



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 02140675.8

[45] 授权公告日 2005 年 4 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1195448C

[22] 申请日 2002.7.12 [21] 申请号 02140675.8

[30] 优先权

[32] 2001.7.12 [33] JP [31] 212790/2001

[71] 专利权人 株式会社百利达

地址 日本东京都

[72] 发明人 下村美由纪 儿玉美幸 佐藤等

审查员 汤利容

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

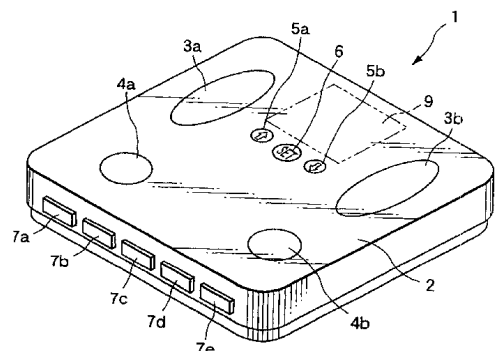
代理人 李 强

权利要求书 4 页 说明书 12 页 附图 15 页

[54] 发明名称 评估内脏脂肪面积的方法和系统

[57] 摘要

一种评估受检者的内脏脂肪面积的系统，其构成包括输入受检者身高的第一输入单元，输入受检者体重的第二输入单元，输入受检者脂肪量的第三输入单元，输入受检者年龄的第四输入单元，根据第一，第二，第三和第四输入单元的数据计算内脏脂肪面积的计算单元和显示计算单元计算出的内脏脂肪面积的显示单元。因而，此系统可以安全地评估内脏脂肪面积而无需担心受检者受到 X 射线的照射，费用低廉，并且精确度适当。



1. 一种评估受检者内脏脂肪面积的方法，其包括的步骤为：

输入所述受检者的身高；

输入所述受检者的体重；

输入所述受检者的脂肪量；

输入所述受检者的年龄；以及

利用一个回归方程采用输入受检者的身高、体重、脂肪量和年龄作为参数计算所述受检者的内脏脂肪面积；所述回归方程预先通过利用测得的内脏脂肪面积作为目标变量和测得的身高、体重、脂肪量和年龄作为说明变量进行多元回归分析获得。

2. 如权利要求1的方法，其中身高表示为 H ，体重表示为 Wt ，脂肪量表示为 FM ，年龄表示为 Age ，内脏脂肪面积表示为 VFA ，并且常数表示为 C_1 ， C_2 ， C_3 和 C_4 ，所述回归方程表示为 $VFA = C_1 \times H^2 / Wt + C_2 \times FM + C_3 \times Age + C_4$ ，所述常数预先通过进行所述的多元回归分析获得。

3. 如权利要求1的方法，其中身高表示为 H ，体重表示为 Wt ，脂肪量表示为 FM ，年龄表示为 Age ，内脏脂肪面积表示为 VFA ，并且常数表示为 C_{21} ， C_{22} ， C_{23} 和 C_{24} ，所述回归方程表示为 $VFA = C_{21} \times H / Wt + C_{22} \times FM + C_{23} \times Age + C_{24}$ ，所述常数预先通过进行所述的多元回归分析获得。

4. 如权利要求1的方法，其中身高表示为 H ，体重表示为 Wt ，脂肪量表示为 FM ，年龄表示为 Age ，内脏脂肪面积表示为 VFA ，并且常数表示为 C_{31} ， C_{32} ， C_{33} 和 C_{34} ，所述回归方程表示为 $VFA = C_{31} \times H^3 / Wt + C_{32} \times FM + C_{33} \times Age + C_{34}$ ，所述常数预先通过进行所述的多元回归分析获得。

5. 如权利要求1的方法，其中身高表示为 H ，体重表示为 Wt ，脂肪量表示为 FM ，年龄表示为 Age ，内脏脂肪面积表示为 VFA ，并且常数表示为 C_{41} ， C_{42} ， C_{43} ， C_{44} 和 C_{45} ，所述回归方程表示为 $VFA =$

$C_{41} \times H + C_{42} \times Wt + C_{43} \times FM + C_{44} \times Age + C_{45}$, 所述常数预先通过进行所述的多元回归分析获得。

6. 如权利要求 2 至 5 中任何一项的方法, 其中在所述方程中至少根据一个个人参数对所述常数进行修正, 这些个人参数包括日活动强度、有无月经、初潮年龄和初潮后过去的年数。

7. 如权利要求 1 至 5 中任何一项的方法, 其中脂肪量是根据受检者的身体的两肢之间的生物电阻抗计算得出。

8. 如权利要求 7 的方法, 其中身体的两肢是双足。

9. 如权利要求 7 的方法, 其中身体的两肢是双手。

10. 如权利要求 7 的方法, 其中身体的两肢是一手一足。

11. 如权利要求 1 至 5 中任何一项的方法, 其中脂肪量是躯干的脂肪量。

12. 如权利要求 11 的方法, 其中输入所述受检者的脂肪量的步骤还包括的步骤为:

对所述受检者的整个身体以及其右足、左足、右手、左手的每个肢体测量生物电阻抗;

根据所测量的所述整个身体的所述生物电阻抗计算所述整个身体的脂肪量;

根据所测得的所述每个肢体的生物电阻抗计算所述每个肢体的脂肪量;

计算所述肢体的所述脂肪量的总数; 以及

从所述整个身体的脂肪量中减掉所述肢体的脂肪量的所述总数, 以确定所述躯干的所述脂肪量。

13. 一种评估内脏脂肪面积的系统, 该系统包括第一输入单元、第二输入单元、第三输入单元、第四输入单元、计算单元和显示单元; 其中,

所述第一输入单元输入受检者的身高;

所述第二输入单元输入所述受检者的体重;

所述第三输入单元输入所述受检者的脂肪量;

所述第四输入单元输入所述受检者的年龄;

所述计算单元利用一个回归方程采用从所述的第一、第二、第三和第四输入单元输入的受检者的身高、体重、脂肪量和年龄作为参数计算内脏脂肪面积; 所述回归方程预先通过利用测得的内脏脂肪面积作为目标变量和利用测得的身高、体重、脂肪量和年龄作为说明变量进行多元回归分析获得; 以及

所述显示单元显示由所述计算单元计算的所述内脏脂肪面积。

14. 如权利要求 13 的系统, 其中在所述计算单元中使用的所述回归方程表示为 $VFA = C_1 \times H^2 / Wt + C_2 \times FM + C_3 \times Age + C_4$, 其中受检者的身高表示为 H , 体重表示为 Wt , 脂肪量表示为 FM , 年龄表示为 Age , 内脏脂肪面积表示为 VFA , 并且常数表示为 C_1 , C_2 , C_3 和 C_4 , 所述常数预先通过进行所述的多元回归分析获得。

15. 如权利要求 13 的系统, 其中在所述计算单元中使用的所述回归方程表示为 $VFA = C_{21} \times H / Wt + C_{22} \times FM + C_{23} \times Age + C_{24}$, 其中身高表示为 H , 体重表示为 Wt , 脂肪量表示为 FM , 年龄表示为 Age , 内脏脂肪面积表示为 VFA , 并且常数表示为 C_{21} , C_{22} , C_{23} 和 C_{24} , 所述常数预先通过进行所述的多元回归分析获得。

16. 如权利要求 13 的系统, 其中在所述计算单元中使用的所述回归方程表示为 $VFA = C_{31} \times H^3 / Wt + C_{32} \times FM + C_{33} \times Age + C_{34}$, 其中身高表示为 H , 体重表示为 Wt , 脂肪量表示为 FM , 年龄表示为 Age , 内脏脂肪面积表示为 VFA , 并且常数表示为 C_{31} , C_{32} , C_{33} 和 C_{34} , 所述常数预先通过进行所述的多元回归分析获得。

17. 如权利要求 13 的系统, 其中在所述计算单元中使用的所述回归方程表示为 $VFA = C_{41} \times H + C_{42} \times Wt + C_{43} \times FM + C_{44} \times Age + C_{45}$, 其中身高表示为 H , 体重表示为 Wt , 脂肪量表示为 FM , 年龄表示为 Age , 内脏脂肪面积表示为 VFA , 并且常数表示为 C_{41} , C_{42} , C_{43} , C_{44} 和 C_{45} , 所述常数预先通过进行所述的多元回归分析获得。

18. 如权利要求 14 至 17 中任何一项的系统, 其中在对所述内脏脂肪面积的计算中, 所述计算单元至少根据一个个人参数对所述常数

进行修正，这些个人参数包括日活动强度、有无月经、初潮年龄和初潮后过去的年数。

19. 如权利要求 13 至 17 中任何一项的系统，其中所述脂肪量是根据受检者的身体的两肢之间的生物电阻抗计算得出。

20. 如权利要求 19 的系统，其中身体的两肢是双足。

21. 如权利要求 19 的系统，其中身体的两肢是双手。

22. 如权利要求 19 的系统，其中身体的两肢是一手一足。

23. 如权利要求 13 至 17 中任何一项的系统，其中所述脂肪量是躯干的脂肪量。

24. 如权利要求 23 的系统，其中所述第三输入单元对所述受检者的整个身体以及其右足、左足、右手、左手的每个肢体测量生物电阻抗；

根据所测量的所述整个身体的所述生物电阻抗计算所述整个身体的脂肪量；

根据所测得的所述每个肢体的生物电阻抗计算所述每个肢体的脂肪量；

计算所述肢体的所述脂肪量的总数；以及

从所述整个身体的脂肪量中减掉所述肢体的脂肪量的所述总数，以确定所述躯干的所述脂肪量。

评估内脏脂肪面积的方法和系统

技术领域

本发明涉及用于评估内脏脂肪面积的方法和系统。更具体地说，涉及应用生物电阻抗评估内脏脂肪面积的方法和系统。

背景技术

近年来，内脏脂肪的蓄积作为对健康有严重影响并能引起生活方式疾病发生的因素日益受到注目。了解内脏脂肪蓄积方法的一例是利用 X 射线 CT 评估内脏脂肪面积。然而，由于用到 X 射线，要使用这一方法，放射线学技术人员是必不可少的。这使得这一方法不能广泛使用。另外，不能说这个方法很理想，因为它使受检者遭到 X 射线的照射。此外，这个方法还有一个问题，其操作费用太高。

同时，在脐部的腹围和内脏脂肪面积之间存在关联，并且有办法利用这一关联评估内脏脂肪面积。

然而，严重影响脐部腹围的测量值的有测量腹围的位置，腹部的紧张程度，测量的时间，即餐前还是餐后，以及受检者的状况，比如受检者的姿势。因此，当需要只根据测量值或着重于测量值来评估内脏脂肪面积时，该评估多半会受到上述测量条件的影响。另外，当受检者试图自己测量脐部腹围时，受检者多半会在测量时使其腹部紧张或使测量脱离正确姿势。

发明内容

本发明的目的在于提供一种评估内脏脂肪面积的方法和系统，人人可用其评估内脏脂肪面积，使用安全，不会受到 X 射线照射，费用低廉，并且精确度适当。

根据本发明的一个方面，提供一种评估受检者内脏脂肪面积的方

法,其包括的步骤为:输入所述受检者的身高;输入所述受检者的体重;输入所述受检者的脂肪量;输入所述受检者的年龄;以及利用一个回归方程采用输入受检者的身高、体重、脂肪量和年龄作为参数计算所述受检者的内脏脂肪面积;所述回归方程预先通过利用测得的内脏脂肪面积作为目标变量和测得的身高、体重、脂肪量和年龄作为说明变量进行多元回归分析获得。

根据本发明的一个实施方式,当将身高表示为 H , 体重表示为 Wt , 脂肪量表示为 FM , 年龄表示为 Age , 内脏脂肪面积表示为 VFA , 并且常数表示为 C_1 , C_2 , C_3 和 C_4 时, 该方程可表示为 $VFA = C_1 \times H^2 / Wt + C_2 \times FM + C_3 \times Age + C_4$ 。

根据本发明的另一个实施方式,当将身高表示为 H , 体重表示为 Wt , 脂肪量表示为 FM , 年龄表示为 Age , 内脏脂肪面积表示为 VFA , 并且常数表示为 C_{21} , C_{22} , C_{23} 和 C_{24} 时, 该方程可表示为 $VFA = C_{21} \times H / Wt + C_{22} \times FM + C_{23} \times Age + C_{24}$ 。

根据本发明的另一个实施方式,当将身高表示为 H , 体重表示为 Wt , 脂肪量表示为 FM , 年龄表示为 Age , 内脏脂肪面积表示为 VFA , 并且常数表示为 C_{31} , C_{32} , C_{33} 和 C_{34} 时, 该方程可表示为 $VFA = C_{31} \times H^3 / Wt + C_{32} \times FM + C_{33} \times Age + C_{34}$ 。

根据本发明的另一个实施方式,当将身高表示为 H , 体重表示为 Wt , 脂肪量表示为 FM , 年龄表示为 Age , 内脏脂肪面积表示为 VFA , 并且常数表示为 C_{41} , C_{42} , C_{43} , C_{44} 和 C_{45} 时, 该方程可表示为 $VFA = C_{41} \times H + C_{42} \times Wt + C_{43} \times FM + C_{44} \times Age + C_{45}$ 。

根据本发明的另一个方面,提供一种根据表示为 $VFA = C_1 \times H^2 / Wt + C_2 \times FM + C_3 \times Age + C_4$ 的方程评估受检者的内脏脂肪面积的方法,其中将受检者的身高表示为 H , 体重表示为 Wt , 脂肪量表示为 FM , 年龄表示为 Age , 内脏脂肪面积表示为 VFA , 并且常数表示为 C_1 , C_2 , C_3 和 C_4 。

根据本发明的一个实施方式,脂肪量是根据受检者的身体的两肢之间的生物电阻抗计算得出。

根据本发明的另一个实施方式，身体的两肢是双足。

根据本发明的另一个实施方式，身体的两肢是双手。

根据本发明的另一个实施方式，身体的两肢是一手一足。

根据本发明的另一个实施方式，脂肪量是躯干的脂肪量。

根据本发明的另一个实施方式，在方程中，至少根据一个个人参数进行修正，这些参数是日活动强度，有无月经，初潮年龄和初潮后过去的年数。

根据本发明的一个方面，提供一种评估内脏脂肪面积的系统，该系统包括第一输入单元、第二输入单元、第三输入单元、第四输入单元、计算单元和显示单元；其中，所述第一输入单元输入受检者的身高；所述第二输入单元输入所述受检者的体重；所述第三输入单元输入所述受检者的脂肪量；所述第四输入单元输入所述受检者的年龄；所述计算单元利用一个回归方程采用从所述的第一、第二、第三和第四输入单元输入的受检者的身高、体重、脂肪量和年龄作为参数计算内脏脂肪面积；所述回归方程预先通过利用测得的内脏脂肪面积作为目标变量和利用测得的身高、体重、脂肪量和年龄作为说明变量进行多元回归分析获得；以及所述显示单元显示由所述计算单元计算的所述内脏脂肪面积。

根据本发明的一个实施方式，第一输入单元是身高测量装置。

根据本发明的另一个实施方式，第一输入单元是用于手工输入身高的按键输入单元。

根据本发明的另一个实施方式，第二输入单元是体重传感器。

根据本发明的另一个实施方式，第二输入单元是用于手工输入受检者的体重的按键输入单元。

根据本发明的另一个实施方式，第三输入单元是体脂测定器。

根据本发明的另一个实施方式，第三输入单元是用于手工输入受检者的脂肪量的按键输入单元。

根据本发明的另一个实施方式，第二和第三输入单元是装设有体脂测定器的人体秤。

根据本发明的另一个实施方式，计算单元根据表示为 $VFA=C_1 \times$

$H^2/Wt + C_2 \times FM + C_3 \times Age + C_4$ 的方程执行计算, 其中身高表示为 H , 体重表示为 Wt , 脂肪量表示为 FM , 年龄表示为 Age , 内脏脂肪面积表示为 VFA , 并且常数表示为 C_1 , C_2 , C_3 和 C_4 。

根据本发明的另一个实施方式, 计算单元根据表示为 $VFA = C_{21} \times H/Wt + C_{22} \times FM + C_{23} \times Age + C_{24}$ 的方程执行计算, 其中身高表示为 H , 体重表示为 Wt , 脂肪量表示为 FM , 年龄表示为 Age , 内脏脂肪面积表示为 VFA , 并且常数表示为 C_{21} , C_{22} , C_{23} 和 C_{24} 。

根据本发明的另一个实施方式, 计算单元根据表示为 $VFA = C_{31} \times H^3/Wt + C_{32} \times FM + C_{33} \times Age + C_{34}$ 的方程执行计算, 其中身高表示为 H , 体重表示为 Wt , 脂肪量表示为 FM , 年龄表示为 Age , 内脏脂肪面积表示为 VFA , 并且常数表示为 C_{31} , C_{32} , C_{33} 和 C_{34} 。

根据本发明的另一个实施方式, 计算单元根据表示为 $VFA = C_{41} \times H + C_{42} \times Wt + C_{43} \times FM + C_{44} \times Age + C_{45}$ 的方程执行计算, 其中身高表示为 H , 体重表示为 Wt , 脂肪量表示为 FM , 年龄表示为 Age , 内脏脂肪面积表示为 VFA , 并且常数表示为 C_{41} , C_{42} , C_{43} , C_{44} 和 C_{45} 。

根据本发明的一个方面, 提供一种评估受检者的内脏脂肪面积的系统, 其构成包括第一按键输入单元, 体重传感器, 体脂测定器, 第二按键输入单元, 计算单元和显示单元, 其中所述第一按键输入单元手工输入受检者的身高, 所述体重传感器测量受检者的体重, 所述体脂测定器测量受检者的体脂, 所述第二按键输入单元手工输入受检者的年龄, 所述计算单元根据表示为 $VFA = C_1 \times H^2/Wt + C_2 \times FM + C_3 \times Age + C_4$ 的方程执行计算, 其中由第一按键输入单元输入到身高表示为 H , 由第二按键输入单元输入的受检者的年龄表示为 Age , 由所述体重传感器测量的体重表示为 Wt , 由所述体脂测定器测定的脂肪量表示为 FM , 内脏脂肪面积表示为 VFA , 而常数表示为 C_1 , C_2 , C_3 和 C_4 , 并且所述显示单元显示计算单元计算出的内脏脂肪面积。

根据本发明的一个实施方式, 脂肪量是根据受检者的身体的两肢之间的生物电阻抗计算得出。

根据本发明的另一个实施方式, 身体的两肢是双足。

根据本发明的另一个实施方式，身体的两肢是双手。

根据本发明的另一个实施方式，身体的两肢是一手一足。

根据本发明的另一个实施方式，脂肪量是躯干的脂肪量。

根据本发明的另一个实施方式，在方程中，至少根据一个个人参数进行修正，这些参数是日活动强度，有无月经，初潮年龄和初潮后过去的年数。

附图说明

图 1 为作为本发明的一个实施方式的内脏脂肪面积评估系统的外观透视示意图。

图 2 为示出图 1 的内脏脂肪面积评估系统电路配置框图。

图 3 为说明用来进行为评估内脏脂肪面积所要求的测量和用来评估内脏脂肪面积的步骤以及图 1 的内脏脂肪面积评估系统的操作指南的流程图。

图 4 为示出显示于图 1 的内脏脂肪面积评估系统上的测量值和由测量值计算得出的值的一个示例的示图。

图 5 为示出年龄和利用 X 射线 CT 测量的内脏脂肪面积的关系曲线图。

图 6 为示出身高和利用 X 射线 CT 测量的内脏脂肪面积的关系曲线图。

图 7 为示出体重和利用 X 射线 CT 测量的内脏脂肪面积的关系曲线图。

图 8 为示出 BMI(体重指数，也称体块指数-译者注) 和利用 X 射线 CT 测量的内脏脂肪面积的关系曲线图。

图 9 为示出利用 X 射线 CT 测量的内脏脂肪面积和利用生物电阻抗方法测量的脂肪量的关系曲线图。

图 10 为示出利用 X 射线 CT 测量的内脏脂肪面积和利用生物电阻抗方法评估的内脏脂肪面积的关系曲线图(男性)。

图 11 为示出利用 X 射线 CT 测量的内脏脂肪面积和利用生物电阻

抗方法评估的内脏脂肪面积的关系曲线图(女性)。

图 12A 和 B 为示出根据本发明的系统的第二实施方式的外部配置图。

图 13 为示出图 12A 和 B 的系统的电路配置框图。

图 14 为说明用来进行为评估内脏脂肪面积所要求的测量和用来评估内脏脂肪面积的步骤的流程图以及图 12A 和 B 的系统的操作指南。

图 15 为示出显示于图 12A 和 B 的内脏脂肪面积评估系统上的测量值和由测量值计算得出的值的一个示例的示图。

标号 1 和 60 表示内脏脂肪面积评估系统；2 为平台；3a, 3b, 58a 和 58b 为载流电极；4a, 4b, 59a 和 59b 为测量电极；5a 为 UP(向上)键；5b 为 DOWN(向下)键；6 为设定键；7a 至 7e 为个人键；9 为显示单元；10 为电极切换单元；15 为体重传感器；20 为电路板；21 为高频恒流电路；22 为电压测量电路；23 为 A/D 变换器；24 为微处理器；而 25 为存储器。

具体实施方式

下面参照附图对本发明的具体实施方式予以详细说明。

首先，对作为本发明的基础的内脏脂肪面积评估方法予以描述。

本发明对下列各量进行了回归分析：利用 X 射线 CT 确定的内脏脂肪面积，年龄，身高，体重，BMI 以及利用生物电阻抗方法确定的脂肪量。BMI 是“Body Mass Index”的缩写。更具体说，是一个将体重(kg)除以身高的平方(m)而得到的量。

图 5 为示出男性年龄和利用 X 射线 CT 测量的内脏脂肪面积的相关性的曲线图。相关系数为 0.43。与此类似，图 5 为示出男性身高和利用 X 射线 CT 测量的内脏脂肪面积的相关性的曲线图。相关系数为 0.05。图 7 为示出男性体重和利用 X 射线 CT 测量的内脏脂肪面积的相关性的曲线图。相关系数为 0.60。图 8 为示出男性 BMI 和利用 X 射线 CT 测量的内脏脂肪面积的相关性的曲线图。相关系数为 0.70。图 9 为示出男性脂肪量和利用 X 射线 CT 测量的内脏脂肪面积的相关性的曲线图。相

关系数为 0.67。

之后，执行多元回归分析，利用表示内脏脂肪面积的 VFA 作为目标变量，和利用表示身高的 H，表示体重的 Wt，表示脂肪量的 FT 以及表示年龄的 Age 作为说明变量。在男性的场合，多元关联系数为 0.83，如图 10 所示。在女性的场合，多元关联系数为 0.81，如图 11 所示。

由这些关联，可得出下列的回归方程：

$$VFA = C_1 \times H^2 / Wt + C_2 \times FM + C_3 \times Age + C_4 \quad (1)$$

其中 $C_1 \sim C_4$ 为常数。因此，将身高，体重，年龄及由生物电阻抗确定的 FM 代入到(1)就可得到 VFA。

已知常数 C_1 至 C_4 随个人参数而变化，这些参数包括日活动强度，有无月经，初潮年龄和初潮后过去的年数。因此，当根据这些个人参数进行修正时，内脏脂肪面积的评估更准确。

下面对作为本发明的实施方式之一的如上所述的内脏脂肪面积评估系统予以描述。

图 1 为内脏脂肪面积评估系统的外观透视示意图。图 2 为示出图 1 的内脏脂肪面积评估系统电路配置框图。在本实施方式的评估系统 1 的人体秤的称重平台 2 上设置有载流电极 3a 和 3b，用来在活体中形成电流通路，测量电极 4a 和 4b，用来检测在活体中出现的电位差，设定键 6，用来设定个人数据，包括身高，年龄及性别和时间，UP 键 5a，用来使数值增加，DOWN 键 5b，用来使数值减少，个人键 7a 至 7e，用来根据检索取得的个人数据进行测量，以及显示单元 9，用来显示设定的状态，测量结果或判断结果。另外，如图 2 所示，在平台 2 内部，设置有一个体重传感器 15，用来检测载荷并将其变换为电信号，一个电路板 20 等等。个人键 7a 至 7e 和设定键 6 也用作电源开关。在按下个人键 7a 至 7e 或设定键 6 时，系统启动。同时，在测量结果显示后或即或是在输入数据时经过一定的时间，系统就会停止工作。

电路板 20 包括一个显示单元 9，设置在平台 2 上，设定键 6，UP 键 5a，DOWN 键 5b，高频低电流电路 21，用来向载流电极 3a 和 3b 施加一个很弱的高频恒流，一个电压测量电路 22，用来测量位于测量电

极 4a 和 4b 之间的活体中的电位差，一个 A/D 变换器电路 23，用来将来自电压测量电路 22 或体重传感器 15 的模拟信号变换为数字信号，一个存储器 25，用来存储设定和注册的条件，测量数据等等，以及一个微处理器 24，用来根据测量条件，测量得到的生物电阻抗和体重数据计算百分体脂并进行控制。电路板 20 通过导线与载流电极 3a 和 3b，测量电极 4a 和 4b，体重传感器 15 及个人键 7a，7b，7c 和 7d 中的每一个相连接。

图 3 为说明本实施方式中的用来评估内脏脂肪面积的步骤以及内脏脂肪面积评估系统的操作指南的流程图。下面将参考流程图对全盘操作予以描述。步骤 S2 至 S5 将予以简单介绍，因为是现有技术。在按下个人键 7a 至 7e 中的任何一个或设定键 6 时，系统启动。当设定键 6 按下时，可设定个人数据，包括身高，年龄和性别。同时，当有一个个人键按下时，就从存储器 25 读出利用设定键设定的个人数据，并根据此数据进行测量。在步骤 S1，判断设定键 6 是否按下。如按下的是设定键 6 以外的键，系统进入步骤 S6。在步骤 S2，输入要设定的个人数。在显示单元 9 上显示个人数“1”。每当按下 UP 键 5a 时，个人数增加 1。在按下设定键 6 时，个人数设定并将存储于存储器 25 中。在步骤 S3，输入性别并以与个人数同样的方式进行设定。在步骤 S4，设定身高。在此步骤中，由于在显示单元 9 上显示身高的初始值，可分别利用 UP 键 5a 或 DOWN 键 5b 予以增减。当数值达到要求值时，可按下设定键 6 予以确认。在步骤 S5，以与设定身高同样的方式设定年龄。之后，程序结束。

在步骤 S6，如个人键 7a 至 7e 中的任何一个都未按下，系统返回步骤 S1。在步骤 S7，从 25 中读出与按下的个人键相应的个人数据，如性别，并显示于显示单元 9 上，以便受检者检查其按下的个人键是否正确。在步骤 S8，当受检者站立在平台 2 上时，其体重就被测量。在步骤 S9，如不能获得稳定的测量值，系统就返回步骤 S8。在步骤 S10，将体重值存储于存储器 25。

在步骤 S12，以下面方式测量生物电阻抗。就是说，高频恒流电路

21 输出一个很弱的高频恒流 I。此输出电流通过载流电极 3a 和 3b 施加于受检者。此时,通过受检者的电流由电压测量电路 22 作为测量电极 4a 和 4b 之间的活体中出现的电位差检测。这一模拟输出由 A/D 变换器电路 23 变换为数字信号 V。利用等式 $Z=V/I$ 可确定生物电阻抗 Z。在步骤 S13,如不能获得稳定的测量值,系统返回到步骤 S12。在步骤 S14,将测量的生物电阻抗值存储于存储器 25 中。

之后,系统前进到步骤 S15,根据体重,身高和在步骤 S12 中测量的生物电阻抗值计算百分体脂。对于计算百分体脂的方法的描述略去,因为是本专业人士所熟知的。为确定脂肪量,可将体重乘以百分体脂。

在步骤 S16,利用方程(1)评估内脏脂肪面积。

在步骤 S17,如图 4 所示,在显示单元 9 上显示测量值和由测量值计算得出的值。

在上述实施方式中,提供了一个人体秤和一个体脂测定器。不过,在使用不带有体秤的体脂测定器(如卡式体脂测定器)的场合,可以利用 UP 键 5a,DOWN 键 5b 和设定键 6 手工输入体重值。在此场合,男性和女性的平均体重值预先存储于存储器 25 中,并且可以利用 UP 键 5a 和 DOWN 键 5b 使数值增减并利用设定键 6 确认为受检者的体重。另外,在使用不带有百分体脂测定器的普通计算器的场合,百分体脂可通过手工方式输入,与输入体重值的场合相同。至于身高值,尽管在上述实施方式中是利用按键以手工方式输入,但也可以使用测量装置来取得身高值。

根据百分体脂的定义,一旦体重和百分体脂确定了,就可确定脂肪量。因此,如可以使用带有体脂测定器的普通人体秤,就可以确定评估内脏脂肪面积的方程(1)的所有输入变量,并可以利用本发明的评估方法评估内脏脂肪面积。

在本实施方式的评估系统 1 中,测量的是双足之间的生物电阻抗。不过,本发明不限于此,也可以代之以测量双手之间或手足之间的生物电阻抗。

下面描述本发明的另一实施方式。图 12A 和 B 为示出根据本发明

的内脏脂肪评估系统的第二实施方式的外部配置图。本实施方式的评估系统 60 不同于图 1 所示的第一实施方式，区别在于还提供了手用电极 56 和 57。与第一实施方式相同的构件赋予与第一实施方式中系统构件的同一标号。左手用电极 56 包含一个恒流施加电极 58a 和一个电压测量电极 59a。与此类似，右手用电极 57 包含一个恒流施加电极 58b 和一个电压测量电极 59b。

图 13 为本实施方式的评估系统 60 的电路块配置框图。8 个与双手双足相连接的电极，即电极 3a, 3b, 4a, 4b, 58a, 58b, 59a, 59b，与电极切换单元 10 相连接。电极切换单元 10 通过高频恒流电路 21 和电压测量电路 22 与控制单元 13 相连接。控制单元 13 包含一个微型计算机，并且与存储器 25 相连接以便此处各种数据。

下面参照图 14 对本实施方式的评估系统 60 的操作予以说明。执行与图 3 中的步骤同样操作的步骤赋予与图 3 相同的步骤号。步骤 S1 至步骤 S10 的描述略去，因为与图 3 中的步骤 S1 至步骤 S10 相同。

在步骤 S21，电极切换单元 10 根据控制单元 13 的指示进行切换，其中的交流电由高频恒流电路 21 供给电极 3a 和 3b，而电压由电压测量电路 22 在电极 4a 和 4b 上测量。之后，控制单元 13 由测量的电压计算生物电阻抗(BI)。这样，测量 BI 是针对整个身体和身体的下列四肢的每一个，即右足，左足，右手和左手。在步骤 S22，如不能获得稳定的测量值，系统就返回步骤 S21。在步骤 S23，将测量的 BI 存储于存储器 25。

在步骤 S24，由 BI 计算百分体脂和脂肪量。首先，由整个身体的 BI 计算整个身体的百分体脂和脂肪量。之后，由右足，左足，右手和左手的每一个的 BI 分别计算右足，左足，右手和左手的百分体脂，无脂量和脂肪量。之后，计算身体四肢的总脂肪量。其后，从整个身体的脂肪量减去四肢的总脂肪量而确定躯干的脂肪量。

在步骤 S25，利用方程(1)评估内脏脂肪面积。采用躯干的脂肪量作为方程中的脂肪量 FM。

在步骤 S26，如图 15 所示，在显示单元 9 上显示测量值和由测量值

计算出的值。

用来评估内脏脂肪面积的方程(1)可采取下面的方程(2)的形式。就是说,利用内脏脂肪面积 VFA 作为目标变量和利用身高 H, 体重 Wt, 脂肪量 FM 和年龄 Age 作为说明变量, 可得到下面的回归方程。

$$VFA = C_{21} \times H/Wt + C_{22} \times FM + C_{23} \times Age + C_{24} \quad (2)$$

其中 C_{21} 至 C_{24} 为常数。

与此类似, 也可以得到下面的方程(3)与(4)。

$$VFA = C_{31} \times H^3/Wt + C_{32} \times FM + C_{33} \times Age + C_{34} \quad (3)$$

其中 C_{31} 至 C_{34} 为常数。

$$VFA = C_{41} \times H + C_{42} \times Wt + C_{43} \times FM + C_{44} \times Age + C_{45} \quad (4)$$

其中 C_{41} 至 C_{45} 为常数。

已知在方程(1)的场合, 常数 C_{21} 至 C_{24} , 常数 C_{31} 至 C_{34} , 常数 C_{41} 至 C_{45} 为随个人参数而变化, 这些参数包括日活动强度, 有无月经, 初潮年龄和初潮后过去的年数。因此, 当根据这些个人参数进行修正时, 内脏脂肪面积的评估更准确。

本发明是根据取受检者的身高, 体重和性别以及以生物电阻抗方法测量的受检者的脂肪量作为参数的方程评估受检者的内脏脂肪面积。因而, 可以对受检者的内脏脂肪面积进行评估而无需担心受检者受到 X 射线的照射。

另外, 本发明的上述方程表示为 $VFA = C_1 \times H^2/Wt + C_2 \times FM + C_3 \times Age + C_4$, 其中将受检者的身高表示为 H, 体重表示为 Wt, 脂肪量表示为 FM, 年龄表示为 Age, 内脏脂肪面积表示为 VFA, 并且常数表示为 C_1 , C_2 , C_3 和 C_4 。因此, 内脏脂肪面积可以评估得相当准确。

另外还有, 在本发明的上述方程中, 还根据受检者的个人参数进行修正, 这些参数包括日活动强度, 有无月经, 初潮年龄和初潮后过去的年数。因此, 内脏脂肪面积的评估可得到进一步的提高。

除此之外, 本发明的构成包括输入受检者身高的第一输入单元, 输入受检者体重的第二输入单元, 输入受检者脂肪量的第三输入单元, 输入受检者年龄的第四输入单元, 根据第一, 第二, 第三和第四输入单元

的数据计算内脏脂肪面积的计算单元和显示计算单元计算出的内脏脂肪面积的显示单元。因而，内脏脂肪面积的评估可得到改进。

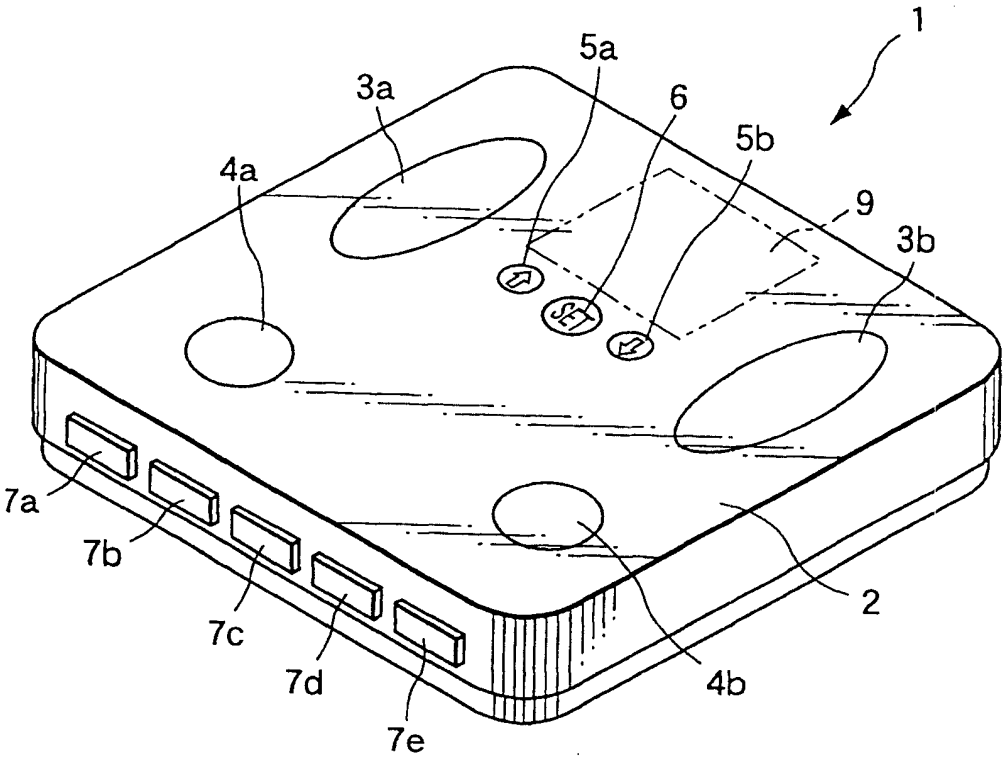
另外，本发明的第二和第三输入单元是装设有体脂测定器的人体秤。因而现有的技术可有效地应用。

另外还有，本发明的计算单元根据表示为 $VFA = C_1 \times H^2 / Wt + C_2 \times FM + C_3 \times Age + C_4$ 的方程执行计算，其中身高表示为 H ，体重表示为 Wt ，脂肪量表示为 FM ，年龄表示为 Age ，内脏脂肪面积表示为 VFA ，并且常数表示为 C_1 ， C_2 ， C_3 和 C_4 。因而，内脏脂肪面积的评估可得到改进。

另外还有，本发明的计算单元在计算内脏脂肪面积中进行根据个人参数的修正，这些参数是日活动强度，有无月经，初潮年龄和初潮后过去的年数。因而，内脏脂肪面积的评估可得到进一步的改进。

如上所述，根据本发明，由于不使用 X 射线，不存在 X 射线照射的问题。这意味着本发明不需要放射线学技术人员，因而易于使用。结果，使得在家中防止肥胖或与生活方式有关系的疾病和由个人监视进步情况成为可能。另外，由于周长的测量不需要准确地在腹部的脐部进行，测量时出现的误差少，测量可更准确，并且受检者精神压力小，并可由其本人自己进行更准确的测量。除此之外，由检验者引起的人为误差减小，而内脏脂肪可以以合适的准确度进行评估。

图1



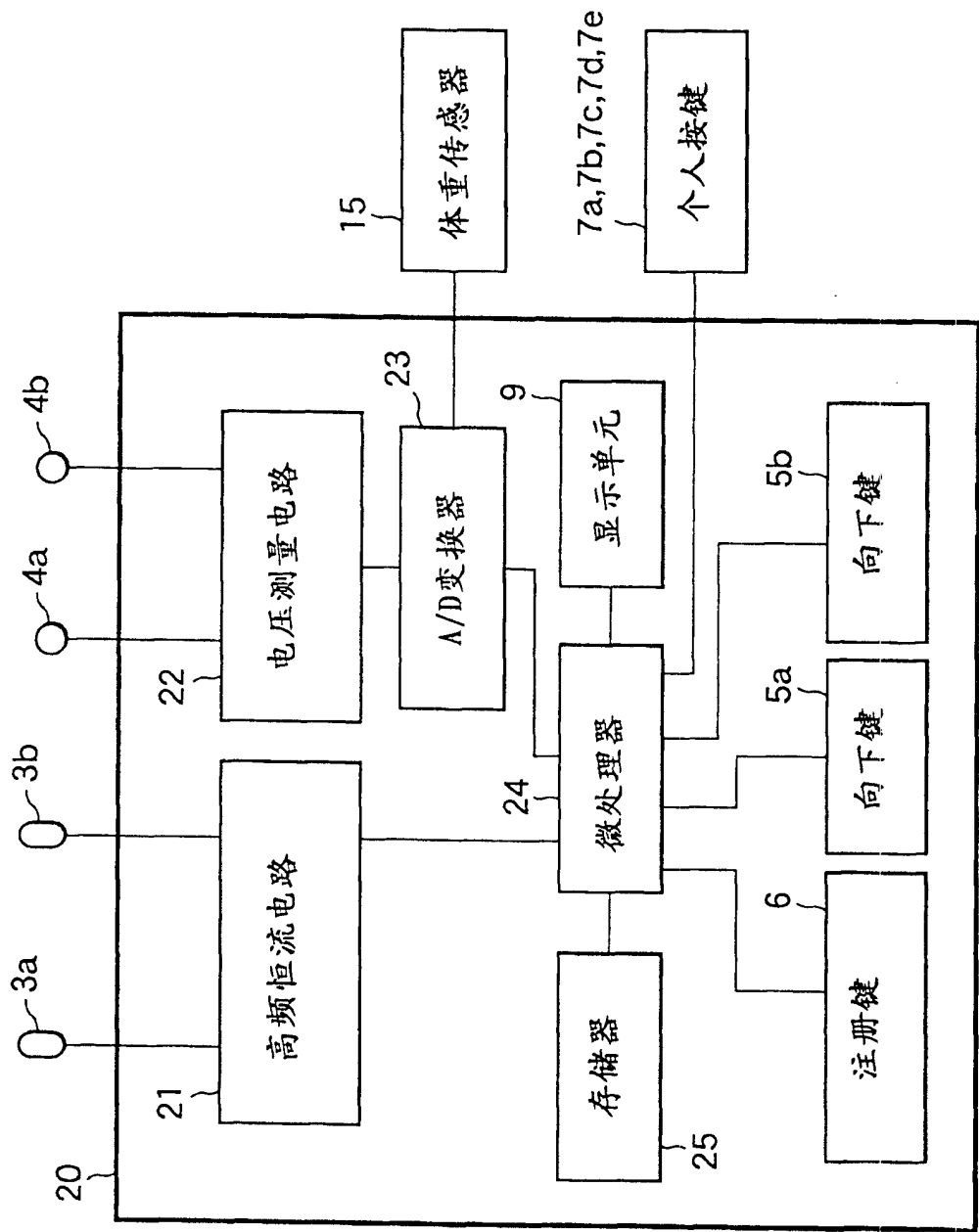


图 2

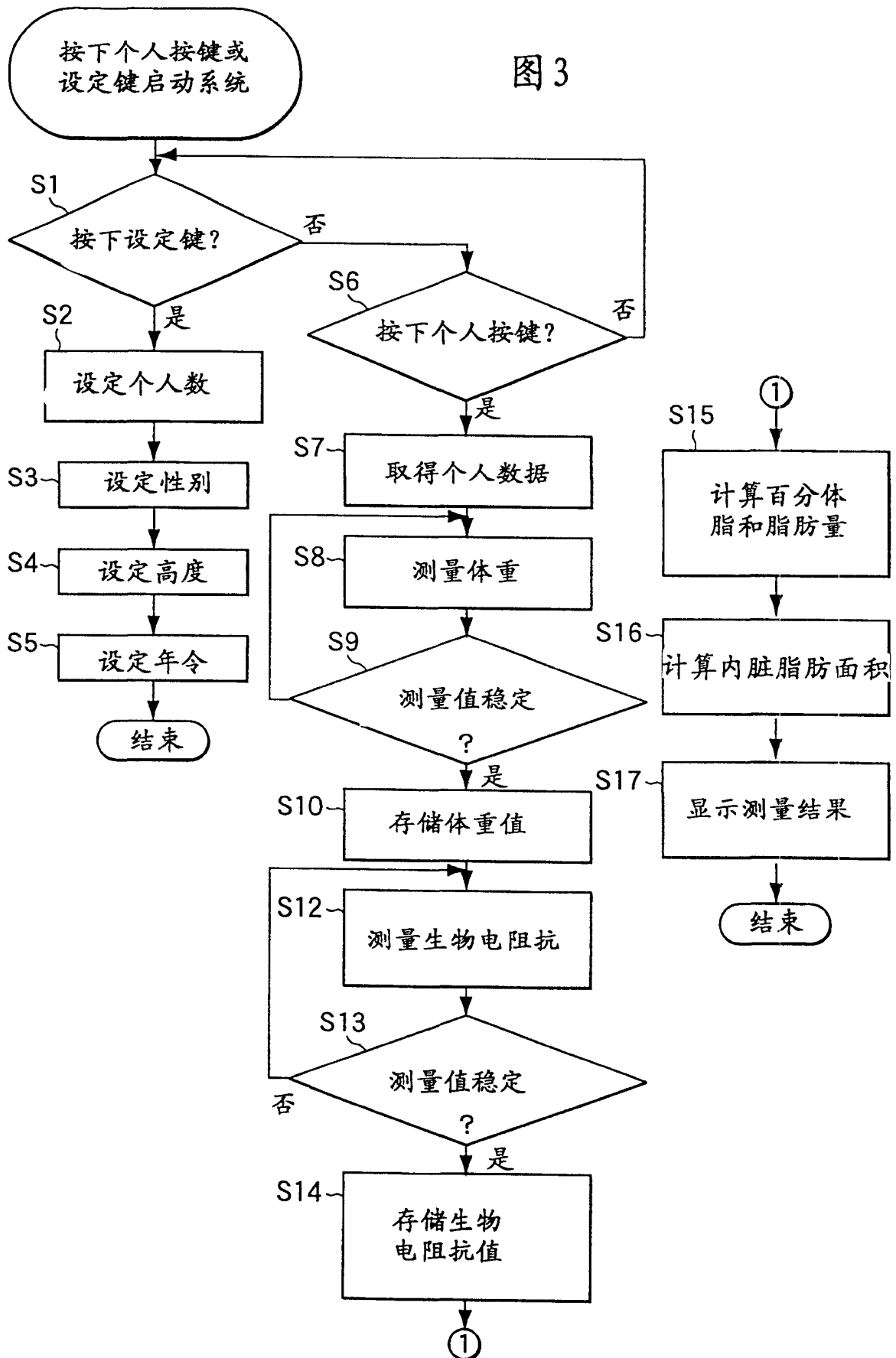


图 4

身高				•		cm
年龄				•		岁
体重				•		kg
百分体脂				•		%
脂肪量				•		kg
内脏脂肪面积				•		cm ²

图5

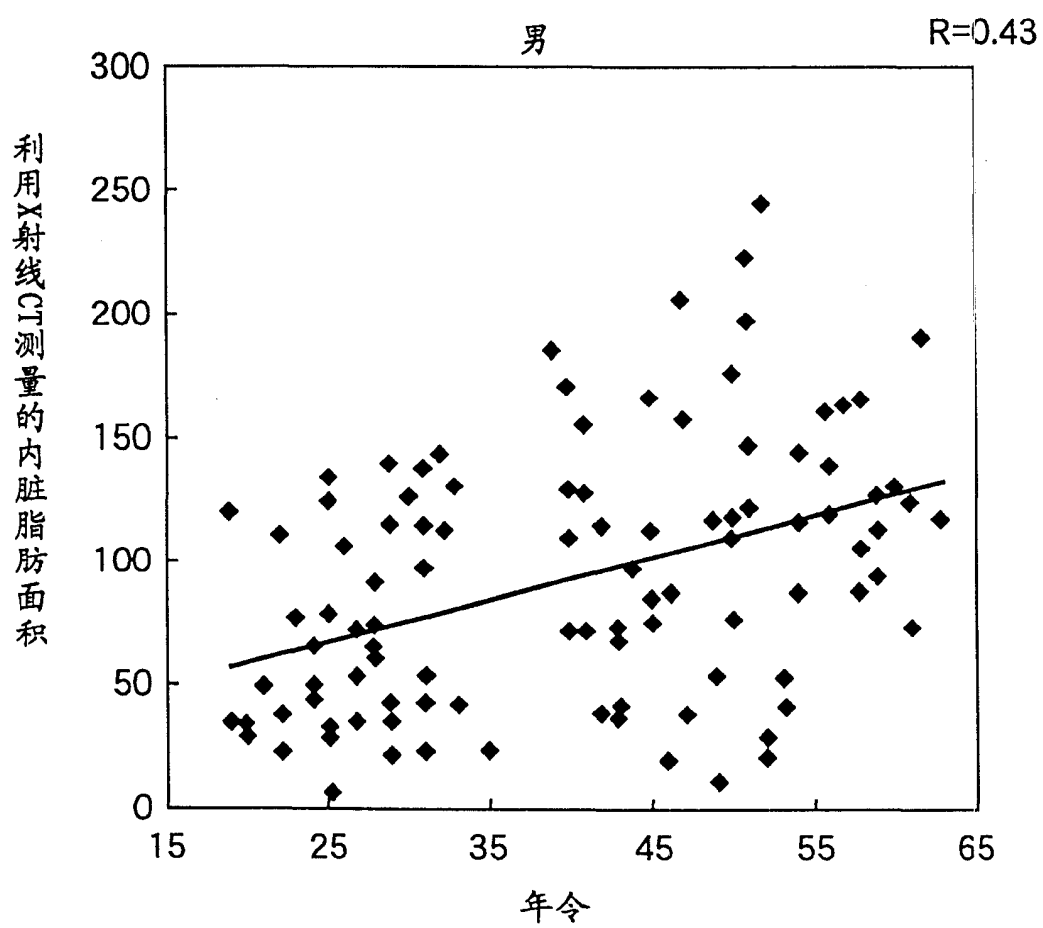


图6

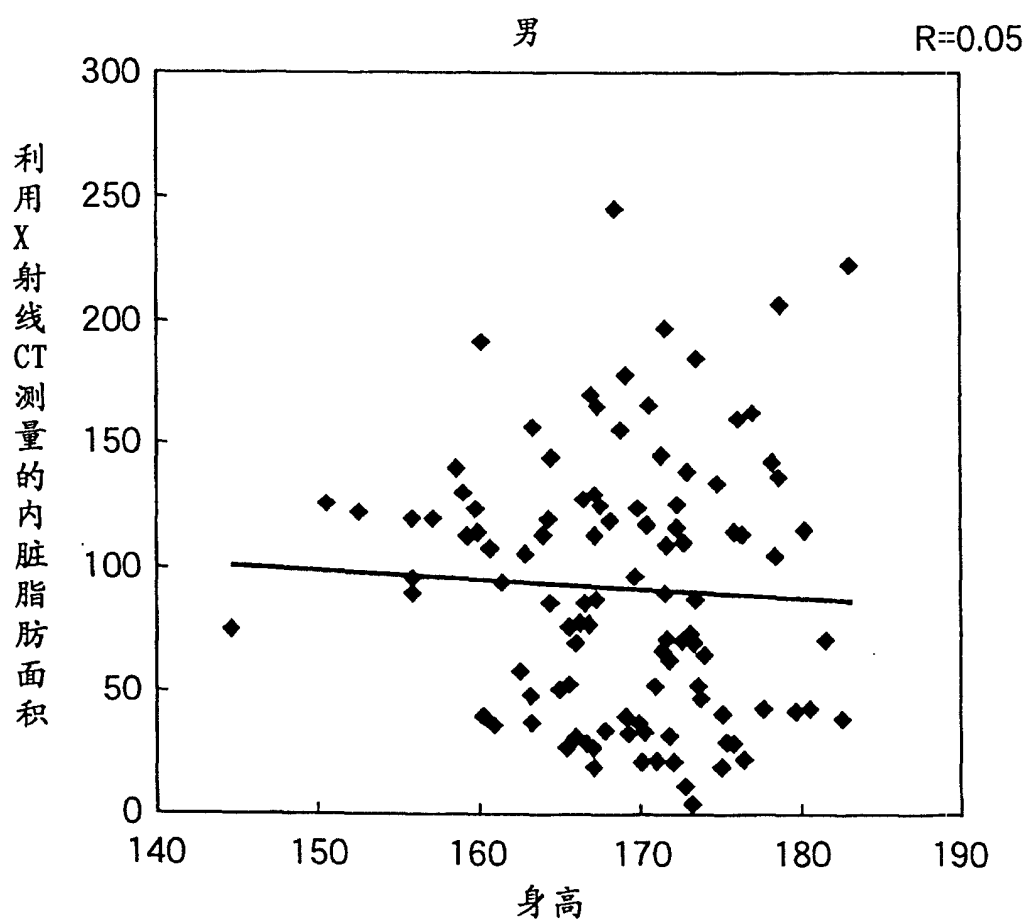


图7

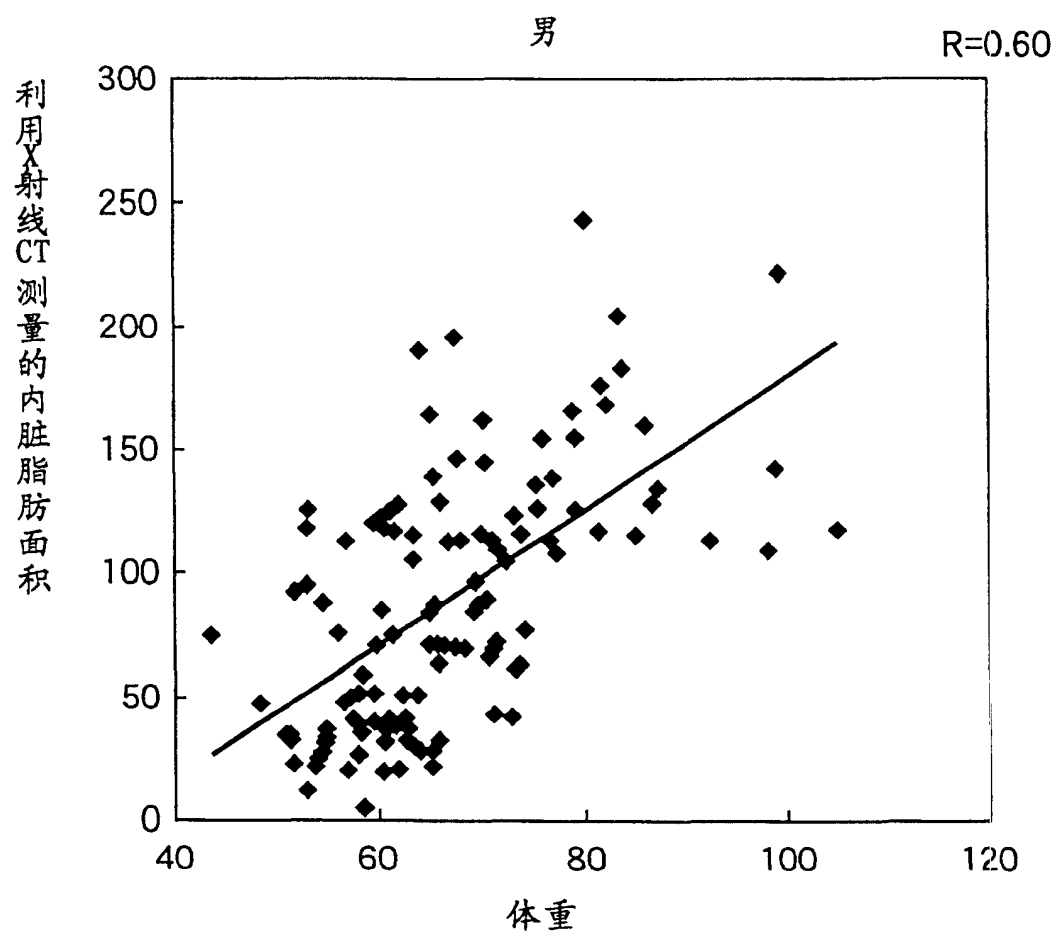


图 8

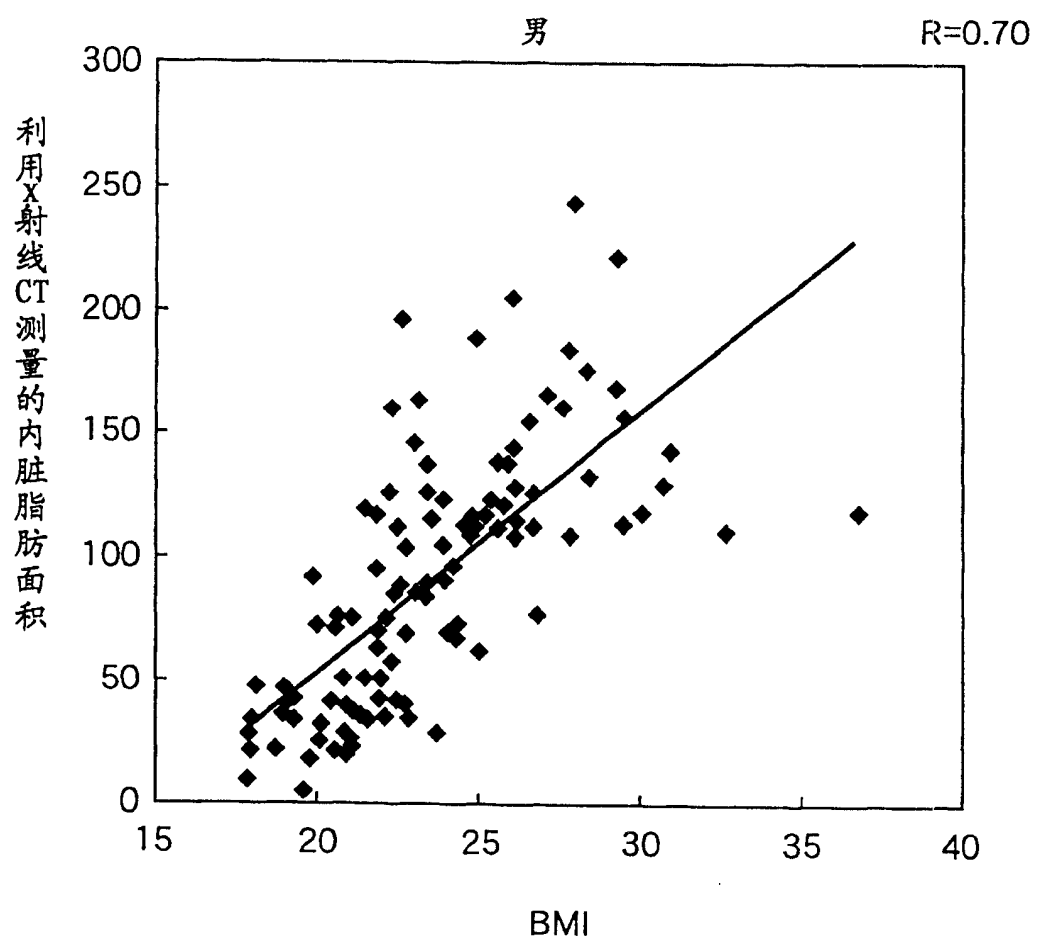


图9

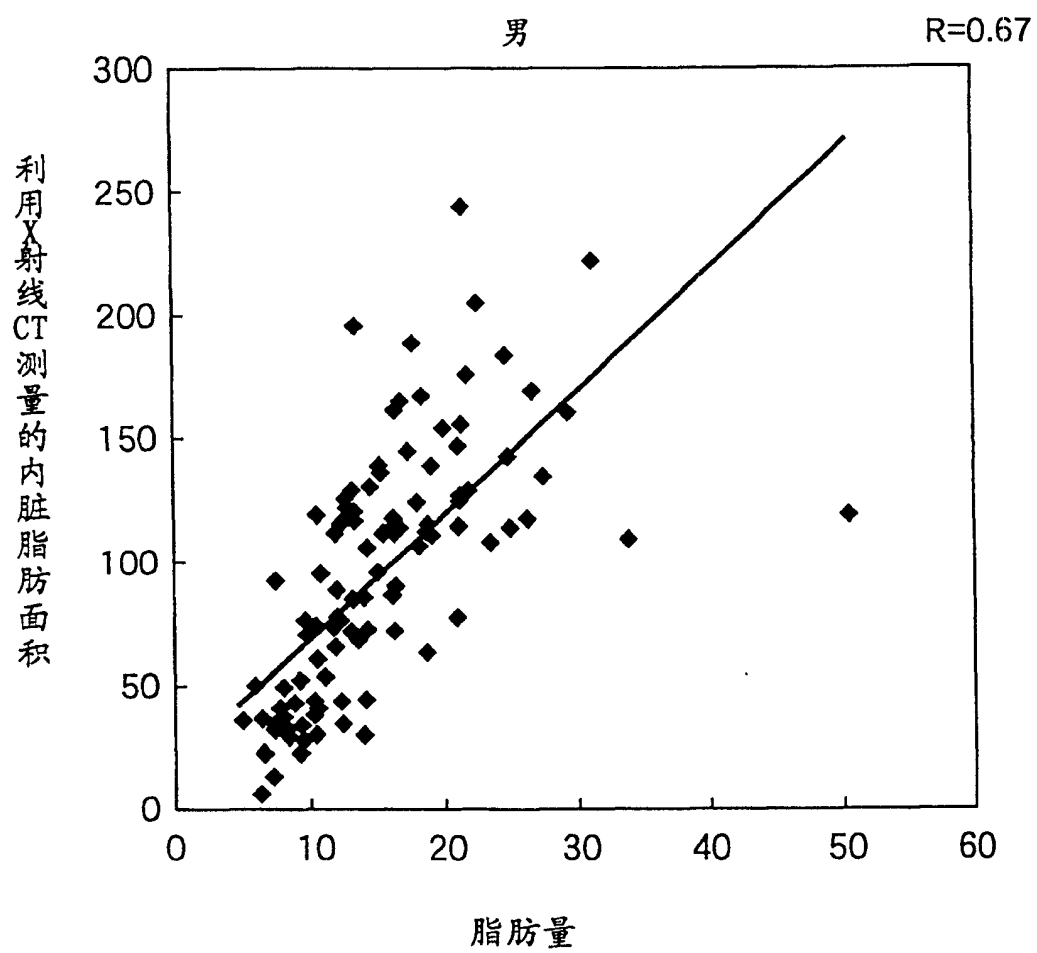


图10

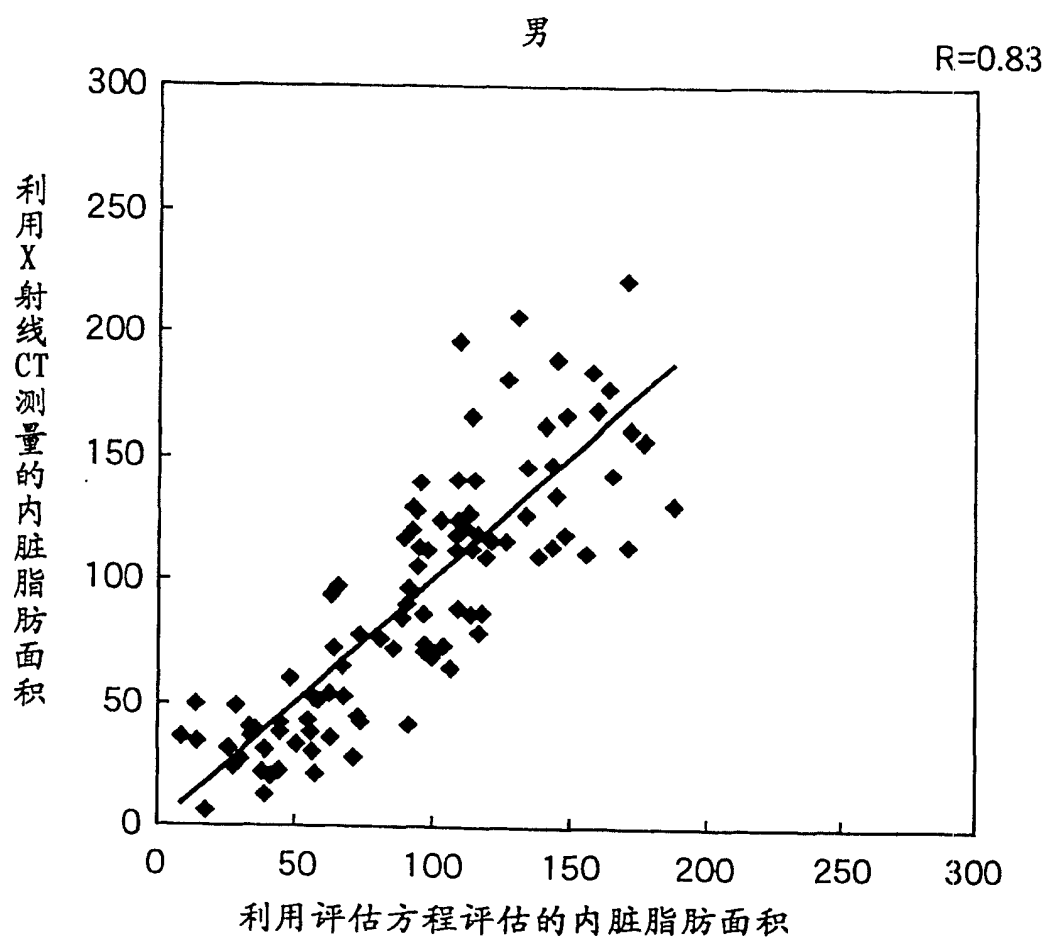


图 11

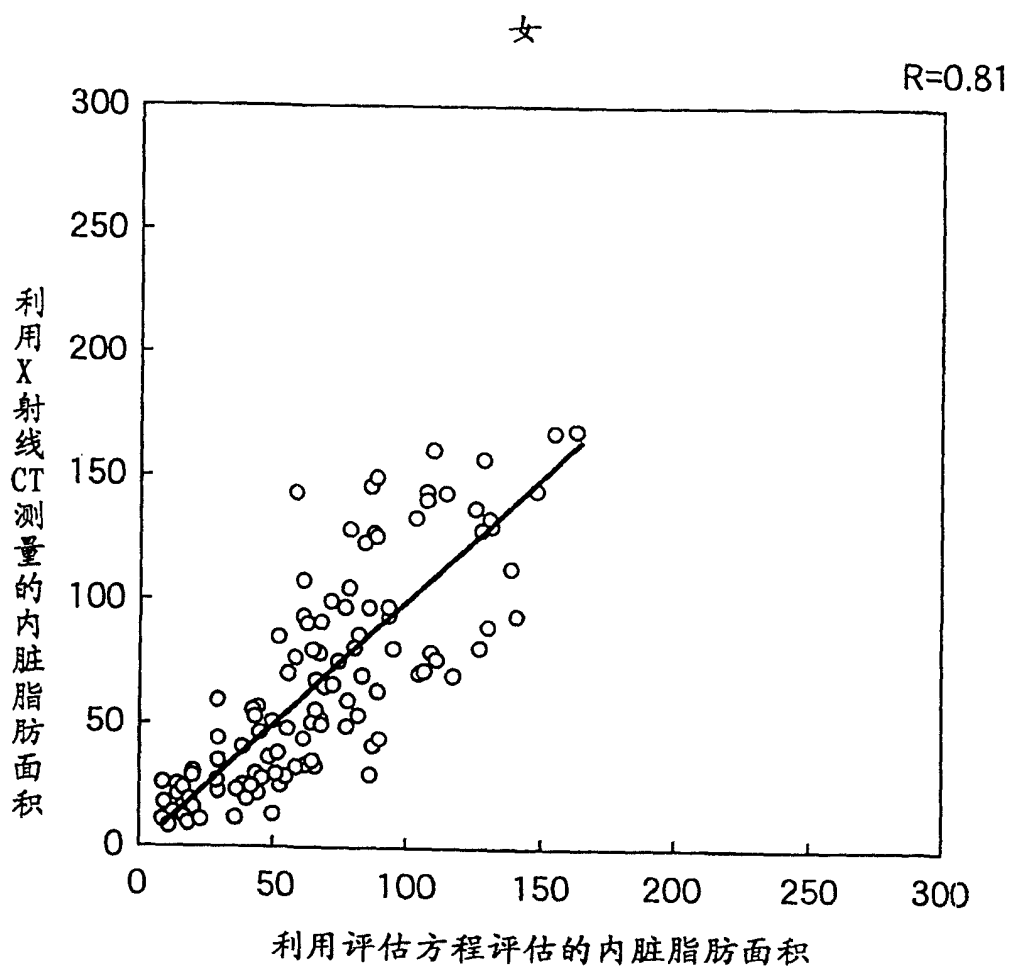


图 12A

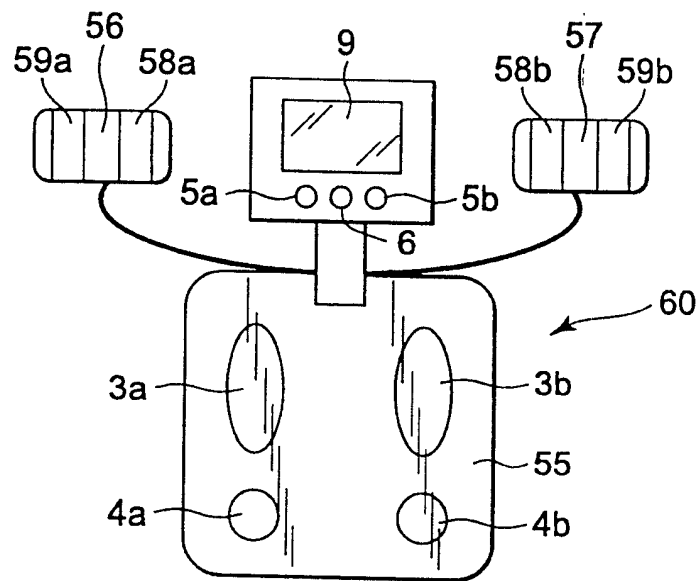


图 12B

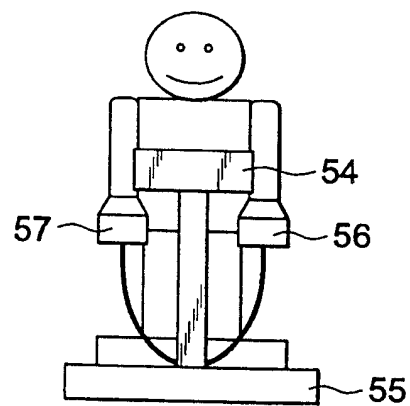


图13

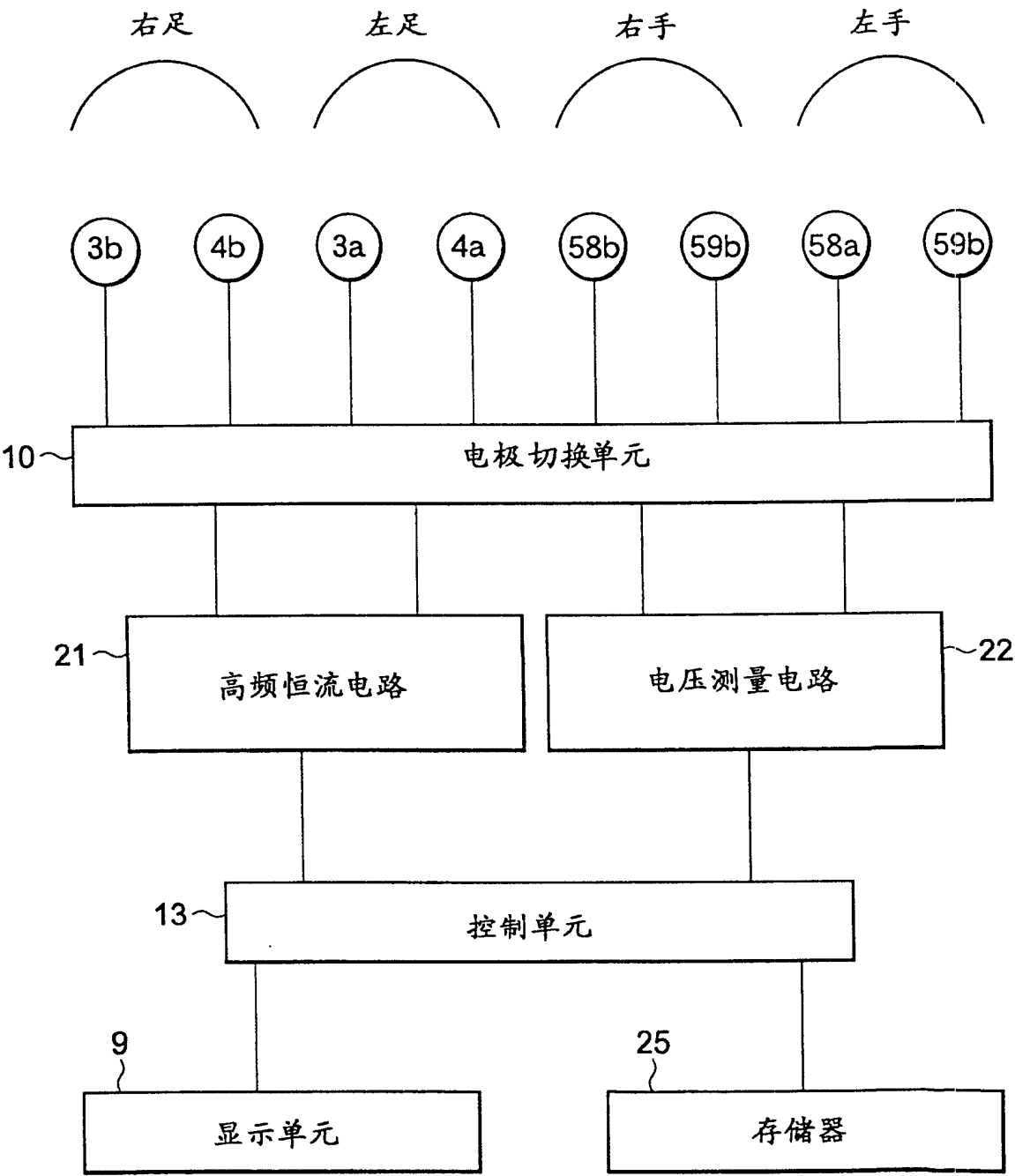


图14

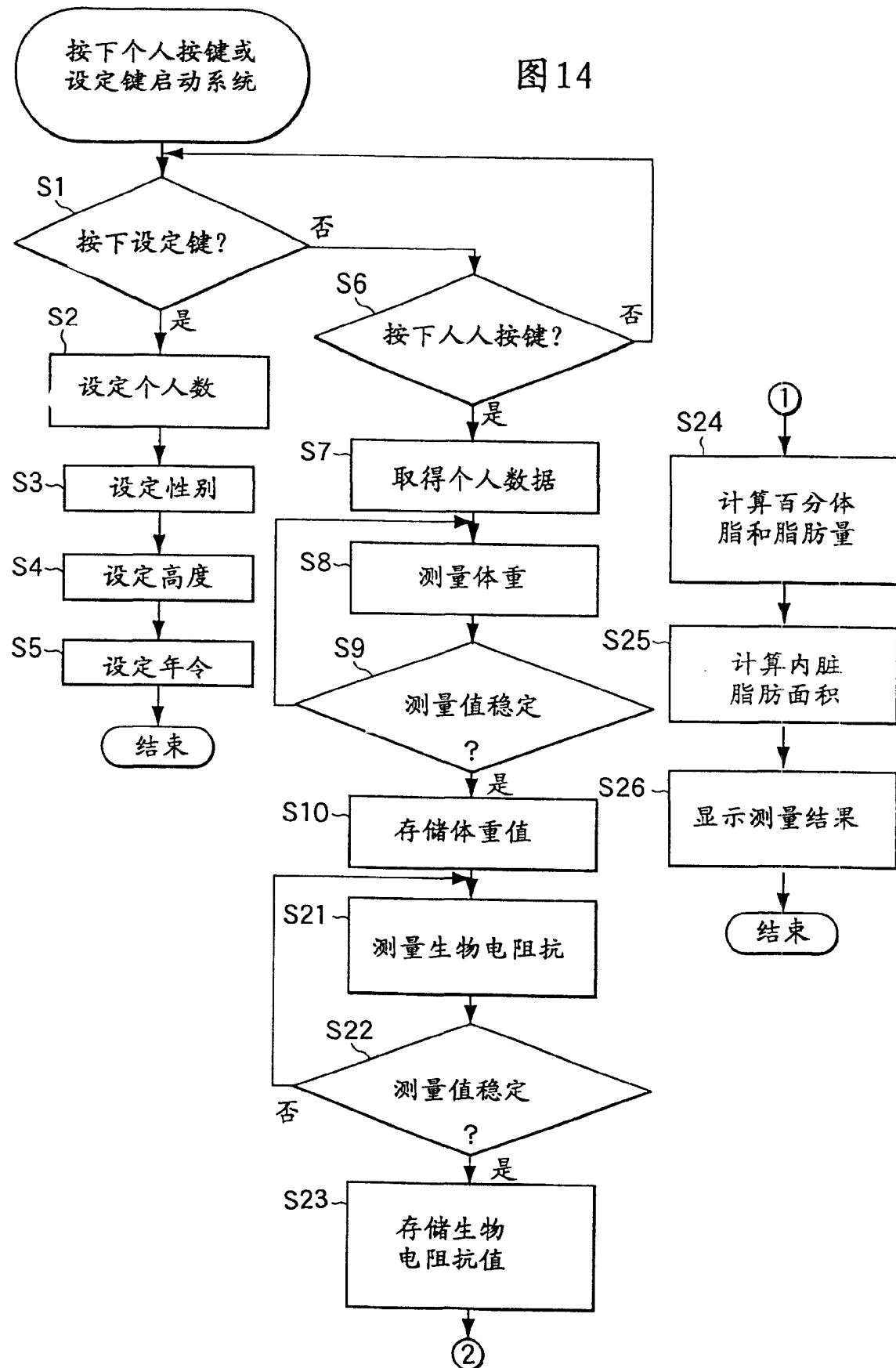


图15

测量结束

性别：	男	年龄：	XX岁	OLD	身高：	YYYcm
体重：		56.0kg		平均体重：54.0kg		
百分体脂：		20.5%		BMI：23.7		
脂肪量：		18.0kg		百分体脂：17.0~23.0%		
				脂肪量：9.9~14.4kg		
				正常范围		
				无脂量：52.0kg		

	右手	右足	左手	左足	躯干
阻抗					
百分体脂					
分脂肪量					

内脏脂肪面积