

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61B 5/053 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710147685.2

[43] 公开日 2008 年 3 月 26 日

[11] 公开号 CN 101147677A

[22] 申请日 2007.8.31

[21] 申请号 200710147685.2

[30] 优先权

[32] 2006.9.19 [33] JP [31] 2006-253242

[71] 申请人 株式会社百利达

地址 日本东京都

[72] 发明人 笠原靖弘

[74] 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所
代理人 刘新宇 张会华

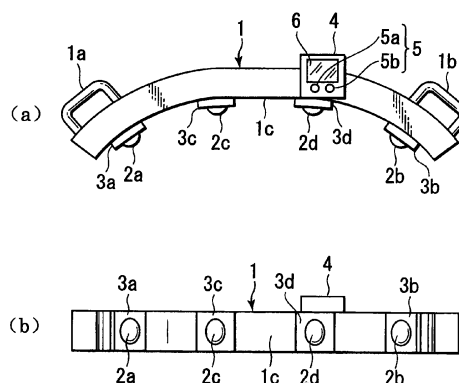
权利要求书 5 页 说明书 16 页 附图 8 页

[54] 发明名称

腹部阻抗式体组成计

[57] 摘要

本发明提供一种腹部阻抗式体组成计，其可以高精度地推断体组成指标。在利用腹部阻抗测定部件(电极(2a、2b、2c、2d))测定腹部阻抗时，还用压紧力测定部件(载荷检测部(3a、3b、3c、3d))测定压紧力，用体组成推断部件根据测定出的这些压紧力与用腹部阻抗测定部件测定出的腹部阻抗来推断体组成指标。



1. 一种腹部阻抗式体组成计, 其中, 该腹部阻抗式体组成计具有:

腹部阻抗测定部件, 其具有多个电极以及将上述多个电极压紧并支承成与腹部相接触的状态的支承部, 用于在上述多个电极与腹部相接触的状态时测定腹部阻抗;

压紧力测定部件, 其用于测定在用上述支承部将上述多个电极压紧成与腹部相接触的状态时的压紧力;

体组成推断部件, 其根据用上述腹部阻抗测定部件测定出的腹部阻抗与用上述压紧力测定部件测定出的压紧力来推断体组成指标。

2. 根据权利要求1所述的腹部阻抗式体组成计, 其特征在于,

上述多个电极由一对通电用电极与一对测定用电极构成;

上述压紧力测定部件具有用于检测在上述电极与腹部相接触的状态时产生的载荷的载荷检测部, 并根据由上述载荷检测部检测出的载荷求施加于上述一对通电用电极的压紧力以及施加于上述一对测定用电极的压紧力;

上述腹部阻抗测定部件根据使低频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求腹部阻抗, 以及根据使高频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求腹部阻抗, 由此测定上述腹部阻抗;

上述体组成推断部件用以腹部总体脂肪面积 $= a \times Z_{low} + b \times Z_{high} + c \times SI_{avg} + d \times SV_{avg}$ 表示的运算式, 将用上述腹部阻抗测定部件使低频电流流过而求出的腹部阻抗代入到 Z_{low} , 将用上述腹部阻抗测定部件使高频电流流过而求出的腹部阻抗代入到 Z_{high} , 将用上述压紧力测定部件求出的施加于

一对通电用电极的压紧力代入到 SI_{avg} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对测定用电极的压紧力代入到 SV_{avg} ，将以标准方法求出的与腹部总体脂肪面积相关的常数代入到 a 、 b 、 c 、 d 进行运算，由此推断作为上述体组成指标的腹部总体脂肪面积。

3. 根据权利要求1所述的腹部阻抗式体组成计，其特征在于，

上述多个电极由一对通电用电极与一对测定用电极构成；

上述压紧力测定部件具有用于检测在上述电极与腹部相接触的状态时产生的载荷的载荷检测部，并根据由上述载荷检测部检测出的载荷求施加于上述一对通电用电极的压紧力以及施加于上述一对测定用电极的压紧力；

上述腹部阻抗测定部件根据使低频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求腹部阻抗，以及根据使高频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求腹部阻抗，由此测定上述腹部阻抗；

上述体组成推断部件用以皮下脂肪面积 $= e \times Z_{low} - f \times Z_{high} + g \times SI_{avg} + h \times SV_{avg}$ 表示的运算式，将用上述腹部阻抗测定部件使低频电流流过而求出的腹部阻抗代入到 Z_{low} ，将用上述腹部阻抗测定部件使高频电流流过而求出的腹部阻抗代入到 Z_{high} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对通电用电极的压紧力代入到 SI_{avg} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对测定用电极的压紧力代入到 SV_{avg} ，将以标准方法求出的与皮下脂肪面积相关的常数代入到 e 、 f 、 g 、 h 进行运算，由此推断作为上述体组成指标的皮下脂肪面积。

4. 根据权利要求1所述的腹部阻抗式体组成计，其特征在

于，

上述多个电极由一对通电用电极与一对测定用电极构成；

上述压紧力测定部件具有用于检测在上述电极与腹部相接触的状态时产生的载荷的载荷检测部，并根据由上述载荷检测部检测出的载荷求施加于上述一对通电用电极的压紧力以及施加于上述一对测定用电极的压紧力；

上述腹部阻抗测定部件根据使低频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求腹部阻抗，以及根据使高频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求腹部阻抗，由此测定上述腹部阻抗；

上述体组成推断部件用以内脏脂肪面积 $= -i \times Z_{low} + j \times Z_{high} + k \times SI_{avg} + m \times SV_{avg}$ 表示的运算式，将用上述腹部阻抗测定部件使低频电流流过而求出的低频时腹部阻抗代入到 Z_{low} ，将用上述腹部阻抗测定部件使高频电流流过而求出的腹部阻抗代入到 Z_{high} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对通电用电极的压紧力代入到 SI_{avg} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对测定用电极的压紧力代入到 SV_{avg} ，将以标准方法求出的与内脏脂肪面积相关的常数代入到 i 、 j 、 k 、 m 进行运算，由此推断作为上述体组成指标的内脏脂肪面积。

5. 根据权利要求1所述的腹部阻抗式体组成计，其特征在于，

上述多个电极由一对通电用电极与一对测定用电极构成；

上述压紧力测定部件具有用于检测在上述电极与腹部相接触的状态时产生的载荷的载荷检测部，并根据由上述载荷检测部检测出的载荷求施加于上述一对通电用电极的压紧力以及施加于上述一对测定用电极的压紧力；

上述腹部阻抗测定部件通过根据使高频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求腹部阻抗，由此测定上述腹部阻抗；

上述体组成推断部件用以躯干部脂肪率 $= n - p \times 1 \div Zh_{high} + q \times SI_{avg} + r \times SV_{avg}$ 表示的运算式，将用上述腹部阻抗测定部件使高频电流流过而求出的腹部阻抗代入到 Zh_{high} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对通电用电极的压紧力代入到 SI_{avg} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对测定用电极的压紧力代入到 SV_{avg} ，将以标准方法求出的与躯干部脂肪率相关的常数代入到 n 、 p 、 q 、 r 进行运算，由此推断作为上述体组成指标的躯干部脂肪率。

6. 根据权利要求1所述的腹部阻抗式体组成计，其特征在于，

上述多个电极由一对通电用电极与一对测定用电极构成；

上述压紧力测定部件具有用于检测在上述电极与腹部相接触的状态时产生的载荷的载荷检测部，并根据由上述载荷检测部检测出的载荷求施加于上述一对通电用电极的压紧力以及施加于上述一对测定用电极的压紧力；

上述腹部阻抗测定部件通过根据使高频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求高频时腹部阻抗，由此测定上述腹部阻抗；

上述体组成推断部件用以全身脂肪率 $= s \times (n - p \times 1 \div Zh_{high} + q \times SI_{avg} + r \times SV_{avg}) + t$ 表示的运算式，将用上述腹部阻抗测定部件使高频电流流过而求出的腹部阻抗代入到 Zh_{high} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对通电用电极的压紧力代入到 SI_{avg} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对测定用电极的压紧力代入到 SV_{avg} ，将以标准方法求

出的与全身脂肪率相关的常数代入到 n 、 p 、 q 、 r 、 s 、 t 进行运算，由此推断作为上述体组成指标的全身脂肪率。

腹部阻抗式体组成计

技术领域

本发明涉及测定腹部处的阻抗(腹部阻抗),以推断体组成指标的腹部阻抗式体组成计。

背景技术

推断体组成(脂肪、肌肉、骨骼及其他构成人体的组织)指标(量、厚度、面积、率等)的技术领域,自从通过测定产生于两足之间、两手之间或手足之间的阻抗来推断作为体组成指标之一的身体全体的体脂肪率的体脂肪计在市场上供应以来,进一步促进了对推断用于健康管理的指标的研究开发,并逐渐朝为市场提供通过测定腹部阻抗来推断作为体组成指标之一的腹部皮下脂肪量、内脏脂肪量的体脂肪计这样的技术形势发展。

专利文献1所公开的体脂肪测定装置及专利文献2所公开的体组成计在支承部件的表面配置有多个电极,将该支承部件的配置有多个电极的一侧压紧于腹部,使电流流过多个电极中用于通电的电极之间,通过检测此时在多个电极中用于测定的电极之间产生于腹部的电压来测定腹部阻抗,从而推断体组成指标。

专利文献1: 日本特开2005-288023号公报

专利文献2: 日本特开2006-61677号公报

但是,专利文献1及专利文献2所公开的装置,在将支承部件压紧于腹部时,腹部的变形状态因该力的情况而不同。即,当将支承部件压紧于腹部的力大时,电极较深地陷入腹部,当将支承部件压紧于腹部的力小时,电极较浅地陷入腹部。若该

腹部的变形状态不同，则电流路径部位的状态也不同。即，电流路径部位的电阻不同。因而，存在测定出的腹部阻抗因将支承部件压紧于腹部的力情况而不同这样的问题。

发明内容

因此，本发明的目的在于解决上述这种以往的问题点，其课题在于提供一种能够高精度地推断体组成指标的腹部阻抗式体组成计。

本发明的腹部阻抗式体组成计具有腹部阻抗测定部件、压紧力测定部件及体组成推断部件：上述腹部阻抗测定部件具有多个电极以及将上述多个电极支承并压紧成与腹部相接触的状态的支承部，用于在上述多个电极与腹部相接触的状态时测定腹部阻抗；上述压紧力测定部件用于测定在用上述支承部将上述多个电极压紧成与腹部相接触的状态时的压紧力；上述体组成推断部件根据用上述腹部阻抗测定部件测定出的腹部阻抗与用上述压紧力测定部件测定出的压紧力来推断体组成指标。

此外，本发明的特征在于，上述多个电极由一对通电用电极与一对测定用电极构成；上述压紧力测定部件具有用于检测在上述电极与腹部相接触的状态时产生的载荷的载荷检测部，并根据由上述载荷检测部检测出的载荷求施加于上述一对通电用电极的压紧力以及施加于上述一对测定用电极的压紧力；上述腹部阻抗测定部件根据使低频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求腹部阻抗，以及根据使高频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求腹部阻抗，由此测定上述腹部阻抗；上述体组成推断部件用以腹部总体脂肪面积 = $a \times Z_{low} + b \times Z_{high} + c \times S_{Iavg} + d \times S_{Vavg}$ 表示的运算式，将用

上述腹部阻抗测定部件使低频电流流过而求出的腹部阻抗代入到Zlow, 将用上述腹部阻抗测定部件使高频电流流过而求出的腹部阻抗代入到Zhigh, 将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对通电用电极的压紧力代入到SIavg, 将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对测定用电极的压紧力代入到SVavg, 将以标准方法求出的与腹部总体脂肪面积相关的常数代入到a、b、c、d进行运算, 由此推断作为上述体组成指标的腹部总体脂肪面积。

此外, 本发明的特征在于, 上述多个电极由一对通电用电极与一对测定用电极构成; 上述压紧力测定部件具有用于检测在上述电极与腹部相接触的状态时产生的载荷的载荷检测部, 并根据由上述载荷检测部检测出的载荷求施加于上述一对通电用电极的压紧力以及施加于上述一对测定用电极的压紧力; 上述腹部阻抗测定部件根据使低频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求腹部阻抗, 以及根据使高频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求腹部阻抗, 由此测定上述腹部阻抗; 上述体组成推断部件用以皮下脂肪面积 = $e \times Z_{low} - f \times Z_{high} + g \times SI_{avg} + h \times SV_{avg}$ 表示的运算式, 将用上述腹部阻抗测定部件使低频电流流过而求出的腹部阻抗代入到Zlow, 将用上述腹部阻抗测定部件使高频电流流过而求出的腹部阻抗代入到Zhigh, 将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对通电用电极的压紧力代入到SIavg, 将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对测定用电极的压紧力代入到SVavg, 将以标准方法求出的与皮下脂肪面积相关的常数代入到e、f、g、h进行运算, 由此推断作为上述体组成指标的皮下脂肪面积。

此外, 本发明的特征在于, 上述多个电极由一对通电用电

极与一对测定用电极构成；上述压紧力测定部件具有用于检测在上述电极与腹部相接触的状态时产生的载荷的载荷检测部，并根据由上述载荷检测部检测出的载荷求施加于上述一对通电用电极的压紧力以及施加于上述一对测定用电极的压紧力；上述腹部阻抗测定部件根据使低频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求腹部阻抗，以及根据使高频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求腹部阻抗，由此测定上述腹部阻抗；上述体组成推断部件用以内脏脂肪面积 = $-i \times Z_{low} + j \times Z_{high} + k \times SI_{avg} + m \times SV_{avg}$ 表示的运算式，将用上述腹部阻抗测定部件使低频电流流过而求出的低频时腹部阻抗代入到 Z_{low} ，将用上述腹部阻抗测定部件使高频电流流过而求出的腹部阻抗代入到 Z_{high} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对通电用电极的压紧力代入到 SI_{avg} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对测定用电极的压紧力代入到 SV_{avg} ，将以标准方法求出的与内脏脂肪面积相关的常数代入到 i 、 j 、 k 、 m 进行运算，由此推断作为上述体组成指标的内脏脂肪面积。

此外，本发明的特征在于，上述多个电极由一对通电用电极与一对测定用电极构成；上述压紧力测定部件具有用于检测在上述电极与腹部相接触的状态时产生的载荷的载荷检测部，并根据由上述载荷检测部检测出的载荷求施加于上述一对通电用电极的压紧力以及施加于上述一对测定用电极的压紧力；上述腹部阻抗测定部件通过根据使高频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求腹部阻抗，由此测定上述腹部阻抗；上述体组成推断部件用以躯干部脂肪率 = $n - p \times 1 \div Z_{high} + q \times SI_{avg} + r \times SV_{avg}$ 表示的运算

式，将用上述腹部阻抗测定部件使高频电流流过而求出的腹部阻抗代入到 Z_{high} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对通电用电极的压紧力代入到 SI_{avg} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对测定用电极的压紧力代入到 SV_{avg} ，将以标准方法求出的与躯干部脂肪率相关的常数代入到 n 、 p 、 q 、 r 进行运算，由此推断作为上述体组成指标的躯干部脂肪率。

此外，本发明的特征在于，上述多个电极由一对通电用电极与一对测定用电极构成；上述压紧力测定部件具有用于检测在上述电极与腹部相接触的状态时产生的载荷的载荷检测部，并根据由上述载荷检测部检测出的载荷求施加于上述一对通电用电极的压紧力以及施加于上述一对测定用电极的压紧力；上述腹部阻抗测定部件通过根据使高频电流在上述一对通电用电极之间流过而在上述测定用电极之间检测出的电位差求高频时腹部阻抗，由此测定上述腹部阻抗；上述体组成推断部件用以全身脂肪率 $= s \times (n - p \times 1 \div Z_{high} + q \times SI_{avg} + r \times SV_{avg}) + t$ 表示的运算式，将用上述腹部阻抗测定部件使高频电流流过而求出的腹部阻抗代入到 Z_{high} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对通电用电极的压紧力代入到 SI_{avg} ，将用上述压紧力测定部件求出的施加于一对测定用电极的压紧力代入到 SV_{avg} ，将以标准方法求出的与全身脂肪率相关的常数代入到 n 、 p 、 q 、 r 、 s 、 t 进行运算，由此推断作为上述体组成指标的全身脂肪率。

由于本发明的腹部阻抗式体组成计用压紧力测定部件测定压紧力，用体组成推断部件根据该测定出的压紧力与用腹部阻抗测定部件测定出的腹部阻抗来推断体组成指标，因此即使由于电极陷入腹部的程度因压紧支承部的力的情况而有所差别，从而使由腹部阻抗测定部件测定出的腹部阻抗不同，也可以高

精度地获得体组成指标。

此外，特别是，由于使用考虑到了压紧力 SI_{avg} 及 SV_{avg} 的、通过标准方法求出的与体组成指标具有相关性的运算式来运算作为体组成指标的腹部总体脂肪面积、皮下脂肪面积、内脏脂肪面积、躯干部脂肪率、全身脂肪率，因此可以高精度地可靠地获得体组成指标。

附图说明

图1是表示本发明的腹部阻抗式体组成计的组成结构的外观图，(a)为主视图，(b)为俯视图。

图2是表示用本发明的腹部阻抗式体组成计进行测定时的状态的图。

图3是表示本发明的腹部阻抗式体组成计的电气结构的框图。

图4是表示本发明的腹部阻抗式体组成计的操作及动作的顺序的流程图。

图5是从开始测定到结束测定的显示画面图。

图6是表示用DXA法求出的腹部总体脂肪面积与用运算式求出的腹部总体脂肪面积之间的相关关系的图表。

图7是表示用DXA法求出的皮下脂肪面积与用运算式求出的皮下脂肪面积之间的相关关系的图表。

图8是表示用DXA法求出的内脏脂肪面积与用运算式求出的内脏脂肪面积之间的相关关系的图表。

图9是表示用DXA法求出的躯干部脂肪率与用运算式求出的躯干部脂肪率之间的相关关系的图表。

图10是表示用DXA法求出的全身脂肪率与用DXA法求出的躯干部脂肪率之间的相关关系的图表。

图11是身体腹部的等效电路模型图。

图12是表示电流流经身体腹部的路径的图。

具体实施方式

本发明的腹部阻抗式体组成计由腹部阻抗测定部件、压紧力测定部件及体组成推断部件构成。

腹部阻抗测定部件具有多个电极以及将上述多个电极支承并压紧成与腹部相接触的状态的支承部，用于在该多个电极与腹部相接触的状态时测定腹部阻抗。

压紧力测定部件用于测定在用支承部将多个电极压紧成与腹部相接触的状态时的压紧力。

体组成推断部件根据用腹部阻抗测定部件测定出的腹部阻抗与用压紧力测定部件测定出的压紧力来推断体组成指标。

根据这样结构的腹部阻抗式体组成计，用压紧力测定部件获得压紧支承部的力，用体组成推断部件推断基于该压紧力的体组成的指标。因此，即使由于电极陷入腹部的程度因压紧支承部的力的情况而有所差别，从而使由腹部阻抗测定部件测定出的腹部阻抗不同，也可以高精度地推断体组成指标。

下面，具体说明以上述方式为基础的实施例。

实施例

首先，主要用图1所示的外观图、图2所示的表示正在测定时的状态的图、图3所示的框图说明本发明的腹部阻抗式体组成计的具体结构。

本发明的腹部阻抗式体组成计大致上由支承部1，电极2a、2b、2c、2d，载荷检测部3a、3b、3c、3d以及操作部4构成。

支承部1在具有沿腹部周围呈弯曲状的支承面1c的中空的棒状体上，具有用于将支承面1c侧压紧并支承于腹部100的把

手1a、1b。另外，中空的棒状体由可变形的柔软材料构成，以便在压紧于腹部100时使电极2a、2b、2c、2d沿着腹部周围更紧密地接触。

电极2a、2b、2c、2d由用于使低频电流或高频电流流到腹部100的一对通电用电极2a、2b，以及用来在低频电流或高频电流从该一对通电用电极2a、2b流到腹部100时检测腹部100中产生的电位差的一对测定用电极2c、2d构成。并且，电极2a、2b、2c、2d按如下方式在腹部周围方向上配置成一行：一对通电用电极2a、2b隔着载荷检测部3a、3b配置在支承面1c的外侧，此外，一对测定用电极2c、2d隔着载荷检测部3c、3d配置在支承面1c的内侧。

载荷检测部3a、3b、3c、3d由载荷传感器、放大器及A/D转换器构成。此外，载荷检测部3a配置于支承部1与电极2a之间，用于检测电极2a接触并压紧于腹部100的状态下的载荷信号；载荷检测部3b配置于支承部1与电极2b之间，用于检测电极2b接触并压紧于腹部100的状态下的载荷信号；载荷检测部3c配置于支承部1与电极2c之间，用于检测电极2c接触并压紧于腹部100的状态下的载荷信号；载荷传感器3d配置于支承部1与电极2d之间，用于检测电极2d接触并压紧于腹部100的状态下的载荷信号。

操作部4在壳体的外表面具有输入部5及显示部6，在壳体的内部具有电力供给部7、电流产生部8、电压检测部9、计时部10、存储部11、运算部12及控制部13。并且，操作部4设于支承部1上。

在此，电力供给部7用于向本装置的电气系统各部供电。计时部10用于计量时间。输入部5由用于使电力供给部7开始供电的电源开关5a，和用于开始测定腹部阻抗与压紧力的测定开

关5b构成。

此外，电流产生部8基于来自控制部13的控制而产生用于向腹部100通电的低频（4kHz以上12.5kHz以下（优选为5kHz））电流A_{low}，以及用于向腹部100通电的高频（128kHz以上512kHz以下（优选为256kHz））电流A_{high}。电压检测部9用于检测在低频电流A_{low}流过一对通电用电极2a、2b之间时产生于一对测定用电极2c、2d之间的电压V_{low}，以及在高频电流A_{high}流过一对通电用电极2a、2b之间时产生于一对测定用电极2c、2d之间的电压V_{high}。

此外，存储部11存储用于根据基于产生于一对测定用电极2c、2d之间的电压V_{low}的腹部阻抗Z_{low}、基于产生于一对测定用电极2c、2d之间的电压V_{high}的腹部阻抗Z_{high}、施加于一对通电用电极2a、2b的压紧力S_{Iavg}以及施加于一对测定用电极2c、2d的压紧力S_{Vavg}，来运算体组成指标（腹部总体脂肪面积、皮下脂肪面积、内脏脂肪面积、躯干部脂肪率、全身脂肪率）的如下所示各种运算式（式（1）～（5））、输入信息、结果信息、程序及其他各种信息。

$$\begin{aligned} \text{腹部总体脂肪面积} = & a \times Z_{\text{low}} + b \times Z_{\text{high}} \\ & + c \times S_{I\text{avg}} + d \times S_{V\text{avg}} \quad \dots (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{皮下脂肪面积} = & e \times Z_{\text{low}} - f \times Z_{\text{high}} \\ & + g \times S_{I\text{avg}} + h \times S_{V\text{avg}} \quad \dots (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{内脏脂肪面积} = & -i \times Z_{\text{low}} + j \times Z_{\text{high}} \\ & + k \times S_{I\text{avg}} + m \times S_{V\text{avg}} \quad \dots (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{躯干部脂肪率} = & n - p \times 1 \div Z_{\text{high}} \\ & + q \times S_{I\text{avg}} + r \times S_{V\text{avg}} \quad \dots (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{全身脂肪率} = & s \times (n - p \times 1 \div Z_{\text{high}} \\ & + q \times S_{I\text{avg}} + r \times S_{V\text{avg}}) + t \quad \dots (5) \end{aligned}$$

在此，式（1）中的a、b、c、d是用作为标准方法的DXA（双能X射线吸收测定）法求出的与腹部总体脂肪面积相关的常数，式（2）中的e、f、g、h是用作为标准方法的DXA法求出的与皮下脂肪面积相关的常数，式（3）中的i、j、k、m是用作为标准方法的DXA法求出的与内脏脂肪面积相关的常数，式（4）中的n、p、q、r是用作为标准方法的DXA法求出的与躯干部脂肪率相关的常数，式（5）中的s、n、p、q、r、t是用作为标准方法的DXA法求出的与全身脂肪率相关的常数。

另外，如图6～图9所示，利用上述运算式（式（1）～（4））求出的腹部总体脂肪面积、皮下脂肪面积、内脏脂肪面积、躯干部脂肪率与普通的利用推断精度良好的DXA法（标准方法）求出的腹部总体脂肪面积、皮下脂肪面积、内脏脂肪面积、躯干部脂肪率之间的相关性（参照R、SEE）高，此外，如图10所示，普通的利用推断精度良好的DXA法（标准方法）求出的躯干部脂肪率与利用DXA法求出的全身脂肪率之间的相关性（参照R、SEE）高，所以利用上述运算式（式（5））基于躯干部脂肪率求出的全身脂肪率与利用DXA法求出的全身脂肪率之间的相关性高。

运算部12进行以下运算：（i）根据从电流产生部8产生的低频电流A_{low}及此时由电压检测部9检测出的电压V_{low}运算腹部阻抗Z_{low}；（ii）根据从电流产生部8产生的高频电流A_{high}及此时由电压检测部9检测出的电压V_{high}运算腹部阻抗Z_{high}；（iii）根据由载荷检测部3a、3b、3c、3d检测出的载荷信号运算各电极2a、2b、2c、2d接触并压紧于腹部100的状态下的压紧力SI1、SI2、SV1、SV2，并进一步运算一对通电用电极2a、2b接触并压紧于腹部100的状态下的压紧力SI_{avg}（=（SI1 + SI2）÷ 2）以及一对测定用电极2c、2d接触并压紧于

腹部100的状态下的压紧力 $SV_{avg} (= (SV1 + SV2) \div 2)$; (iv) 通过将前面运算出的腹部阻抗 Z_{low} 、 Z_{high} 以及压紧力 SI_{avg} 、 SV_{avg} 代入到存储于存储部11中的运算式(式(1)~(5))中运算体组成指标(腹部总体脂肪面积、皮下脂肪面积、内脏脂肪面积、躯干部脂肪率、全身脂肪率); (v) 运算其他各种数据。

显示部6显示由运算部12运算出的体组成指标(腹部总体脂肪面积、皮下脂肪面积、内脏脂肪面积、躯干部脂肪率、全身脂肪率)的结果信息以及其他输入、测定、结果信息。

控制部13进行以下控制: (i) 基于来自电源开关5a的接通信号, 控制从电力供给部7向本装置的电气系统各部供电; (ii) 基于来自测定开关5b的接通信号, 控制从电流产生部8产生低频电流 A_{low} 及高频电流 A_{high} ; (iii) 控制运算部12根据来自电压检测部9的产生于测定用电极2c、2d之间的电压 V_{low} 、 V_{high} 运算腹部阻抗 Z_{low} 、 Z_{high} ; (iv) 控制运算部12根据来自载荷检测部3a、3b、3c、3d的检测信号运算压紧力 $SI1$ 、 $SI2$ 、 $SV1$ 、 $SV2$ 、 SI_{avg} 、 SV_{avg} ; (v) 控制运算部12根据由运算部12运算出的腹部阻抗 Z_{low} 、 Z_{high} 与由运算部12运算出的压紧力 SI_{avg} 、 SV_{avg} 以及存储于存储部11中的运算式(式(1)~(5))运算体组成指标(腹部总体脂肪面积、皮下脂肪面积、内脏脂肪面积、躯干部脂肪率、全身脂肪率); (vi) 在输入、测定、结果阶段, 控制显示部6显示各种输入、测定、结果信息; (vii) 控制其他各种信息等。

在此, 说明一下可以通过测定腹部阻抗与压紧力来推断体组成指标的原理。

如图11的身体腹部的等效电路模型图所示, 身体腹部前部的浅层组织可以用设皮肤表面为 R_s , 设皮下脂肪层为 R_f 和 C_f ,

设腹肌层（细胞膜为 C_m ，细胞内液为 R_i ，细胞外液为 R_e ）的等效电路模型来表示。而且，在测定时，可以用在皮肤表面与电极（通电用电极2a、2b，测定用电极2c、2d）之间增加了接触阻抗 R_c 的等效电路模型表示。在此，在低频（4kHz以上12.5kHz以下（优选为5kHz））通电时，由于在皮下脂肪层中，电流不流过 C_f ，电流仅流过 R_f ，此外，在腹肌层中，电流不流过 C_m （因而，电流也不流过 R_i ），电流仅流过 R_e ，所以可以获得反映皮下脂肪层的腹部阻抗。此外，在高频（128kHz以上512kHz以下（优选为256kHz））通电时，由于在皮下脂肪层中，电流流过 C_f （因而，电流不流过 R_f ），此外，在腹肌层中，电流流过 C_m ，电流流过 R_i 和 R_e ，所以可以获得反映了腹肌层的腹部阻抗（由于若内脏脂肪的蓄积多，则腹肌会随之变成被拉薄的状态，因此反映了内脏脂肪组织的腹部的阻抗）。

此外，若使电极2a、2b、2c、2d与腹部前部相接触，而使电流从一对通电用电极2a、2b流过，则如图12的表示电流路径的腹部剖视图所示，电流以腹侧的腹肌层与后背侧的腹肌层为路径（c1、c2）流过（另外，在该图12中，附图标记S表示皮下脂肪，附图标记V表示内脏器官及内脏脂肪，附图标记M表示肌肉，附图标记B表示脊椎骨）。由于腹部100的变形状态因使这些电极2a、2b、2c、2d与腹部100相接触时的压紧力而不同，因此皮肤表面 R_s 、皮下脂肪层 R_f 和 C_f 、腹肌层（细胞膜 C_m 、细胞内液 R_i 、细胞外液 R_e ）也不同。

因而，通过将腹部阻抗 Z_{low} 、 Z_{high} 与压紧力 SI_{avg} 、 SV_{avg} 如运算式（式（1）～（5））那样适当组合而使用，可以推断体组成指标（腹部总体脂肪面积、皮下脂肪面积、内脏脂肪面积、躯干部脂肪率、全身脂肪率）。

在上述说明中，由电力供给部7、支承部1、通电用电极2a、

通电用电极2b、测定用电极2c、测定用电极2d、电流产生部8、电压检测部9、运算部12及控制部13构成的结构，相当于腹部阻抗测定部件。此外，由电力供给部7、载荷检测部3a、载荷检测部3b、载荷检测部3c、载荷检测部3d、运算部12及控制部13构成的结构，相当于压紧力测定部件。再者，由电力供给部7、存储部11、运算部12及控制部13构成的结构，相当于体组成推断部件。

接着，主要用图4所示的流程图说明本发明的腹部阻抗式体组成计的操作及动作。

首先，若接通电源开关5a，则从电力供给部7向各电气系统各部供电，并在显示部6中显示如图5(a)所示那样的初始画面（步骤S1）。

接着，在控制部13中，判断测定开关5b是否被接通（步骤S2）。在此，若未接通测定开关5b（在步骤S2中为否），则反复进行该测定待机状态的处理直到测定开关5b被接通为止。

另一方面，如图2所示，使支承部1的配置有电极2a、2b、2c、2d的支承面1c侧压紧于腹部前部，当接通测定开关5b后（在步骤S2中为是），则本装置基于来自控制部13的控制进行如下动作：(i)电流产生部8使通电用电极2a、2b之间产生低频（4kHz以上12.5kHz以下（优选为5kHz））电流 A_{low} ，电压检测部9检测此时产生于测定用电极2c、2d之间的电压 V_{low} ，运算部12根据该产生的低频电流 A_{low} 和该检测出的电压 V_{low} 运算腹部阻抗 Z_{low} ；(ii)电流产生部8使通电用电极2a、2b之间产生高频（128kHz以上512kHz以下（优选为256kHz））电流 A_{high} ，电压检测部9检测此时产生于测定用电极2c、2d之间的电压 V_{high} ，运算部12根据该产生的高频电流 A_{high} 和该检测出的电压 V_{high} 运算腹部阻抗 Z_{high} ；(iii)载荷检测部3a、3b、3c、

3d检测各电极2a、2b、2c、2d接触并压紧于腹部的状态下的载荷信号,运算部12根据检测出的这些载荷信号运算电极2a、2b、2c、2d接触并压紧于腹部的状态下的压紧力SI1、SI2、SV1、SV2,并根据该运算出的SI1、SI2,利用 $SI_{avg} = (SI1 + SI2) \div 2$ 运算一对通电用电极2a、2b接触并压紧于腹部的状态下的压紧力,此外,根据该运算出的SV1、SV2运算一对测定用电极2c、2d接触并压紧于腹部的状态下的压紧力 $SV_{avg} = (SV1 + SV2) \div 2$; (iv) 将运算出的这些腹部阻抗Zlow、Zhigh和压紧力SIavg、SVavg暂时存储于存储部11中(步骤S3)。另外,在测定腹部阻抗期间,在显示部6中进行如图5(b)所示那样的显示。

接着,基于来自控制部13的控制,在运算部12中,通过将暂时存储于存储部11中的腹部阻抗Zlow、Zhigh和压紧力SIavg、SVavg代入到存储于存储部11中的运算式(1)中运算腹部总体脂肪面积,并将该运算出的腹部总体脂肪面积暂时存储于存储部11中(步骤S4)。

接着,基于来自控制部13的控制,在运算部12中,通过将暂时存储于存储部11中的腹部阻抗Zlow、Zhigh和压紧力SIavg、SVavg代入到存储于存储部11中的运算式(2)中运算皮下脂肪面积,并将该运算出的皮下脂肪面积暂时存储于存储部11中(步骤S5)。

接着,基于来自控制部13的控制,在运算部12中,通过将暂时存储于存储部11中的腹部阻抗Zlow、Zhigh和压紧力SIavg、SVavg代入到存储于存储部11中的运算式(3)中运算内脏脂肪面积,并将该运算出的内脏脂肪面积暂时存储于存储部11中(步骤S6)。

接着,基于来自控制部13的控制,在运算部12中,通过将

暂时存储于存储部11中的腹部阻抗Zh_{high}和压紧力SI_{avg}、SV_{avg}代入到存储于存储部11中的运算式(4)中运算躯干部脂肪率,并将该运算出的躯干部脂肪率暂时存储于存储部11中(步骤S7)。

接着,基于来自控制部13的控制,在运算部12中,通过将暂时存储于存储部11中的腹部阻抗Zh_{high}和压紧力SI_{avg}、SV_{avg}代入到存储于存储部11中的运算式(5)中运算全身脂肪率,并将该运算出的全身脂肪率暂时存储于存储部11中(步骤S8)。

接着,基于来自控制部13的控制,在运算部12中,比较暂时存储于存储部11中的皮下脂肪面积与内脏脂肪面积(步骤S9),当该比较结果为内脏脂肪面积-皮下脂肪面积 ≥ 0 时,在显示部6中显示图5(c)所示那样的加入“内脏脂肪型!”的信息的测定结果,此外,当该比较结果不为内脏脂肪面积-皮下脂肪面积 ≥ 0 时,在显示部6中显示规定时间的图5(d)所示那样的加入“皮下脂肪型!”的信息的测定结果,然后显示如图5(e)所示那样的询问是否再次测定的画面(步骤S10)。

接着,在控制部13中,判断测定开关5b是否被接通(步骤S11)。在此,当已接通测定开关5b时(在步骤S11中为是),则返回初始画面(步骤S1),即可进行上述一连串测定处理过程。另一方面,在计时部10的计量经过规定时间后,仍未接通测定开关5b时(在步骤S11中为否),则自动切断电源,结束一连串的操作及动作处理过程。

若使用这样结构的实施例的腹部阻抗式体组成计,则由于使用与用考虑了压紧力SI_{avg}及SV_{avg}的DXA法求出的体组成指标相关性高的运算式(式(1)~(5))来运算体组成指标(腹部总体脂肪面积、皮下脂肪面积、内脏脂肪面积、躯干部

脂肪率、全身脂肪率)，因此即使将支承部1压紧于腹部的力的程度不同，而使各电极2a、2b、2c、2d对腹部造成的变形程度不同，也可以高精度地推断体组成指标。

另外，虽然在上述实施例中，使用了与用DXA法求出的体组成指标相关性高的运算式（式（1）～（5）），但是也可以使用与用CT（计算机断层成像）法等普通的推断精度高的方法求出的体组成指标相关性高的运算式。能够以同样的推断精度获得体组成指标。

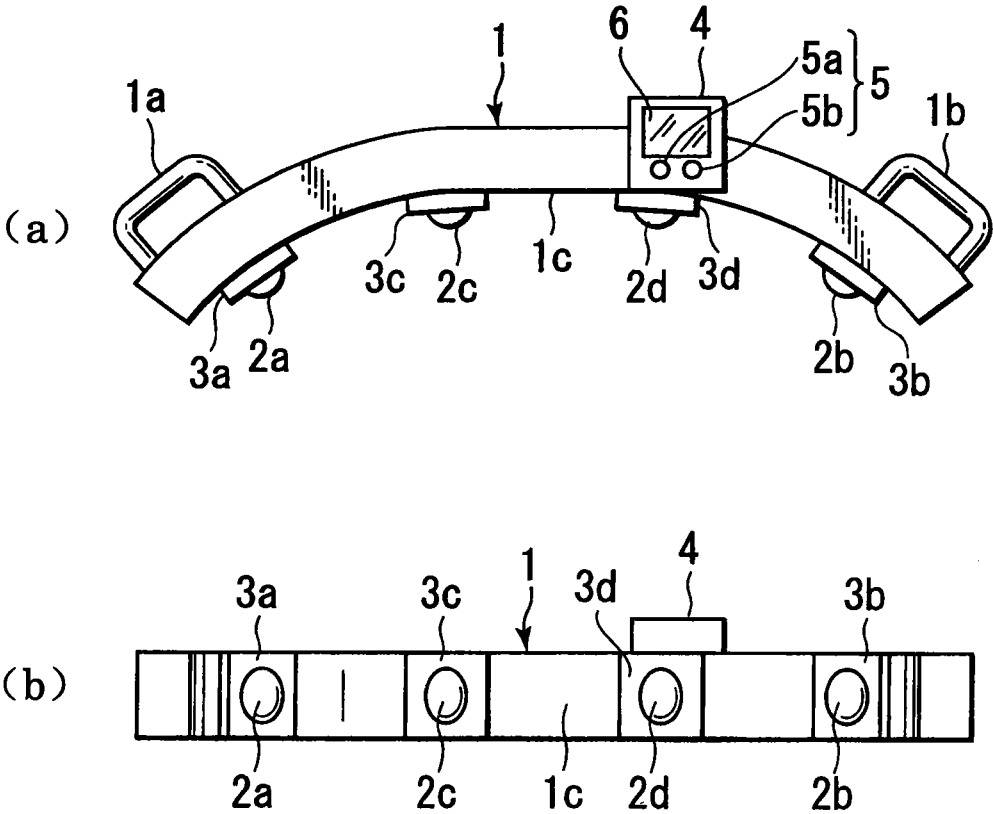


图 1

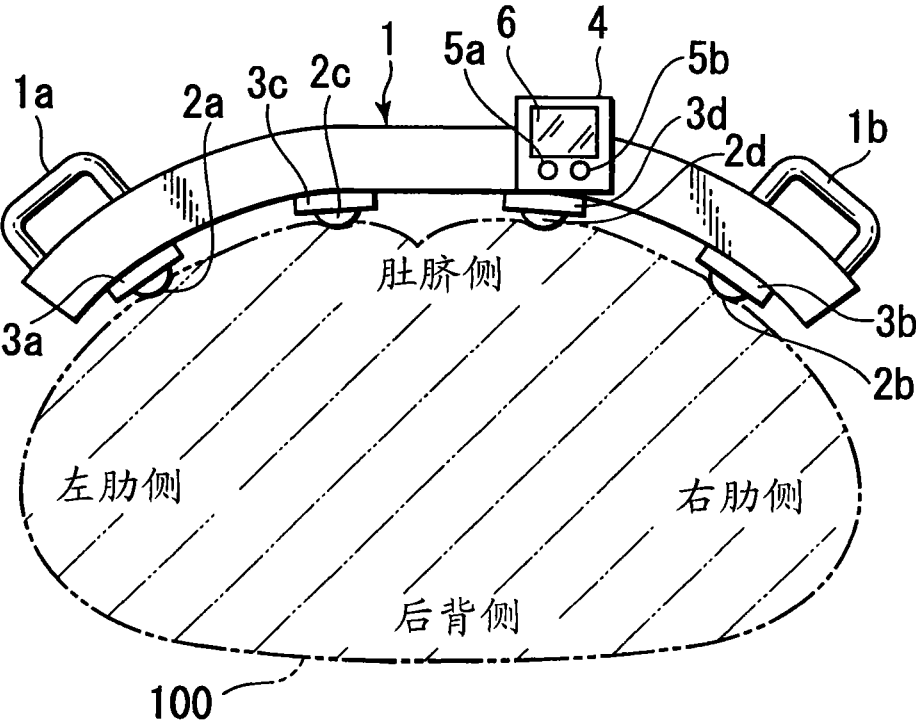


图 2

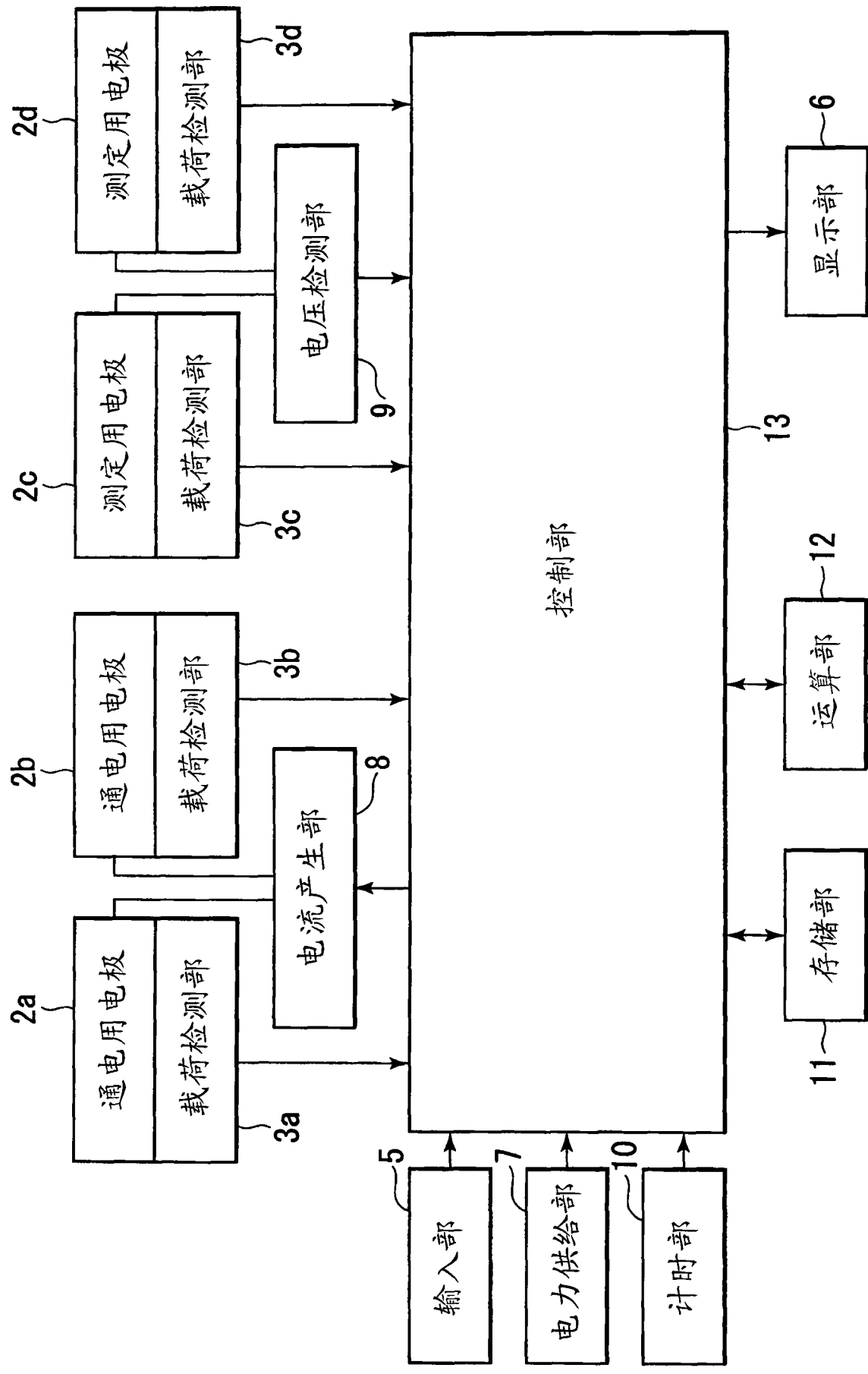


图 3

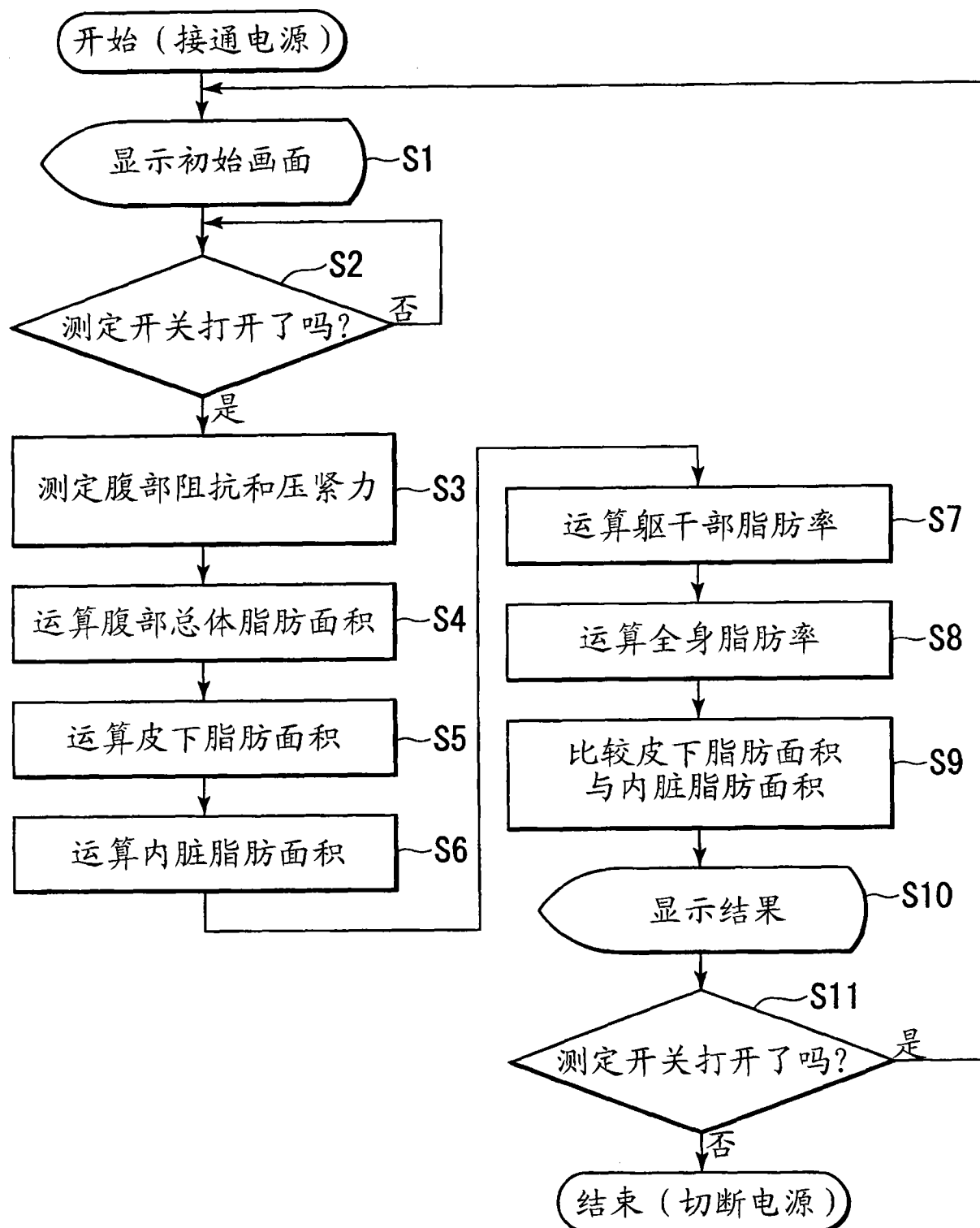


图 4

将电极与腹部接触
并按压测定开关

(a)

正在测定阻抗...

(b)

内脏脂肪型!	
内脏脂肪	100 cm ²
皮下脂肪	50 cm ²
全身脂肪率	20.3 %
躯干部脂肪率	20.5 %

(c)

皮下脂肪型!	
内脏脂肪	50 cm ²
皮下脂肪	100 cm ²
全身脂肪率	20.3 %
躯干部脂肪率	20.5 %

(d)

要再次测定吗?

(e)

图 5

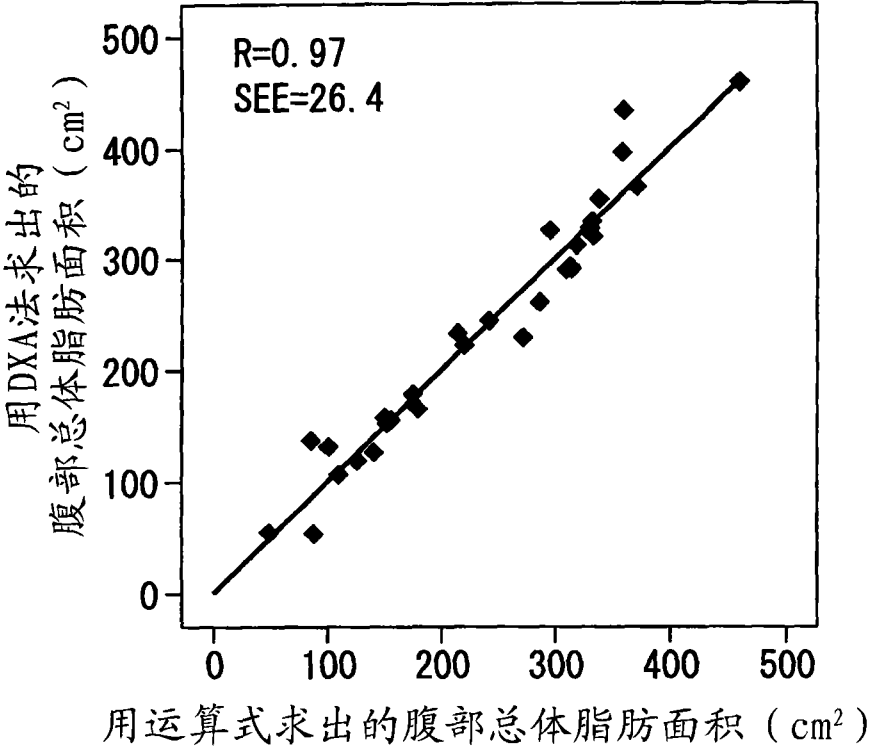


图 6

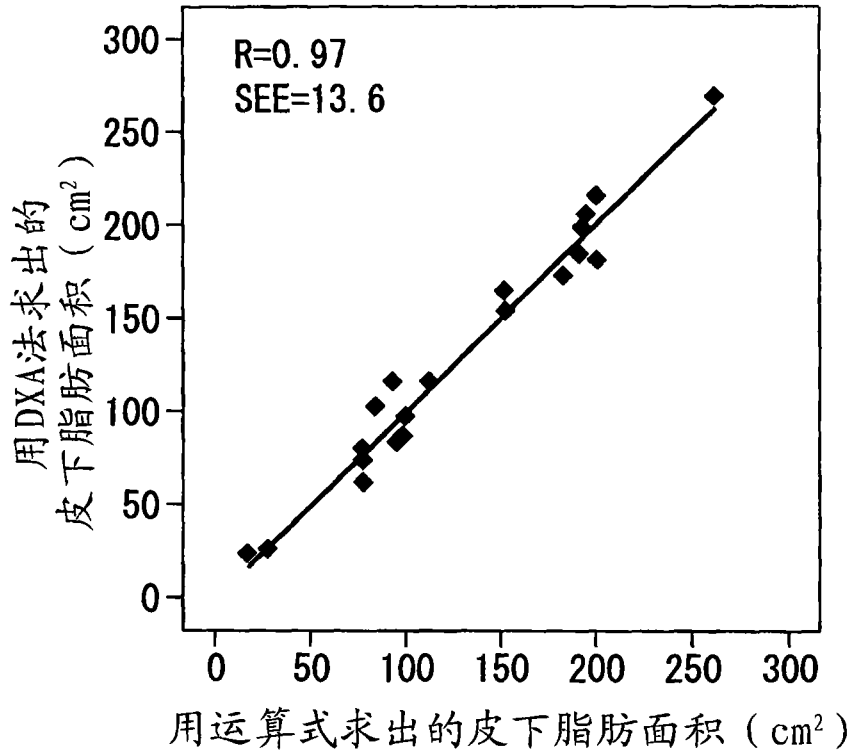


图 7

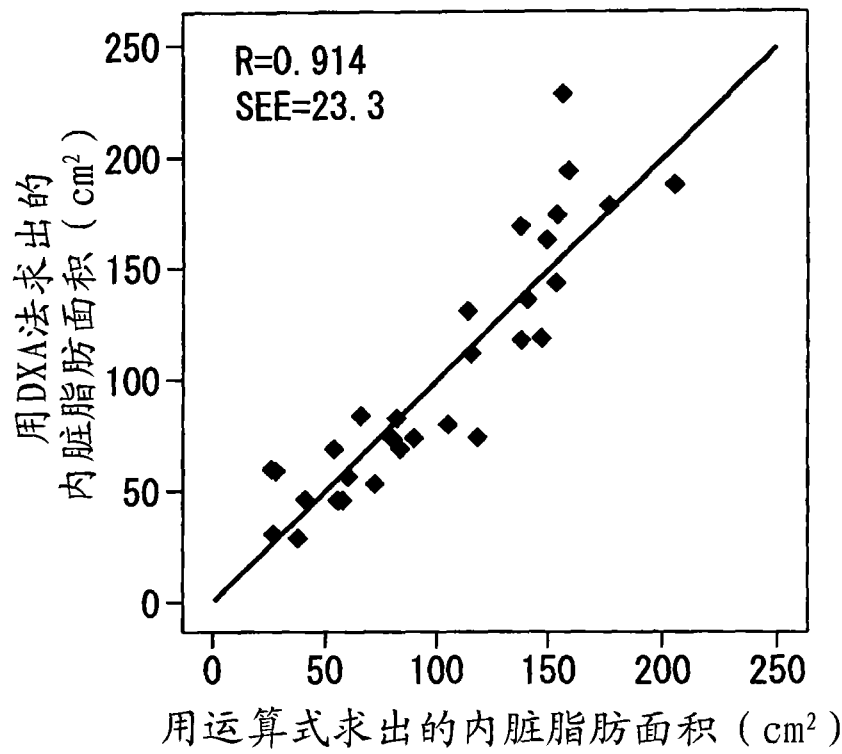


图 8

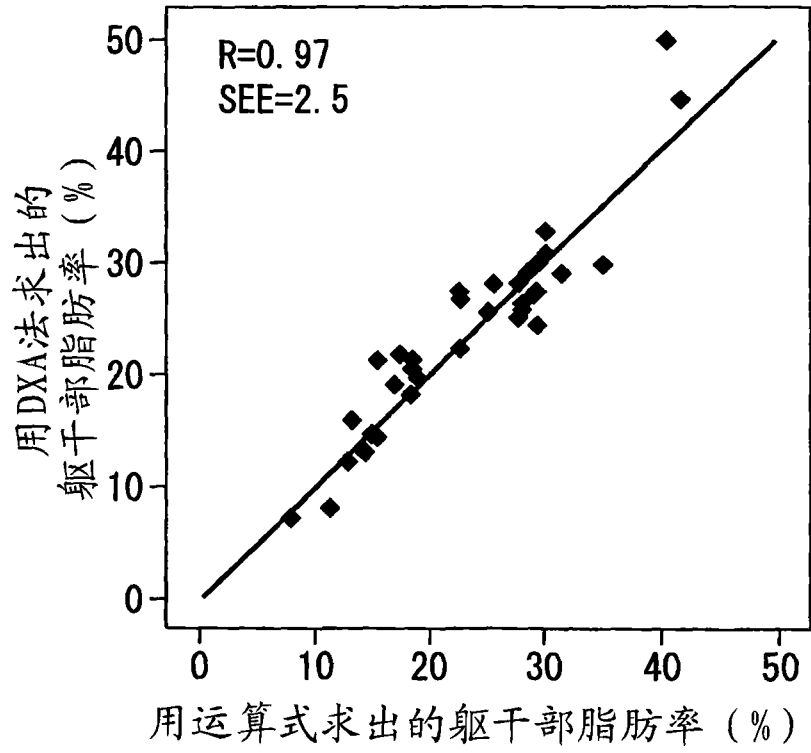


图 9

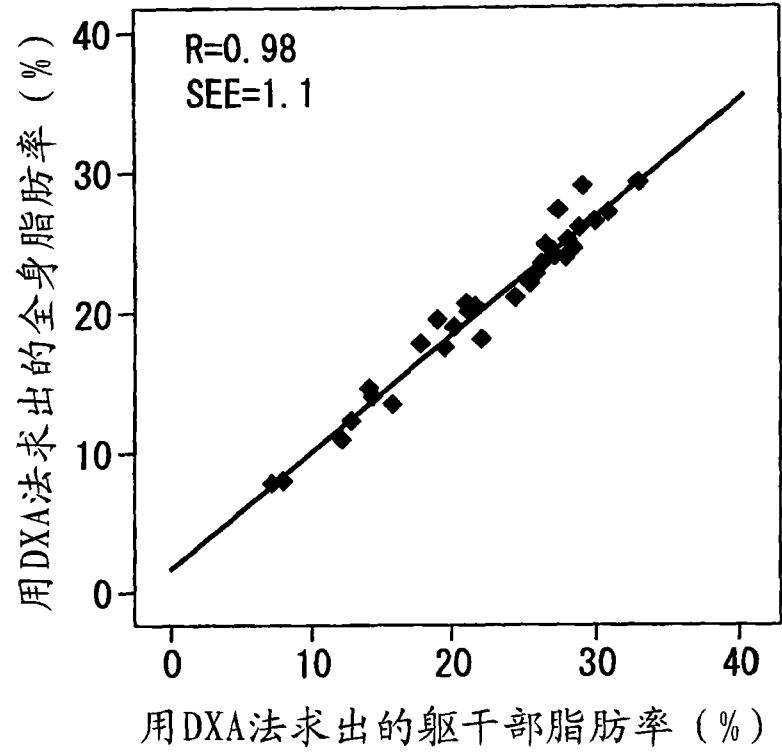


图 10

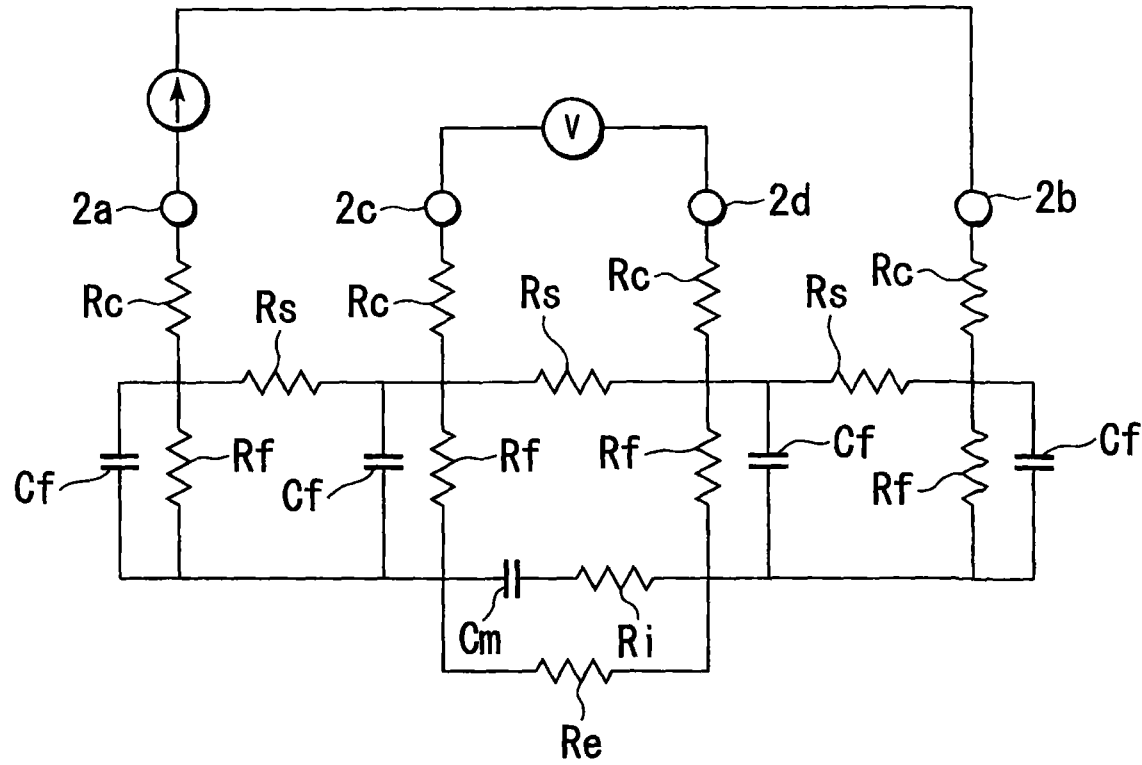


图 11

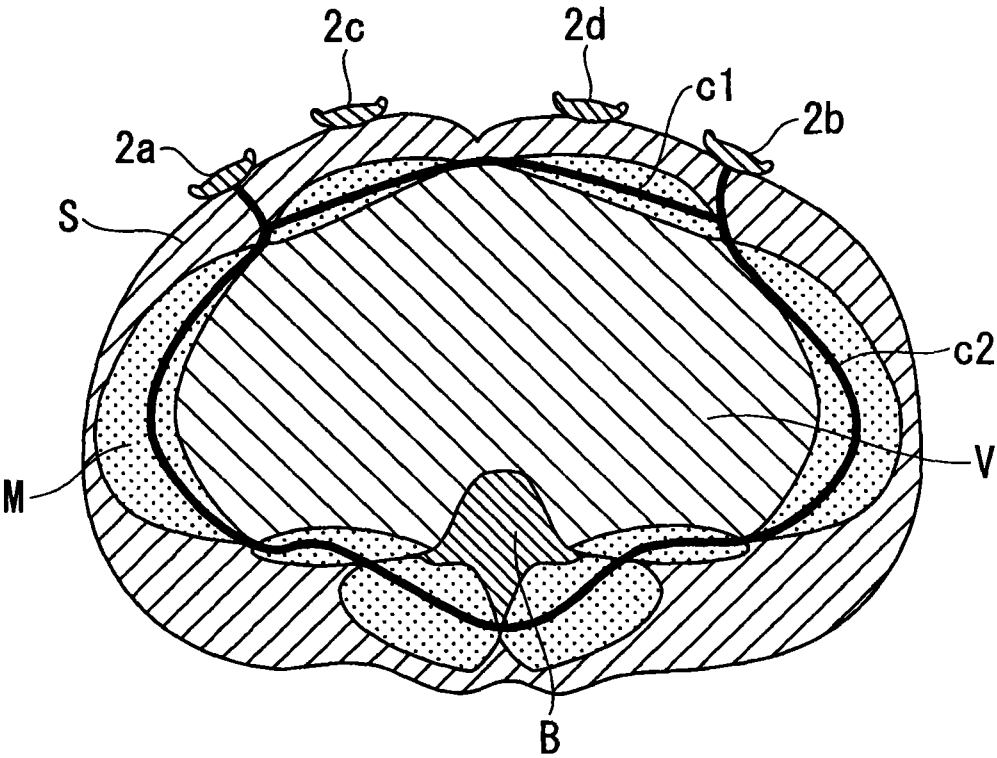


图 12