

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4417492号
(P4417492)

(45) 発行日 平成22年2月17日(2010.2.17)

(24) 登録日 平成21年12月4日(2009.12.4)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 5/05 (2006.01) A 6 1 B 5/05 B

請求項の数 24 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願平11-285540	(73) 特許権者	000208444
(22) 出願日	平成11年10月6日(1999.10.6)		大和製衡株式会社
(65) 公開番号	特開2001-104270(P2001-104270A)		兵庫県明石市茶園場町5番22号
(43) 公開日	平成13年4月17日(2001.4.17)	(74) 代理人	100065868
審査請求日	平成18年9月25日(2006.9.25)		弁理士 角田 嘉宏
		(74) 代理人	100106242
			弁理士 古川 安航
		(74) 代理人	100108165
			弁理士 阪本 英男
		(74) 代理人	100110951
			弁理士 西谷 俊男
		(74) 復代理人	100133042
			弁理士 佃 誠玄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 体脂肪計、及び体脂肪計の動作方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検者の人体のインピーダンスを検出することができるインピーダンス検出手段と、被検者の身長や性別等の個人データを入力することができる操作部と、入力データや測定結果を表示する表示部と、前記インピーダンス検出手段により検出された被検者の生体インピーダンス及び前記個人データとに基づく体脂肪の演算を行うことができる演算部と、を備える体脂肪計であって、前記インピーダンス検出手段が、被検者の一方の手又は一方の足を人体における一の末端とし、被検者の他方の手又は他方の足を人体における他の末端とし、前記被検者の一の末端と他の末端との間に電流路を形成するべく一对の出力端子より一定の電流を出力する電流源と、前記一の末端と他の末端間の電位差が一对の入力端子より入力される差動増幅器と、前記一の末端における一の部位に接触させる第一の電極と、他の末端における一の部位に接触させる第二の電極と、前記一の末端における他の部位に接触させる第三の電極と、他の末端における他の部位に接触させる第四の電極とを有し、前記第一の電極及び第三の電極に対する前記電流源の一の出力端子及び前記差動増幅器の他の入力端子の接続状態を切り替えるとともに、前記第二の電極及び第四の電極に対する前記電流源の他の出力端子及び前記差動増幅器の他の入力端子の接続状態を切り替えることができる検出インピーダンス切替手段を有してなり、
前記電流源の一对の出力端子が第一の電極と第二の電極に各々接続され、前記差動増幅器の一对の入力端子が前記第三の電極と第四の電極に各々接続されることによって被検者の両末端間の生体インピーダンスを測定することができ、該生体インピーダンスに基づいて

10

20

体脂肪を測定できるとともに、

前記四つの電極のうち、少なくとも差動増幅器の入力端子に接続される二つの電極に接触する部位の皮膚インピーダンスを含む、皮膚インピーダンスに関する測定値を求めることができる、体脂肪計。

【請求項 2】

前記電流源の一对の出力端子が第一の電極と第二の電極に各々接続され、前記差動増幅器の一对の入力端子が前記第三の電極と第四の電極に各々接続されることによって被検者の両末端間の生体インピーダンスを測定することができ、該生体インピーダンスに基づいて体脂肪を測定できるとともに、

前記検出インピーダンス切替手段により、前記電流源の一の出力端子に接続される第一の電極と差動増幅器の一の入力端子に接続される第三の電極とが短絡されるとともに、前記電流源の他の出力端子に接続される第二の電極と差動増幅器の他の入力端子に接続される第四の電極とが短絡されることによって、

前記皮膚インピーダンスに関する測定値として、前記一の末端及び他の末端における一の部位及び他の部位の皮膚インピーダンスを含む測定値を求めることができる、請求項 1 に記載の体脂肪計。

【請求項 3】

前記電流源の一对の出力端子が第一の電極と第二の電極に各々接続され、前記差動増幅器の一对の入力端子が前記第三の電極と第四の電極に各々接続されることによって被検者の両末端間の生体インピーダンスを測定することができ、該生体インピーダンスに基づいて体脂肪を測定できるとともに、

前記検出インピーダンス切替手段により、電流源の一の出力端子に接続される電極が前記第一の電極から差動増幅器の一の入力端子に接続される第三の電極に切り替えられるとともに、前記電流源の他の出力端子に接続される電極が前記第二の電極から差動増幅器の他の入力端子に接続される第四の電極に切り替えられることによって、

前記皮膚インピーダンスに関する測定値として、前記一の末端及び他の末端における他の部位の皮膚インピーダンスを含む測定値を求めることができる、請求項 1 に記載の体脂肪計。

【請求項 4】

前記電流源の一对の出力端子が第一の電極と第二の電極に各々接続され、前記差動増幅器の一对の入力端子が前記第三の電極と第四の電極に各々接続されることによって被検者の両末端間の生体インピーダンスを測定することができ、該生体インピーダンスに基づいて体脂肪を測定できるとともに、

前記検出インピーダンス切替手段により、前記差動増幅器の一の入力端子に接続される電極が前記第三の電極から電流源の一の入力端子に接続される第一の電極に切り替えられるとともに、前記差動増幅器の他の入力端子に接続される電極が前記第四の電極から電流源の他の出力端子に接続される第二の電極に切り替えられることによって、

前記皮膚インピーダンスに関する測定値として、前記一の末端及び他の末端における一の部位の皮膚インピーダンスを含む測定値を求めることができる、請求項 1 に記載の体脂肪計。

【請求項 5】

前記皮膚インピーダンスに関する測定値が、数値表示又はグラフ表示されるように構成される請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の体脂肪計。

【請求項 6】

前記皮膚インピーダンスに関する測定値が、基準値と比較されるように構成される請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の体脂肪計。

【請求項 7】

前記皮膚インピーダンスに関する測定値を一定時間にわたって測定することができるとともに、該一定時間にわたる測定値の最小値が検出されるように構成されており、

該最小値が検出されると、警告を発するように構成される請求項 1 乃至 6 のいずれかに記

10

20

30

40

50

載の体脂肪計。

【請求項 8】

前記警告が音によってされるものである請求項 7 に記載の体脂肪計。

【請求項 9】

前記警告が表示によってされるものである請求項 7 に記載の体脂肪計。

【請求項 10】

前記表示部が、体脂肪に関する表示と、皮膚インピーダンスに関する測定値の表示と、に兼用されることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の体脂肪計。

【請求項 11】

前記皮膚インピーダンスに関する測定値が、前記電極を介して直接に測定された第一の皮膚情報保有インピーダンスと、該第一の皮膚情報保有インピーダンス及び前記両末端間の生体インピーダンスにより求められた第二の皮膚情報保有インピーダンスと、を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の体脂肪計。

10

【請求項 12】

前記一の末端における一の部位が一方の手における一の部位であり、前記一の末端における他の部位が一方の手における他の部位であり、他の末端における一の部位が他方の手における一の部位であり、他の末端における他の部位が他方の手における他の部位であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 11 のいずれかに記載の体脂肪計。

【請求項 13】

前記一方の手における一の部位が一方の手の一の指の先端の部位であり、他方の手の一の部位が他方の手の一の指の先端の部位であり、前記一方の手における他の部位が一方の手の他の指の先端の部位であり、他方の手の他の部位が他方の手の他の指の先端の部位であることを特徴とする、請求項 12 に記載の体脂肪計。

20

【請求項 14】

前記体脂肪計は、その本体がカード型に形成されてなることを特徴とする請求項 13 に記載の体脂肪計。

【請求項 15】

被検者の一方の手又は一方の足を人体における一の末端とし、被検者の他方の手又は他方の足を人体における他の末端とし、前記被検者の一の末端と他の末端との間に電流路を形成するべく一對の出力端子より一定の電流を出力する電流源と、前記一の末端と他の末端間の電位差が一對の入力端子より入力される差動増幅器と、前記一の末端における一の部位に接触させる第一の電極と、他の末端における一の部位に接触させる第二の電極と、前記一の末端における他の部位に接触させる第三の電極と、他の末端における他の部位に接触させる第四の電極とを有し、前記電流源の一対の出力端子を第一の電極と第二の電極に各々接続し、前記差動増幅器の一対の入力端子を前記第三の電極と第四の電極に各々接続することによって被検者の両末端間の生体インピーダンスを測定することができインピーダンス検出手段を有する体脂肪計の動作方法であって、前記第一の電極及び第三の電極に対する前記電流源の一の出力端子及び前記差動増幅器の一の入力端子の接続状態を切り替えるとともに、前記第二の電極及び第四の電極に対する前記電流源の他の出力端子及び前記差動増幅器の他の入力端子の接続状態を切り替えることにより、前記四つの電極のうち、少なくとも差動増幅器の入力端子に接続される二つの電極に接触する部位の皮膚インピーダンスの変化を求めることを特徴とする、体脂肪計の動作方法。

30

40

【請求項 16】

前記電流源の一の出力端子に接続される第一の電極と差動増幅器の一の入力端子に接続される第三の電極とを短絡するとともに、前記電流源の他の出力端子に接続される第二の電極と差動増幅器の他の入力端子に接続される第四の電極とを短絡することによって、前記一の末端及び他の末端における一の部位及び他の部位の皮膚インピーダンスの変化を求めることを特徴とする、請求項 15 に記載の体脂肪計の動作方法。

【請求項 17】

電流源の一の出力端子に接続される電極を前記第一の電極から差動増幅器の一の入力端

50

子に接続される第三の電極に切り替え、前記電流源の他の出力端子に接続される電極を前記第二の電極から差動増幅器の他の入力端子に接続される第四の電極に切り替えることにより、前記一の末端及び他の末端における他の部位の皮膚インピーダンスの変化を求めるとを特徴とする、請求項 15 に記載の体脂肪計の動作方法。

【請求項 18】

前記差動増幅器の一の入力端子に接続される電極を前記第三の電極から電流源の一の入力端子に接続される第一の電極に切り替え、前記差動増幅器の他の入力端子に接続される電極を前記第四の電極から電流源の他の出力端子に接続される第二の電極に切り替えることによって、前記一の末端及び他の末端における一の部位の皮膚インピーダンスの変化を求めるとを特徴とする、請求項 15 に記載の体脂肪計の動作方法。

10

【請求項 19】

被検者の一方の手又は一方の足を人体における一の末端とし、被検者の他方の手又は他方の足を人体における他の末端とし、前記被検者の一の末端と他の末端との間に電流路を形成するべく一対の出力端子より一定の電流を出力する電流源と、前記一の末端と他の末端間の電位差が一対の入力端子より入力される差動増幅器と、前記一の末端における一の部位に接触させる第一の電極と、他の末端における一の部位に接触させる第二の電極と、前記一の末端における他の部位に接触させる第三の電極と、他の末端における他の部位に接触させる第四の電極とを有し、前記電流源の一対の出力端子を第一の電極及び第二の電極に接続し、前記差動増幅器の一対の入力端子を前記第三の電極及び第四の電極に接続することにより被検者の両末端間の生体インピーダンスを測定できるインピーダンス検出手段を有する体脂肪計の動作方法であって、前記人体の一の末端に接触させる第一の電極及び/又は第三の電極に電流源の一の出力端子及び前記差動増幅器の一の入力端子の双方が接続され、前記人体の他の末端に接触させる第二の電極及び/又は第四の電極に前記電流源の他の出力端子及び前記差動増幅器の他の入力端子の双方が接続され、前記電流源の一の出力端子及び前記差動増幅器の一の入力端子の双方が接続された第一の電極及び/又は第三の電極に一の手又は一の足における一の指が接触され、前記電流源の他の出力端子及び前記差動増幅器の他の入力端子の双方が接続された第二の電極及び/又は第四の電極に前記一の手又は一の足における他の指が接触された状態で、前記一の手又は一の足における一の指と他の指の皮膚インピーダンスの変化を求めるとを特徴とする、体脂肪計の動作方法。

20

30

【請求項 20】

被検者の一方の手又は一方の足を人体における一の末端とし、被検者の他方の手又は他方の足を人体における他の末端とし、前記被検者の一の末端と他の末端との間に電流路を形成するべく一対の出力端子より一定の電流を出力する電流源と、前記一の末端と他の末端との間の電位差が一対の入力端子より入力される差動増幅器と、前記一の末端における一の部位に接触させる第一の電極と、他の末端における一の部位に接触させる第二の電極と、前記一の末端における他の部位に接触させる第三の電極と、他の末端における他の部位に接触させる第四の電極とを有し、前記電流源の一対の出力端子を第一の電極と第二の電極に各々接続し、前記差動増幅器の一対の入力端子を前記第三の電極と第四の電極に各々接続することにより被検者の両末端間の生体インピーダンスを測定することができるインピーダンス検出手段を有する体脂肪計の動作方法であって、前記第一の電極及び第三の電極に対する前記電流源の一の出力端子及び前記差動増幅器の一の入力端子の接続状態を切り替えるとともに、前記第二の電極及び第四の電極に対する前記電流源の他の出力端子及び前記差動増幅器の他の入力端子の接続状態を切り替えることにより、前記四つの電極のうち、少なくとも差動増幅器の入力端子に接続される二つの電極に接触する部位の皮膚インピーダンスの一定時間にわたる変化を測定し、該測定された皮膚インピーダンスの最小値を検出することにより、該皮膚インピーダンスが最小となった状態で前記体脂肪計によって体脂肪を測定することを特徴とする、体脂肪計の動作方法。

40

【請求項 21】

前記電流源の一の出力端子に接続される第一の電極と差動増幅器の一の入力端子に接続

50

される第三の電極とを短絡するとともに、前記電流源の他の出力端子に接続される第二の電極と差動増幅器の他の入力端子に接続される第四の電極とを短絡することによって、前記一の末端及び他の末端における一の部位及び他の部位の皮膚インピーダンスの変化を検出することを特徴とする、請求項 20 に記載の体脂肪計の動作方法。

【請求項 22】

前記電流源の他の出力端子に接続される電極を前記第一の電極から差動増幅器の他の入力端子に接続される第三の電極に切り替え、前記電流源の他の出力端子に接続される電極を前記第二の電極から差動増幅器の他の入力端子に接続される第四の電極に切り替えることによって、前記一の末端及び他の末端における他の部位の皮膚インピーダンスの変化を検出することを特徴とする、請求項 20 に記載の体脂肪計の動作方法。

10

【請求項 23】

前記差動増幅器の他の入力端子に接続される電極を前記第三の電極から電流源の他の入力端子に接続される第一の電極に切り替え、前記差動増幅器の他の入力端子に接続される電極を前記第四の電極から電流源の他の出力端子に接続される第二の電極に切り替えることによって、前記一の末端及び他の末端における一の部位の皮膚インピーダンスの変化を検出することを特徴とする、請求項 20 に記載の体脂肪計の動作方法。

【請求項 24】

前記一の末端における一の部位が一方の手の一の指の先端の部位であり、前記一の末端における他の部位が一方の手の他の指の先端の部位であり、他の末端における一の部位が他方の手の一の指の先端の部位であり、他の末端における他の部位が他方の手の他の指の先端の部位であることを特徴とする、請求項 20 乃至 23 に記載の体脂肪計の動作方法。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、体脂肪計、体脂肪計を用いた皮膚インピーダンスに関する測定方法、及び体脂肪の測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

体脂肪計は、身体の両末端間の生体インピーダンスの測定を基礎として、体脂肪率又は体脂肪量を求めることができる機器として従来より知られている。また、最近では、携帯性を持たせて手軽に使用することができる、小型化された体脂肪計も普及している。

30

【0003】

ここで、小型化された体脂肪計の例であり、従来より知られるカード型の体脂肪計 30 を図 9 に示す。図 9 は、体脂肪計 30 を上方から眺めた平面図である。カード型の体脂肪計 30 は、カード型のケース本体 35 の左右裏表に合計 4 個の電極が配設されている。即ち、表面には一対の電流印加用電極 31 a、32 a が配設されており、裏面には前記電極 31 a、32 a の略真裏にあたる位置に一対の電圧測定用電極 31 b、32 b が配設されている。

【0004】

また、体脂肪率を求めるための体重、身長、年齢、性別等の所要個人データを入力するための各種操作キーや体脂肪率等を表示するための表示部が設けられている。

40

【0005】

この体脂肪計 30 は、左右の手の親指と人指し指により裏表の電極を掴んでカード型ケース本体 35 を支持するようにし、表面の電流印加用電極 31 a、32 a に被検者の両手の親指先端を接触させ、裏面の電圧測定用電極 31 b、32 b に人指し指先端を接触させることにより、両手間の生体インピーダンスを測定できるようにされている。

【0006】

そして、この生体インピーダンスの測定は、いわゆる四電極法に基づいており、内部の電流源により前記電流印加用電極 31 a、32 a を介して人体に電流路を形成し、該電流路における電位差が前記電圧測定用電極 31 b、32 b を介して測定されるようになってい

50

る。

【0007】

そして、かかる四電極法に基づいて測定すると、前記電極に対する被検者の接触状態に影響されることなく、極めて高精度に生体インピーダンスを測定することができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ここで、従来 of 体脂肪計にあっては、以上に説明したように、生体インピーダンスの測定を基礎として体脂肪に関する情報を求めることを基本的な目的としていた。しかし、体脂肪以外の生体に関する他の情報も求め得る、多様な機能が組み込まれた体脂肪計が望まれるところである。一方、体脂肪の測定以外の機能を体脂肪計にて実現するにあたり、部材の増加を招くことなくよりコンパクトに構成できることも望まれる。

10

【0009】

そこで、本発明は、前記生体インピーダンスの測定に用いられるインピーダンス検出手段を応用することにより、人体の皮膚のインピーダンスに関する測定を手軽に行うことができる体脂肪計、体脂肪計を用いた皮膚インピーダンスに関する測定方法、及び体脂肪の測定方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明にかかる体脂肪計は、被検者の人体のインピーダンスを検出することができるインピーダンス検出手段と、被検者の身長や性別等の個人データを

20

入力することができる操作部と、入力データや測定結果を表示する表示部と、前記インピーダンス検出手段により検出された被検者の生体インピーダンス及び前記個人データとに基づいて体脂肪の演算を行うことができる演算部と、を備え、
前記インピーダンス検出手段が、被検者の一方の手又は一方の足を人体における一の末端とし、被検者の他方の手又は他方の足を人体における他の末端とし、前記被検者の一の末端と他の末端との間に電流路を形成するべく一対の出力端子より一定の電流を出力する電流源と、前記一の末端と他の末端間の電位差が一対の入力端子より入力される差動増幅器と、前記一の末端における一の部位に接触させる第一の電極と、他の末端における一の部位に接触させる第二の電極と、前記一の末端における他の部位に接触させる第三の電極と、他の末端における他の部位に接触させる第四の電極とを有し、

30

前記第一の電極及び第三の電極に対する前記電流源の一の出力端子及び前記差動増幅器の一の入力端子の接続状態を切り替えるとともに、前記第二の電極及び第四の電極に対する前記電流源の他の出力端子及び前記差動増幅器の他の入力端子の接続状態を切り替えることができる検出インピーダンス切替手段を有してなり、

前記電流源の一対の出力端子が第一の電極と第二の電極に各々接続され、前記差動増幅器の一対の入力端子が前記第三の電極と第四の電極に各々接続されることによって被検者の両末端間の生体インピーダンスを測定することができ、該生体インピーダンスに基づいて体脂肪を測定できるとともに、

前記四つの電極のうち、少なくとも差動増幅器の入力端子に接続される二つの電極に接触する部位の皮膚インピーダンスを含む、皮膚インピーダンスに関する測定値を求めることができる（請求項1）。

40

【0011】

この体脂肪計によると、人体の手又は足を末端とし、該末端に接触させる上記電極に対する上記電流源及び差動増幅器の接続を切り替えることにより、人体の両末端間の生体インピーダンスを基礎として体脂肪を求め得るとともに、上記人体の部位の皮膚インピーダンスに関する測定を行うこともできる。即ち、体脂肪計に備わるインピーダンス検出手段を用いることにより、皮膚インピーダンスに関する測定も行うことができる。

【0012】

ここで、皮膚インピーダンスは、電極に接触する人体の部位の皮膚と該電極との間の接触状態に伴う皮膚のインピーダンスである。そして、かかる皮膚インピーダンスは、人間の

50

緊張状態や覚醒状態等の精神状態の解析のための指標の一つとして用いられることがあり、嘘発見器やゲーム器等に応用されることがある。

【0013】

従って、生体インピーダンスの測定を基礎とする体脂肪計のインピーダンス検出手段を応用することによって、皮膚インピーダンスの検出を可能にした本発明の体脂肪計は、前記嘘発見器等の機能を一体に組み込むことができ、しかも部材数が嵩張ることなくコンパクトな構成とすることができる。

【0014】

そして、かかる体脂肪計について、生体インピーダンスの測定から皮膚インピーダンスに関する測定を行うためのインピーダンス検出手段の切り替えを、前記検出インピーダンス切替手段によって、前記電流源の一の出力端子に接続される第一の電極と差動増幅器の一の入力端子に接続される第三の電極とを短絡するとともに、前記電流源の他の出力端子に接続される第二の電極と差動増幅器の他の入力端子に接続される第四の電極とを短絡してするように構成することができ、皮膚インピーダンスに関する測定値として、前記一の末端及び他の末端における一の部位及び他の部位の皮膚インピーダンスを含む測定値を求め得るように構成することができる（請求項2）。

10

【0015】

また、生体インピーダンスの測定から皮膚インピーダンスに関する測定を行うためのインピーダンス検出手段の切り替えを、前記検出インピーダンス切替手段によって、電流源の一の出力端子に接続される電極を前記第一の電極から差動増幅器の一の入力端子に接続される第三の電極に切り替えるとともに、前記電流源の他の出力端子に接続される電極を前記第二の電極から差動増幅器の他の入力端子に接続される第四の電極に切り替えてするように構成し、前記皮膚インピーダンスに関する測定値として、前記一の末端及び他の末端における他の部位の皮膚インピーダンスを含む測定値を求めるように構成することができる（請求項3）。

20

【0016】

さらに、生体インピーダンスの測定から皮膚インピーダンスに関する測定を行うためのインピーダンス検出手段の切り替えを、前記検出インピーダンス切替手段によって、前記差動増幅器の一の入力端子に接続される電極を前記第三の電極から電流源の一の入力端子に接続される第一の電極に切り替えるとともに、前記差動増幅器の他の入力端子に接続される電極を前記第四の電極から電流源の他の出力端子に接続される第二の電極に切り替えてするように構成することもでき、前記皮膚インピーダンスに関する測定値として、前記一の末端及び他の末端における一の部位の皮膚インピーダンスを含む測定値を求めるように構成することもできる（請求項4）。

30

【0017】

また、以上の体脂肪計について、前記皮膚インピーダンスに関する測定値を、数値表示又はグラフ表示するように構成することもできる（請求項5）。これにより、皮膚インピーダンスが変化する状態を目視による一見により容易に把握することが可能になる。

【0018】

また、以上の体脂肪計について、前記皮膚インピーダンスに関する測定値が、基準値と比較される構成とすることもできる（請求項6）。これにより、皮膚インピーダンスの変化量が少ない状態を検知することもできる。

40

【0019】

さらに、以上の体脂肪計を、前記皮膚インピーダンスに関する測定値を一定時間にわたって測定するとともに、該一定時間にわたる測定値の最小値を検出するように構成し、該最小値が検出されると警告を発するように構成することもできる（請求項7）。これにより、皮膚インピーダンスが最小値となった安定した状態を容易に確認できる。そして、前記警告を音によってするように構成することができ（請求項8）、前記警告を表示によってするように構成することもできる（請求項9）。

【0020】

50

また、上記体脂肪計について、その表示部を体脂肪に関する表示と皮膚インピーダンスに関する測定値の表示とに兼用される構成とすることができる（請求項10）。これにより、単一の表示部により多機能表示できる。

【0021】

また、前記皮膚インピーダンスに関する測定値が、前記電極を介して直接に測定された第一の皮膚情報保有インピーダンスと、該第一の皮膚情報保有インピーダンス及び前記両末端間の生体インピーダンスにより求められた第二の皮膚情報保有インピーダンスと、を含む構成とすることができる（請求項11）。

【0022】

上記第一の皮膚情報保有インピーダンスは、人体の両末端間で上記電極を介して直接に測定されるものであるため、皮膚インピーダンスに加えて人体の両末端間の生体インピーダンスをも含んでいる。

10

【0023】

一方、上記第二の皮膚情報保有インピーダンスは、体脂肪の測定において求められる生体インピーダンスを除去した後のものであるため、皮膚インピーダンス自体の占める割合が相対的に高いものとなっている。従って、第二の皮膚情報保有インピーダンスによると、皮膚の状態をより正確に把握し易く、皮膚インピーダンスの変化についても、より正確に捉えることができる。

【0024】

また、上記体脂肪計について、前記一の末端における一の部位を一方の手における一の部位とし、前記一の末端における他の部位を一方の手における他の部位とし、他の末端における一の部位を他方の手における一の部位とし、他の末端における他の部位を他方の手における他の部位とすることもできる（請求項12）。これにより、インピーダンスの測定を両手を介して行うので、該インピーダンスの測定に伴う操作を容易なものにできる。

20

【0025】

そして、前記一方の手における一の部位を一方の手の一の指の先端の部位とし、他方の手の一の部位を他方の手の一の指の先端の部位とし、前記一方の手における他の部位を一方の手の他の指の先端の部位とし、他方の手の他の部位を他方の手の他の指の先端の部位とすることができる（請求項13）。これにより、人体の末端の部位を電極に接触させてするインピーダンスの測定に伴う操作を、指の先端を接触させてすることにより、きわめて容易なものとする。また、指の先端のみを電極に接触させるので、体脂肪計をコンパクトに構成することもできる。そして、かかる場合について、体脂肪計の本体をカード型とすることができ（請求項14）、体脂肪計をコンパクトにできるので、日常的に携帯して手軽に使用することもできる。

30

【0026】

また、本発明によると、被検者の一方の手又は一方の足を人体における一の末端とし、被検者の他方の手又は他方の足を人体における他の末端とし、前記被検者の一の末端と他の末端との間に電流路を形成するべく一対の出力端子より一定の電流を出力する電流源と、前記一の末端と他の末端間の電位差が一対の入力端子より入力される差動増幅器と、前記一の末端における一の部位に接触させる第一の電極と、他の末端における一の部位に接触させる第二の電極と、前記一の末端における他の部位に接触させる第三の電極と、他の末端における他の部位に接触させる第四の電極とを有し、前記電流源の一対の出力端子を第一の電極と第二の電極に各々接続し、前記差動増幅器の一対の入力端子を前記第三の電極と第四の電極に各々接続することによって被検者の両末端間の生体インピーダンスを測定することができるインピーダンス検出手段を有する体脂肪計を用い、

40

前記第一の電極及び第三の電極に対する前記電流源の一の出力端子及び前記差動増幅器の一の入力端子の接続状態を切り替えるとともに、前記第二の電極及び第四の電極に対する前記電流源の他の出力端子及び前記差動増幅器の他の入力端子の接続状態を切り替えることにより、

前記四つの電極のうち、少なくとも差動増幅器の入力端子に接続される二つの電極に接触

50

する部位の皮膚インピーダンスの変化を求めることができる（請求項15）。

【0027】

そして、上記皮膚インピーダンスの変化を求めるにあたり、上記電極に対する電流源の出力端子及び差動増幅器の入力端子の接続状態の切り替えを、前記電流源の一の出力端子に接続される第一の電極と差動増幅器の他の入力端子に接続される第三の電極とを短絡するとともに、前記電流源の他の出力端子に接続される第二の電極と差動増幅器の他の入力端子に接続される第四の電極とを短絡することによって行い、前記一の末端及び他の末端における一の部位及び他の部位の皮膚インピーダンスの変化を求めることができる（請求項16）。

【0028】

また、上記皮膚インピーダンスの変化を求めるにあたり、上記電極に対する電流源の出力端子及び差動増幅器の入力端子の接続状態の切り替えを、電流源の他の出力端子に接続される電極を前記第一の電極から差動増幅器の他の入力端子に接続される第三の電極に切り替えるとともに、前記電流源の他の出力端子に接続される電極を前記第二の電極から差動増幅器の他の入力端子に接続される第四の電極に切り替えることによって行い、前記一の末端及び他の末端における他の部位の皮膚インピーダンス上記電極に対する電流源の出力端子及び差動増幅器の入力端子の接続状態の切り替えを、の変化を求めることができる（請求項17）。

【0029】

さらに、上記皮膚インピーダンスの変化を求めるにあたり、上記電極に対する電流源の出力端子及び差動増幅器の入力端子の接続状態の切り替えを、前記差動増幅器の他の入力端子に接続される電極を前記第三の電極から電流源の他の入力端子に接続される第一の電極に切り替え、前記差動増幅器の他の入力端子に接続される電極を前記第四の電極から電流源の他の出力端子に接続される第二の電極に切り替えることによって、前記一の末端及び他の末端における一の部位の皮膚インピーダンスの変化を求めることができる（請求項18）。

【0030】

また、本発明によると、被検者の一方の手又は一方の足を人体における一の末端とし、被検者の他方の手又は他方の足を人体における他の末端とし、前記被検者の一の末端と他の末端との間に電流路を形成するべく一对の出力端子より一定の電流を出力する電流源と、前記一の末端と他の末端間の電位差が一对の入力端子より入力される差動増幅器と、前記一の末端における一の部位に接触させる第一の電極と、他の末端における一の部位に接触させる第二の電極と、前記一の末端における他の部位に接触させる第三の電極と、他の末端における他の部位に接触させる第四の電極とを有し、前記電流源の一对の出力端子を第一の電極及び第二の電極に接続し、前記差動増幅器の一对の入力端子を前記第三の電極及び第四の電極に接続することにより被検者の両末端間の生体インピーダンスを測定できるインピーダンス検出手段を有する体脂肪計を用い、

前記人体の他の末端に接触させる第一の電極及び／又は第三の電極に電流源の他の出力端子及び前記差動増幅器の他の入力端子の双方を接続するとともに、前記人体の他の末端に接触させる第二の電極及び／又は第四の電極に前記電流源の他の出力端子及び前記差動増幅器の他の入力端子の双方を接続し、

前記電流源の他の出力端子及び前記差動増幅器の他の入力端子の双方が接続された第一の電極及び／又は第三の電極に一の手又は一の足における一の指を接触させるとともに、前記電流源の他の出力端子及び前記差動増幅器の他の入力端子の双方が接続された第二の電極及び／又は第四の電極に前記一の手又は一の足における他の指を接触させることにより、前記一の手又は一の足における一の指と他の指の皮膚インピーダンスの変化を求めることができる（請求項19）。

【0031】

これにより、人体の他の末端である一の足又は一の手における二本の指間のインピーダンスの測定に基づき、かかる二本の指の皮膚インピーダンスの変化を求めることができる。

10

20

30

40

50

従って、電極を介して直接に測定されたインピーダンスの経路が人体の両末端の間を横切るものでなく、一の末端における二本の指間で測定されるものであり、皮膚インピーダンスの占める相対的な割合が高い。従って、皮膚の状態をより正確に把握することができ、皮膚インピーダンスの変化をより正確に捉えることができる。

【0032】

また、本発明によると、被検者の一方の手又は一方の足を人体における一の末端とし、被検者の他方の手又は他方の足を人体における他の末端とし、前記被検者の一の末端と他の末端との間に電流路を形成するべく一对の出力端子より一定の電流を出力する電流源と、前記一の末端と他の末端との間の電位差が一对の入力端子より入力される差動増幅器と、前記一の末端における一の部位に接触させる第一の電極と、他の末端における一の部位に

10

接触させる第二の電極と、前記一の末端における他の部位に接触させる第三の電極と、他の末端における他の部位に接触させる第四の電極とを有し、前記電流源の一对の出力端子を第一の電極と第二の電極に各々接続し、前記差動増幅器の一对の入力端子を前記第三の電極と第四の電極に各々接続することにより被検者の両末端間の生体インピーダンスを測定することができるインピーダンス検出手段を有する体脂肪計を用い、前記第一の電極及び第三の電極に対する前記電流源の一の出力端子及び前記差動増幅器の

20

一の入力端子の接続状態を切り替えるとともに、前記第二の電極及び第四の電極に対する前記電流源の他の出力端子及び前記差動増幅器の他の入力端子の接続状態を切り替えることにより、前記四つの電極のうち、少なくとも差動増幅器の入力端子に接続される二つの電極に接触する部位の皮膚インピーダンスの一定時間にわたる変化を測定し、該測定された皮膚インピーダンスの最小値を検出することにより、該皮膚インピーダンスが最小となった状態で前記体脂肪計によって体脂肪を測定することができる（請求項20）。

30

【0033】

この発明によると、皮膚インピーダンスが最小になった状態を検出することにより体脂肪の測定を行えるので、以下の意義がある。即ち、体脂肪の測定の基礎となる生体インピーダンスは、感情の変化（情動）に起因して生じる精神性発汗の他、血流量の変化によっても影響を受けると考えられる。そして、身体の血流量は体内水分量の一部であり、心臓の拡張や収縮に応じて変化し、生体インピーダンスは身体の水分量に応じて変化するものである。従って、この発明によると、かかる影響をできるだけ受けない状態で、より正確に体脂肪の測定を行うことができる。

【0034】

そして、上記皮膚インピーダンスの最小値の検出に基づく体脂肪の測定を、前記電流源の一の出力端子に接続される第一の電極と差動増幅器の他の入力端子に接続される第三の電極とを短絡するとともに、前記電流源の他の出力端子に接続される第二の電極と差動増幅器の他の入力端子に接続される第四の電極とを短絡することによって、前記一の末端及び他の末端における一の部位及び他の部位の皮膚インピーダンスの変化を検出して、することができる（請求項21）。

【0035】

また、上記皮膚インピーダンスの最小値の検出に基づく体脂肪の測定を、前記電流源の一の出力端子に接続される電極を前記第一の電極から差動増幅器の他の入力端子に接続される第三の電極に切り替え、前記電流源の他の出力端子に接続される電極を前記第二の電極から差動増幅器の他の入力端子に接続される第四の電極に切り替えることによって、前記一の末端及び他の末端における他の部位の皮膚インピーダンスの変化を検出して、することができる（請求項22）。

40

【0036】

さらに、上記皮膚インピーダンスの最小値の検出に基づく体脂肪の測定を、前記差動増幅器の他の入力端子に接続される電極を前記第三の電極から電流源の他の入力端子に接続される第一の電極に切り替え、前記差動増幅器の他の入力端子に接続される電極を前記第四の電極から電流源の他の出力端子に接続される第二の電極に切り替えることによって、前記一の末端及び他の末端における一の部位の皮膚インピーダンスの変化を検出して、する

50

ことができる（請求項 23）。

【0037】

そして、以上の皮膚インピーダンスの最小値の検出に基づく体脂肪の測定について、前記一の末端における一の部位を一方の手の一の指の先端の部位とし、前記一の末端における他の部位を一方の手の他の指の先端の部位とし、他の末端における一の部位を他方の手の一の指の先端の部位とし、他の末端における他の部位を他方の手の他の指の先端の部位とすることができる（請求項 24）。

【0038】

これにより、人体の末端の部位を電極に接触させてするインピーダンスの測定に伴う操作を、指の先端を接触させてすることによって、きわめて容易なものにできる。

10

【0039】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について、図 1 乃至図 8 に基づいて説明する。

【0040】

図 1 は、本発明の実施の形態である体脂肪計 10 を上方から眺めた平面図である。この体脂肪計 10 は、体脂肪計として機能させ得るとともに、後に説明するように、皮膚インピーダンスに関する測定に基づいて嘘発見器として機能させることもできる。

【0041】

体脂肪計 10 は、その本体がカード型に形成されている。体脂肪計 10 の表面には電源スイッチ 3 が設けられている。この電源スイッチ 3 を操作することにより、体脂肪計 10 を電源オンして動作可能な状態とすることができ、また、体脂肪計 10 を電源オフして動作を終了させることができる。

20

【0042】

また、体脂肪計 10 の表面には、被検者の個人データを入力するための選択キー 5 と、インクリメントキー 6 とデクリメントキー 7 とが設けられている。選択キー 5 は、個人データの項目を選択するためのものである。個人データには身長、体重、年齢、性別等があるが、選択キー 5 の操作により入力しようとする個人データの項目を選択することができる。

【0043】

そして、インクリメントキー 6 は、個人データを入力するにあたって、該データの数値を増加させるためのキーであり、デクリメントキー 7 は数値を減少させるためのキーである。この選択キー 5 とインクリメントキー 6 とデクリメントキー 7 との操作の組み合わせにより、個人データを入力できる。

30

【0044】

また、体脂肪計 10 には第一表示部 9 a が設けられている。この第一表示部 9 a により、前記個人データの入力や、最終的に求められた体脂肪率を確認することができる。また、第一表示部 9 a により、後に説明する人体の各種のインピーダンスの測定結果を確認できる。また、第一表示部 9 a には、体脂肪計 10 を動作させるための動作ルーチンの実行に伴う被検者に対する各種の指示やメッセージ等も表示される。

【0045】

また、体脂肪計 10 には第二表示部 9 b が設けられている。この第二表示部 9 b は、横方向にアレイ状に多数配置された LED（発光ダイオード）によって構成されており、後に説明する皮膚インピーダンスの変化の度合いが横方向の位置によりレベル表示されるようになっている。これにより、うそを言う等による被検者の精神的な動揺を生ずると、これに伴う皮膚インピーダンスの変化量のレベルを一見して把握することができる。

40

【0046】

また、体脂肪計 10 には、後に説明するインピーダンス検出手段を動作させインピーダンスの測定を開始するための測定スイッチ 4 が設けられている。また、体脂肪計 10 には、検出インピーダンス切り替え手段を構成するモード切替スイッチ 8 が設けられている。このモード切替スイッチ 8 を操作することにより、体脂肪率測定モードと皮膚インピーダン

50

ス測定モードとを切り替え得るようになっている。

【0047】

体脂肪率測定モードは体脂肪率や体脂肪量等の体脂肪を測定するためのモードであり、生体インピーダンスのみを対象としてインピーダンスの測定を行うことができる。このモードにおける生体インピーダンスの測定方式は、人体の両末端において各々二つずつ電極を用いるので、四電極法と呼ばれることもある。

【0048】

また、皮膚インピーダンス測定モードは、皮膚インピーダンスに関する情報を含む測定を行えるモードである。この皮膚インピーダンス測定モードを介して、皮膚インピーダンスに関する測定値を求めることができる。この皮膚インピーダンス測定モードにおけるインピーダンスの測定は、後に説明するように人体の両末端において各々一つずつ電極を用いることに相当するので、二電極法と呼ぶこともできる。

10

【0049】

なお、体脂肪率測定モードと皮膚インピーダンス測定モードとの切り替えは、モード切替スイッチ8の操作によるのみならず、後に説明する動作ルーチンの指令によっても切り替え得るようになっている。

【0050】

また、体脂肪計10には、インピーダンス検出手段を構成する第一の電極、第二の電極、第三の電極及び第四の電極からなる四つの電極が設けられている。即ち、表面の右側に配置される電極1aが第一の電極であり、表面の左側に配置される電極2aが第二の電極である。また、電極1aの略真裏にあたる位置に配置される電極1bが第三の電極であり、電極2aの略真裏にあたる位置に配置される電極2bが第四の電極である。

20

【0051】

そして、前記体脂肪率測定モードにおいては、電極1aと2aとが人体の両末端に電流路を形成するための電流印加用電極として用いられ、電極1bと2bとが人体の両末端の電位差を測定するための電圧測定用電極として用いられる。そして、第1図の点線に示されるように、第一の電極1aに右手の親指を押圧させ、第三の電極1bに右手の人指し指を押圧させるとともに、第二の電極2aに左手の親指を押圧させ、第四の電極2bに左手の人指し指を押圧させることができる。

【0052】

このように、体脂肪の測定の基礎となる生体インピーダンスを測定するにあたり、右手の親指の先端を人体の一の末端における一の部位とし、右手の人指し指の先端を人体の一の末端における他の部位とするとともに、左手の親指を人体の他の末端における一の部位とし、左手の人指し指を人体の他の末端における他の部位として、両手を両末端とする生体インピーダンスを測定することができる。

30

【0053】

そして、体脂肪計10は、その本体のケース内部に、メモリを備えてなる図示されない演算部が設けられている。これにより、操作キーの操作によって入力された個人データや、各種のインピーダンスの測定データ等を記憶することができる。また、体脂肪を求める演算や、後に説明する皮膚インピーダンスに関する演算等を行うことができる。また、メモリには体脂肪計10を動作させるための動作ルーチンが格納されており、該動作ルーチンを実行することによって、後に説明するように、一定の手順に従って体脂肪計10を動作させることができる。

40

【0054】

次に、体脂肪計10のインピーダンス検出手段を構成する回路に関して、前記体脂肪率測定モードと皮膚インピーダンス測定モードとを実現できる回路の構成例について説明する。図2は、インピーダンス検出手段を構成する回路の一例を示す回路図である。図2において、R3は被検者の右手の親指のインピーダンスであり、R4は被検者の右手の人指し指のインピーダンスであり、R7は左手の人指し指のインピーダンスであり、R8は左手の親指のインピーダンスである。これら各指のインピーダンスは、図3に示されるように

50

、左右の手の親指と人指し指との付け根の部分である基部から、それら指の電極に接触する部分までのインピーダンスを表している。

【 0 0 5 5 】

また、図 2 において、R 9 は、両手を両末端とする人体の生体インピーダンスを表す。また、R 1 は電極 1 a に接する右手の親指の皮膚インピーダンスを表し、R 2 は電極 1 b に接する右手の人指し指の皮膚インピーダンスを表す。また、R 6 は電極 2 a に接する左手の親指の皮膚インピーダンスを表し、R 5 は電極 2 b に接する左手の人指し指の皮膚インピーダンスを表す。

【 0 0 5 6 】

図 2 に示される定電流源 1 1 は、その一の出力端子 1 1 a が電極 1 a に接続され、他の出力端子 1 1 b が電極 2 a に接続されており、これら電極 1 a、2 a を介して人体内部に一定の電流を供給し、インピーダンスを測定したい部位に電流路を形成することができる。

【 0 0 5 7 】

また、差動増幅器 1 2 は、その一の入力端子 1 2 a が電極 1 b に接続され、他の入力端子 1 2 b が電極 2 b に接続されており、これら電極 1 b、2 b に接触する人体の二つの部位間の電位差 V_{in} が入力される。入力端子 1 2 a、1 2 b から見た差動増幅器 1 2 の入力インピーダンスは極めて大きく、入力端子 1 2 a、1 2 b を導通する電流は僅少である。従って、体脂肪率測定モードにおいては、R 2、R 4、R 5、R 7 による影響を受けることなく、R 9 のみによる電位差を V_{in} として検出できる。

【 0 0 5 8 】

そして、差動増幅器 1 2 に入力された信号 V_{in} は、図示されない電圧計に入力されるようになっており、該電圧計により検出された電圧と定電流源 1 1 より出力される電流値とから、インピーダンスが求められるようになっている。

【 0 0 5 9 】

そして、体脂肪率測定モードから皮膚インピーダンス測定モードに切り替えられると、図 2 に示される回路において S W 1、S W 2 が投入される。これにより、電極 1 a と 1 b とが短絡され、また電極 2 a と 2 b とが短絡される。

【 0 0 6 0 】

これにより、右手に接触される電極 1 a 及び 1 b はともに電流の印加と電圧の測定の双方に用いられ、また、左手に接触される電極 2 a 及び 2 b がともに電流の印加と電圧の測定の双方に用いられることになる。従って、両手の親指及び人指し指の四本の指を介して人体に電流が供給されるとともに、四本の指を介して両手間のインピーダンスが測定される。かかる両手間で測定されるインピーダンス $Z 1$ は、(1) 式により表される。

【 0 0 6 1 】

【 数 1 】

$$Z_1 = \left\{ \frac{(R_1+R_3)(R_2+R_4)}{(R_1+R_3)+(R_2+R_4)} \right\} + R_9 + \left\{ \frac{(R_5+R_7)(R_6+R_8)}{(R_5+R_7)+(R_6+R_8)} \right\} \quad (1)$$

【 0 0 6 2 】

(1) 式により表されるインピーダンス $Z 1$ は、電極に接触する指の部分の皮膚インピーダンスを情報として含んでおり、皮膚インピーダンスに関する測定値としての第一の皮膚情報保有インピーダンスである。

【 0 0 6 3 】

そして、測定された $Z 1$ と、既に測定されている生体インピーダンス R 9 とに基づく演算によって、皮膚インピーダンスに関する測定値としての第二の皮膚情報保有インピーダンス $Z 2$ を求めることができる。 $Z 2$ は、(2) 式により表される。

【 0 0 6 4 】

【 数 2 】

10

20

30

40

$$Z2=Z1-R9= \left\{ \frac{(R1+R3)(R2+R4)}{(R1+R3)+(R2+R4)} \right\} + \left\{ \frac{(R5+R7)(R6+R8)}{(R5+R7)+(R6+R8)} \right\} \quad (2)$$

【 0 0 6 5 】

このZ2は、電極に接触する両手の親指及び人指し指の各指の皮膚インピーダンスと、該両手の親指及び人指し指の各指先から基部までのインピーダンスとにより構成される。従って、この第二の皮膚情報保有インピーダンスZ2によると、各指の皮膚インピーダンスの占める割合が高いため、第一の皮膚情報保有インピーダンスZ1に比べ、皮膚の状態をより正確に把握し易い。

10

【 0 0 6 6 】

次に、インピーダンス検出手段を構成する回路の他の例について、図4に基づいて説明する。図4に表されるインピーダンスR1乃至R9は、上記図2に表された部位と同じ部位のインピーダンスを表す。

【 0 0 6 7 】

図4に示される回路にあっては、差動増幅器12は、その一の入力端子12aが電極1bに接続され、他の入力端子12bが電極2bに接続されている。そして、体脂肪率測定モードとされる状態では、SW3、SW4によって、定電流源11の一の出力端子11aが電極1aに接続され、他の出力端子11bが電極2aに接続されている。

【 0 0 6 8 】

これにより、体脂肪率測定モードにおいて、電極1a及び電極2aが電流印加用電極として用いられ、電極1b及び電極2bが電圧測定用電極として用いられる。そして、この回路の接続によって、両手を両末端とする生体インピーダンスR9が測定される。なお、この図4に示される回路についても、体脂肪率測定モードにおいては差動増幅器12の特性により、生体インピーダンスR9のみが検出される。

20

【 0 0 6 9 】

次に、体脂肪率測定モードから皮膚インピーダンス測定モードに切り替えられると、図4の矢印AR1、AR2に示されるように、SW3、SW4が切り替えられ、電流源11の一の出力端子11aの接続が電極1aから1bに切り替えられ、また、電流源の他の出力端子11bの接続が電極2aから2bに切り替えられる。

30

【 0 0 7 0 】

これにより、右手に接触される電極1bは電流の印加と電圧の測定の双方に用いられ、また、左手に接触される電極2bは電流の印加と電圧の測定の双方に用いられることになる。これにより、両手の人指し指を介して人体に電流が供給されるとともに、この二本の指を介して両手間のインピーダンスが測定される。測定されるインピーダンスZ3は、(3)式により表される。

【 0 0 7 1 】

【 数 3 】

$$Z3=(R2+R4)+R9+(R5+R7) \quad (3)$$

40

【 0 0 7 2 】

このインピーダンスZ3は、電極に接触する指の部分の皮膚インピーダンスを情報として含んでおり、第一の皮膚情報保有インピーダンスである。

【 0 0 7 3 】

そして、上記測定されたZ3と、既に測定されているR9とに基づく演算により、第二の皮膚情報保有インピーダンスZ4を求めることができる。Z4は、(4)式により表される。

【 0 0 7 4 】

50

【数4】

$$Z4=Z3-R9=R2+R4+R5+R7$$

(4)

【0075】

このZ4は、電極に接触する両手の人指し指の各々の皮膚インピーダンスと、該両手の人指し指の各々の指先から基部までのインピーダンスとにより構成される。従って、この第二の皮膚情報保有インピーダンスZ4によると、第一の皮膚情報保有インピーダンスZ3に比べ、皮膚の状態をより正確に把握し易い。

10

【0076】

次に、インピーダンス検出手段を構成する回路のさらに異なる例について、図5に基づいて説明する。図5に表されるインピーダンスR1乃至R9は、上記図2や図4に表された部位と同じ部位のインピーダンスを表す。

【0077】

図5に示される回路にあっては、定電流源11の一の出力端子11aが電極1aに接続され、他の出力端子11bが電極2aに接続されている。そして、体脂肪率測定モードとされる状態では、SW5、SW6により、差動増幅器12の一の入力端子12aが電極1bに接続され、他の出力端子12bが電極2bに接続されている。これにより、電極1a及び電極2aが電流印加用電極として用いられ、電極1b及び電極2bが電圧測定用電極として用いられる。

20

【0078】

そして、この回路の接続に基づき、両手を両末端とする生体インピーダンスR9が測定される。なお、この図5に示される回路についても、体脂肪率測定モードにおいては、差動増幅器12の特性により、生体インピーダンスR9のみが検出される。

【0079】

次に、体脂肪率測定モードから皮膚インピーダンス測定モードに切り替えられると、図5の矢印AR3、AR4に示されるように、SW5、SW6が切り替えられ、差動増幅器12の一の入力端子12aの接続が電極1bから1aに切り替えられ、また、差動増幅器12の他の入力端子12bの接続が電極2bから2aに切り替えられる。

30

【0080】

これにより、右手に接触される電極1aは電流の印加と電圧の測定の双方に用いられ、また、左手に接触される電極2aは電流の印加と電圧の測定の双方に用いられることになる。これにより、両手の親指を介して人体に電流が供給されるとともに、この二本の指を介して両手間のインピーダンスが測定される。測定されるインピーダンスZ5は、(5)式により表される。

【0081】

【数5】

$$Z5=(R1+R3)+R9+(R6+R8)$$

(5)

40

【0082】

このインピーダンスZ5は、皮膚インピーダンスに関する測定値としての第一の皮膚情報保有インピーダンスである。

【0083】

そして、上記皮膚インピーダンス測定モードで測定されたZ5と、既に測定されているR9とに基づく演算により、第二の皮膚情報保有インピーダンスZ6を求めることができる。Z6は、(6)式により表される。

【0084】

50

【数6】

$$Z6=Z5-R9=R1+R3+R6+R8$$

(6)

【0085】

このZ6は、電極に接触する両手の人指し指の各々の皮膚インピーダンスと、該両手の人指し指の各々の指先から基部までのインピーダンスとにより構成される。従って、この第二の皮膚情報保有インピーダンスZ6によると、第一の皮膚情報保有インピーダンスZ5に比べ、皮膚の状態をより正確に把握し易い。

10

【0086】

次に、この体脂肪計10を動作させる例について説明する。まず、この体脂肪計10を、体脂肪の測定と嘘発見器として動作させる例について説明する。この動作について、動作ルーチンの手順を示す図6を参照しつつ説明する。動作ルーチンは、スイッチ3により体脂肪計10を電源オンすることによって起動させることができる。

【0087】

まず、測定モードを選択するべく(S1)、第一表示部9aに体脂肪率測定モードを選択するか否かの問い合わせが表示される(S2)。そして、体脂肪率測定モードが選択されると(S2、YES)、モードスイッチ切り替えを促すメッセージが表示される(S3)。即ち、切り替えスイッチ8が体脂肪率の測定モードに設定されているか否かの確認が問

20

【0088】

次に、身長や体重等の所要個人データの入力を促すべく第一表示部9aにメッセージが表示され、これに対して操作キー5乃至7の操作によって個人データが入力されると、該個人データはメモリに記憶される(S4)。そして、測定開始スイッチ4がオンされると(S5)、体脂肪計10はインピーダンスの測定が可能な状態にされる。

【0089】

そして、前記図1に示されるように、電極1a、1b、2a、2bに両手の親指と人指し指とを接触させると(S6)、全身の生体インピーダンスR9が両手間で測定される(S7)。これにより、測定されたR9と先の個人データとに基づいて、体脂肪率や体脂肪量等の体脂肪に関する情報が演算によって求められる(S8)。そして、求められた体脂肪の演算結果は、表示部9aに表示されるとともに、メモリに記憶される(S9)。

30

【0090】

次に、体脂肪率測定モードを選択するか否かの問い合わせが、再度第一表示部9aに表示される(S2)。そして、体脂肪率測定モードを選択しない場合には(S2、NO)、皮膚インピーダンス測定モードを選択するか否かの問い合わせが第一表示部9aに表示される(S10)。そして、皮膚インピーダンス測定モードが選択されると(S10、YES)、モードスイッチ切り替えを促すメッセージが表示される(S11)。即ち、切り替えスイッチ8が皮膚インピーダンス測定モードに設定されているか否かの確認が問

40

【0091】

次に、測定開始スイッチ4がオンされると(S12)、体脂肪計10はインピーダンスの測定が可能な状態とされる。そして、前記図1に示されるように、電極1a、1b、2a、2bに両手の親指と人指し指とを押し付けるようにして接触させることにより(S13)、初期値として第一の皮膚情報保有インピーダンスが測定され、これが記憶される(S14)。

【0092】

なお、両手間の生体インピーダンスであるR9のみが求められていれば、第一の皮膚情報保有インピーダンスとR9とに基づいて、第二の皮膚情報保有インピーダンスを求めることができ、S14において、第二の皮膚情報保有インピーダンスを記憶することができる

50

。以下、第一の皮膚情報保有インピーダンスと第二の皮膚情報保有インピーダンスとを区別する必要がない場合には、皮膚情報保有インピーダンスという。

【0093】

次に、被検者に質問を行い（S15）、該質問に対する被検者の心理状態に伴う皮膚情報保有インピーダンスがサンプリングされる（S16）。そして、このサンプリングされた皮膚情報保有インピーダンスと前記初期値との偏差が算出される（S17）。即ち、前記質問に対して生じた被検者の皮膚インピーダンスの変化量が求められる。

【0094】

そして、S17で算出された偏差は、演算結果として第二表示部9aに表示され、また、メモリに記憶される（S18）。また、前記算出された偏差の大きさに基づき、第二表示部9bに段階的なレベルとして表示される。即ち、算出された偏差の大きさに対して、これをランク分けするための予め設定された各ランクの数値に応じて第二表示部9bにレベル表示される。そして、この皮膚インピーダンスの変化に関する表示が終了すると、始めに戻る（S2）。

【0095】

なお、前記S14、S16において、皮膚情報保有インピーダンスを瞬間値を求めるのであってもよく、一定時間にわたった平均を求めるのであってもよい。また、S16におけるサンプリングは、被検者に質問した後より開始するのが望ましく、特に、質問に対する被検者の回答時からするのが望ましい。なぜなら、回答後に最も精神的動揺を生じ易いとされているからである。また、S16におけるサンプリングを一定時間毎に行い、S14

【0096】

このように、体脂肪計10によると、皮膚インピーダンス測定モードとすることによって、被検者の心理状態に応じて生ずる精神性発汗による皮膚インピーダンスの変化を検出することができ、嘘発見器として機能させることができる。そして、前記皮膚インピーダンスの変化量に基づいて、嘘の程度を確認することも可能である。

【0097】

次に、体脂肪計10のさらに異なる動作例として、皮膚インピーダンスに関する測定に基づき体脂肪の測定を行うことで体脂肪の測定精度を高めるようにした動作の例について、図7に基づいて説明する。

【0098】

体脂肪率測定モードにおいて、身長や体重等の個人データを入力する手順の後に皮膚インピーダンス測定モードを選択することが指示され、モード切替スイッチ8を操作することによって皮膚インピーダンス測定モードとする（S21）。そして、インピーダンスの測定開始スイッチ4をオン（ON）し（S22）、電極1a、1b、2a、2bに両手の親指と人指し指とを接触させる（S23）。

【0099】

そして、皮膚インピーダンスに関する測定を行い（S24）、その測定値が表示されるとともに、メモリに記憶される（S25）。次に、前記測定された皮膚インピーダンスに関する測定値と、標準値に許容値を加えた値とが比較される（S26）。ここで、標準値は、被検者が精神的に安定していて精神性発汗が少ない状態にあるときに測定された標準的な皮膚インピーダンスに関する測定値であり、予めメモリに記憶されている。また、許容値は計測誤差を考慮することにより設定される。

【0100】

そして、S24で測定された測定値が標準値に許容値を加えた値より小さい場合には（S26、YES）、自動的に体脂肪率測定モードに切り替えられ、体脂肪の測定を行えるようにされる（S27）。これにより、S23と同様に四つの電極に両手の親指と人指し指とを接触させると、生体インピーダンスR9を測定することができる。そして、測定された生体インピーダンスR9と既に入力されている個人データとに基づいて、体脂肪率又は体脂肪量が求められる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 1 】

一方、S 2 6において、S 2 4で測定された測定値が標準値に許容値を加えた値以上である場合には(S 2 6、NO)、ランプによる表示又はブザーによる警報が発信され(S 2 8)、再測定するかしないかの被検者の判断を待つことになる(S 2 9)。そして、一定時間の経過を待って再測定してもよく(S 2 9、YES)、この場合には、S 2 2以降の手順が繰り返される。また、図7に示されない手順として、皮膚インピーダンスに関する測定を繰り返し行い、その測定値が標準値に許容値を加えた値より小さくなった時点で自動的に体脂肪率測定モードに切り替わるようにしてもよい。

【 0 1 0 2 】

以上に説明したように、皮膚インピーダンスに関する測定に基づき体脂肪の測定を行うようにすると、両手間で測定される生体インピーダンスR 9を精度良く測定することができる。即ち、感情の変化(情動)に起因して生ずる精神性発汗の他にも血流量の変化が生じることにより生体インピーダンスの測定に影響が及ぶと考えられる。そして、身体の血流量は体内水分量の一部であり心臓の拡張や収縮に応じて変化するので、身体の水分量に応じて変化する生体インピーダンスに影響すると考えられるからである。従って、ここに説明したように、皮膚インピーダンスに関する測定に基づき体脂肪の測定を行うことによって、体脂肪の測定を高精度で行うことができる。

10

【 0 1 0 3 】

なお、体脂肪の測定を高精度に行う他の方法として、赤外線式脈波センサを用いて行う例を挙げることできる。即ち、上記説明した体脂肪計10におけるインピーダンスを検出するための電極又は電極の近傍に図示されない赤外線式脈波センサを設け、手の指を電極に接触させるようにすると、該指が赤外線式脈波センサに接触するようにする。そして、脈拍数、即ち心拍数を検出することにより、情動による影響がより少ない状態で生体インピーダンスの測定を行うことで、より高精度に体脂肪の測定を行うことができる。

20

【 0 1 0 4 】

また、以上の説明では、人体の両末端を介して生体インピーダンスの測定と皮膚インピーダンスに関する測定を行うにあたり、一方の手の一の指を一の末端における一の部位とし、一方の手の他の指を一の末端における他の部位とし、他方の手の一の指を他の末端における一の部位とし、他方の手の他の指を他の末端における他の部位としたが、かかる部位以外の人体の末端を用いるのであっても構わない。

30

【 0 1 0 5 】

即ち、両手を両末端としてインピーダンスの検出を行うのであれば、左右の各手の平に一の部位と他の部位を設け、該手の平の部位に接触させ得るように電極を配設してインピーダンスを検出するのであっても構わない。また、人体の末端として足を用いるのであってもよく、足の裏に一の部位と他の部位を設け、かかる足の裏の部位に接触させ得るように電極を配設してインピーダンスを検出するのであっても構わない。さらに、いずれかの手といずれか一の足とを人体の両末端として、インピーダンスを検出するようにしてもよい。

【 0 1 0 6 】

また、以上の説明では、皮膚インピーダンスに関する測定を、両手間等の人体の両末端間での測定に基づいてする例により説明したが、以下に説明するように一の末端である片手における二本の指間で測定することもできる。

40

【 0 1 0 7 】

図8は、右手の親指と人指し指とを介して皮膚インピーダンスに関する測定を行う場合の等価回路図を示す。図8に示されるように、体脂肪計10の電極1aは、電流源11の一の出力端子11a及び差動増幅器12の一の入力端子12aに接続されている。また、体脂肪計10の電極2aは、電流源11の他の出力端子11b及び差動増幅器12の他の入力端子12bに接続されている。

【 0 1 0 8 】

この図8において、R 3は右手の親指の先端から基部までのインピーダンスであり、R 4

50

は右手の人指し指の先端から基部までのインピーダンスである。また、R 1 は電極 1 a に接する親指の皮膚インピーダンスであり、R 2 は電極 2 a に接する人指し指の皮膚インピーダンスである。

【 0 1 0 9 】

この図 8 に示される回路によって測定されるインピーダンス Z 7 は、(7) 式により表される。

【 0 1 1 0 】

【 数 7 】

$$Z7=(R1+R3)+(R2+R4) \quad (7)$$

10

【 0 1 1 1 】

この(7) 式から分かるように、片手の二本指を介して皮膚インピーダンスに関する測定を行うと、その測定経路に生体インピーダンス R 9 が含まれず、測定値に皮膚インピーダンス自体の占める割合が高い。従って、直接に測定された測定値自体によって、皮膚インピーダンスをより正確に把握することができる。

【 0 1 1 2 】

また、かかる片手の二本指を介する皮膚インピーダンスに関する測定を、図 8 では親指と人指し指とによって行う例により説明したが、電流源 1 1 の二つの出力端子の各々及び差動増幅器の二つの入力端子の各々に接続される二つの電極に接触させることができる、いずれの二本の指を用いるのであっても構わない。また、人体の二本の指を用いて皮膚インピーダンスに関する測定を行うのであれば、図 8 に示された手の指を用いて行う以外に、足の指を用いて皮膚インピーダンスに関する測定を行うのであってもよい。

20

【 0 1 1 3 】

【 発明の効果 】

以上に説明したように、本発明によると、皮膚インピーダンスに関する測定も行える体脂肪計を提供できるという効果を奏する。しかも、体脂肪計を構成する上で必要とされるインピーダンス検出手段を応用することにより、部材数を嵩張らせることなくコンパクトに実現できる。従って、皮膚インピーダンスに関する測定を基礎とする嘘発見器等が一体に組み込まれた体脂肪計をコンパクトに提供できるという効果を奏する。また、皮膚インピーダンスに関する測定を体脂肪計を応用することにより、簡易に行えるという効果も奏する。また、体脂肪を測定するにあたり、皮膚インピーダンスの測定と組み合わせることによって、高精度の測定を行えるという効果も奏する。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 体脂肪計を表す図である。

【 図 2 】 インピーダンス検出手段を構成する回路の一例を表す図である。

【 図 3 】 被検者の指と指に対応するインピーダンスとの関係を表す図である。

【 図 4 】 インピーダンス検出手段を構成する回路の他の例を表す図である。

【 図 5 】 インピーダンス検出手段を構成するさらに異なる回路の例を表す図である。

40

【 図 6 】 体脂肪計を動作させる手順を表すフローチャート図である。

【 図 7 】 体脂肪計を動作させる手順を表すフローチャート図である。

【 図 8 】 皮膚インピーダンスの変化の検出に用いられる回路の一例を表す図である。

【 図 9 】 (従来) 体脂肪計を表す図である。

【 符号の説明 】

- 1 a 第一の電極
- 1 b 第三の電極
- 2 a 第二の電極
- 2 b 第四の電極
- 3 電源スイッチ

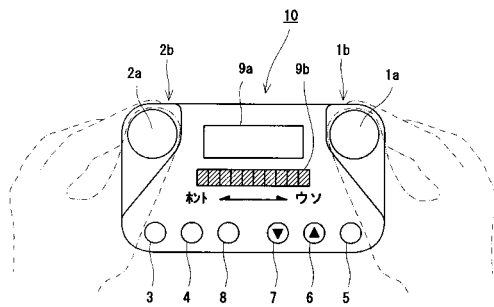
50

- 4 (インピーダンスの)測定開始スイッチ
- 5 選択キー
- 6 インクリメントキー
- 7 デクリメントキー
- 8 モード切替スイッチ
- 9 a 第一表示部
- 9 b 第二表示部
- 10 体脂肪計
- 11 定電流源
- 11 a (定電流源の)一の出力端子
- 11 b (定電流源の)他の出力端子
- 12 差動増幅器
- 12 a (差動増幅器の)一の入力端子
- 12 b (差動増幅器の)他の入力端子
- 30 (従来の)カード型体脂肪計
- 31 a 一の電流印加用電極
- 31 b 一の電圧測定用電極
- 32 a 他の電流印加用電極
- 32 b 他の電圧測定用電極
- 35 本体ケース

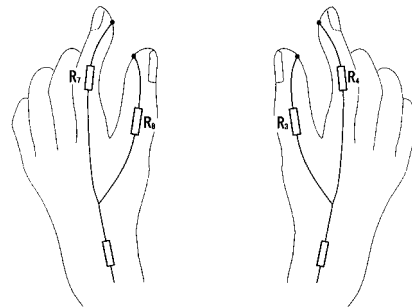
10

20

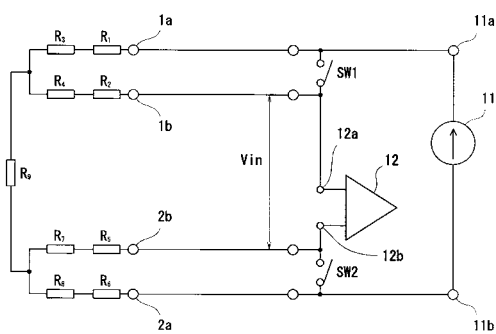
【図1】



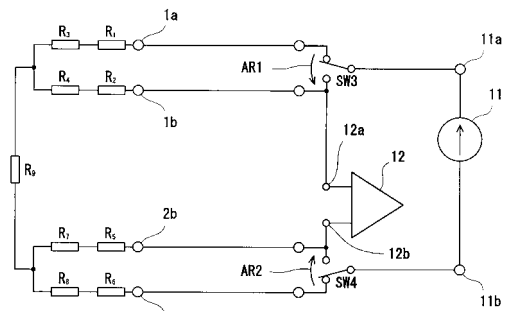
【図3】



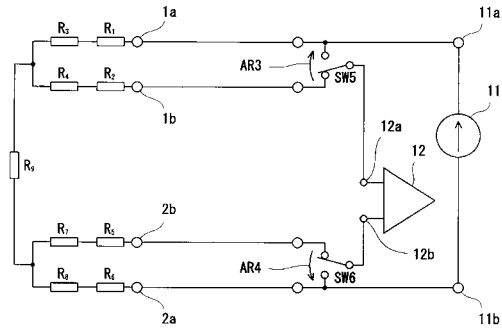
【図2】



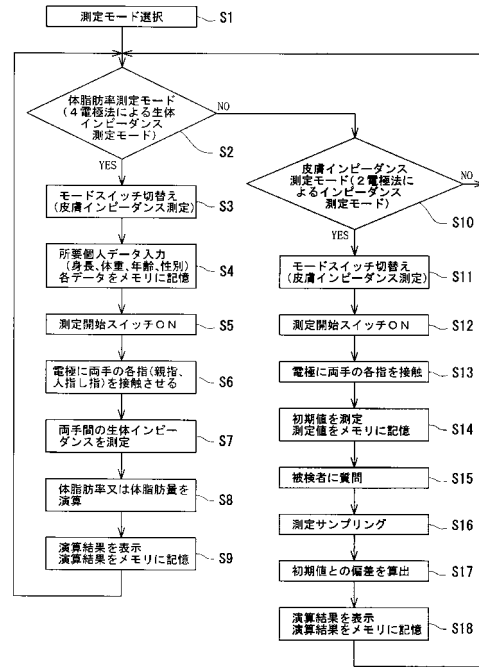
【図4】



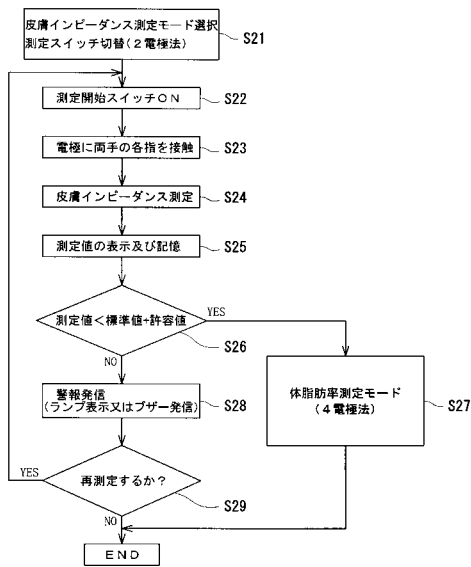
【図5】



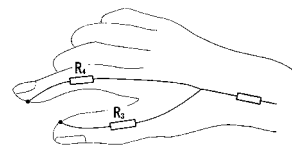
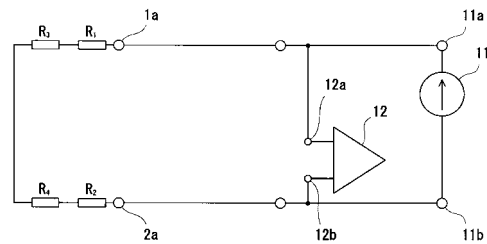
【図6】



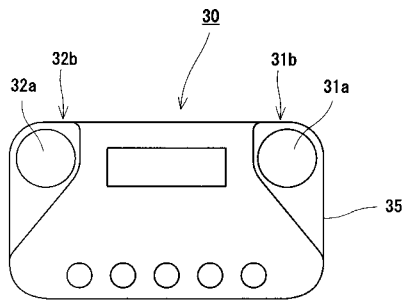
【図7】



【図8】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (72)発明者 川西 勝三
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 沖田 光一
兵庫県明石市茶園場町5番22号 大和製衡株式会社内

審査官 谷垣 圭二

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)
A61B 5/05