

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4632490号  
(P4632490)

(45) 発行日 平成23年2月16日(2011.2.16)

(24) 登録日 平成22年11月26日(2010.11.26)

(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 7 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2000-216887 (P2000-216887)                  (22) 出願日 平成12年7月18日(2000.7.18)                  (65) 公開番号 特開2002-28146 (P2002-28146A)                  (43) 公開日 平成14年1月29日(2002.1.29)                  審査請求日 平成19年7月3日(2007.7.3)</p>	<p>(73) 特許権者 000208444                  大和製衡株式会社                  兵庫県明石市茶園場町5番22号                  (74) 代理人 100097755                  弁理士 井上 勉                  (72) 発明者 孝橋 徹                  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                  審査官 遠藤 孝徳</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 体内脂肪量測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

右手、左手、右足および左足と胴体部組織との接触面にそれぞれ第1の点、第2の点、第3の点および第4の点を設定するとともに、胴体内部に前記第1の点と前記第2の点を基点として胴体上部周辺組織インピーダンスを、前記第1の点と前記第3の点を基点として胴体部右半面周辺組織インピーダンスを、前記第2の点と前記第4の点を基点として胴体部左半面周辺組織インピーダンスを、前記第3の点と前記第4の点を基点として胴体下部周辺組織インピーダンスを、それぞれ設定してなる等価回路により胴体内部および/または全身のインピーダンスを求め、この求められたインピーダンスに基づいて胴体内部および/または全身の脂肪量を求めることを特徴とする体内脂肪量測定装置。

10

【請求項2】

両手用および両足用にそれぞれ電源印加電極が設けられるとともに、手用電源印加回路と足用電源印加回路とが設けられ、これら手用電源印加回路と足用電源印加回路とが導線にて結ばれてなる請求項1に記載の体内脂肪量測定装置。

【請求項3】

両手用および両足用にそれぞれ電源印加電極が設けられるとともに、手用電源印加回路と足用電源印加回路とが設けられ、これら手用電源印加回路と足用電源印加回路との間のデータ通信が無線通信手段を介して行われる請求項1に記載の体内脂肪量測定装置。

【請求項4】

両手用および両足用にそれぞれ電源印加電極が設けられるとともに、手用電源印加回路

20

と足用電源印加回路とが設けられ、これら手用電源印加回路と足用電源印加回路との間のデータ通信が身体内を通じて行われる請求項 1 に記載の体内脂肪量測定装置。

【請求項 5】

右手用電源印加電極と右足用電源印加電極間または左手用電源印加電極と左足用電源印加電極間に電源を印加することにより求められるインピーダンスと、右足用電源印加電極と左足用電源印加電極間または右手用電源印加電極と左手用電源印加電極間に電源を印加することにより求められるインピーダンスとを演算することにより前記胴体内部のインピーダンスが求められる請求項 1 ~ 4 のうちのいずれかに記載の体内脂肪量測定装置。

【請求項 6】

右手用電源印加電極と左手用電源印加電極間、右足用電源印加電極と左足用電源印加電極間、右手用電源印加電極と左足用電源印加電極間、左手用電源印加電極と右足用電源印加電極間、右手用電源印加電極と右足用電源印加電極間、左手用電源印加電極と左足用電源印加電極間のそれぞれに電源を印加することにより求められるインピーダンスを演算することにより前記全身のインピーダンスが求められる請求項 1 ~ 4 のうちのいずれかに記載の体内脂肪量測定装置。

10

【請求項 7】

両手の各電源印加電極間に電源を印加することにより求められるインピーダンスと、両足の各電源印加電極間に電源を印加することにより求められるインピーダンスと、両手の各電源印加電極間に電源を印加して両足の各電圧測定電極間に発生する電圧を測定することにより求められるインピーダンスまたは両足の各電源印加電極間に電源を印加して両手の各電圧測定電極間に発生する電圧を測定することにより求められるインピーダンスを演算することにより前記全身のインピーダンスが求められる請求項 1 ~ 4 のうちのいずれかに記載の体内脂肪量測定装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、身体の胴体を経由して両手、両足間に電源を印加し、全身または胴体のインピーダンス値を求め、このインピーダンス値から体内の脂肪量を測定する体内脂肪量測定装置に関するものである。

【0002】

30

【従来の技術】

従来、この種の体内脂肪量測定装置として、身体の手、足、胴体に等価インピーダンスを設定し、胴体を経由して両手、両足間に電流を流して、手、足、胴体のそれぞれのインピーダンスを求めるようにしたものが、特開平 7 - 7 9 9 3 8 号公報、特表平 1 0 - 5 1 0 4 5 5 号公報等において開示されている。

【0003】

次に、この従来技術におけるインピーダンス測定方法を図 8 を参照しつつ説明する。

【0004】

この図 8 に示される体内脂肪量測定装置においては、人間の身体を右手、左手、右足、左足、胴体の各部位に分け、それぞれの部位のインピーダンスを  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  と置くとともに、右手、左手、右足、左足の各先端部の 2 箇所（例えば異なる指と指、掌と足の裏または足の裏と指）にそれぞれ接触される計 8 個の電極  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ,  $E_4$ ,  $E_5$ ,  $E_6$ ,  $E_7$ ,  $E_8$  を配置するように構成されている。各部位の 2 個の電極のうち一つは電流印加用、他の一つは電圧測定用に用いられ、各電極は測定装置の電気回路に接続されている。ここで、この電気回路の主要部は、前記電極間に一定電流を印加する回路インピーダンス測定回路、発生電圧測定回路、測定対象切替回路および、切り替えの指令と測定値を演算してインピーダンス値と体脂肪値に変換するための演算回路とにより構成されている。

40

【0005】

このような装置において、前記特開平 7 - 7 9 9 3 8 号公報に開示されているものでは、

50

右手、左手、右足、左足の4つの部位から選択される2つの部位の各電極に電流を印加し、これら4つの部位から選択される2つの部位の各電極より導出される電位より各部位間のインピーダンスを測定するようにされている。すなわち、4つの部位のそれぞれの組み合わせのうち、手と足の間のインピーダンスを測定する際にはその測定電流が必ず胴体を経由するため、この胴体インピーダンス $R_5$ を含んだ値が得られ、図8に示される回路から次の各値を求めることができる。

- 1 右手 - 左手間の測定； $R_1 + R_2$
- 2 右足 - 左足間の測定； $R_3 + R_4$
- 3 右手 - 左足間の測定； $R_1 + R_5 + R_4$
- 4 左手 - 右足間の測定； $R_2 + R_5 + R_3$
- 5 右手 - 右足間の測定； $R_1 + R_5 + R_3$
- 6 左手 - 左足間の測定； $R_2 + R_5 + R_4$

10

#### 【0006】

これらの式から胴体部インピーダンス $R_5$ は、前記 1 2 5 6 の各式を用い次式により演算される。

$$R_5 = \{ 5 + 6 - ( 1 + 2 ) \} / 2$$

なお、この公報に記載のものでは、測定原理として四端子法が用いられているので、手、足の先端部に存在する身体末端組織部のインピーダンスと、電極と手足の接触面間に存在する接触インピーダンスとの和 $r_a, r_b, r_c, r_d, r_e, r_f, r_g, r_h$ は除外して測定されるようになっている。

20

#### 【0007】

一方、特表平10-510455号公報に開示されているものでは、身体の各部位のインピーダンスを直接測定によって求めるようにしている。例えば胴体部インピーダンス $R_5$ を求める際には、左手 - 左足間に電流 $I$ を流し右手 - 右足間に発生する電圧 $V$ を測定することにより、

$$R_5 = V / I \quad (\text{電流値 } I \text{ は既知})$$

の変換演算にて $R_5$ が得られる。また、左足インピーダンス $R_4$ を求める際には、右足 - 左足間に電流 $I$ を流して左手 - 左足間の電圧を測定して求められる。さらに、 $R_1, R_2, R_3$ についても同様にして求められる。

#### 【0008】

なお、これら各先行技術のものがいずれも、胴体部のみあるいは手、足、胴体部と各部位別にインピーダンスを求めようとする目的は、以下の点にある。

(1) 前記各部位は組織構成が異なっているので、インピーダンス値と実際の脂肪量を結びつける係数が各部位毎に異なっている。したがって、正しく全身の脂肪量を求めるには、全身のインピーダンスを求めて全身体脂肪量に変換するより、各部位毎にそれぞれのインピーダンス値を求める方が正確である。

(2) 体脂肪量によって健康の度合いを推定しようとするとき、この健康度合いに大きな影響を与えるのは胴体部脂肪量である。したがって、胴体部のみの脂肪量を推定したい。

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記従来技術のものはいずれも、身体内に存在するインピーダンスを得るのに、予め身体インピーダンス等価回路を概念的に設定し、この設定された等価回路の通りに身体が構成されているものと仮定して各部位のインピーダンスを求めるようにしている。この場合、前記等価回路は、実際に電流の流れる経路を左右の手および足と胴体部の各ブロックに分けて設定されている。

#### 【0010】

ところで、両手間もしくは両足間に電流を流す際、この電流は実際には両手もしくは両足のみではなく胴体部を通過することになる。しかしながら、前記 1 式 ~ 6 式のうち、1 式および 2 式では手、足のインピーダンス値 $R_1 \sim R_4$ の中に胴体部インピーダンス値が含まれた形になっている。手、足の組織は胴体と相当異なっており、

40

50

式および 2 式のように胴体部インピーダンス値の一部を手、足のインピーダンス値の一部に加えてしまうと正しく身体各部のインピーダンス配分ができないという問題点がある。

【0011】

また、図 8 において、胴体部インピーダンス R5 は、右手、右足間に電流を流したときは主として右体側部組織のインピーダンスを測定し、左手、左足間に電流を流したときは主として左体側部組織のインピーダンスを測定することになるため、均等に胴体全体の組織インピーダンスを反映している値にはなっていない。

【0012】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたもので、全身または胴体部の各インピーダンスを、胴体部内部全体の組織インピーダンスをできるだけ反映した形で求め、これによって胴体部における脂肪分布を精度良く推定することのできる体内脂肪量測定装置を提供することを目的とするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段および作用・効果】

前記目的を達成するために、本発明による体内脂肪量測定装置は、

右手、左手、右足および左足と胴体部組織との接触面にそれぞれ第 1 の点、第 2 の点、第 3 の点および第 4 の点を設定するとともに、胴体内部に前記第 1 の点と前記第 2 の点を基点として胴体上部周辺組織インピーダンスを、前記第 1 の点と前記第 3 の点を基点として胴体部右半面周辺組織インピーダンスを、前記第 2 の点と前記第 4 の点を基点として胴体部左半面周辺組織インピーダンスを、前記第 3 の点と前記第 4 の点を基点として胴体下部周辺組織インピーダンスを、それぞれ設定してなる等価回路により胴体内部および/または全身のインピーダンスを求め、この求められたインピーダンスに基づいて胴体内部および/または全身の脂肪量を求めることを特徴とするものである。

【0014】

本発明においては、手、足と胴体部組織との接触面に第 1 の点乃至第 4 の点の各点を設置してそれらの点を基点とする胴体上部周辺組織インピーダンス、胴体部右半面周辺組織インピーダンス、胴体部左半面周辺組織インピーダンスおよび胴体下部周辺組織インピーダンスというように、身体の胴体内部の各組織に対応するように複数個のインピーダンス片が設定され、これらインピーダンス片を並列接続および直列接続してなる等価回路によって胴体内部のインピーダンス、さらには全身のインピーダンスが求められる。このように両手、両足の組織と区別して、電流の流れ方に応じた等価インピーダンスが胴体内部組織に対して設定されるので、求められた結果が胴体部内部全体の組織インピーダンスをできるだけ反映することになり、正しい胴体部または全身インピーダンスが得られることになる。この結果、胴体内部体脂肪量を正しく推定することが可能となる。

【0015】

本発明の一態様として、両手用および両足用にそれぞれ電源印加電極が設けられるとともに、手用電源印加回路と足用電源印加回路とが設けられ、これら手用電源印加回路と足用電源印加回路とが導線にて結ばれてなる構成を採用することができる。

【0016】

また、他の態様として、両手用および両足用にそれぞれ電源印加電極が設けられるとともに、手用電源印加回路と足用電源印加回路とが設けられ、これら手用電源印加回路と足用電源印加回路との間のデータ通信が無線通信手段を介して行われる構成を採用しても良い。あるいは、両手用および両足用にそれぞれ電源印加電極が設けられるとともに、手用電源印加回路と足用電源印加回路とが設けられ、これら手用電源印加回路と足用電源印加回路との間のデータ通信が身体内を通じて行われる構成を採用しても良い。

【0017】

前記胴体内部のインピーダンスは、右手用電源印加電極と右足用電源印加電極間または左手用電源印加電極と左足用電源印加電極間に電源を印加することにより求められるインピーダンスと、右足用電源印加電極と左足用電源印加電極間または右手用電源印加電極と左

10

20

30

40

50

手用電源印加電極間に電源を印加することにより求められるインピーダンスとを演算することにより求められるのが好ましい。

【0018】

また、全身のインピーダンスは、右手用電源印加電極と左手用電源印加電極間、右足用電源印加電極と左足用電源印加電極間、右手用電源印加電極と左足用電源印加電極間、左手用電源印加電極と右足用電源印加電極間、右手用電源印加電極と右足用電源印加電極間、左手用電源印加電極と左足用電源印加電極間のそれぞれに電源を印加することにより求められるインピーダンスを演算することにより求められるのが好ましい。

【0019】

また、この全身のインピーダンスは、両手の各電源印加電極間に電源を印加することにより求められるインピーダンスと、両足の各電源印加電極間に電源を印加することにより求められるインピーダンスと、両手の各電源印加電極間に電源を印加して両足の各電圧測定電極間に発生する電圧を測定することにより求められるインピーダンスまたは両足の各電源印加電極間に電源を印加して両手の各電圧測定電極間に発生する電圧を測定することにより求められるインピーダンスを演算することにより求められるようにすることもできる。

10

【0020】

【発明の実施の形態】

次に、本発明による体内脂肪量測定装置の具体的な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

20

【0021】

最初に、本発明による体内脂肪量測定装置の基本概念について、図1に示される等価インピーダンス回路図によって説明する。図示の回路図において、両手、両足の各組織と胴体部の組織とは、図において斜線にて示される手および足のそれぞれの付け根部の各境界面  $S_a$  ,  $S_b$  ,  $S_c$  ,  $S_d$  にて接触する。全身のインピーダンスを測定するために両手または両足の先端部間に電源を与えると、電流は手または足の先端からこれら各境界面  $S_a$  ,  $S_b$  ,  $S_c$  ,  $S_d$  を通して胴体部へ流入し、胴体部に存在する種々の組織層を通過した後、別の境界面から他の手または足の先端部へ向けて流出する。

【0022】

ところで、電気インピーダンス法による体脂肪測定法は測定したい身体組織のインピーダンスを求め、実験式を用いて最終的に脂肪量を求める方法であるが、胴体のように電流の流入面・流出面が前述のように4箇所ある場合には電源が印加される手または足の組み合わせによって胴体内部組織内を流れる電流の経路が異なることになる。したがって、従来の方法では、異なる電源印加ルートによって、測定される胴体内インピーダンス値が異なることになってしまう。また、胸部も下腹部も胴体内部組織であるから、これらのインピーダンス値が胴体内インピーダンス値から除外されてしまうと、求められる胴体内インピーダンス値として正しい値が得られない。

30

【0023】

このような問題点を回避して胴体内部のインピーダンスを正確に測定するには、手、足と胴体部組織との接触面に点  $a$  ,  $b$  ,  $c$  ,  $d$  を設置し、胴体内部に点  $a$  と点  $b$  を基点とする胴体上部周辺組織インピーダンスを  $r_1$  とし、同様に、点  $a$  と点  $c$  を基点とする胴体部右半面周辺組織インピーダンスを  $r_2$  、点  $b$  と点  $d$  を基点とする胴体部左半面周辺組織インピーダンスを  $r_3$  、点  $c$  と点  $d$  を基点とする胴体下部周辺組織インピーダンスを  $r_4$  とする等価回路を設定し、この等価回路から胴体内部のインピーダンスを推定するのが適切である。

40

【0024】

次に、図1を参照しつつ、本発明の測定法について説明する。ここで、右手、左手、右足、左足のインピーダンスをそれぞれ  $R_1$  ,  $R_2$  ,  $R_3$  ,  $R_4$  とする。なお、手と足の先端部組織のインピーダンスは除外されているが、これらの部位には関節部などがあって、脂肪分には関係のない要素でインピーダンス値が大きい。これらのインピーダンス成分を加

50

えると、結果が本来の体内脂肪量を測定するという目的に合わない値となるので、例えば4端子法による測定法をもって測定値から除外することとした。

【0025】

(第1の実施の形態)

本実施の形態は、胴体部インピーダンスを測定するための測定法に関わるものである。

【0026】

まず、右手 - 右足間 (または左手 - 左足間) に電流  $I$  を流して左手 - 左足間 (または右手 - 右足間) に発生する電圧  $V_a$  を測定すると、次式が成り立つ。

$$V_a = \{ r_2 \cdot r_3 / (r_1 + r_2 + r_3 + r_4) \} \cdot I \quad \dots\dots (1)$$

【0027】

ところで、胴体部の全体の脂肪量を表わすために求める胴体全体のインピーダンス (胴体部合成インピーダンス) を求めるには、図1の等価回路からすれば  $r_1, r_2, r_3, r_4$  の合計値、すなわち  $r_1 + r_2 + r_3 + r_4$  を得ることができれば良い。しかし、この胴体部合成インピーダンスの値を体の外側から直接測定する方法がないので、この胴体部合成インピーダンス値との相関が大きい値で、この胴体部合成インピーダンス値との間でしかるべき定まった関係 (例: 比例関係) が成り立つ値であれば実用上使用できることになる。このような値として、本実施の形態では、(1)式における  $\{ r_2 \cdot r_3 / (r_1 + r_2 + r_3 + r_4) \}$  の値を用いることとする。

【0028】

胴体各部が次式

$$r_1 = a r, r_2 = b r, r_3 = c r, r_4 = d r$$

(ただし、 $a, b, c, d$  は、それぞれ部位によって異なる、組織に特有の脂肪付着係数とする。)

で表わされるインピーダンスをもつ脂肪組織で構成され、その人の胴体部全体の脂肪量の多少は  $r$  の値の大小によるものと考え、言い換えればその人が肥えたときも痩せたときも  $r$  の大きさが変化し、胴体内の各部組織において均一に脂肪量が増減するものと考えれば ( $a, b, c, d$  は一定であるとすれば)、値  $\{ r_2 \cdot r_3 / (r_1 + r_2 + r_3 + r_4) \}$  は次式で表わされる。

$$\begin{aligned} \{ r_2 \cdot r_3 / (r_1 + r_2 + r_3 + r_4) \} &= V_a / I \\ &= \{ b c / (a + b + c + d) \} \cdot r \quad \dots\dots (2) \end{aligned}$$

この式から明らかなように、値  $\{ r_2 \cdot r_3 / (r_1 + r_2 + r_3 + r_4) \}$  の大小は  $r$  の大小で評価すれば良いことになる。

【0029】

一方、組織の総合インピーダンス (胴体部合成インピーダンス)  $R_t$  は次式で表わされる。

$$R_t = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 = (a + b + c + d) \cdot r \quad \dots\dots (3)$$

したがって、この総合インピーダンス  $R_t$  の大小も  $r$  の大小に依存することになる。また、次式

$$\begin{aligned} \{ r_2 \cdot r_3 / (r_1 + r_2 + r_3 + r_4) \} / R_t \\ = b c / (a + b + c + d)^2 = \text{一定} \quad \dots\dots (4) \end{aligned}$$

の比例関係が成り立つので、値  $\{ r_2 \cdot r_3 / (r_1 + r_2 + r_3 + r_4) \}$  の大小は総合インピーダンス  $R_t$  の大小を表わしていることになる。

【0030】

ところが、人によって、または同じ人でも体の状態が変化することによって脂肪の付着具合が部位毎に異なるか、あるいは変化する。よって、前記  $a, b, c, d$  の値も人それぞれで異なった値になったり、年月の経過によって変化したりすれば、値  $\{ r_2 \cdot r_3 / (r_1 + r_2 + r_3 + r_4) \}$  の大小がそのままその人の胴体内合計インピーダンスの大小に対応しなくなる。つまり、前記 (4) 式においては、 $b$  および  $c$  に関わっている体の縦方向インピーダンス  $r_2, r_3$  のみに大きい影響を受ける。

【0031】

10

20

30

40

50

現実には、人によって同じ脂肪量だけ増えたといっても、胴体の各部位によって脂肪の付き方は異なるし、個人別に体質によって脂肪の付着し易い部位も異なる。したがって、前記(4)式によって胴体部のインピーダンスを求め、この値を基に胴体部脂肪量を推定するのは好ましくない。これを避けて胴体部全体のインピーダンス値との相関を大きくするためには、 $r_1$ 、 $r_4$ に関わる要素を加えることが必要である。

【0032】

そこで、次に右手 - 左手間（または右足 - 左足間）に電流を流し、右足 - 左足間（または右手 - 左手間）に発生する電圧 $V_b$ を測定すると次式が成り立つ。

$$V_b = \{ r_1 \cdot r_4 / ( r_1 + r_2 + r_3 + r_4 ) \} \cdot I \quad \dots\dots (5)$$

【0033】

前記(2)式および(5)式より、 $V_a / I$ と $V_b / I$ との和を $R_m$ とすると、この $R_m$ は次式で表わされる。

$$R_m = V_a / I + V_b / I = ( r_1 \cdot r_4 + r_2 \cdot r_3 ) / R_t$$

$$(ただし、R_t = r_1 + r_2 + r_3 + r_4) \quad \dots\dots (6)$$

各部位のインピーダンスに係数 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ を考慮すると、 $R_m$ は次式で表わすことができる。

$$R_m = \{ ( a d + b c ) / ( a + b + c + d ) \} \cdot r \quad \dots\dots (7)$$

【0034】

この(7)式は(3)式の $R_t$ と比例関係にはないが、 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ の大小によって $R_m$ も増減するという関連性のあることがわかる。言い換えれば、胴体内の特定部分に脂肪の付き方が偏在していても胴体部全体を反映するインピーダンス値を知ることができ、その結果正しい脂肪量を推定することができる。なお、(7)式の $R_m$ の値の中には手、足部のインピーダンス値は含まれておらず、胴体部内のみに対する値となっている。

【0035】

(第2の実施の形態)

次に、胴体部のみではなく、全身のインピーダンスを測定したときに、胴体部インピーダンスを全身インピーダンスの値の中に正確に反映させる方法について説明する。

【0036】

本実施の形態では、体内脂肪量測定装置が手用測定器と足用測定器とで構成され、これら両測定器が導線にて接続されるように構成されたものである。また、手用測定器および足用測定器においては、右手、左手および右足、左足の各先端部の2箇所それぞれにそれぞれ接触される計4個の電極が配置され、各部位の2個の電極のうち一つを電流印加用、他の一つを電圧測定用に用いるようにされている。こうして、下記の1～6の部位間に一定電流 $I$ を流したときのそれぞれの電流印加電極に対応する電圧測定電極にて電圧を測定する。このときの測定電圧をそれぞれ $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ 、 $V_4$ 、 $V_5$ 、 $V_6$ とすると、この等価回路に発生する電圧の関係は次式で表される。

$$1 \quad \text{右手 - 左手間；} ( R_1 + R_A + R_2 ) \cdot I = V_1$$

$$2 \quad \text{右足 - 左足間；} ( R_3 + R_B + R_4 ) \cdot I = V_2$$

$$3 \quad \text{右手 - 左足間；} ( R_1 + R_C + R_4 ) \cdot I = V_3$$

$$4 \quad \text{左手 - 右足間；} ( R_2 + R_D + R_3 ) \cdot I = V_4$$

$$5 \quad \text{右手 - 右足間；} ( R_1 + R_E + R_3 ) \cdot I = V_5$$

$$6 \quad \text{左手 - 左足間；} ( R_2 + R_F + R_4 ) \cdot I = V_6 \quad \dots\dots (8)$$

ただし、 $R_A \sim R_F$ はそれぞれ図1の胴体部内等価回路の電流の流れ方で決まる並列合成インピーダンス値である。

【0037】

この(8)式のうち1、2、5、6式において、 $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_E$ 、 $R_F$ は次式で表わされる。

$$R_A = r_1 ( r_2 + r_3 + r_4 ) / R_t$$

$$R_B = r_4 ( r_1 + r_2 + r_3 ) / R_t$$

$$R_E = r_2 ( r_1 + r_3 + r_4 ) / R_t$$

10

20

30

40

50

$$R F = r 3 ( r 1 + r 2 + r 4 ) / R t \quad \dots\dots ( 9 )$$

【 0 0 3 8 】

したがって、 1 + 2 + 5 + 6 を実行すると、次式が得られる。

$$2 \cdot ( R 1 + R 2 + R 3 + R 4 ) + R A + R B + R E + R F \\ = V 1 + V 2 + V 5 + V 6$$

故に、次式が成り立つ。

$$( R 1 + R 2 + R 3 + R 4 ) + ( 1 / 2 R t ) \cdot \{ r 1 ( r 2 + r 3 + r 4 ) + r 4 ( r 1 + r 2 + r 3 ) + r 2 ( r 1 + r 3 + r 4 ) + r 3 ( r 1 + r 2 + r 4 ) \} = ( V 1 + V 2 + V 5 + V 6 ) / 2 \quad \dots\dots ( 1 0 )$$

【 0 0 3 9 】

この(10)式を見ると、測定電圧を加えれば $r 1$ 、 $r 2$ 、 $r 3$ 、 $r 4$ のそれぞれが全て等しい条件で式に関わっているため、胴体部全体のインピーダンスをより反映していることがわかる。また、この結果は、両手および両足のインピーダンスが加わることで、身体全体のインピーダンスが正しく反映されていることがわかる。

【 0 0 4 0 】

(第3の実施の形態)

次に、両手足と胴体部の脂肪量が測定でき、測定量を表示するための表示・操作器(手用測定器)と足用測定器との間に導線がなく、自由に携帯できる胴体部用または全身用脂肪計について説明する。

【 0 0 4 1 】

本実施の形態では、手用測定器と足用測定器との間は無線もしくは身体内通信で情報を交信することができるようにされており、測定シーケンスは手用測定器から全体を制御するようにされている。

【 0 0 4 2 】

このような構成において、まず手用測定器にて右手 - 左手間に電流 $I$ を流し両手間に発生する電圧を測定して $V 1$ を得たとする。また、無線あるいは身体内通信で測定シーケンスの情報交換をし、両足間に電流 $I$ を流したときに手用測定器によって両手間に発生する電圧を測定する。この電圧が $V 2$ であったとする。

【 0 0 4 3 】

このとき、次の2式が成立する。

$$1 \quad ( R 1 + R 2 ) \cdot I + \{ r 1 ( r 2 + r 3 + r 4 ) / R t \} \cdot I = V 1 \\ 2 \quad r 1 \cdot r 4 / R t = V 2 \quad \dots\dots ( 1 1 )$$

ただし、胴体内総合インピーダンス $R t$ を、 $R t = r 1 + r 2 + r 3 + r 4$ と置く。

【 0 0 4 4 】

次に、足用測定器にて右足 - 左足間に電流 $I$ を流し両足間に発生する電圧を測定して $V 3$ を得たとする。この測定電圧 $V 3$ は足用測定器で測定し、無線または身体内通信によって手用測定器に送信する。このとき、次式が成立する。

$$3 \quad ( R 3 + R 4 ) \cdot I + \{ r 4 ( r 1 + r 2 + r 3 ) / R t \} \cdot I = V 3 \quad \dots\dots ( 1 2 )$$

【 0 0 4 5 】

これら得られた式に基づき、手用測定器において次の演算を行う。

$$1 \quad - \quad 2 \quad \text{より} \\ 4 \quad ( R 1 + R 2 ) \cdot I + \{ ( r 1 r 2 + r 1 r 3 ) / R t \} \cdot I = V 1 - V 2 \\ 3 \quad - \quad 2 \quad \text{より} \\ 5 \quad ( R 3 + R 4 ) \cdot I + \{ ( r 4 r 2 + r 4 r 3 ) / R t \} \cdot I = V 3 - V 2 \\ 4 \quad + \quad 5 \quad \text{より} \\ 6 \quad ( R 1 + R 2 + R 3 + R 4 ) \cdot I + \{ ( r 1 + r 4 ) \cdot ( r 2 + r 3 ) / R t \} \cdot I = V 1 + V 3 - 2 V 2 \quad \dots\dots ( 1 3 )$$

【 0 0 4 6 】

この(13)式においては、胴体上部組織インピーダンス $r 1$ と下部組織インピーダンス

10

20

30

40

50

$r_4$ の組と、胴体右半面組織インピーダンス $r_2$ と左半面組織インピーダンス $r_3$ の組とが等しく全身インピーダンスに関わっているので、胴体インピーダンスを表現するのに適していると言える。

【0047】

【実施例】

次に、本発明による体内脂肪量測定装置の具体的実施例について説明する。

【0048】

(第1実施例)

本実施例は、前記第1の実施の形態に係る測定法を実現するための実施例に関するものである。図2には本実施例における等価インピーダンス回路図が、図3には測定回路図がそれぞれ示されている。

10

【0049】

本実施例の体内脂肪量測定装置1において、右手、左手、右足、左足の各先端部の2箇所それぞれにそれぞれ接触される計8個の電極 $E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_7, E_8$ が配置され、各部位の2個の電極のうち一つ( $E_1, E_3, E_5, E_7$ )は電流印加用、他の一つ( $E_2, E_4, E_6, E_8$ )は電圧測定用に用いられるようにされている。また、右手、左手、右足、左足の各等価インピーダンス $R_1, R_2, R_3, R_4$ がそれぞれ設置され、右手、右足間または左手、左足間に電源を付加したときの胴体部インピーダンス $R_5$ 、右手、左足間または左手、右足間に電源を付加したときの胴体部インピーダンス $R_6$ がそれぞれ設置される。なお、図2において、 $r_x, r_y; r_s, r_t; r_m, r_n; r_o, r_p$ は、それぞれ右手、左手、右足、左足の2つの電極に接触する手または足の接触部周辺組織のインピーダンスと、これら電極と皮膚表面との間の接触インピーダンスとの和を示している。

20

【0050】

前記電極 $E_3, E_5, E_7$ はアナログスイッチ $AS_2$ を介して、前記電極 $E_1, E_3, E_5$ はアナログスイッチ $AS_1$ を介してそれぞれ定電流回路2に接続されている。この定電流回路2は、電圧信号 $V$ が入力されて定電流 $I$ を出力する演算増幅器3と、この演算増幅器3から定電流 $I$ が出力されるように回路電流を制限する参照抵抗4(既知の抵抗値 $R_s$ )を備える構成とされている。

【0051】

また、前記電極 $E_4, E_6, E_8$ はアナログスイッチ $AS_4$ を介して、前記電極 $E_2, E_4, E_6$ はアナログスイッチ $AS_3$ を介してそれぞれ電圧測定回路5に接続されている。この電圧測定回路5は、前記定電流 $I$ を印加した状態で測定電極から得られる電圧信号に基づきそれら電極間に発生する電圧を出力する演算増幅器6を備える構成とされている。この演算増幅器6の出力側にはその演算増幅器6から出力される交流電圧信号を直流化する整流回路7と、この整流回路7から出力される電圧信号を平滑化するフィルタ8と、このフィルタ8から出力されるアナログ信号をデジタル化するA/D変換器9と、このA/D変換器9からの出力データを読み込む第1のI/O回路10と、この第1のI/O回路10からのデータに基づいて各種演算を実行するCPU11と、このCPU11の演算結果並びに各種プログラム等を記憶するメモリ12と、前記CPU11からの制御指令に基づいてアナログスイッチ $AS_1, AS_2, AS_3, AS_4$ を操作する第2のI/O回路13とが接続されている。

30

40

【0052】

前述の(1)式および(5)式を作成するための測定操作は表1に示されるように行われる。なお、この表は各アナログスイッチ $AS_1, AS_2, AS_3, AS_4$ がどの電極に接続されるかを示すものである。

【0053】

【表1】

測定モード	印加電流操作		電圧測定操作		測定値
	AS1	AS2	AS3	AS4	
① 右手－右足間	E1	E5			Va
左手－左足間			E4	E8	
② 右手－左手間	E1	E3			Vb
右足－左足間			E6	E8	

10

## 【0054】

表1から明らかなように測定モードは1と2とからなっており、予めプログラムされた操作シーケンスに基づき、CPU11からの制御指令によってアナログスイッチAS1, AS2, AS3, AS4が切替操作されて所要の電極間に定電流Iが印加され、この定電流Iの印加状態で、測定電極間に発生する電圧Va, Vbが測定され、この測定電圧値がメモリ12に記憶される。こうして、測定シーケンスが終了した時点において、得られた測定電圧値Va, Vbに基づき、前記(6)式に示される演算を行わせて胴体内部合成インピーダンスRmが求められる。なお、本実施例の4端子法による回路構成からして、演算増幅器6の方へ電流はほとんど流れないので、Va, Vbの各測定電圧値の中には、前記rx, ry; rs, rt; rm, rn; ro, rpのインピーダンスによる電圧降下成分は含まれない。

20

## 【0055】

本実施例によれば、Rmが(6)式のように表わせるので、それぞれ胴体内各部のインピーダンスr1, r2, r3, r4の大小の影響を受けるように導かれる。したがって、体脂肪の付着が各部にばらついていても、正しく測定インピーダンス値に反映させることができる。

## 【0056】

(第2実施例)

本実施例は、前記第2の実施の形態に係る測定法を実現するための実施例に関するものである。

30

## 【0057】

前述の(8)式および(10)式を作成するための測定操作は表2に示されるように行われる。なお、この表は各アナログスイッチAS1, AS2, AS3, AS4がどの電極に接続されるかを示すものである。

## 【0058】

【表2】

測定モード	印加電流操作		電圧測定操作		測定値
	AS1	AS2	AS3	AS4	
①右手－左手間	E1	E3	E2	E4	V1
②右足－左足間	E5	E7	E6	E8	V2
③右手－左足間	E1	E7	E2	E8	V3
④左手－右足間	E3	E5	E4	E6	V4
⑤右手－右足間	E1	E5	E2	E6	V5
⑥左手－左足間	E3	E7	E4	E8	V6

10

## 【 0 0 5 9 】

( 1 0 ) 式のように測定電圧を演算すれば胴体部分の合成インピーダンスの値に対して  $r_1$  ,  $r_2$  ,  $r_3$  ,  $r_4$  がそれぞれ等しい条件で関わっているため、胴体内部の体脂肪分布のばらつきがあっても全身の体脂肪値は影響を受けにくいものとなる。

## 【 0 0 6 0 】

20

( 第 3 実施例 )

本実施例は、前記第 3 の実施の形態に係る測定法を実現するための実施例に関するものである。

## 【 0 0 6 1 】

本実施例の体内脂肪量測定装置は、携帯可能な手用測定器 1 4 と足用測定器 1 5 とで構成されている。図 4 には手用測定器の回路構成図が、図 5 には足用測定器の回路構成図がそれぞれ示されている。なお、測定対象となる人体インピーダンス等価回路は図 2 に示される回路と同一であるとする。

## 【 0 0 6 2 】

図 4 に示されるように、前記手用測定器 1 4 においては、左右の各電極 E 1 , E 3 がそれぞれ電極 E 1 , E 3 間に一定電流を印加する定電流回路 1 6 に接続され、他の各電極 E 2 , E 4 がそれぞれ電極 E 2 , E 4 間に発生する電圧を測定する高入力インピーダンス型差動増幅回路 1 7 に接続されている。また、この高入力インピーダンス型差動増幅回路 1 7 は、順に整流回路 1 8 、フィルタ 1 9 、 A / D 変換器 2 0 またはコンパレータ 2 1 を介して I / O 回路 2 2 に接続され、この I / O 回路 2 2 には、演算結果並びに各種プログラム等を記憶するメモリ 2 3 を備える CPU 2 4 が接続されている。

30

## 【 0 0 6 3 】

前記定電流回路 1 6 は、非反転入力端子に電圧 V が印加されて定電流 I を出力する演算増幅器 2 5 と、この演算増幅器 2 5 の反転入力端子に接続され、前記演算増幅器 2 5 から定電流 I が出力されるように回路電流を制限する参照抵抗  $R_s$  とにより構成されている。また、この演算増幅器 2 5 の出力端子と電極 E 1 との間にはアナログスイッチ AS 1 1 が介挿されている。このアナログスイッチ AS 1 1 は前記 I / O 回路 2 2 によってその開閉が制御される。一方、前記高入力インピーダンス型差動増幅回路 1 7 は、3つの演算増幅器 2 6 , 2 7 , 2 8 を含んでなり、図 2 における点 a - 点 b 間の電圧を差電圧として検出する。

40

## 【 0 0 6 4 】

こうして、演算増幅器 2 5 を含む定電流回路 1 6 が両手の各電極 E 1 , E 3 に接続されて両手間に電流を流し、演算増幅器 2 6 , 2 7 , 2 8 を含む電圧測定回路としての高入力インピーダンス型差動増幅回路 1 7 にて両手の各電極 E 2 , E 4 の間に発生する電圧 V 1 が測定される。この電圧 V 1 が前記 ( 1 1 ) 式の値である。また、この高入力インピーダン

50

ス型差動増幅回路 17 は、両足間に電流を流したとき両手間に発生する電圧  $V_2$  を測定する。この電圧  $V_2$  が前記 (11) 式の値である。

【0065】

一方、図 5 に示されるように、前記足用測定器 15 においては、左右の各電極 E5, E7 がそれら電極 E5, E7 間に一定電流を印加する演算増幅器 29 を含む定電流回路 30 に接続され、他の各電極 E6, E8 がそれら電極 E6, E8 間に発生する電圧を測定する演算増幅器 31 を含む電圧測定回路 32 に接続されている。また、この電圧測定回路 32 は、順に整流回路 33、フィルタ 34、A/D 変換器 35、第 1 の I/O 回路 36、CPU 37 を介して第 2 の I/O 回路 38 に接続され、かつ CPU 37 には、演算結果並びに各種プログラム等を記憶するメモリ 39 が接続されている。さらに、前記第 2 の I/O 回路 38 によって、定電流回路 30 におけるアナログスイッチ AS21, AS22, AS23 の開閉が制御されるようにされている。

10

【0066】

こうして、演算増幅器 29 を含む定電流回路 30 が両足の各電極 E5, E7 に接続されて両足間に電流を流し、演算増幅器 31 を含む電圧測定回路 32 にて両足の各電極 E6, E8 の間に発生する電圧  $V_3$  が測定される。この電圧  $V_3$  が前記 (12) 式の値である。

【0067】

次に、図 6 に示される動作シーケンス図にしたがって、手用測定器 14 および足用測定器 15 による測定動作について説明する。ここで、各測定器 14, 15 の測定動作の基準は足用測定器 15 に置くものとする。すなわち、足用測定器 15 は、電源が ON されると、予め決められた時間間隔で決められた動作を自律的・連続的に実行し、手用測定器 14 は足用測定器 15 の動作を検出して従属的に動作するものとする。

20

【0068】

最初に、足用測定器 15 の動作について説明する。この足用測定器 15 のシーケンスは、「測定モード」「送信モード」「休みモード」をそれぞれ一定時間間隔  $T_1, T_2, T_3$  で連続的に繰り返している。

【0069】

「測定モード」では、図 5 におけるアナログスイッチ AS21 を ON、アナログスイッチ AS23 を ON、アナログスイッチ AS22 を OFF にして定電流を両足間に与え、電圧測定回路 32 の演算増幅器 31 にて発生電圧  $V_3$  を測定して CPU 37 のメモリ 39 に入

30

【0070】

「送信モード」では、測定された電圧  $V_3$  の値を基に送信データを作成し、この送信データのビット信号 (1 と 0) に対応させた信号を定電流回路 30 の演算増幅器 29 から身体内へ出力する。この場合、送信データは電圧  $V_3$  のデジタル値の前後にそれぞれ STX コード (スタートテキストコード)、ETX コード (エンドテキストコード) を付けて構成され、読み取り側である手用測定器 14 がデータを正しく読み取ったことを確認できるようにされる。

【0071】

また、「休みモード」では、時間  $T_3$  の間、アナログスイッチ AS21 が OFF 状態に保たれる。

40

【0072】

一方、手用測定器 14 においては、電源 ON の時点では、アナログスイッチ AS11 が OFF 状態で停止して足用測定器 15 からの送信データ読み込み状態 (「測定 A モード」でデジタルデータ受信モード) にある。この後、足用測定器 15 から送信されるデータを読み込んだとき、予め決められた内容のデータであることを確認して初めて次の動作を実行する。

【0073】

次に、手用測定器 14 および足用測定器 15 による測定動作について図 4、図 5 を参照しつつ図 6 に示される動作シーケンス図にしたがって順を追ってより詳細に説明する。

50

## 【 0 0 7 4 】

1) 最初に、足用測定器 15 のアナログスイッチ A S 2 1 , A S 2 2 が O N されることにより両足電極 E 5 , E 7 に定電流が与えられ、電極 E 6 , E 8 間に発生する電圧が電圧測定回路 3 2 にて測定される。この測定値が ( 1 3 ) 式の V 3 である。得られた電圧 V 3 は、整流回路 3 3、フィルタ 3 4、A / D 変換器 3 5、第 1 の I / O 回路 3 6 を介して C P U 3 7 へ送られる。C P U 3 7 では、T<sub>2</sub> のタイミングの t<sub>1</sub> 時間経過後に前記電圧 V 3 の値を図 7 ( a ) に示されるような送信データ列に変換しながら、演算増幅器 2 9 から電圧信号が体内へ送信される。

## 【 0 0 7 5 】

ここで、送信データは次のようにして作成される。まず、演算増幅器 2 9 の非反転入力端子に印加される一定交流電圧 V は、一定の振幅をもつ数十 K H z の周波数の交流信号でインピーダンス測定用にも使用される参照電圧信号である。また、この演算増幅器 2 9 は定電流回路を構成しているため、その演算増幅器 2 9 の出力信号の振幅は、電極 E 7 , E 5 間の負荷インピーダンスの大きさによって増減する。C P U 3 7 にて作成された送信データ列 ( 図 7 ( a ) ) に対応するアナログ電圧信号 ( 図 7 ( b ) ) を作成する際には、送信データ列のビット信号 0 に対応させて、アナログスイッチ A S 2 2 を一定時間 t<sub>0</sub> の間 O F F にするとともにアナログスイッチ A S 2 3 を O N にすれば、演算増幅器 2 9 からはその t<sub>0</sub> の間零電圧信号が出力され、逆に送信データ列のビット信号 1 に対応させて、アナログスイッチ A S 2 2 を一定時間 t<sub>0</sub> の間 O N にするとともにアナログスイッチ A S 2 3 を O F F にすれば、ある一定以上の振幅の電圧信号が出力される。

## 【 0 0 7 6 】

この出力信号は手用測定器 1 4 にて読み取られ、整流回路 1 8 およびフィルタ 1 9 を通ることにより 1 と 0 とに対応する矩形信号 ( 図 7 ( c ) ) に変えられ、コンパレータ 2 1 に入力される。このコンパレータ 2 1 では閾値 V<sub>c</sub> と比較されてパルス信号になり ( 図 7 ( d ) )、C P U 2 4 により読み取られて送信データの内容が確認される。一方、足用測定器 1 5 は E T X コードを送信した後にアナログスイッチ A S 2 1 を O F F にして体内への電流付加を止め、自律的に T<sub>3</sub> の間だけ休みモードに入る。

## 【 0 0 7 7 】

2) 前記データ列は手用測定器 1 4 において 1 と 0 とよりなる列に復調され ( 図 7 ( f ) )、一旦メモリ 2 3 内に記憶されるが、この手用測定器 1 4 の C P U 2 4 にて S T X コードと何らかの値のデータと E X T コードが確認されると、手用測定器 1 4 は足用測定器 1 5 からのデータを読み込んだものとして「測定 B モード」に切り替わる。

## 【 0 0 7 8 】

3) 「測定 B モード」において手用測定器 1 4 はアナログスイッチ A S 1 1 を O N にして電極 E 1 , E 3 から両手間に通電し、電極 E 2 , E 4 間に発生する電圧 V 1 を測定する。この動作は足用測定器 1 5 の休みモードの時間 T<sub>3</sub> が終わる前に終了するようにする。しかし、手用測定器 1 4 の方でも時間 T<sub>3</sub> はカウントしておく。電圧 V 1 の測定が終了すれば、手用測定器 1 4 はアナログスイッチ A S 1 1 を O F F にして「測定 C モード」、言い換えれば電極 E 2 , E 4 間の発生電圧測定モードに切り替わる。

## 【 0 0 7 9 】

4) 足用測定器 1 5 は「休みモード」T<sub>3</sub> の終了後、「測定モード」を開始し、アナログスイッチ A S 2 3 を O F F、アナログスイッチ A S 2 1 , A S 2 2 を O N にして電極 E 5 , E 7 間に通電する。

## 【 0 0 8 0 】

5) 手用測定器 1 4 は、「測定 C モード」にて電極 E 2 , E 4 間の電圧 V 2 を測定する。また、「測定 C モード」の時間もカウントし、T<sub>1</sub> 時間が経過すると、「測定 A モード」( デジタルデータ受信モード ) に自動的に変わって、足用測定器 1 5 からの入力データを読み込みながらデータ内容を判断する状態となる。

## 【 0 0 8 1 】

本実施例において、足用測定器と手用測定器との役割が反対であっても良い。また、前述

10

20

30

40

50

の説明では、手用測定器と足用測定器との間のデータ通信を身体内を介して行うようにしたが、このデータ通信手段としては、電磁波、光などによる無線手段を用いることもできる。

【0082】

前記各実施例においては、インピーダンス測定方法として4端子法を用いたものを説明したが、2端子法をベースにして、電極と電極に接触する身体部分との間にある接触インピーダンスと、身体末端部インピーダンスと前記末端部を除く身体内部インピーダンスの合計値を測定し、これとは別に前記接触インピーダンスと身体末端部インピーダンスとの合計値を測定して両者の値を差し引くことで、身体内部インピーダンスのみを求めるようにすることもできる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明による体内脂肪量測定装置の等価インピーダンス回路図である。

【図2】図2は、第1実施例の等価インピーダンス回路図である。

【図3】図3は、第1実施例の測定回路図である。

【図4】図4は、第3実施例における手用測定器の回路構成図である。

【図5】図5は、第3実施例における足用測定器の回路構成図である。

【図6】図6は、手用測定器および足用測定器の動作シーケンス図である。

【図7】図7(a)～(f)は、足用測定器から出力される送信データが手用測定器に読み取られるまでの信号波形を示す図である。

【図8】図8は、従来例における等価インピーダンス回路図である。

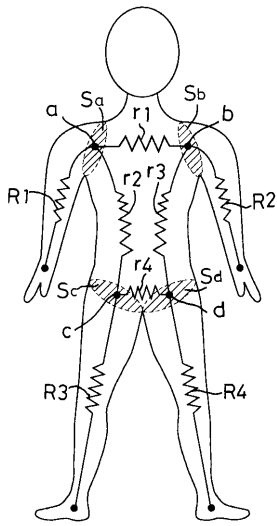
20

【符号の説明】

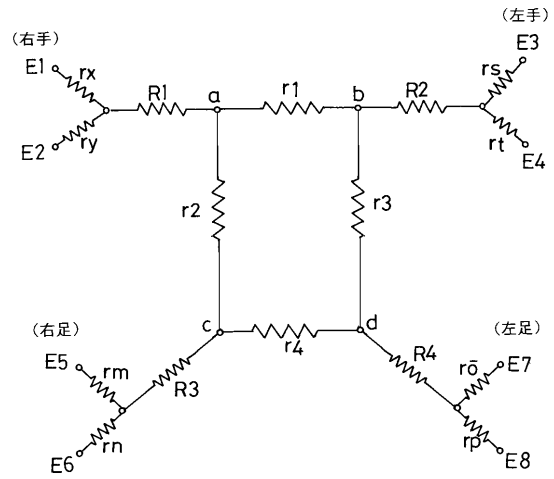
1	体内脂肪量測定装置
2, 16, 30	定電流回路
3, 6, 25, 26, 27, 28, 29, 31	演算増幅器
5, 32	電圧測定回路
7, 18, 33	整流回路
8, 19, 34	フィルタ
9, 20, 35	A/D変換器
10, 13, 22, 36, 38	I/O回路
11, 24, 37	CPU
12, 23, 39	メモリ
14	手用測定器
15	足用測定器
17	高入力インピーダンス型差動増幅回路
21	コンパレータ
E1～E8	電極
AS1～AS4, AS11, AS21, AS22, AS23	アナログスイッチ

30

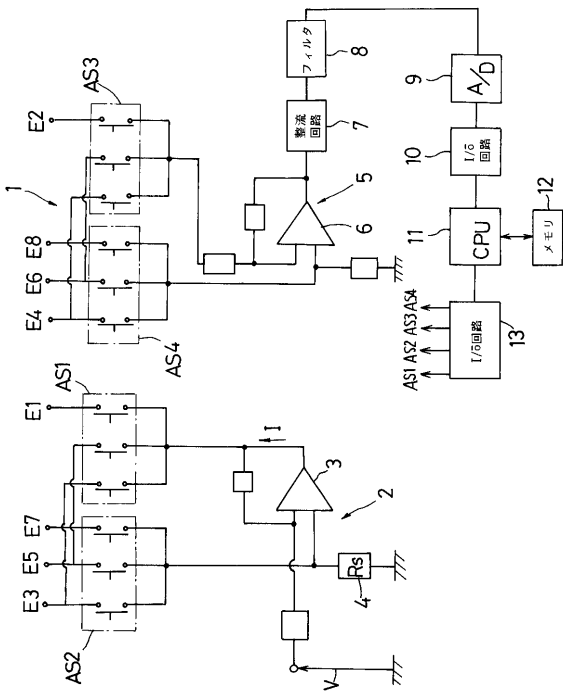
【図1】



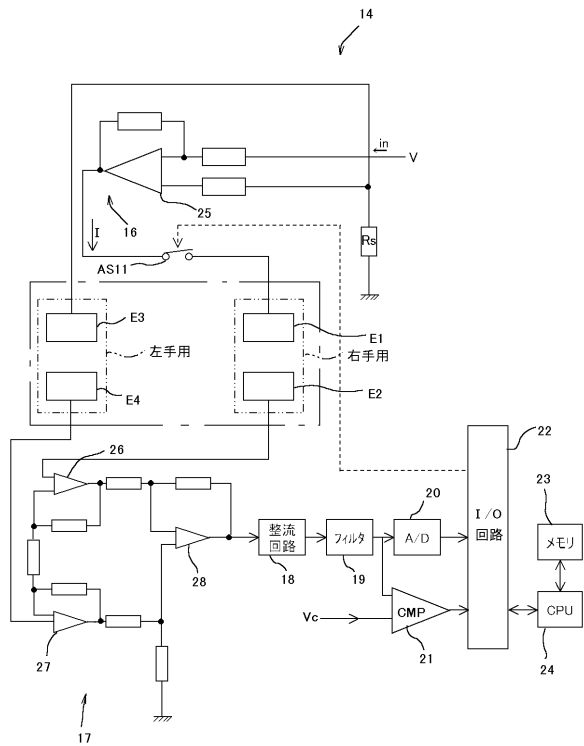
【図2】



【図3】



【図4】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 7 - 5 9 7 4 4 ( J P , A )  
特開平 7 - 7 9 9 3 8 ( J P , A )  
国際公開第 9 8 / 3 6 6 8 6 ( W O , A 1 )  
特開平 1 0 - 2 2 8 5 2 4 ( J P , A )  
特開平 7 - 1 2 6 3 5 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 2 3 9 3 5 ( J P , A )  
特表平 1 0 - 5 1 0 4 5 5 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A61B 5/05 - 5/053

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)