22} \times \text{全身の体脂肪率} + b_{22}$

体幹部の体脂肪率 = $a_{23} \times \text{全身の体脂肪率} + b_{23}$

$a_{21} \sim a_{23}$ および $b_{21} \sim b_{23}$ は、右腕部～体幹部の生体インピーダンス測定値と、両脚部の生体インピーダンス測定値と、左脚部の生体インピーダンス測定値とに基づ

50

いて求めた全身の体脂肪率と、D X A 法により得られた身体部位別の体脂肪率を統計処理（単回帰分析）することで得られる（実施例 8 参照）。

【 0 0 8 2 】

右手の電極が接触不良等の場合には、例えば、左腕部～体幹部の生体インピーダンス測定値と、両脚部の生体インピーダンス測定値と、右脚部の生体インピーダンス測定値とに基づき同様な式を用いて、各身体部位の体脂肪率を推定する。

（ 6 ）片足の電極が接触不良等の場合

本実施形態において、左足の電極が接触不良等の場合には、例えば、体幹部～右脚部の生体インピーダンス測定値と、両腕部の生体インピーダンス測定値とに基づいて、以下の式により全身の体脂肪率を推定する（実施例 6 参照）。

10

【 0 0 8 3 】

$$\text{全身の体脂肪率} = 95.9590 - 22.2312 \times x_1 + 8.0554 \times x_2 - 68.1582 \times x_3 - 6.6556 \times x_4 + 0.0392 \times x_5 + 1.2011 \times x_6 - 34.9103 \times x_7 + 0.0719 \times x_8$$

式中の変数 x_1 乃至 x_8 は以下の通りである。

【 0 0 8 4 】

x_1 = 身長 (c m) ² / 周波数 1 0 0 H z での体幹部～右脚部の生体インピーダンス測定値 () / 体重 (k g)

x_2 = 周波数 2 0 H z での両腕部の生体インピーダンス測定値 () / 周波数 1 0 0 H z での体幹部～右脚部の生体インピーダンス測定値 ()

20

x_3 = 周波数 2 0 H z での体幹部～右脚部の生体インピーダンス測定値 () / 周波数 1 0 0 H z での体幹部～右脚部の生体インピーダンス測定値 ()

x_4 = 性別 (男 : 1 、 女 : 2)

x_5 = 年齢

x_6 = B M I (体重 (k g) ÷ 身長 (m) ²)

x_7 = (体重 (k g) / 身長 (c m)) ²

x_8 = 胴囲 (c m)

ここで、片足の電極のみに接触不良が見られる場合には、左腕部と右腕部それぞれの生体インピーダンスを測定することができる。よって、左腕部と右腕部それぞれの生体インピーダンスに基づいて、公知の方法により、左腕部と右腕部それぞれの体脂肪率を演算する（実施例 8 参照）。次に、全身の体脂肪率に基づいて、例えば、以下の式によりその他の身体部位の体脂肪率を推定する。

30

【 0 0 8 5 】

体幹部の体脂肪率 = $a_{26} \times$ 全身の体脂肪率 + b_{26}

右脚部の体脂肪率 = $a_{27} \times$ 全身の体脂肪率 + b_{27}

左脚部の体脂肪率 = $a_{28} \times$ 全身の体脂肪率 + b_{28}

$a_{26} \sim a_{28}$ および $b_{26} \sim b_{28}$ は、体幹部～右脚部の生体インピーダンス測定値と、両腕部の生体インピーダンス測定値とに基づいて求めた全身の体脂肪率と、D X A 法により得られた身体部位別の体脂肪率を統計処理（単回帰分析）することで得られる（実施例 8 参照）。

40

【 0 0 8 6 】

右足の電極が接触不良等の場合には、例えば、体幹部～左脚部の生体インピーダンス測定値と、両腕部の生体インピーダンス測定値とに基づき同様な式を用いて、各身体部位の体脂肪率を推定する。

[動作]

図 7 (a) 、 図 7 (b) 、 図 7 (c) は、本実施形態の体組成計 1 の動作の一例を示すフローチャートである。図 7 (a) 乃至 (c) は、一続きのフローチャートであるが、作図の関係上分割されている。以下、本実施形態の体組成計 1 の動作について、図を参照しつつ説明する。

【 0 0 8 7 】

体組成計 1 の電源を入れると動作が開始される（スタート）。最初に、身体特定情報が

50

取得される。すなわち、体重測定（着衣補正を含む）が行なわれ（ステップS101）、個人データ（身長、年齢、性別、胸囲等）の入力の受付と入力結果の記憶が行なわれる（ステップS102）。定期的に測定が行なわれる場合には、メモリ番号や氏名等と共に身体特定情報を記憶しておき、電源を入れた時にメモリ番号や氏名等に基づいて一部または全部の身体特定情報が呼び出されてもよい。

【0088】

身体特定情報が取得されると、まず右手と左手の間に電流が印加されると同時に右手と右足の間の電圧が測定され（ステップS103）、電極の接触不良（エラー）があるか否かの判定が行われる（ステップS104）。ステップS104でエラーがないと判定されれば、右手、左手、右足のいずれの電極にも接触不良はないことになる。この場合、電流を印加する部分は変えずに左手と左足の間の電圧が測定され（ステップS105）、エラーがあるか否かの判定が行われる（ステップS106）。ステップS106でエラーがないと判定されれば、左足にも接触不良はないことになる。そこで、全電極の測定状態が良好である旨が記憶され（ステップS107）、各身体部位毎に生体インピーダンスが測定され（ステップS108～S112）、各身体部位の生体インピーダンスに基づいて当該部位の体脂肪率が演算される（ステップS113～S117）。演算方法や演算式は公知のもの（実施例8参照）が使用可能であるため、詳細な説明を省略する。最後に、演算結果が表示部5に表示され（ステップS118）、体組成計1の動作は終了する（エンド）。

10

【0089】

ステップS106でエラーがあると判定された場合、右手、左手、右足の電極には異常がない一方で、左足電極を加えたためにエラーが生じたことになるため、左足電極のみ測定状態が不良であると判定できる。そこで、左足電極の測定状態が不良である旨が記憶される（ステップS119）。本実施形態の体組成計は、左足電極の測定状態が不良の場合でも、各身体部位の体組成を演算できる（部位別の脂肪率の推定の（6）を参照）。まず、左足電極を使用しない場合に必要となる身体部位（例えば体幹部～右脚部および両腕部）の生体インピーダンスが測定され（ステップS120～S123）、得られた測定値を用いて全身の体脂肪率が演算される（ステップS124）。右腕部および左腕部については、生体インピーダンスの測定値に基づいて体組成が演算される（ステップS125～S126）。さらに、全身の体脂肪率に基づいてその他の身体部位の体脂肪率が演算される（ステップS127～S129）。演算方法や演算式は、例えば部位別の脂肪率の推定の（6）に示したものが使用可能である。最後に、演算結果が表示部5に表示され（ステップS130）、体組成計1の動作は終了する（エンド）。

20

30

【0090】

ステップS104でエラーがあると判定された場合、少なくとも右手、左手、右足の電極のいずれかに異常があると判定できる。そこで、電流を印加する部分は変えずに右手と左足の間の電圧が測定され（ステップS131）、エラーがあるか否かの判定が行われる（ステップS132）。ステップS132でエラーがないと判定されれば、右手、左手、左足の電極には異常がないことになるから、右足電極のみ測定状態が不良であると判定できる。本実施形態の体組成計は、右足電極の測定状態が不良の場合でも、各身体部位の体組成を演算できる（部位別の脂肪率の推定の（6）を参照）。そこで、右足電極の測定状態が不良である旨が記憶され（ステップS133）、必要な身体部位（例えば体幹部～左脚部および両腕部）の生体インピーダンスが測定され（ステップS134～S137）、全身および各身体部位の体脂肪率が演算される（ステップS138～S143）。演算方法や演算式は、例えば部位別の脂肪率の推定の（6）に示したものと同様のものが使用可能である。最後に、演算結果が表示部5に表示され（ステップS144）、体組成計1の動作は終了する（エンド）。

40

【0091】

ステップS132でエラーがあると判定された場合、電流を印加する部分は変えずに右手と左手の間の電圧が測定され（ステップS145）、エラーがあるか否かの判定が行わ

50

れる（ステップS146）。ステップS146でエラーがないと判定されれば、右手と左手の電極には異常がないことになるから、両足の電極がともに測定状態が不良であると判定できる。本実施形態の体組成計は、両足の電極がともに測定状態が不良の場合でも、各身体部位の体組成を演算できる（部位別の脂肪率の推定の（1）を参照）。そこで、両足の電極の測定状態が不良である旨が記憶され（ステップS147）、両腕部の生体インピーダンスが測定され（ステップS148）、全身および各身体部位の体脂肪率が演算される（ステップS149～S154）。演算方法や演算式は、例えば部位別の脂肪率の推定の（1）に示したものと同様のものが使用可能である。最後に、演算結果が表示部5に表示され（ステップS155）、体組成計1の動作は終了する（エンド）。

【0092】

ステップS146でエラーがあると判定された場合、右足と左足の間に電流が印加されると同時に右手と右足の電圧が測定され（ステップS156）、エラーがあるか否かの判定が行われる（ステップS157）。ステップS157でエラーがないと判定されれば、右手、右足、左足の電極には異常がないことになるから、左手電極のみ測定状態が不良であると判定できる。本実施形態の体組成計は、左手電極のみ測定状態が不良の場合でも、各身体部位の体組成を演算できる（部位別の脂肪率の推定の（5）を参照）。そこで、左手電極の測定状態が不良である旨が記憶され（ステップS158）、必要な身体部位（例えば右腕部～体幹部と両脚部）の生体インピーダンスが測定され（ステップS159～S162）、全身および各身体部位の体脂肪率が演算される（ステップS163～S168）。演算方法や演算式は、例えば部位別の脂肪率の推定の（5）に示したものと同様のものが使用可能である。最後に、演算結果が表示部5に表示され（ステップS169）、体組成計1の動作は終了する（エンド）。

【0093】

以下同様にして、右手電極の測定状態不良時（ステップS170～S183）、左手電極と左足電極の測定状態不良時（ステップS184～S194）、右手電極の右足電極の測定状態不良時（ステップS195～S205）、右手電極と左足電極の測定状態不良時（ステップS206～S216）、左手電極と右足電極の測定状態不良時（ステップS217～S227）、両手の電極の測定状態不良時（ステップS228～S238）のそれぞれに対応して生体インピーダンスの測定および各身体部位についての体脂肪率の演算と表示が行われ、体組成計1の動作は終了する（エンド）。いずれの身体部位についても生体インピーダンスを測定できない場合には、測定不能としてエラー表示がされ（ステップS239）、体組成計1の動作は終了する（エンド）。

【0094】

本実施形態において、体組成計1が各身体部位の体脂肪率を表示する際に、該身体部位の生体インピーダンスが測定できず、他の身体部位の生体インピーダンスに基づいて該身体部位の体脂肪率が推定された場合には、その旨の表示が行なわれる。すなわち、例えば左足電極の測定状態が不良であり、左脚部の生体インピーダンスが測定できない場合には、左脚部の体脂肪率が全身の体脂肪率に基づいて推定されるため、左脚部の体脂肪率の表示を、点滅させたり、特別な記号が付記されたりする。後述する実施例8に見られるように、他の身体部位の生体インピーダンスに基づく推定値は若干精度が落ちるが、かかる構成では、ユーザが得られた結果について精度の違いを容易に把握できるため、便利である。

[効果]

本実施形態の体組成計によれば、ある身体部位の生体インピーダンスが測定できない場合であっても、該身体部位の体組成を、他の身体部位の生体インピーダンスの測定結果を利用して推定することができる。よって、接触不良等により測定に利用できない電極が発生した場合においても、各身体部位の体組成を推定できる。手電極のみ、あるいは足電極のみ備える場合にも、各身体部位の体組成を推定できる。すなわち、従来の構成では生体インピーダンスを測定できなかった身体部位についても体組成を推定することが可能となる。

10

20

30

40

50

〔変形例〕

本実施形態は、両手の電極および両足の電極のいずれかに接触不良がある場合にこれを検出して、残った電極を用いて測定した生体インピーダンス値から各身体部位の体組成を推定する。しかし、接触不良の検出は必ずしも必要ではなく、例えば、手動により使用する電極を切り替えてもよい。例えば、足電極の使用を停止すれば、靴下を履いたまま体組成計に乗った場合等において、わざわざ接触不良を検出しなくても、迅速に各身体部位の体組成の推定が行なえる。この場合、例えばユーザが操作部 6 を操作することで足電極を不使用とする旨が入力され、演算処理部 13 が該入力を受けて、足電極を用いずに生体インピーダンスの測定と各身体部位の体組成の演算を行う。

【0095】

本実施形態は、両手の電極および両足の電極を有する構成であるが、両手の電極のみ、あるいは両足の電極のみを備えた構成であってもよい。両手の電極のみ有する体組成計では、両足の電極がないため、従来は体幹部や脚部の体組成を推定することはできなかった。本発明の体組成計によれば、両手の電極のみを有する構成であっても、両腕の生体インピーダンス測定値に基づいて、精度良く体幹部および各脚部の体組成を推定することができる。両足の電極のみの構成でもやはり、両脚の生体インピーダンス測定値に基づいて、精度良く体幹部および各腕部の体組成を推定することができる。

【0096】

本実施形態においては、全身の体組成と各身体部位の体組成の単回帰分析の結果に基づいて、全身の体組成から各身体部位の体組成を推定した。しかし、全身の体組成から各身体部位の体組成を推定する方法は特に限定されるものではなく、他のパラメータを組み込んで推定が行なわれてもよいし、式の形も一次式に限られず多次式等であってもよい。

【0097】

上述の説明では、体組成の一例として体脂肪率を推定する場合を挙げたが、生体インピーダンスに基づいて推定可能な体組成（体脂肪率、体脂肪量、除脂肪量、体筋肉率、体筋肉量、骨率、骨量、体水分率、体水分、基礎代謝量、内臓脂肪面積指数等）であれば、推定の対象はどのようなパラメータであってもよい。例えば、除脂肪率（100% - 体脂肪率）は筋肉率と高い相関を有するため、体脂肪率の推定値から除脂肪率を演算し、筋肉率あるいは筋肉量を求めてもよい。あるいは、除脂肪量の73.2%が水分であるとされている（甲田道子，宮下充正．体水分法．肥満症，日本臨床，pp170-173，1995）ことを利用して、体脂肪率の推定値から水分率あるいは水分量を求めてもよい。また、一般に基礎代謝量を左右する最も大きな要因は筋肉（細谷憲政，今なぜエネルギー代謝か．第一出版，pp97-109）と言われており、筋肉量の推定値を用いて基礎代謝量を推定してもよい。内臓脂肪については、ウエスト（胴囲）と相関が高いことから、操作部 6 を操作して入力される胴囲を利用して、内臓脂肪率あるいは内臓脂肪量を推定してもよい。あるいは、両腕部の脂肪は腹部肥満（内臓脂肪型肥満）と関係があると言われていている（Vague J. The degree of masculine differentiation of obesities: a factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout, and uric calculous disease. Am J Clin Nutr 4, pp20-34, 1956.）ことを利用して、内臓脂肪を推定してもよい。

（実施例 1：両腕部の生体インピーダンスからの全身の体脂肪率の推定）

実施例 1 では、特定の身体部位の生体インピーダンスから全身の体脂肪率をどの程度の精度で推定できるかが検討された。データとしては、関西兵庫・大阪地区在住の 20 歳以上から 60 歳未満を中心とした男性 122 人、女性 120 人を被検者とする生体インピーダンス測定値および D X A 法により求めた体脂肪率を用いた。測定は、姫路市の江尻病院にて行った。なお、被験者は「健康な日本人」とし、特に心臓病や腎臓病など身体にむくみを生じるような疾患が発見されたデータは、集団から削除した。生体インピーダンスの測定には、上述の第 1 実施形態に記載した生体インピーダンス測定装置を試験用に作成して用いた。D X A 法による体脂肪率の測定は、HOLOGIC 社製の QDR-2000 骨密度測定装置を使用した。

【0098】

10

20

30

40

50

図8は、両腕部の生体インピーダンス ($Z_1 + Z_2$) を利用した変数を含む6個の独立変数に対し、全身の体脂肪率 (%) を従属変数とした場合の重回帰分析の結果を示す表およびグラフ (散布図) である。1つ目の独立変数 (x_1) は、身長 (cm)² / 周波数 100 Hz での両腕部の生体インピーダンス測定値 () / 体重 (kg) とした。2つ目の独立変数 (x_2) は、性別 (男: 1、女: 2) とした。3つ目の独立変数 (x_3) は、年齢とした。4つ目の独立変数 (x_4) は、BMI (体重 (kg) ÷ 身長 (m)²) とした。5つ目の独立変数 (x_5) は、(体重 (kg) / 身長 (cm))² とした。6つ目の独立変数 (x_6) は、胸囲 (cm) とした。図8を見れば分かるように、両腕部の生体インピーダンス ($Z_1 + Z_2$) に基づけば、全身の体脂肪率 (%) が精度良く ($R^2 = 0.8909$) 推定できることが判明した。これらの生体インピーダンスは、両足の電極を用い

10

(実施例2: 両脚部の生体インピーダンスからの全身の体脂肪率の推定)

実施例2では、実施例1と同じ方法で得られたデータを用いて、両脚の生体インピーダンスから全身の体脂肪率をどの程度の精度で推定できるかが検討された。

【0099】

図9は、両脚部の生体インピーダンス ($Z_4 + Z_5$) を利用した変数を含む6個の独立変数に対し、全身の体脂肪率 (%) を従属変数とした場合の重回帰分析の結果を示す表およびグラフ (散布図) である。1つ目の独立変数 (x_1) は、身長 (cm)² / 周波数 100 Hz での両脚部の生体インピーダンス測定値 () / 体重 (kg) とした。2つ目の独立変数 (x_2) は、周波数 20 Hz での両脚部の生体インピーダンス測定値 () / 周波数 100 Hz での両脚部の生体インピーダンス測定値 () とした。3つ目の独立変数 (x_3) は、性別 (男: 1、女: 2) とした。4つ目の独立変数 (x_4) は、BMI (体重 (kg) ÷ 身長 (m)²) とした。5つ目の独立変数 (x_5) は、(体重 (kg) / 身長 (cm))² とした。6つ目の独立変数 (x_6) は、胸囲 (cm) とした。図8を見れば分かるように、両脚部の生体インピーダンス ($Z_4 + Z_5$) に基づけば、全身の体脂肪率 (%) が精度良く ($R^2 = 0.8807$) 推定できることが判明した。これらの生体インピーダンスは、両手の電極を用いずに得られるものである。

20

(実施例3: 右腕部 ~ 体幹部 ~ 右脚部の生体インピーダンスからの全身の体脂肪率の推定)

実施例3では、実施例1と同じ方法で得られたデータを用いて、右腕部 ~ 体幹部 ~ 右脚部の生体インピーダンスから全身の体脂肪率をどの程度の精度で推定できるかが検討された。

30

【0100】

図10は、右腕部 ~ 体幹部 ~ 右脚部の生体インピーダンス ($Z_2 + Z_3 + Z_5$) を利用した変数を含む6個の独立変数に対し、全身の体脂肪率 (%) を従属変数とした場合の重回帰分析の結果を示す表およびグラフ (散布図) である。1つ目の独立変数 (x_1) は、身長 (cm)² / 周波数 100 Hz での右腕部 ~ 体幹部 ~ 右脚部の生体インピーダンス測定値 () / 体重 (kg) とした。2つ目の独立変数 (x_2) は、周波数 20 Hz での右腕部 ~ 体幹部 ~ 右脚部の生体インピーダンス測定値 () / 周波数 100 Hz での右腕部 ~ 体幹部 ~ 右脚部の生体インピーダンス測定値 () とした。3つ目の独立変数 (x_3) は、性別 (男: 1、女: 2) とした。4つ目の独立変数 (x_4) は、年齢とした。5つ目の独立変数 (x_5) は、BMI (体重 (kg) ÷ 身長 (m)²) とした。6つ目の独立変数 (x_6) は、(体重 (kg) / 身長 (cm))² とした。図10を見れば分かるように、右腕部 ~ 体幹部 ~ 右脚部の生体インピーダンス ($Z_4 + Z_5$) に基づけば、全身の体脂肪率 (%) が精度良く ($R^2 = 0.9127$) 推定できることが判明した。これらの生体インピーダンスは、左手および左足の電極を用いずに得られるものである。

40

(実施例4: 右腕部 ~ 体幹部 ~ 左脚部の生体インピーダンスからの全身の体脂肪率の推定)

実施例4では、実施例1と同じ方法で得られたデータを用いて、右腕部 ~ 体幹部 ~ 左脚部の生体インピーダンスから全身の体脂肪率をどの程度の精度で推定できるかが検討され

50

た。

【0101】

図11は、右腕部～体幹部～左脚部の生体インピーダンス($Z_2 + Z_3 + Z_4$)を利用した変数を含む6個の独立変数に対し、全身の体脂肪率(%)を従属変数とした場合の重回帰分析の結果を示す表およびグラフ(散布図)である。1つ目の独立変数(x_1)は、身長(cm)²/周波数100Hzでの右腕部～体幹部～左脚部の生体インピーダンス測定値()/体重(kg)とした。2つ目の独立変数(x_2)は、周波数20Hzでの右腕部～体幹部～左脚部の生体インピーダンス測定値()/周波数100Hzでの右腕部～体幹部～左脚部の生体インピーダンス測定値()とした。3つ目の独立変数(x_3)は、性別(男:1、女:2)とした。4つ目の独立変数(x_4)は、年齢とした。5つ目の独立変数(x_5)は、BMI(体重(kg)÷身長(m)²)とした。6つ目の独立変数(x_6)は、(体重(kg)/身長(cm))²とした。図11を見れば分かるように、右腕部～体幹部～左脚部の生体インピーダンス($Z_2 + Z_3 + Z_4$)に基づけば、全身の体脂肪率(%)が精度良く($R^2 = 0.9071$)推定できることが判明した。これらの生体インピーダンスは、左手および右足の電極を用いずに得られるものである。

10

(実施例5:左手電極を用いずに得られる生体インピーダンスからの全身の体脂肪率の推定)

実施例5では、実施例1と同じ方法で得られたデータを用いて、左手電極を用いずに得られる生体インピーダンスから全身の体脂肪率をどの程度の精度で推定できるかが検討された。

20

【0102】

図12は、右腕部～体幹部の生体インピーダンス($Z_2 + Z_3$)、両脚部の生体インピーダンス($Z_4 + Z_5$)、左脚部の生体インピーダンス(Z_4)を利用した変数を含む8個の独立変数に対し、全身の体脂肪率(%)を従属変数とした場合の重回帰分析の結果を示す表およびグラフ(散布図)である。1つ目の独立変数(x_1)は、身長(cm)²/周波数100Hzでの右腕部～体幹部の生体インピーダンス測定値()/体重(kg)とした。2つ目の独立変数(x_2)は、周波数20Hzでの右腕部～体幹部の生体インピーダンス測定値()/周波数100Hzでの両脚部の生体インピーダンス測定値()とした。3つ目の独立変数(x_3)は、周波数20Hzでの左脚部の生体インピーダンス測定値()/周波数100Hzでの左脚部の生体インピーダンス測定値()とした。4つ目の独立変数(x_4)は、性別(男:1、女:2)とした。5つ目の独立変数(x_5)は、年齢とした。6つ目の独立変数(x_6)は、BMI(体重(kg)÷身長(m)²)とした。7つ目の独立変数(x_7)は、(体重(kg)/身長(cm))²とした。8つ目の変数(x_8)は、胸囲(cm)とした。図12を見れば分かるように、右腕部～体幹部の生体インピーダンス($Z_2 + Z_3$)、両脚部の生体インピーダンス($Z_4 + Z_5$)、左脚部の生体インピーダンス(Z_4)に基づけば、全身の体脂肪率が精度良く($R^2 = 0.9067$)推定できることが判明した。これらの生体インピーダンスは、左手電極を用いずに得られるものである。なお、右手電極を用いずに得られる生体インピーダンスに基づいても、同様の精度で全身の体脂肪率(%)が精度良く推定できた。

30

(実施例6:左足電極を用いずに得られる生体インピーダンスからの全身の体脂肪率の推定)

40

実施例6では、実施例1と同じ方法で得られたデータを用いて、左足電極を用いずに得られる生体インピーダンスから全身の体脂肪率をどの程度の精度で推定できるかが検討された。

【0103】

図13は、体幹部～右脚部の生体インピーダンス($Z_3 + Z_5$)、両腕部の生体インピーダンス($Z_1 + Z_2$)を利用した変数を含む8個の独立変数に対し、全身の体脂肪率(%)を従属変数とした場合の重回帰分析の結果を示す表およびグラフ(散布図)である。1つ目の独立変数(x_1)は、身長(cm)²/周波数100Hzでの体幹部～右脚部の生体インピーダンス測定値()/体重(kg)とした。2つ目の独立変数(x_2)は、

50

周波数 20 Hz での両腕部の生体インピーダンス測定値 () / 周波数 100 Hz での体幹部 ~ 右脚部の生体インピーダンス測定値 () とした。3 つ目の独立変数 (x 3) は、周波数 20 Hz での体幹部 ~ 右脚部の生体インピーダンス測定値 () / 周波数 100 Hz での体幹部 ~ 右脚部の生体インピーダンス測定値 () とした。4 つ目の独立変数 (x 4) は、性別 (男 : 1、女 : 2) とした。5 つ目の独立変数 (x 5) は、年齢とした。6 つ目の独立変数 (x 6) は、BMI (体重 (kg) ÷ 身長 (m)²) とした。7 つ目の独立変数 (x 7) は、(体重 (kg) / 身長 (cm))² とした。8 つ目の変数 (x 8) は、胸囲 (cm) とした。図 1 3 を見れば分かるように、体幹部 ~ 右脚部の生体インピーダンス (Z 3 + Z 5)、両腕部の生体インピーダンス (Z 1 + Z 2) に基づけば、全身の体脂肪率が精度良く (R² = 0 . 9 1 7 0) 推定できることが判明した。これらの生体イン

10

ピーダンスは、左足電極を用いずに得られるものである。なお、右足電極を用いずに得られる生体インピーダンスに基づいても、同様の精度で全身の体脂肪率 (%) が精度良く推定できた。

(実施例 7 : 全電極を用いて得られる生体インピーダンスからの全身の体脂肪率の推定)
 実施例 7 では、実施例 1 と同じ方法で得られたデータを用いて、全電極を用いて得られる生体インピーダンスから全身の体脂肪率をどの程度の精度で推定できるかが検討された。

【 0 1 0 4 】

図 1 4 は、両脚部の生体インピーダンス (Z 4 + Z 5)、体幹部の生体インピーダンス (Z 3)、両腕部の生体インピーダンス (Z 1 + Z 2) を利用した変数を含む 8 個の独立変数に対し、全身の体脂肪率 (%) を従属変数とした場合の重回帰分析の結果を示す表およびグラフ (散布図) である。1 つ目の独立変数 (x 1) は、性別 (男 : 1、女 : 2) とした。2 つ目の独立変数 (x 2) は、BMI (体重 (kg) ÷ 身長 (m)²) とした。3 つ目の独立変数 (x 3) は、(体重 (kg) / 身長 (cm))² とした。4 つ目の独立変数 (x 4) は、身長 (cm)² / 周波数 100 Hz での両脚部の生体インピーダンス測定値 () / 体重 (kg) とした。5 つ目の独立変数 (x 5) は、身長 (cm)² / 周波数 100 Hz での体幹部の生体インピーダンス測定値 () / 体重 (kg) とした。6 つ目の独立変数 (x 6) は、周波数 100 Hz での両腕部の生体インピーダンス測定値 () / 周波数 100 Hz での両脚部の生体インピーダンス測定値 () とした。7 つ目の独立変数 (x 7) は、周波数 20 Hz での両脚部の生体インピーダンス測定値 () / 周波数 100 Hz での両脚部の生体インピーダンス測定値 () とした。8 つ目の変数 (x 8) は、胸囲 (cm) とした。図 1 4 を見れば分かるように、両脚部の生体インピーダンス (Z 4 + Z 5)、体幹部の生体インピーダンス (Z 3)、両腕部の生体インピーダンス (Z 1 + Z 2) に基づけば、全身の体脂肪率が精度良く (R² = 0 . 9 4 1 0) 推定できることが判明した。

20

30

【 0 1 0 5 】

本実施例は、使用する電極に制約がない場合であるが、かかる場合に最も精度 (R² 値) が高かった。しかし、その他の場合 (実施例 1 ~ 6) でも十分高い精度で全身の体脂肪率 (%) が推定できることが判明した。

(実施例 8 : 生体インピーダンス測定不能部位の体脂肪率の推定)

40

実施例 8 では、実施例 1 乃至実施例 7 で推定された体脂肪率と、DXA 法で得られた各身体部位の体脂肪率との相関が検討された。実施例 1 乃至実施例 6 については、推定によって得られた全身の体脂肪率 (%) と、DXA 法によってそれぞれ得られた、右腕部の体脂肪率 (%)、左腕部の体脂肪率 (%)、体幹部の体脂肪率 (%)、右脚部の体脂肪率 (%)、左脚部の体脂肪率 (%) との相関が求められた。実施例 7 については、同一の身体部位の生体インピーダンスに基づく各身体部位の体脂肪率 (%) の推定精度を示す。すなわち、各部位の生体インピーダンスを利用した変数を含む複数の独立変数 (各部位の生体インピーダンスに身長、体重、胸囲を組み合わせ得られる変数) に対し、当該部位の体脂肪率 (%) を従属変数とした場合の重回帰分析より相関係数を求めた。

【 0 1 0 6 】

50

図15は、各実施例で推定された全身の体脂肪率(%)と、DXA法によって得られた各身体部位の体脂肪率(%)の相関を示す表である。参考までに、年齢、身長、体重、BMI、胴囲についても相関を示している。図を見れば分かるように、いずれの実施例についても、得られた全身の体脂肪率とDXA法によって得られた各身体部位の体脂肪率は全てよい相関(相関係数 >0.827 、有意確率 <0.001)を示した。このことから、特定の電極が使用できない場合であっても、精度良く各身体部位の体脂肪率を推定できることが明らかとなった。すなわち、各身体部位の体脂肪率を、例えば全身の体脂肪率の一次式で精度良く推定することができる。よって、生体インピーダンス測定不能部位についても体脂肪率を推定できることが明らかとなった。

【0107】

なお、実施例7について相関が最も高く、当該部位の生体インピーダンスを用いた場合の推定精度が最も良好であることが分かる。なお、ある部位の生体インピーダンスに基づいてその部位の体組成を求める方法としては、例えば、各部位の生体インピーダンスを利用した変数を含む複数の独立変数(各部位の生体インピーダンスに身長、体重、胴囲を組み合わせて得られる変数)を用いた重相関が使用可能である。

【産業上の利用可能性】

【0108】

本発明に係る体組成計は、従来の構成では生体インピーダンスを測定できなかった身体部位についても体組成を推定することが可能な体組成計として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0109】

【図1】本発明の第1実施形態の体組成計の構成を模式的に示す斜視図である。

【図2】本発明の第1実施形態の体組成計が有する判定表示部の構成を模式的に示す平面図である。

【図3】本発明の第1実施形態の体組成計の電気回路の構成を模式的に示すブロック図である。

【図4】被検者に対し各電極が接触する位置および被検者の各身体部位の生体インピーダンスを模式的に示す図である。

【図5】手電極を被検者の皮膚に接触させたときの電極および接触抵抗等の位置関係を示す模式図である。

【図6】4端子法によって生体インピーダンスを測定する場合の測定回路の概略図である。

【図7(a)】本実施形態の体組成計1の動作の一例を示すフローチャートである。

【図7(b)】本実施形態の体組成計1の動作の一例を示すフローチャート(図7(a)の続き)である。

【図7(c)】本実施形態の体組成計1の動作の一例を示すフローチャート(図7(b)の続き)である。

【図8】両腕部の生体インピーダンスを利用した変数を含む6個の独立変数に対し、全身の体脂肪率(%)を従属変数とした場合の重回帰分析の結果を示す表およびグラフ(散布図)である。

【図9】両脚部の生体インピーダンスを利用した変数を含む6個の独立変数に対し、全身の体脂肪率(%)を従属変数とした場合の重回帰分析の結果を示す表およびグラフ(散布図)である。

【図10】右腕部~体幹部~右脚部の生体インピーダンスを利用した変数を含む6個の独立変数に対し、全身の体脂肪率(%)を従属変数とした場合の重回帰分析の結果を示す表およびグラフ(散布図)である。

【図11】右腕部~体幹部~左脚部の生体インピーダンスを利用した変数を含む6個の独立変数に対し、全身の体脂肪率(%)を従属変数とした場合の重回帰分析の結果を示す表およびグラフ(散布図)である。

【図12】右腕部~体幹部の生体インピーダンス、両脚部の生体インピーダンス、左脚部

10

20

30

40

50

の生体インピーダンスを利用した変数を含む 8 個の独立変数に対し、全身の体脂肪率 (%) を従属変数とした場合の重回帰分析の結果を示す表およびグラフ (散布図) である。

【図 1 3】体幹部～右脚部の生体インピーダンス、両腕部の生体インピーダンスを利用した変数を含む 8 個の独立変数に対し、全身の体脂肪率 (%) を従属変数とした場合の重回帰分析の結果を示す表およびグラフ (散布図) である。

【図 1 4】両脚部の生体インピーダンス、体幹部の生体インピーダンス、両腕部の生体インピーダンスを利用した変数を含む 8 個の独立変数に対し、全身の体脂肪率 (%) を従属変数とした場合の重回帰分析の結果を示す表およびグラフ (散布図) である。

【図 1 5】各実施例で推定された全身の体脂肪率 (%) と、D X A 法によって得られた各身体部位の体脂肪率 (%) の相関を示す表である。

10

【符号の説明】

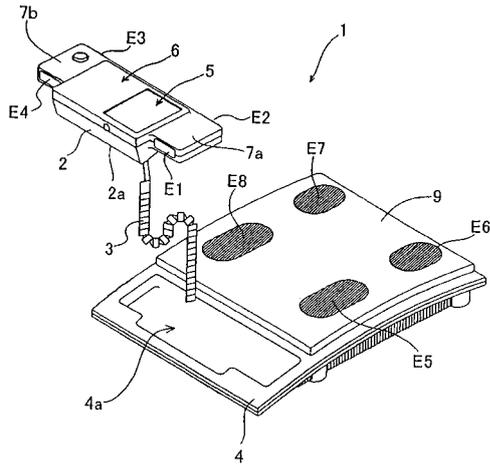
【0 1 1 0】

- 1 体組成計
- 2 判定表示部
- 3 接続ケーブル
- 4 設置部
- 5 表示部
- 6 操作部
- 6 a 電源 ON / OFF キー
- 6 b モード切り換えキー
- 6 c 設定画面切り換えキー
- 6 d 登録キー
- 6 f テンキー
- 6 g 測定キー
- 7 a 保持部
- 7 b 保持部
- 8 生体インピーダンス測定回路
- 9 生体インピーダンス測定面
- 1 0 ロードセル
- 1 1 電極切り換えスイッチ
- 1 2 I / O
- 1 3 演算処理部
- 1 4 演算部
- 1 5 記憶部
- E 1、E 2、E 3、E 4、E 5、E 6、E 7、E 8 電極

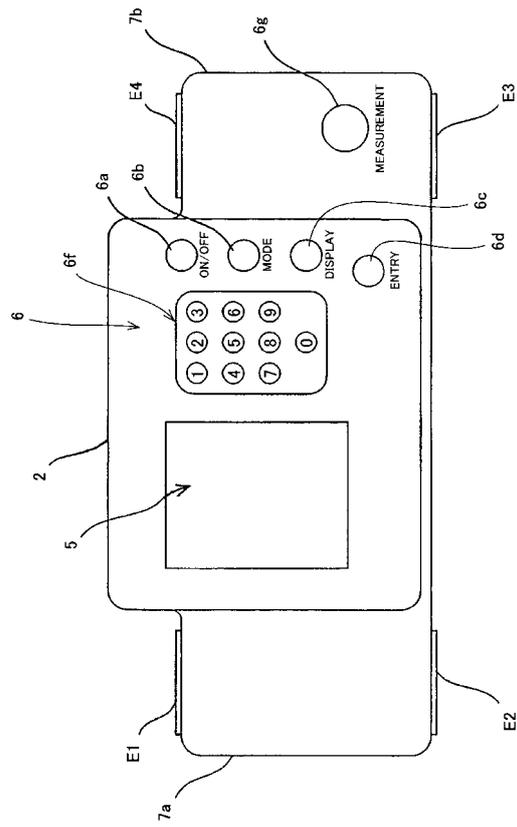
20

30

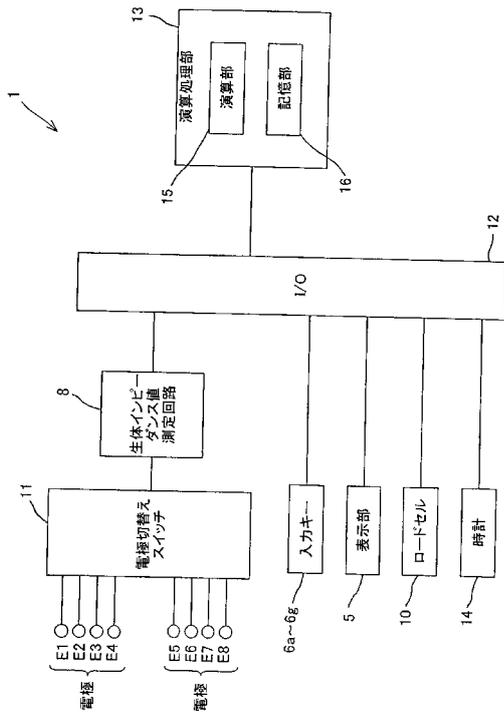
【 図 1 】



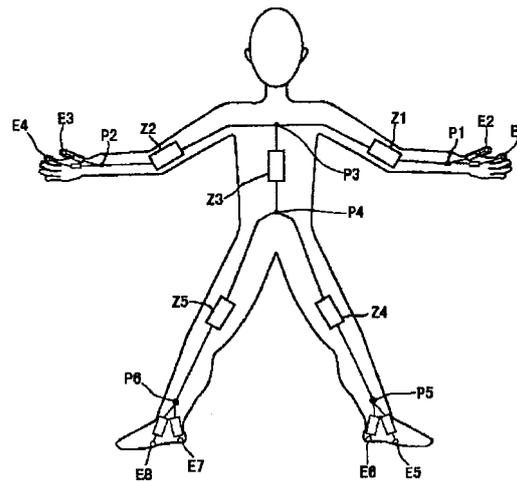
【 図 2 】



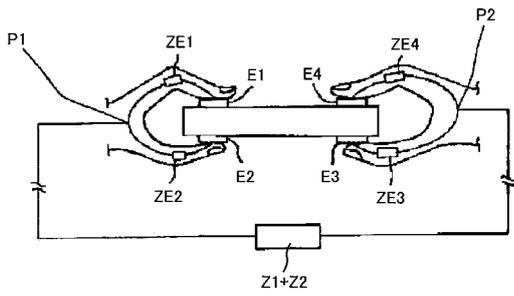
【 図 3 】



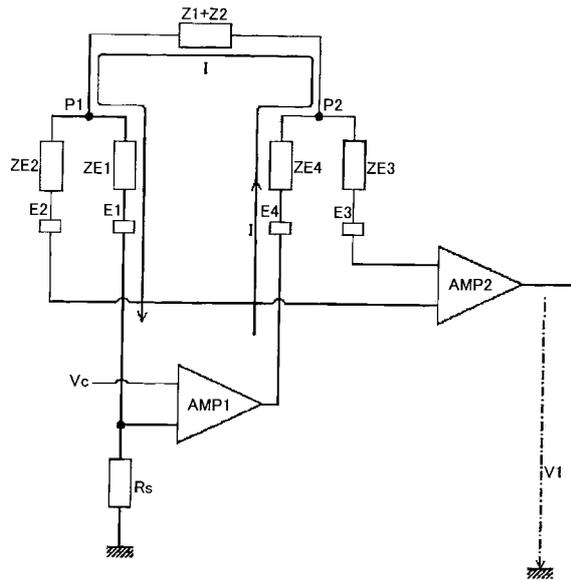
【 図 4 】



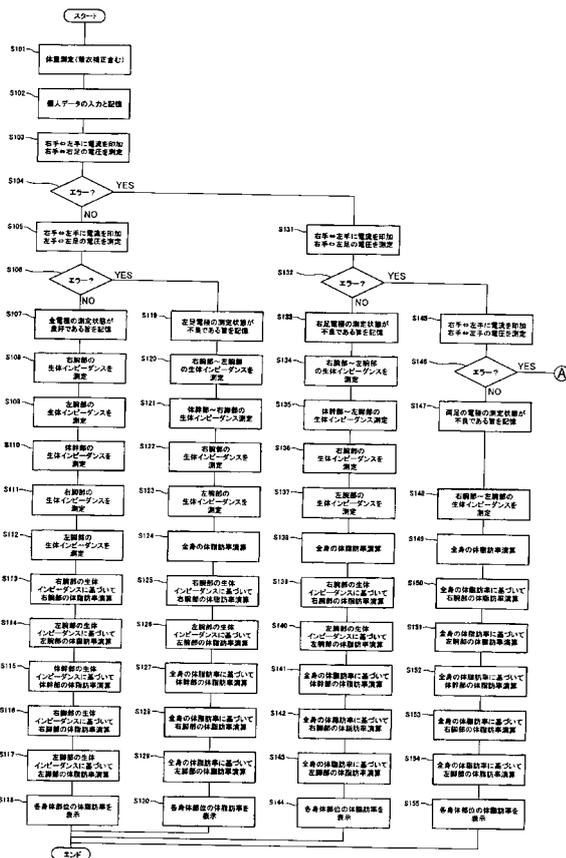
【図5】



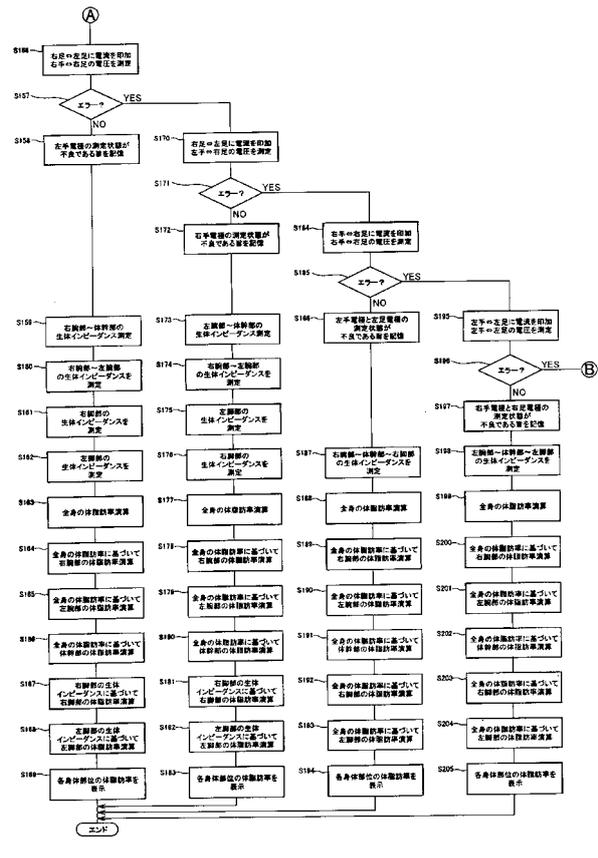
【図6】



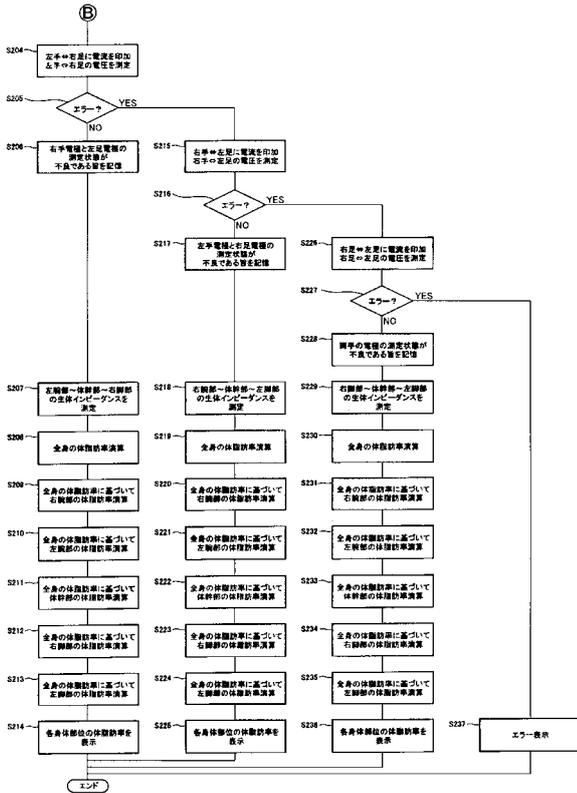
【図7(a)】



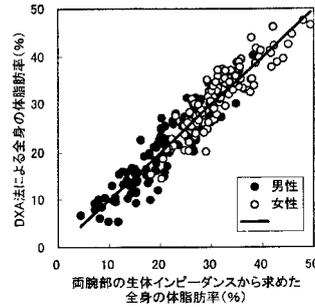
【図7(b)】



【 図 7 (c) 】



【 図 8 】

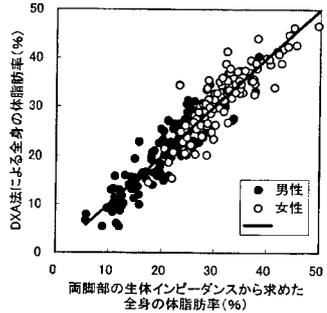


R	R2 乗	調整済み R2 乗	推定値の標準誤差
0.9439	0.8909	0.8881	3.0370

(定数)	非標準化係数		標準化係数		有意確率	相関係数		
	B	標準誤差	ベータ	ゼロ次		偏	部分	
x1	-49.5131	3.7568	-0.4793	0.0000	-0.8719	-0.6519	-0.2839	
x2	-7.3673	0.7930	-0.4065	0.0000	-0.5995	-0.5183	-0.2001	
x3	0.0876	0.0185	0.1326	0.0000	0.3610	0.2954	0.1021	
x4	1.0294	0.2162	0.3805	0.0000	0.4894	0.2967	0.1026	
x5	-37.2041	16.6613	-0.1983	0.0265	0.2717	-0.1441	-0.0481	
x6	0.1595	0.0532	0.1899	0.0030	0.2560	0.1921	0.0646	

- x1 身長(cm)²/周波数100Hzでの両腕部の生体インピーダンス測定値(Ω)/体重(kg)
- x2 性別(男:1,女:2)
- x3 年齢
- x4 BMI(体重(kg)÷身長(m)²)
- x5 (体重(kg)/身長(cm))²
- x6 腕囲(cm)

【 図 9 】

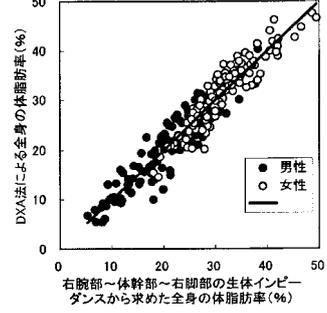


R	R2 乗	調整済み R2 乗	推定値の標準誤差
0.9385	0.8807	0.8776	3.1764

(定数)	非標準化係数		標準化係数		有意確率	相関係数		
	B	標準誤差	ベータ	ゼロ次		偏	部分	
x1	124.5261	16.8808	0.0000	0.0000	-0.5834	-0.5894	-0.2520	
x2	-27.4878	2.4578	-0.3385	0.0000	-0.4060	-0.4064	-0.1536	
x3	-91.3483	13.3974	-0.2241	0.0000	-0.5995	-0.6615	-0.3046	
x4	-10.3371	0.7645	-0.5703	0.0000	-0.5995	-0.6615	-0.3046	
x5	1.4976	0.2182	0.5536	0.0000	0.4894	0.4086	0.1546	
x6	-38.4846	15.8681	-0.2031	0.0161	0.2717	-0.1563	-0.0546	
x7	0.1135	0.0538	0.1351	0.0360	0.2560	0.1363	0.0475	

- x1 身長(cm)²/周波数100Hzでの両腕部の生体インピーダンス測定値(Ω)/体重(kg)
- x2 周波数20Hzでの両腕部の生体インピーダンス測定値(Ω)/周波数100Hzでの両腕部の生体インピーダンス測定値(Ω)
- x3 性別(男:1,女:2)
- x4 BMI(体重(kg)÷身長(m)²)
- x5 (体重(kg)/身長(cm))²
- x6 腕囲(cm)

【 図 10 】

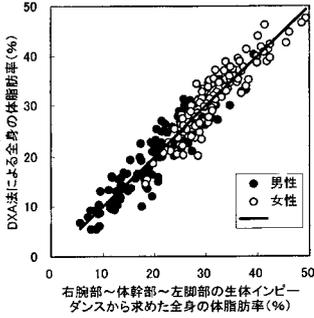


R	R2 乗	調整済み R2 乗	推定値の標準誤差
0.9553	0.9127	0.9105	2.7173

(定数)	非標準化係数		標準化係数		有意確率	相関係数		
	B	標準誤差	ベータ	ゼロ次		偏	部分	
x1	132.0991	18.5813	0.0000	0.0000	-0.4814	-0.8587	-0.7384	
x2	-50.3900	3.0021	-0.1676	0.0000	-0.4878	-0.2933	-0.0907	
x3	-81.3857	17.3049	-0.2241	0.0000	-0.4060	-0.4064	-0.1536	
x4	-5.8404	0.7207	-0.3222	0.0000	-0.5995	-0.4674	-0.1562	
x5	0.0593	0.0174	0.0897	0.0008	0.3610	0.2174	0.0858	
x6	1.3178	0.2053	0.4871	0.0000	0.4894	0.3882	0.1237	
x7	-32.4248	14.0577	-0.1711	0.0220	0.2717	-0.1468	-0.0445	

- x1 身長(cm)²/周波数100Hzでの右腕部と体幹部と右脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)/体重(kg)
- x2 周波数20Hzでの右腕部と体幹部と右脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)/周波数100Hzでの右腕部と体幹部と右脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)
- x3 性別(男:1,女:2)
- x4 年齢
- x5 BMI(体重(kg)÷身長(m)²)
- x6 (体重(kg)/身長(cm))²

【図 1 1】

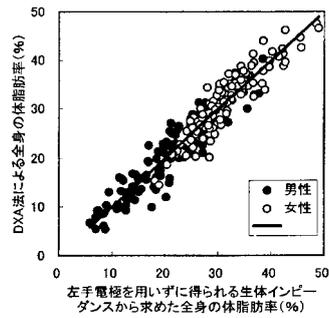


R	R2 乗	調整済み R2 乗	推定値の標準誤差
0.9524	0.9071	0.9047	2.8034

	非標準化係数		標準化係数		有意確率	相関係数		
	B	標準誤差	ベータ	ゼロ次		偏	部分	
(定数)	109.7669	17.6133			0.0000			
x1	-51.1006	3.1503	-0.4790	0.0000	0.0000	-0.8540	-0.7268	-0.3226
x2	-59.3823	16.3716	-0.1250	0.0004	0.0004	-0.4350	-0.2303	-0.0721
x3	-6.7979	0.6970	-0.3751	0.0000	0.0000	-0.5995	-0.5368	-0.1940
x4	0.0717	0.0176	0.1085	0.0001	0.0001	0.3610	0.2572	0.0812
x5	1.1734	0.2112	0.4328	0.0000	0.0000	0.4894	0.3408	0.1105
x6	-22.8005	14.3845	-0.1203	0.1145	0.2717	-0.1028	-0.0315	

- x1 身長(cm)²/周波数100Hzでの右腕部と体幹部と左脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)/体重(kg)
- x2 周波数20Hzでの右腕部と体幹部と左脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)/周波数100Hzでの右腕部と体幹部と左脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)
- x3 性別(男:1、女:2)
- x4 年齢
- x5 BMI(体重(kg)÷身長(m)²)
- x6 (体重(kg)/身長(cm))²

【図 1 2】

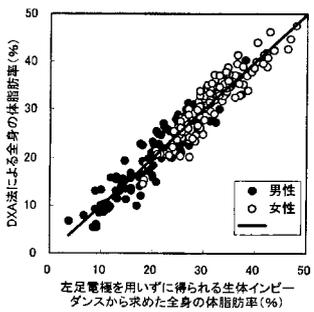


R	R2 乗	調整済み R2 乗	推定値の標準誤差
0.9522	0.9067	0.9035	2.8208

	非標準化係数		標準化係数		有意確率	相関係数		
	B	標準誤差	ベータ	ゼロ次		偏	部分	
(定数)	84.5938	14.2372			0.0000			
x1	-30.2623	1.9835	-0.5474	0.0000	0.0000	-0.8823	-0.7089	-0.3053
x2	-14.8522	3.3101	-0.1401	0.0000	0.4285	-0.2820	-0.0898	
x3	-30.0465	10.7354	-0.0831	0.0056	0.0056	-0.3185	-0.1804	-0.0560
x4	-7.3327	0.7781	-0.4046	0.0000	0.0000	-0.5995	-0.5253	-0.1886
x5	0.0696	0.0187	0.1053	0.0003	0.0003	0.3610	0.2362	0.0743
x6	1.1121	0.2065	0.4111	0.0000	0.0000	0.4894	0.3328	0.1078
x7	-35.1018	15.5670	-0.1852	0.0251	0.2717	-0.1461	-0.0451	
x8	0.0852	0.0513	0.1013	0.0981	0.2560	0.1082	0.0332	

- x1 身長(cm)²/周波数100Hzでの右腕部と体幹部の生体インピーダンス測定値(Ω)/体重(kg)
- x2 周波数20Hzでの右腕部と体幹部の生体インピーダンス測定値(Ω)/周波数100Hzでの両脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)
- x3 周波数20Hzでの左脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)/周波数100Hzでの左脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)
- x4 性別(男:1、女:2)
- x5 年齢
- x6 BMI(体重(kg)÷身長(m)²)
- x7 (体重(kg)/身長(cm))²
- x8 腕囲(cm)

【図 1 3】

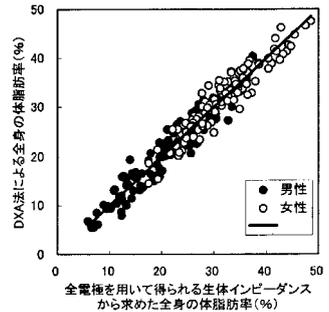


R	R2 乗	調整済み R2 乗	推定値の標準誤差
0.9576	0.9170	0.9141	2.6613

	非標準化係数		標準化係数		有意確率	相関係数		
	B	標準誤差	ベータ	ゼロ次		偏	部分	
(定数)	95.9590	18.2554			0.0000			
x1	-22.2312	1.3817	-0.4866	0.0000	0.0000	-0.6344	-0.7255	-0.3037
x2	8.0554	1.1127	0.2507	0.0000	0.4024	0.4285	0.1367	
x3	-68.1582	15.6088	-0.1595	0.0000	0.0000	-0.4805	-0.2750	-0.0824
x4	-6.6556	0.7931	-0.3672	0.0000	0.0000	-0.5995	-0.4817	-0.1584
x5	0.0392	0.0196	0.0594	0.0469	0.3610	0.1298	0.0377	
x6	1.2011	0.2051	0.4440	0.0000	0.4894	0.3582	0.1106	
x7	-34.9103	14.9012	-0.1842	0.0200	0.2717	-0.1517	-0.0442	
x8	0.0719	0.0478	0.0856	0.1341	0.2560	0.0980	0.0284	

- x1 身長(cm)²/周波数100Hzでの体幹部と右脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)/体重(kg)
- x2 周波数20Hzでの両脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)/周波数100Hzでの体幹部と右脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)
- x3 周波数20Hzでの体幹部と右脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)/周波数100Hzでの体幹部と右脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)
- x4 性別(男:1、女:2)
- x5 年齢
- x6 BMI(体重(kg)÷身長(m)²)
- x7 (体重(kg)/身長(cm))²
- x8 腕囲(cm)

【図 1 4】



R	R2 乗	調整済み R2 乗	推定値の標準誤差
0.9700	0.9410	0.9390	2.2436

	非標準化係数		標準化係数		有意確率	相関係数		
	B	標準誤差	ベータ	ゼロ次		偏	部分	
(定数)	106.1340	12.2335			0.0000			
x1	-7.0949	0.6444	-0.3915	0.0000	0.0000	-0.5995	-0.5850	-0.1752
x2	0.9570	0.1583	0.3538	0.0000	0.4894	0.3682	0.0962	
x3	-43.5370	11.2291	-0.2297	0.0001	0.2717	-0.2462	-0.0617	
x4	-26.2744	2.2928	-0.3235	0.0000	0.5834	-0.6004	-0.1824	
x5	-1.2113	0.1038	-0.2942	0.0000	-0.7134	-0.6074	-0.1858	
x6	12.1598	1.5442	0.2232	0.0000	0.4120	0.4585	0.1253	
x7	-64.5282	9.6338	-0.1583	0.0000	-0.4060	-0.4018	-0.1066	
x8	0.1337	0.0380	0.1591	0.0005	0.2560	0.2244	0.0559	

- x1 性別(男:1、女:1)
- x2 BMI(体重(kg)÷身長(m)²)
- x3 (体重(kg)/身長(cm))²
- x4 身長(cm)²/周波数100Hzでの両脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)/体重(kg)
- x5 身長(cm)²/周波数100Hzでの体幹部の生体インピーダンス測定値(Ω)/体重(kg)
- x6 周波数100Hzでの両脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)/周波数100Hzでの両脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)
- x7 周波数20Hzでの両脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)/周波数100Hzでの両脚部の生体インピーダンス測定値(Ω)
- x8 腕囲(cm)

【 図 15 】

	右腕部	左腕部	体幹部	右脚部	左脚部
年齢	相関係数	0.213	0.213	0.492	0.444
	有意確率	0.001	0.001	0.000	0.000
身長	相関係数	-0.589	-0.591	-0.390	-0.649
	有意確率	0.000	0.000	0.000	0.000
体重	相関係数	-0.447	-0.467	0.321	-0.273
	有意確率	0.068	0.066	0.000	0.000
BMI	相関係数	0.280	0.295	0.666	0.444
	有意確率	0.000	0.000	0.000	0.000
胸囲	相関係数	0.049	0.028	0.521	-0.170
	有意確率	0.770	0.866	0.000	0.008
実施例1 両腕部の生体インピーダンス	相関係数	0.900	0.907	0.890	0.827
	有意確率	0.000	0.000	0.000	0.000
実施例2 両脚部の生体インピーダンス	相関係数	0.885	0.888	0.854	0.830
	有意確率	0.000	0.000	0.000	0.000
実施例3 右腕部と体幹部と右脚部の生体インピーダンス	相関係数	0.910	0.910	0.868	0.845
	有意確率	0.000	0.000	0.000	0.000
実施例4 右腕部と体幹部と左脚部の生体インピーダンス	相関係数	0.905	0.908	0.867	0.839
	有意確率	0.000	0.000	0.000	0.000
実施例5 左手電極を用いずに得られる生体インピーダンス	相関係数	0.903	0.905	0.859	0.837
	有意確率	0.000	0.000	0.000	0.000
実施例6 左足電極を用いずに得られる生体インピーダンス	相関係数	0.908	0.913	0.874	0.843
	有意確率	0.000	0.000	0.000	0.000
実施例7 全電極を用いて得られる生体インピーダンス	相関係数	0.954	0.958	0.858	0.847
	有意確率	0.000	0.000	0.000	0.000

(取消線は有意差なし)

フロントページの続き

(72)発明者 岡部 修一

兵庫県明石市茶園場町5番22号 大和製衡株式会社内

Fターム(参考) 4C027 AA06 EE01 EE03 GG09 GG15 KK03