

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

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



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03110151.8

[45] 授权公告日 2006 年 8 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 1271971C

[22] 申请日 2003.4.14 [21] 申请号 03110151.8
[30] 优先权
[32] 2002.4.12 [33] JP [31] 2002-109931
[71] 专利权人 株式会社弗森
地址 日本京都府
[72] 发明人 增尾善久 吉田一彦
审查员 田蕴青

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 汪惠民

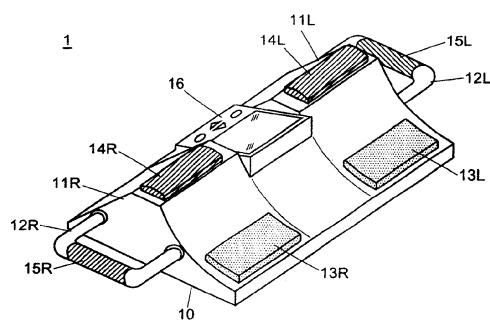
权利要求书 5 页 说明书 43 页 附图 30 页

[54] 发明名称

身体成分测定装置

[57] 摘要

高精度而且简便地测定大腿肌肉量或者左右的均衡，本体部分 10 具有在放置伸开的脚时用于使弯曲角度 θ 成为大约 160° 的主体部分 11L、11R，在该锥形部分的顶端部分突出设置了接触膝盖背面的测定用电极 14L、14R，在本体部分 10 的两个侧面突出设置了通过握住接触手掌的测定用电极 15L、15R 的拉手柄 12L、12R 上，在锥形部分的倾斜面上具备接触颈部的通电用电极 13L、13R，由此，在被检查者的两个颈部之间流过电流，从而独立地测定分别在左右的大腿部分感应的电压，计算出阻抗，而且，通过使用根据用 MRI 预先收集的数据进行的回归分析生成的推断公式，从阻抗的测定值和身长、体重等身体特定化信息推断大腿部分的肌肉量或者左右的均衡等的身体成分。



1. 一种身体成分测定装置，特征在于：
- 5 具备
- a) 测定姿势维持辅助装置，其以把处在被检查者身体中的预定测定对象部位的端部的关节的弯曲角度保持为预定值的方式，对夹持该被检查者的所述关节的两侧的身体部分进行保持；
- b) 电极保持装置，当成为通过上述测定姿势维持辅助装置将上述关节的弯曲角度保持为预定值的状态时，其为了使多个电极接触上述被检查者身体的预定位置，以可以固定或者移动的方式保持该电极；
- 10 c) 阻抗测定装置，其使用上述电极测定上述测定对象部位的阻抗；
- d) 推断运算装置，其根据所测定的阻抗，推断与被检查者的上述测定对象部位相对应的或者与身体总体的身体成分或健康状态相关联的各种信息。
- 15 2.根据权利要求 1 所述的身体成分测定装置，特征在于：
- 上述测定姿势维持辅助装置把被检查者的关节的角度维持为大约 $140^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 的范围内的预定角度。
- 3.根据权利要求 1 所述的身体成分测定装置，特征在于：
- 20 上述测定姿势维持辅助装置把被检查者的关节的角度维持为大约 90° 。
- 4.根据权利要求 1 所述的身体成分测定装置，特征在于：
- 上述阻抗测定装置 c) 包括
- c1) 至少能够用并联连接了与脂肪组织、肌肉组织以及骨骼组织相对应的各个阻抗的模型近似其身体部位的阻抗，而且，根据在可以把上述各个组织的构成比率以及该构成组织总体与各个组织的电特性视为一定那样的每个身体部位，分割人的全身构成的模型，接触被检查者的身体，使得测定由 1 个或者串联连接的多个上述身体部位构成的测定对象部位的阻抗的多个通电用电极以及多个测定用电极；
- 25 c2) 经过上述通电用电极，至少流过纵贯上述测定对象部位的预定频
- 30

率的交流电流的电流供给装置;

c3) 使用上述测定用电极测定通过该交流电流在上述测定对象部位感应的电压的电压测定装置;

c4) 从该电压测定值和上述交流电流的电流值计算与上述测定对象部位相对应的阻抗的运算装置。

5. 根据权利要求 4 所述的成分测定装置, 其特征在于:

上述推断运算装置 d) 根据事前多个被检查者的全身以及 / 或者每个身体部位的阻抗测定结果, 以及通过事前观察各个被检查者的全身以及 / 或者各个身体部位内部得到的该事前被检查者的全身以及 / 或者每个身体部位的身体成分基准信息生成的, 或者进而加入该事前被检查者的身体特定化信息生成的推断公式, 推断与该被检查者的测定对象部位相对应的或者与该被检查者的全部身体成分或健康状态相关联的各种信息、肌肉量或者骨密度。

6. 根据权利要求 5 所述的成分测定装置, 其特征在于:

上述推断运算装置 d) 通过使用了可以得到人体的断层图像的装置的计测, 事前得到被检查者的全身以及 / 或者每个身体部位的身体成分基准信息。

7. 根据权利要求 1 所述的成分测定装置, 其特征在于:

还具备取得被检查者的身体特定化信息的身体特定化信息取得装置, 上述推断运算装置根据所测定的阻抗和上述身体特定化信息, 推断与该被检查者的测定对象部位相对应的或者与该被检查者的身体总体的身体成分或健康状态相关联的各种信息、肌肉量或者骨密度。

8. 根据权利要求 7 所述的成分测定装置, 其特征在于:

上述身体特定化信息取得装置包括根据作为身体特定化信息之一提供的被检查者的身长, 或者进而考察体重、年龄、性别等, 推断测定对象部位的尺寸, 并把这些作为身体特定化信息之一的部位长度推算装置。

9. 根据权利要求 8 所述的成分测定装置, 其特征在于:

上述身体特定化信息取得装置包括用于实际测量被检查者的测定对象部位的尺寸的尺寸计测装置。

10. 根据权利要求 1~9 的任一项所述的成分测定装置, 其特征在于:

上述关节至少包括膝盖的关节。

11.根据权利要求 10 所述的身体成分测定装置，特征在于：

上述测定姿势维持辅助装置对于把两个下肢伸向前方采用坐姿的检查者，在该下肢的下侧至少担持膝盖的内侧。

5 12.根据权利要求 11 所述的身体成分测定装置，特征在于：

上述测定姿势维持辅助装置具有用于放置下肢的浅台形或者三角形的倾斜面。

13.根据权利要求 11 所述的身体成分测定装置，特征在于：

10 上述测定姿势维持辅助装置在预定的高度具有担持膝盖背面的大致水平的棒形体。

14.根据权利要求 11 所述的身体成分测定装置，特征在于：

上述测定姿势维持辅助装置具有包括用于使被检查者坐下的座面的椅子形的形态，在被检查者把膝盖几乎弯曲成直角形的状态下，在脚掌接触地面或者与其相当的大致水平面的高度设置上述座面。

15 15.根据权利要求 1 所述的身体成分测定装置，特征在于：

作为上述电极，具备分别接触被检查者的两个膝盖附近的一对测定用电极，接触躯干部分或者上肢部分的至少一个测定用电极，分别接触从该被检查者的躯干部分距两个膝盖较远的位置的一对通用电极。

16.根据权利要求 15 所述的身体成分测定装置，特征在于：

20 接触躯干部分或者上肢部分的至少一个上述测定用电极接触被检查者的手掌。

17.根据权利要求 11 所述的身体成分测定装置，特征在于：

上述推断运算装置至少推断被检查者的大腿部分的肌肉量或者与该肌肉量相关的其它身体成分信息。

25 18.根据权利要求 11 所述的身体成分测定装置，特征在于：

上述推断运算装置至少推断左右大腿部分的肌肉量的均衡状态或者与该均衡状态相关的其它身体成分信息。

19.根据权利要求 17 所述的身体成分测定装置，特征在于：

上述推断运算装置利用根据上述身体特定化信息推断了的大腿长度。

30 20.根据权利要求 15 所述的身体成分测定装置，特征在于：

上述通用电极接触被检查者的两个胫部。

21.根据权利要求 15 所述的身体成分测定装置，特征在于：

接触膝盖附近的上述测定用电极配置在接触两个膝盖内侧的位置。

22.根据权利要求 21 所述的身体成分测定装置，特征在于：

- 5 接触膝盖附近的上述测定用电极设置在用于放置下肢的浅台形或者三角形的上述测定姿势维持辅助装置的顶端部分，接触两个胫部的上述通用电极设置在其倾斜面上。

23.根据权利要求 21 所述的身体成分测定装置，特征在于：

- 10 接触膝盖附近的上述测定用电极设置在担持膝盖背面的大致水平的上述棒形体的上面，接触两个胫部的上述通用电极设置成位于比该棒形体低的位置而且接触腿肚子的背面。

24.根据权利要求 15 所述的身体成分测定装置，特征在于：

接触膝盖附近的上述测定用电极配置成按压两个膝盖的表面。

25.根据权利要求 15 所述的身体成分测定装置，特征在于：

- 15 接触膝盖附近的上述测定用电极配置成在把该装置夹在两个膝盖之间时接触两个膝盖的内侧。

26.根据权利要求 16 所述的身体成分测定装置，特征在于：

- 20 接触手掌的上述测定用电极具有被检查者握住的拉手形的形态，作为上述电极保持装置，具备用于把该拉手形的形态的电极从本体部分拉出的手柄。

27.根据权利要求 16 所述的身体成分测定装置，特征在于：

接触手掌的上述测定用电极具有被检查者握住的拉手形的形态，作为上述电极保持装置，从本体部分经过电缆进行连接。

28.根据权利要求 16 所述的身体成分测定装置，特征在于：

- 25 接触手掌的上述测定用电极分别配置在本体部分的两个侧面，当被检查者从该本体部分的两个侧面加入手时，该测定用电极接触手掌。

29.根据权利要求 1 所述的身体成分测定装置，特征在于：

上述电极保持装置具备用于调整上述测定用电极的接触位置的电极位置调整装置。

- 30 30.根据权利要求 1 所述的身体成分测定装置，特征在于：

在上述电极位置调整装置中设置着用于根据其调整位置计测测定对象部位的尺寸的尺寸计测装置。

31.根据权利要求1所述的身体成分测定装置，特征在于：

5 在把电系统电路安装在内部的箱形的本体部分的两个侧面、下表面或者其附近的面并且隔开预定间隔的位置配置上述电极，使得在测量时能够在使两个膝盖的间隔离开一定距离的状态下进行测定。

32.根据权利要求31所述的身体成分测定装置，特征在于：

在上述本体部分的正面或者上表面设置了显示部分。

33.根据权利要求1所述的身体成分测定装置，特征在于：

10 上述电极保持装置能够由使用者保持并移动到身体上的任意位置，上述阻抗测定装置进行与由该电极保持装置保持的测定用电极的接触部位的差异相对应的阻抗的测定。

34.根据权利要求1所述的身体成分测定装置，特征在于：

15 上述阻抗测定装置主要分开为用于进行对于被检查者的上肢部分的测定的第1单元，以及用于进行对于下肢部分的测定的第2单元，把该第1以及第2单元之间用进行信号收发的电缆连接。

35.根据权利要求1所述的身体成分测定装置，特征在于：

20 上述阻抗测定装置主要分开为用于进行对于被检查者的上肢部分的测定的第1单元，以及用于进行对于下肢部分的测定的第2单元，用无线进行该第1以及第2单元之间的信号的收发。

36.根据权利要求1所述的身体成分测定装置，特征在于：

在上述测定姿势维持辅助装置中设置着在被检查者的身体的至少一部分上提供刺激的刺激加入装置。

37.根据权利要求36所述的身体成分测定装置，特征在于：

25 上述刺激加入装置是按摩被检查者的身体的至少一部分的按摩装置。

38.根据权利要求37所述的身体成分测定装置，特征在于：

上述测定姿势维持辅助装置是具有按摩功能的椅子。

身体成分测定装置

5

技术领域

本发明涉及测定被检查者的身体的生体电阻抗（以下，简单地称为「阻抗」），利用该阻抗的测定值或者身高、体重、年龄、性别等身体特定化信息，推算并提示该被检查者的体脂肪量、肌肉量、肌肉力、骨密度、骨骼量、**去脂肪量**、体脂肪率、基础代谢量等身体成分或者与健康状态相关联的各种信息（这里，把这些包括在一起称为身体成分信息）的身体成分测定装置，更详细地讲，涉及谋求无论是坐姿还是卧姿都能够简便地对于被检查者进行测定的身体成分测定装置。

15 背景技术

以往，进行肥胖等健康管理一般专门进行体重测定，而近年来，不仅是体格上的肥胖，作为测定肥胖的一个指标，还正在关注表示皮下脂肪或内脏脂肪等体脂肪的量或者体脂肪对于体重的比例的体脂肪率。

以往，测定身体的阻抗，利用该测定值，在各处进行体脂肪率等的研究。该方法之一是称为所谓的四电极法，该方法是例如在被检查者右手背和右脚背上安装通电用电极的同时，在该通电用电极的内侧，例如右手腕和右脚腕上安装测定用电极。而且，在两个通电用电极之间流过几乎纵贯身体的高频电流，测定这时的测定用电极之间的电位差。从其电压值和电流值求阻抗，利用其测定值推断体脂肪率等。

25 另外最近，还开发了用于更简便地测定体脂肪率的装置（所谓体脂肪计），并且大量销售。例如，在特开平 7—51242 号公报中记载的装置中，采用在用两手握住的左右拉手的每一个上配置通电用电极以及测定用电极，在被检查者握住该拉手时，两手的手指一侧密切接触通电用电极的同时，手腕一侧密切接触测定用电极的结构，使得根据由此取得的
30 阻抗推断去脂肪量、体脂肪率、体内水分量、基础代谢量等各种信息。

另外，在特公平 5—49050 号公报中记载的装置中，采用被检查者在测定台上放置两只脚的同时在两只脚脚掌一侧密切接触电极的结构，使得能够同时测定体重和体内脂肪率。

5 发明的内容

在上述的身体成分测定装置中，把一只手与一只脚之间、两只手之间或者两只脚之间作为电流路径测定阻抗。在把一只手与一只脚之间作为电流路径测定其之间的电位差的情况下，由于与脚部或者腕部相比较横截面大数十倍的胸部或者腹部（躯干部分）成为电流路径的一部分，因此脚部或者腕部对于阻抗的贡献相对加大，反之，腹部的皮下脂肪，腹腔内脂肪（内脏脂肪）的贡献降低。为此，在测定结果中难以体现腹部的皮下脂肪、腹腔内脂肪的增减，作为其结果缺少可靠性。另一方面，在把两只手之间或者两只脚之间作为电流路径测定其之间的电位差的情况下，由于躯干部分几乎不包括在电流路径中，因此存在着推断身体全身的体脂肪率等时的误差增大的问题。

另外，以往从阻抗测定值推断体脂肪率等时，使用由根据以水中体重秤量法为推断基准的测量线生成的生体电阻抗法（BIA）产生的推断公式。但是，在这样的方法中，具有未考虑作为去脂肪结构组织的肌肉、骨骼对于阻抗的贡献程度的差异的缺点，难以减小推断误差。

进而，还以适用这样的测定法为前提，设想利用作为人体的结构组织的骨骼、肌肉以及脂肪的电特性的差异，并联连接各组织的并联模型，在各组织的结构比率以及结构组织总体与各个组织的电特性（体积电阻率）为一定的条件下，从阻抗计算身体成分。实际上在一般的成人集团中，可以说在统计上这样的条件具有相当高的可靠性。但是，在儿童等非成年人或老年人，或者运动员这样在身体上特殊的集团等中，现状是大多数情况下结构比率以及电特性根据个人差，很大地偏离上述条件，难以得到可靠性高的结果。

另一方面，如果不只是从预防肥胖的观点，而是从把握身体强化程度或者老化程度的观点出发，则身体的肌肉量、肌肉力等的测定是非常重要的。具体地讲，例如，对于运动员等特别谋求提高身体能力的人，

肌肉量是测定训练等成果的一个指标值，另外，还能够成为训练时的目标。另外，对于正在进行强化・恢复因事故或者疾病长期住院衰弱的身体部位的康复治疗的人等，也可以说是相同的。进而，如果考虑到今后的老龄人群的增加，例如，在老年人的看护现场方便地测定每个老年人的肌肉量或者肌肉力，其左右半身生中的均衡等，通过能够事前判断自立生活能力，使得能够度过高质量的日常生活那样，极大地增大了在度过日常生活的基础上，改善覆盖不充分点的生活环境以及提供特种饮食（饮食以及运动菜单）的必要性。

为了满足这样的要求，当然是能够高精度地测定以肌肉量为代表的上述各种身体成分信息，除去在医院或者体育设施（健身俱乐部）等特别的设施中使用以外，重要的是一般人能够在自己的家庭等中方便地进行测定。即，最好在测定方面不需要熟练，即使被检查者一个人也能够进行测定，而且不需要采用特别的姿势。当然，还需要价格便宜，并且根据具体情况具有某种程度的携带性或者收藏空间小。

然而，以往为了判断老年人或者疾病、事故的疗养者在身体方面具有何种程度用于度过独立的日常生活的能力，已知有日常生活动作（ADL：日常生活能力（或者生活））评价法。至今为止，作为 ADL 评价法，使用巴塞尔指数或者 FIM，而为了比较不同设施中的评价，或者维持评价的绝对性，希望更客观的 ADL 评价法。

ADL 评价法的一个观点主要是是否能够自立步行，与其最有关系的是作为大腿前部肌肉的大腿四头肌，大腿四头肌随着年龄的增长而易于衰弱，如果该肌肉衰弱则步行时膝盖难以上抬，例如，在极低的台阶（榻榻米的边缘等）绊倒，或者难以上下台阶。另外，如果左右的大腿四头肌的肌肉力差异大，则成为对于骨盆或者关节的负担的同时有可能产生左右的不均衡。如果关节一旦磨损则不能够再生，因此如果由于一侧的负担极度地磨损左右一方的关节，则不得不由此决定人的寿命。从而，为了向被检查者中提供 ADL 指标值或者基于该指标值的适宜的建议信息，高精度地测定大腿四头肌的肌肉量或者肌肉力是非常有用的。

本发明是鉴于这样的问题点而产生的，其最大的目的在于提供能够简便而且高精度地测定被检查者的体脂肪、肌肉量、肌肉力、骨骼量、

骨密度等的量或者均衡等的各种身体成分信息的身体成分测定装置，特别是，提供能够简便地提供在被检查者的下肢肌肉量等的 ADL 评价中有用的各种身体成分信息的身体成分测定装置。

- 5 在体重计等以往众多周知的测定装置中的测定姿势是立姿。但是，在站立时，为了维持浮肿或者立姿的肌肉的紧张等的影响大。因此，在本发明的身体成分测定装置中，特别是为了高精度地测定下肢部分的肌肉量、骨密度等，考虑可以进行在下肢部分的肌肉上难以增加负荷的轻松状态下的测定的坐姿或者卧姿的测定。

即，第 1 方面的身体成分测定装置的特征在于具备

- 10 a) 测定姿势维持辅助装置，其以把处在被检查者身体中的预定测定对象部位的端部的关节的弯曲角度保持为预定值的方式，对夹持该被检查者的所述关节的两侧的身体部分进行保持；

- b) 电极保持装置，当成为通过上述测定姿势维持辅助装置将上述关节的弯曲角度保持为预定值的状态时，其为了使多个电极接触上述被检查者身体的预定位置，以可以固定或者移动的方式保持该电极；
- 15

c) 阻抗测定装置，其使用上述电极测定上述测定对象部位的阻抗；

d) 推断运算装置，其根据所测定的阻抗，推断与被检查者的上述测定对象部位相对应的或者与身体总体的身体成分或健康状态相关联的各种信息。

- 20 这里，所谓「身体成分或者与健康状况状态关联的各种信息」例如是测定被检查者的体脂肪量（率），去脂肪量（率），体内水分量（率），肌肉量（率），骨骼量（率），肌肉力，骨密度，肥胖度，基础代谢量，能量代谢量，日常生活活动的能力的 ADL 指标值等，上述的量或者率能够以身体全身，身体的每个部位，或者左右、上下、近位与远位等的均衡状态等为对象。
- 25

- 在上述第 1 方面的身体成分测定装置中，所谓测定对象部位，是成分组织的截面积比率大致一定的能够近似为预定长度的圆柱形模型的部位，具体地讲，例如，能够把从手腕到肩窝（肩膀最高点附近）的腕部和从脚腕到脚的根（转动点附近）的脚部分别作为左右各 1 个身体部位，
- 30 把胴体作为躯干体，作为 1 个身体部位。更理想的是，能够把腕部从肘分开为 2 个，作为小臂部分、大臂部分的 2 个身体部位。对于脚部也相同，能够从膝盖分开为 2 个，作为小腿部分、大腿部分的 2 个身体部位。

进而，在上肢部分中，还能够把从手腕到手背的手指顶端附近的部分作为 1 个身体部位，对于下肢部分也能够把从脚腕到脚背的脚指顶端附近的部分作为 1 个身体部位。另外，还可以把这些身体部位进一步细致划分的单位作为 1 个身体部位，例如，把左右小臂部分的手背部分附近或者小腿部分的脚腕部分附近作为 1 个身体部位。

在推算这样的测定对象部位的肌肉量时，该测定对象部位的长度或者截面积的尺寸成为参数，例如，下肢部分的弯曲肌肉群以及伸展肌肉群的肌肉长度或者肌肉截面积依赖于膝盖的弯曲角度，上肢部分的弯曲肌肉群以及伸展肌肉群的肌肉长度或者肌肉截面积依赖于肘的弯曲角度。因此，如果不把膝盖或者肘等的关节的角度保持为一定，则难以进行再现性高的测定。另外，与把膝盖或者肘完全伸直的状态相比较，稍微弯曲的状态能够可靠地捕捉夹持该关节的前后的位置，能够容易地进行电极的接触位置的定位，难以产生位置偏移等。进而，通过能够正确地进行电极的定位，还能够提高阻抗测定的精度。

在第 1 方面的身体成分测定装置中，由测定姿势维持辅助装置把膝盖或者肘等关节的角度固定为预定值。这里，预定值不是强行弯曲关节所需要的角度，而是始终不给被检查者带来负担的能够进行自然姿势下的弯曲的角度。为了使多个电极接触预定位置以便测定以这样固定的关节为端部的测定部位的阻抗，使用能够固定地或者移动地保持该电极的电极保持装置。而且，通过使用这些电极，由阻抗测定装置对于测定对象部位的阻抗进行测定，推断运算装置根据该阻抗，推断与测定对象部位相对应的身体成分信息或者身体全身的身体成分信息。

从而，如果依据第 1 方面的身体成分测定装置，则能够在测定中把测定对象部位的肌肉组织、脂肪组织、骨骼组织的各个身体成分组织的截面积几乎保持为一定，另外由于正确地决定用于测定的电极的接触位置，因此能够以很高的精度推断与被检查者的测定对象部位相对应的或身体全身的身体成分，或者与健康状态相关联的各种信息，同时顺便还能够对于被检查者提供健康管理或增进健康，或者与康复、训练等有关的适当的建议。

另外，特别是如果依据测定以膝盖或者肘这样的 1 个或者左右一对

关节为端部的测定对象部位的结构，则装置很小而且易于进行操作。从而，能够进行简单的测定，还能够抑制装置本身的成本。

在上述身体成分组织中，由于上肢部分或者下肢部分的弯曲肌肉群以及伸展肌肉群的肌肉长度或者肌肉截面积很大地依赖于肘或者膝盖的弯曲角度的程度，因此能够在把关节的角度固定在自然弯曲角度的状态下进行测定则对于提高精度贡献很大。

这里，第2方面的身体成分测定装置特征在于具备

- a) 用于把处在被检查者身体中的预定测定对象部位的端部的关节的角度保持为预定值的测定姿势维持辅助装置；
- 10 b) 使多个电极接触上述被检查者身体的预定位置的能够固定地或者移动地保持该电极的电极保持装置；
- c) 使用上述电极测定上述测定对象部位的阻抗的阻抗测定装置；
- d) 根据所测定的阻抗，推断与被检查者的上述测定对象部位相对应的或者身体总身的肌肉量的推断运算装置。

15 如果依据这样的身体成分测定装置，则由于能够简便而且高精度地测定被检查者的肌肉量，因此，例如对于运动员等特别谋求提高身体能力的人，或者通过康复治疗等谋求恢复运动能力的人等，能够提供作为训练等的指标的适当信息，能够提供高的**动机**。特别是，通过测定伴随着年龄增长等易于衰弱的大腿四头肌的肌肉力或者左右的均衡，能够
20 提供判断老年人或者疾病・事故的疗养者在身体上能否独立度过日常生活的指标，并且顺便能够提供在度过日常生活方面的基础上与改善覆盖不充分点的生活环境或者饮食（饮食以及运动菜单）有关的指南等。

另外，一般在骨骼体积不随着年龄增长而变化的前提下，骨骼的水分含有量增加与骨骼内部的绝缘性高的矿物质（钙等）随着年龄增长而
25 减少的对应部分，其电特性即阻抗降低。从而，根据阻抗能够高精度地测定骨密度特别是伴随着年龄增长的骨密度的降低。

这里，第3方面的身体成分测定装置特征在于具备

- a) 用于把处在被检查者身体中的预定测定对象部位的端部的关节的角度保持为预定值的测定姿势维持辅助装置；
- 30 b) 使多个电极接触上述被检查者身体的预定位置的能够固定地或者

移动地保持该电极的电极保持装置；

c) 使用上述电极测定上述测定对象部位的阻抗的阻抗测定装置；

d) 根据所测定的阻抗，推断与被检查者的上述测定对象部位相对应的或者身体总身的骨密度的推断运算装置。

5 这里，作为测定对象部位，通过选择脚腕附近或者手腕附近的骨骼组织的占有比例大的部位，能够高精度地测定与骨骼组织有关的信息。如果依据该第 3 方面的身体成分测定装置，则对于老年人或者特定的患者需要在骨骼组织的恶化方面加以注意的人，能够正确地测定骨密度。另外，这样的被检查者一般大多难以站立或者持续维持把腕部伸向前方

10 状态的姿势，而在第 3 方面的身体成分测定装置中，由于能够确定不采取勉强的姿势而且不加入力等的关节的角度，因此对于被检查者产生的身体的负担很小。

另外，作为第 1 至第 3 方面的身体成分测定装置的一个形态，能够采用以下的结构，即上述阻抗测定装置 c) 包括

15 c1) 至少能够用并联连接了与脂肪组织、肌肉组织以及骨骼组织相对应的各个阻抗的模型近似其身体部位的阻抗，而且，根据在可以把上述各个组织的构成比率以及该构成组织总体与各个组织的电特性视为一定那样的每个身体部位，分割人的全身构成的模型，接触被检查者的身体，测定由 1 个或者串联连接的多个上述身体部位构成的测定对象部位

20 的阻抗的多个通电用电极以及多个测定用电极；

c2) 经过上述通电用电极，至少流过纵贯上述测定对象部位的预定频率的交流电流的电流供给装置；

c3) 使用上述测定用电极测定通过该交流电流在上述测定对象部位感应的电压的电压测定装置；

25 c4) 从该电压测定值和上述交流电流的电流值计算与上述测定对象部位相对应的阻抗的运算装置。

另外，推断运算装置 d) 能够采用以下的结构，即

根据多个事前被检查者的全身以及 / 或者每个身体部位的阻抗测定结果，以及通过观察事前各个被检查者的全身以及 / 或者各个身体部位

30 内部得到的该事前被检查者的全身以及 / 或者每个身体部位的身体成分

基准信息生成的，或者进而加入该事前被检查者的身体特定化信息生成的推断公式，推断与该被检查者的测定对象部位相对应的或者该被检查者的全部身体成分或与健康状态相关联的各种信息、肌肉量或者骨密度。

这里，「观察各个事前被检查者的全身以及 / 或者各身体部位的内
5 部」的装置最好进行非破坏的观察，例如能够使用核磁共振成像装置（MRI）或者 CT 扫描装置等能够从外部取得身体内部的剖面图像的装置。例如如果使用 MRI，则由于能够拍摄在每个预定的间隔圆切了人体的腹腔、腕、脚等的剖面图像，因此在该每个剖面图像区别身体组织（脂肪、肌肉、骨骼等）的种类，求各个量或者占有比率，进而，通过把对于
10 包含在预定部位中的全部剖面的分析结果进行积分，能够得到对于其预定部位的身体组织的量或者占有比率。如果对于身長、体重、年齢、性别等（即后述的身体特定化信息）不同的大量的监视（事前被检查者），进行基于这种观察的计测的同时，测定与各身体部位相对应的阻抗，根据这些结果生成推断公式，则能够得到高精度的推断公式。

15 进而，在上述第 1 至第 3 方面的身体成分测定装置中，还具备取得被检查者的身体特定化信息的身体特定化信息取得装置，上述推断运算装置能够采用根据测定的阻抗和上述身体特定化信息，推断与该被检查者的测定对象部位相对应的或该被检查的身体全身的身体成分或者与健康状态相关联的各种信息、肌肉量或者骨密度的结构。

20 在上述身体特定化信息中，除去与被检查者的体格，例如身長、体重、身体的一部分（脚等）的长度或者其周围长度这样的身体部位的部分尺寸等的信息以外，还包括年齢、性别等，而除此以外，还可以包括疾病或者受伤等的履历等对于身体、健康产生影响的各种信息。这样的身体特定化信息由于在身体成分方面具有非常大的相关性，因此通过参
25 照这样的信息能够大幅度地提高身体成分的推断精度。

另外，还可以通过被检查者自身或者测定承担人进行的输入操作输入身体特定化信息，而上述身体特定化信息取得装置还可以采用根据作为身体特定化信息之一提供的被检查者的身長，进而考虑体重、年齢、性别等推断测定对象部位的尺寸，把其也作为身体特定化信息之一的部
30 位长度推算装置的结构。另外，上述身体特定化信息取得装置还可以采

用包括用于实际测量被检查者的测定对象部位的尺寸的尺寸计测装置。
由此，如上述那样由于与推断测定对象部位长度的情况相比较进一步提高其尺寸的精度，因此其结果将提高身体成分信息的推算精度。

而通常，对于事前被检查者的上述那样的阻抗测定或者使用了 MRI
5 的身体内部的计测是在仰卧姿势下，把膝盖或者肘等关节完全伸直的状态即弯曲角度大约 180° 的状态下进行。在这样的姿势下，阻抗测定和身体内部计测时，例如大腿部分的肌肉尺寸（肌肉长度以及肌肉截面积）由于几乎相同，因此能够求出正确的推断公式。用这样得到的推断公式进行对于被检查者的身体成分推断运算时，为了使推断误差最小的最佳
10 状态是被检查者的测定姿势与上述事前被检查的测定姿势相同。这是因为由此被检查者的身体中的弯曲肌肉群以及伸展肌肉群的伸曲状态成为与上述事前被检查者相同的状态。从而，为了根据推断公式以很高的推断精度推断被检查者身体成分，最理想的是使膝盖或者肘的弯曲角度成为 180° 。另外，这里所说「 180° 」是通常的人把关节完全伸直的状态，
15 当然角度并不限于正好是 180° 。

另一方面，对于老年人或者身体柔韧性低的被检查者，在坐在地板的状态下伸开两腿使关节的弯曲角度成为 180° 不能够说是舒服的姿势。即，通过稍微弯曲膝盖使脚掌一侧的肌肉松弛的状态对于被检查者来说大多是更舒服的姿势。另外，如后述那样，在阻抗的测定精度由于受到
20 该测定时的电极的接触位置的影响，因此如果不提高电极的接触位置精度则难以保证测定的再现性。在使膝盖伸直的状态下难以确定电极的接触位置，而如果维持稍微弯曲膝盖的状态，则易于确定把膝盖夹在中间
25 的脚掌一侧的电极的接触位置。但是，如果弯曲膝盖，大腿部分或者小腿部分的肌肉的长度或者截面积从上述条件偏移，则推断精度的降低成为问题。

一般，把膝盖从 180° 弯曲 20° 左右时，其前后的肌肉的长度或者截面积的变化量与强烈弯曲了膝盖（例如 $120^\circ \sim 110^\circ$ 以下）时相比较相对减小，在这样的测定中，能够使由角度偏移产生的影响停留在最小限度。从而，如果关节的弯曲角度是 160° 左右，则能够满足上述条件，姿势也
30 比较舒服，而且电极的定位精度也充分高。但是，一般由于使膝盖再稍

微弯曲一些的状态是舒服的姿势，因此在即使牺牲若干精度也要重视测定的容易性的情况下可以把弯曲角度取为 140° 左右。

这是因为，虽然从推算精度的观点出发，关节的弯曲角度最好是 180° ，但是如果从对于被检查者的测定的容易性（姿势的舒适性）以及
5 确保电极的定位精度的容易性出发，弯曲角度最好是大约 140° ～小于 180° 。从而，作为第 1 至第 3 方面的身体成分测定装置的一个形态，测定姿势维持辅助装置能够把被检查者的关节的角度维持在大约 140° ～ 180° 的范围内的预定角度。另外，这里所谓「小于 180° 」由于是上述的不是「 180° 」的状态，即，不是把关节伸直了的状态，因此指的是有意
10 识地稍微弯曲了关节的状态。

为了维持这样的测定姿势，测定姿势维持辅助装置对于把 2 个下肢伸向前方采用坐姿的被检查者，能够采用在该下肢的下侧至少担持膝盖背面一侧的结构。具体地讲，作为一个形态，测定姿势维持辅助装置能够采用具有用于放置下肢的浅台形或者三角形的倾斜面。另外作为其它
15 的形态，测定姿势维持辅助装置还可以采用在预定的高度具有担持膝盖背面的大致平行的棒形体的结构。

另外，对于老年人或者病弱体虚者等，由于难以采用坐在地板上把脚伸向前方的姿势，因此可以考虑允许降低测定精度，而希望以更舒服的姿势进行测定的情况。因此，为了这样做，测定姿势维持辅助装置还
20 可以采用把被检查者的关节的角度维持为大约 90° 的结构。为了维持这样的测定姿势，测定姿势维持辅助装置能够采用包括具备用于使被检查者坐下的座面的椅子形的形态，并且在被检查者把膝盖几乎弯曲成直角的状态下脚掌接触地板或者与其相当的大致水平面的高度设置上述座面的结构。如果依据该结构，则能够与坐在地板上相比较，检查者以更舒服
25 的姿势进行测定。

另外，作为第 1 至第 3 方面的身体成分测定装置的一个实施形态，采用作为测定电极，具备分别接触被检查者的两个膝盖附近的一对电极，以及接触躯干部分或者上肢部分的至少一个电极，另一方面，作为通用电极，具备分别接触从该被检查者的躯干部分离开两个膝盖的位置的
30 一对电极的结构。另外，接触躯干部分或者上肢部分的至少一个上述测

定由电极可以接触被检查者的手掌。这是因为通过检查者握住物体这样的极自然的行为，能够使测定用电极可靠地密切接触手掌。另外，通用电极能够采用接触被检查者的两个胫部。

在该实施形态的身体成分测定装置中，通过一对通用电极至少在5 在被检查者的两个大腿部分（测定对象部位）流过微弱的交流电流。由此，在左右的大腿部分中分别感应电压。现在，由于在没有成为电流路径的身体部位中不流过电流，因此在电压计测感应路径上不发生电位差，该身体部位可以看成只是为了测定电压的单纯的导线。即，例如被检查者的手掌与下肢部分（严密地讲，是连接两个大腿部分的股间部分附近）10 之间，可以忽视存在于该部分中的阻抗而视为简单的导线。从而，例如如果计测右手掌与右膝盖之间的电位差，则由于该电压测定路径中，电流路径只是右大腿部分，因此与计测由右大腿部分的阻抗产生的电位差相同。从这样得到的电压计测值和电流值，能够计算右大腿部分的阻抗。

上述那样计算出的阻抗是能够用并联连接了分别与脂肪组织、肌肉15 组织以及骨骼组织相对应的各个阻抗的模型近似该身体部位的阻抗的身体部位，而且，与这些各个组织的构成比率以及该构成组织总体与各个组织的电特性能够视为一定的单位的身体部位相对应。这样分割了的身体部位与在计算出身体成分时作为基准的模型，即利用了上述 MRI 的测定结果的模型相当严密地一致。因此，如上述那样对于模型化了的身体20 部位能够进行精度非常高的推断。

具体地讲，在上述实施形态中，上述推断运算装置至少能够推断被检查者的大腿部分的肌肉量或者与该肌肉量具有相关性的其它的身体成分信息。另外，上述推断运算装置还能够推断左右大腿部分的肌肉量的25 均衡状态或者与该均衡状态具有相关性的其它的身体成分信息。进而，上述推断运算装置能够利用根据上述身体特定化信息推算的大腿长度。

在进行有关大腿部分的肌肉的测定时，根据上述理由，如果不把膝盖的弯曲角度保持为一定则不能够进行再现性高的测定。另外，与把膝盖完全伸直的状态相比较，稍微弯曲的状态能够可靠地捕捉膝盖的位置，能够易于进行测定用电极的定位。

30 例如，另一方面，把该通用电极设置成使得位于比该棒形体低的

位置，接触腿肚子背面的结构。如上述那样在使膝盖的弯曲角度成为 140° ~小于 180° 时，由于膝盖背面成为弯曲的顶部，因此通过采用把接触膝盖附近的上述测定用电极接触两个膝盖的背面一侧的位置，能够正确地进行测定用电极的定位。

- 5 进而，能够采用把接触膝盖附近的上述测定用电极设置在用于放置下肢的浅台形或者三角形的测定姿势维持辅助装置的顶端部，把接触两个胫部的通电用电极设置在其倾斜面上的结构，或者，能够采用把该测定用电极设置在担持膝盖背面的大致水平的上述棒形体的上面，另一方面，把该通电用电极设置成使得位于比该棒形体低的位置而且接触腿肚子
- 10 子的背面的结构。

- 进而作为其它的形态，能够采用把接触膝盖附近的测定用电极配置成使得按压两个膝盖的表面的结构。通常，如果是弯曲了膝盖的状态，则当然能够按压，而即使在几乎完全伸直的状态下，膝盖也稍稍突出。从而，如果利用该突出，对于该膝盖的表面能够可靠地确定测定用电极
- 15 的接触位置。

另外，接触膝盖附近的测定用电极还能够采用配电成使得在把该装置夹在两个膝盖之间时接触两个膝盖内侧的结构。如果依据这种结构，则能够利用被检查者并住两只脚的力，提高测定用电极对于膝盖内侧的接触性。

- 20 另外，接触手掌的测定用电极具有被检查者握住的拉手形的形态，作为上述电极保持装置，能够采用具备用于把该拉手形的形状的电极从本体部分拉出的手柄的结构。

- 另外作为其它的形态，接触手掌的测定用电极具有被检查者握住的拉手形的形态，作为电极保持装置，能够采用经过电缆从本体部分连接
- 25 的结构。另外，还可以采用接触手掌的测定用电极分别配置在本体部分的两个侧面，当被检查者在该本体部分的两个侧面加入手时，该测定用电极接触手掌的结构。

- 另外，电极保持装置能够采用具备用于调整上述测定用电极的接触位置的电极位置调整装置。如果依据该结构，则与被检查者的体格的差异
- 30 无关，能够使测定用电极的接触位置与预定位置正确地吻合，能够进

行高精度的测定。另外，还可以采用在电极位置调整控制中同时设置用于根据其调整位置计测测定对象部位的尺寸的尺寸计测装置的结构。由此，不需要手工输入作为身体特定化信息之一的测定对象部位的尺寸，能够简化测定作业。另外，由于没有测定对象部位的尺寸的输入错误，
5 输入由实际计测得到的正确值，其结果将提高身体成分信息的推断精度。

另外，作为第 1 至第 3 方面的身体成分测定装置的一个实施形态，能够采用在把电系统电路安装在内部的箱形的本体部分的两个侧面、下表面或者其附近的面上，在隔开预定间隔距离的位置配置上述测定用电极，在测定时能够在使两个膝盖的间隔离开一定距离的状态下进行测定
10 的结构。即，如果两个脚相接触则不能够进行正确的测定，而依据上述结构，能够可靠地防止两只脚相接触。另外，还可以采用在上述本体部分的正面或者上表面设置显示单元的结构。在该显示单元中，例如，能够显示与操作・输入有关的信息，以及作为测定结果的各种信息，显示文字或者标志等。

15 另外，作为其它的实施形态，电极保持装置能够由被检查者把持并且移动到身体上的任意位置，上述阻抗测定装置能够采用进行与由该电极保持装置保持的测定用电极的接触部位的不同点相对应的阻抗的测定的结构。如果依据该结构，则由于至少一个测定用电极兼用于测定身体上的多个位置，因此有利于降低装置的成本。

20 进而，作为其它的实施形态，阻抗测定装置能够采用主要分开为用于进行对于被检查者的上肢部分的测定的第 1 单元和用于进行对于下肢部分的测定的第 2 单元，而且用在该第 1 以及第 2 单元之间进行信号收发
25 的电缆连接的结构。另外，还可以采用以无线进行该第 1 以及第 2 单元之间的信号收发的结构。作为无线的方式，可以考虑电波、光、超声波等。在前者的结构中，通过由电缆进行的连接能够降低成本，另一方面，在后者的结构中，由于没有电缆因此不存在测定时或者处理时的麻烦。

进而，作为其它的实施形态，还能够采用在测定姿势维持辅助装置中设置至少在被检查者的身体的一部分上提供刺激的刺激加入装置的结构。
30 这里所说的刺激，是对于被检查者的身体全身或者一部分的身体组

织提供良好影响，例如，强化生体组织，或者促进血液循环或新陈代谢等，其结果对于改善・提高健康状态做出贡献。

作为具体的形态，刺激加入装置能够采用作为按摩被检查者的身体的至少一部分的按摩装置的结构，例如，测定姿势维持辅助装置可以采用具有按摩功能的椅子的结构。如果依据这样的结构，则通过在按摩的前后分别进行上述的测定，则由于能够容易地确认由按摩产生的血液循环改善，浮肿改善等效果，因此能够谋求有效地增进健康・恢复健康。

附图说明

10 图 1 是与在本发明的身体成分测定装置中使用的测定方法相对应的人体的阻抗结构的近似模型图。

图 2 是把图 1 的近似模型图适用在实际测定时的简化模型图。

图 3 是示出用 MRI 取得的身体部位的剖面图像的概念图 (A) 以及与身体部位的长度方向相对应的各组织的面积分布图 (B)。

15 图 4 是在本测定方法中利用的圆柱形的成分模型 (A) 及其等效电路 (B)。

图 5 是本发明第 1 实施例的身体成分测定装置的外观斜视图。

图 6 是示出使用了第 1 实施例的身体成分测定装置的测定状态的斜视图。

20 图 7 是说明使用了第 1 实施例的身体成分测定装置的测定状态的侧面图。

图 8 是第 1 实施例的身体成分测定装置的电系统结构图。

图 9 是示出用第 1 实施例的身体成分测定装置进行测定时的顺序的流程图。

25 图 10 是用第 1 实施例的身体成分测定装置进行测定时的人体的阻抗结构的近似模型图。

图 11 是第 1 实施例的变形例的身体成分测定装置的外观斜视图。

图 12 是示出使用了图 11 的测定装置的测定状态的侧面图。

图 13 是第 1 实施例的变形例的身体成分测定装置的外观斜视图。

30 图 14 是示出使用了图 13 的测定装置的测定状态的斜视图。

图 15 是第 1 实施例的变形例的身体成分测定装置的外观斜视图。

图 16 是示出使用了图 15 的测定装置的测定状态的斜视图。

图 17 是第 1 实施例的变形例的身体成分测定装置的外观斜视图。

图 18 是第 1 实施例的变形例的身体成分测定装置的外观斜视图。

5 图 19 是示出使用了图 18 的测定装置的测定状态的俯视图。

图 20 是本发明第 2 实施例的身体成分测定装置的外观图，(A) 是俯视图，(B) 是仰视图。

图 21 是示出使用了第 2 实施例的身体成分测定装置的测定状态的侧面图。

10 图 22 是第 2 实施例的变形例的身体成分测定装置的外观图，(A) 是正面图，(B) 是仰视图。

图 23 是示出使用了图 22 的测定装置的测定状态的侧面图。

图 24 是第 2 实施例的变形例的身体成分测定装置的外观斜视图。

图 25 是示出使用了图 24 的测定装置的测定状态的俯视图。

15 图 26 是本发明第 3 实施例的身体成分测定装置的外观图，(A) 是侧面图，(B) 是仰视图。

图 27 是示出使用了图 26 的测定装置的测定状态的侧面图。

图 28 是由图 26 的测定装置进行测定时的脚部分的放大斜视图。

20 图 29 是本发明第 4 实施例的身体成分测定装置的第 1 测定单元的外观斜视图。

图 30 是第 4 实施例的身体成分测定装置的第 2 测定单元的外观斜视图，(A) 是侧面图，(B) 是俯视图。

图 31 是示出使用了第 4 实施例的身体成分测定装置的测定状态的侧面图。

25 图 32 是第 1 测定单元的电系统结构图。

图 33 是第 2 测定单元的电系统结构图。

图 34 是本发明第 5 实施例的身体成分测定装置的外观斜视图。

图 35 是示出使用了第 5 实施例的身体成分测定装置的一部分的斜视图。

30 图 36 是示出使用了第 5 实施例的身体成分测定装置的测定状态的斜

视图。

图 37 是第 5 实施例的变形例的身体成分测定装置的外观斜视图。

图 38 是图 37 的测定装置的部分放大图。

5 图 39 是用于说明使用了图 37 的测定装置的测定状态的部分侧面图。

图 40 是示出使用了第 5 实施例的其它变形例的身体成分测定装置的测定状态的斜视图。

图 41 是图 40 的测定装置的部分斜视图。

图 42 是本发明第 6 实施例的身体成分测定装置的部分放大图。

10 图 43 是示出使用了第 6 实施例的身体成分测定装置的测定状态的外观斜视图。

图 44 是示出本发明第 7 实施例的身体成分测定装置的测定状态的侧面图。

15 图 45 是本发明第 1 实施例的其它变形例的身体成分测定装置的外观斜视图。

图 46 是示出使用了图 45 的测定装置的测定状态的侧面图。

图 47 是示出使用了本发明第 1 实施例的其它变形例的身体成分测定装置的测定状态的侧面图。

具体实施方式

20 以下详细地说明本发明的身体成分测定装置的具体结构或者动作。
首先，在说明具体例子之前，说明本发明的身体成分测定装置中的测定方法。

25 图 1 是与该测定方法相对应的人体的阻抗结构的近似模型图。在本测定方法中，把人体细分多个区段，求各区段单位的阻抗或者串联连接了多个区段的阻抗。另外，为了使根据阻抗的身体成分信息的推算精度提高，在每个身体成分比较一定的即易于用后述的圆柱模型近似的部位设定区段。

如果具体地进行说明，则对于除去头部以及手指尖、脚指尖的身体总体，分割为左手腕，左小臂部分，左大臂部分，右手腕，右小臂部分，
30 右大臂部分，左大腿部分，左小腿部分，左脚腕，右大腿部分，右小腿

部分，右脚腕以及躯干部分共 13 个区段。使分别独立的阻抗与这 13 个中的每个区段相对应，假设如图 1 所示那样连接了各个阻抗的模型。这里，把左手腕，左小臂部分，左大臂部分，右手腕，右小臂部分，右大臂部分，左大腿部分，左小腿部分，左脚腕，右大腿部分，右小腿部分，右脚腕以及躯干部分的 13 个区段的阻抗分别记为 Z_{LW} , Z_{LFA} , Z_{LUA} , Z_{RW} , Z_{RFA} , Z_{RUA} , Z_{LFL} , Z_{LCL} , Z_{LH} , Z_{RFL} , Z_{RCL} , Z_{RH} 以及 Z_T 。

为了测定这 13 个阻抗，对于被检查者的四肢，设定 4 个电流供给点 $Pi1 \sim Pi4$ ，以及 12 个电压测定点 $Pv1 \sim Pv12$ 。电流供给点 $Pi1 \sim Pi4$ 是两只手背部分的中指的根部附近，两只脚背部分的中指的根部附近。另一方面，电压测定点 $Pv1 \sim Pv12$ 是左右的手掌，左右的手腕，左右的肘，左右的脚根的下部，左右的脚腕，左右的膝盖。

现在，如果选择 4 个电流供给点 $Pi1 \sim Pi4$ 中的 2 个点，在其之间流过电流，测定预定的两个点的电压测定点之间的电位差，则该电位差可以视为在 1 个阻抗或者多个串联连接的阻抗的两端感应的电位差。另外，由于在偏离电流的流通路径的身体部位中几乎不流过电流，因此对于与该部位相当的区段能够忽略阻抗而视为简单的导线。

作为一个例子，如图 2 所示，考虑在两只脚的电流供给点 $Pi3$ 、 $Pi4$ 之间流过电流的情况。这时，两只脚腕的电压测定点 $Pv5$ 、 $Pv6$ 之间的电位差成为与串联连接了 Z_{LCL} , Z_{LFL} , Z_{RFL} , Z_{RCL} 的阻抗，即左右两只脚部分的阻抗相对应的电压。另外，两个膝盖的电压测定点 $Pv7$ 、 $Pv8$ 之间的电位差成为与串联连接了 Z_{LFL} 和 Z_{RFL} 的阻抗，即左右两个大腿部分的阻抗相对应的电压。进而，例如，左手掌的电压测定点 $Pv9$ 与左膝盖的电压测定点 $Pv7$ 之间的电位差由于左上肢部分以及躯干部分能够视为简单的导线，因此成为与左大腿部分的阻抗相对应的电压。

其它的电流供给点、电压测定点在身体部位中也能够进行同样的测定，由于这一点是很明确的，因此通过利用这样的测定，能够分别独立地高精度地求出上述 13 个区段的阻抗。

在本方法中，基本的是独立地求出上述 13 个区段的阻抗，而进行简易的测定时，难以在被检查者的身体上设置上述那样的 4 个电流供给点和 12 个电压测定点。因此，还可以考虑把串联连接相互邻接的多个区段

作为一个区段。另外，例如，在希望得到关于大腿部分的肌肉量这样的特定的身体部位的身体成分信息时，只要测定一部分身体部位的阻抗就很充分。由此，不需要设定 4 个电流供给点和 12 个电压测定点全部，只要最低设定 2 个电流供给点和 2 个电压测定点，就能够进行上述那样的阻抗的测定。根据这样取得的阻抗的测定值和身体特定化信息推断身体成分信息。

其次，说明根据上述那样得到的阻抗的测定值的身体成分信息的推断方法。该推断方法的特征在于，在根据阻抗测定值和身体特定化信息推断身体成分信息时，利用灵活地运用通过 MRI 收集了的身体成分信息生成的推断公式。

众所周知，用 MRI 能够得到人体任一部位的剖面图像。如果依据该剖面图像，则能够了解该剖面中的肌肉、脂肪、骨骼这样的身体组织的量或者各自的比率。因此，如图 3（A）所示，沿着作为对象的身体部位的长度方向在每个预定厚度 D（例如 10mm）取得圆切了该身体部位的剖面图像，从各个剖面图像分别计算脂肪、肌肉、骨骼这样的身体组织的量（面积）。其结果，由于可以得到图 3（B）所示的与身体部位的长度方向相对应的各个组织的面积分布，因此沿着长度方向把它们积分，决定对于该身体部位的各个身体组织的量。在本测定方法中，如上述那样由于把身体分割为 13 个区段，因此对于各个区段单位，易于适用该 MRI 法，而且由于设定各个区段使得易于近似为圆柱体，因此能够以很高的精度求各个身体组织的量。

以下，对于主要的身体成分信息的推断方法叙述几个例子。

[1] 全身的身体成分的推断

这里所说的成分是体脂肪率 %Fat，去脂肪量 LBM，脂肪量 FM 等。

25 [1—1] 全身的体脂肪率的推断方法的例子

以往，根据 Lukaski.H.C 等人的研究，作为基于生体阻抗（LBM）法的去脂肪量（LBM）的推断公式，使用下面的公式。

$$LBM [kg] = a_0 + b_0 \cdot (H^2 / Z_1) + c_0 \cdot W + d_0 \cdot A g$$

这里, a_0 、 b_0 、 c_0 、 d_0 是常数 (二次回归系数), 根据性别数值不同。另外, H 、 W 、 Ag 以及 Z_1 分别是被检查者的身高、体重、年龄以及手腕到脚腕之间的阻抗。

使用该去脂肪量 LBM 和体重 W , 用下面的公式求体脂肪率 $\%Fat$ 。

5

$$\%Fat = \{ (W - LBM) / W \} \times 100$$

另外, 用下面的公式求脂肪量 FM 。

$$FM = W - LBM$$

10

另外, 还能够不使用上述的推断公式而利用在后述的方法求出的公式求去脂肪量 LBM 。

[1—2] 全身的去脂肪量的推断方法的例子

把构成身体的上述 13 个区段的每一个看成圆柱模型, 推断身体成分。作为这样的方法考虑以下 2 个。

15

[1—2—1] 把四肢以及躯干部分的区段单位看作一个个独立的变量, 生成二次回归式的方法

为了简单, 考虑把身体全身分割为四肢以及躯干部分的 5 个区段的情况。如果把身体全身的去脂肪量记为 LBM , 左右两个腕部分的去脂肪量记为 LBM_h , 左右两个脚部分的去脂肪量记为 LBM_L , 躯干部分的去脂肪量记为 LBM_{tr} , 则成为。

20

$$LBM_h \propto H_h^2 / Z_h$$

H_h : 两个腕部或者一个腕部的长度, Z_h : 两个腕部或者一个腕部的阻抗

25

$$LBM_L \propto H_L^2 / Z_L$$

H_L : 两个脚部或者一个脚部的长度, Z_L : 两个脚部或者一个脚部的阻抗

$$LBM_{tr} \propto H_{tr}^2 / Z_{tr}$$

H_{tr} : 躯干长度, Z_{tr} : 躯干的阻抗

30

从而, 能够建立下面的 (1) 式。

$$LBM = a_0 + b_0 \cdot H_h^2 / Z_h + c_0 \cdot H_L^2 / Z_L + d_0 \cdot H_{tr}^2 / Z_{tr} + e_0 \cdot W + f_0 \cdot Ag \quad \dots (1)$$

这里，体重 W 、年龄 Ag 是用于提高相关性的补充参数。 Ag 的项用于修正由年龄引起的组织特性差异， W 的项用于修正体重对于骨骼组织的应力产生的对于骨密度等特性的影响等。当然，由于男女的性别差别，根据性别， a_0 、 b_0 、 c_0 、 d_0 、 e_0 、 f_0 等常数也不相同。

一般，确认了上述 H_h 、 H_L 、 H_{tr} 在每个人与身長 H 具有很高的相关性。因此 (1) 式中的 H_h 、 H_L 、 H_{tr} 能够置换为身長 H ，成为下面的 (2) 式。

$$LBM = a_0' + b_0' \cdot H^2 / Z_h + c_0' \cdot H^2 / Z_L + d_0' \cdot H^2 / Z_{tr} + e_0' \cdot W + f_0' \cdot Ag \quad \dots (2)$$

这里， Z_h 可以是两个腕部或者一个腕部的阻抗的任一个，在是一个腕部的情况下推断为左右相同。对于 Z_L 也同样。另外， Z_h 或者 Z_L 可以左右分别测定两个腕部或者两个脚部的阻抗，使用其平均值。另外在 (1) 式中，如果把四肢的左右也视为是独立的，则成为下面的 (3) 式。

$$LBM = a_0'' + b_0'' \cdot H_{hr}^2 / Z_{hr} + c_0'' \cdot H_{hl}^2 / Z_{hl} + d_0'' \cdot H_{lr}^2 / Z_{lr} + e_0'' \cdot H_{ll}^2 / Z_{ll} + f_0'' \cdot H_{tr}^2 / Z_{tr} + g_0'' \cdot W + h_0'' \cdot Ag \quad \dots (3)$$

H_{hr} : 右腕部长度, Z_{hr} : 右腕部的阻抗
 H_{hl} : 左腕部长度, Z_{hl} : 左腕部的阻抗
 H_{lr} : 右脚部长度, Z_{lr} : 右脚部的阻抗
 H_{ll} : 左脚部长度, Z_{ll} : 左脚部的阻抗

进而在 (1) 式中，如上述那样，在能够进行细分为 13 个区段的测定的情况下，能够生成下面的 (4) 式。

$$LBM = a_0 + b_0 \cdot H_{UAR}^2 / Z_{UAR} + c_0 \cdot H_{FAR}^2 / Z_{FAR} + d_0 \cdot H_{UAL}^2 / Z_{UAL} + e_0 \cdot H_{FAL}^2 / Z_{FAL} + f_0 \cdot H_{FLR}^2 / Z_{FLR} + g_0 \cdot H_{CLR}^2 / Z_{CLR} + h_0 \cdot H_{FLL}^2 / Z_{FLL} + i_0 \cdot H_{CLL}^2 / Z_{CLL} + j_0 \cdot H_{tr}^2 / Z_{tr} + k_0 \cdot W + l_0 \cdot Ag \quad \dots (4)$$

其中，(1)、(2)、(3)、(4) 式可以不需要包括所有的变量项，实质上仅由有效的独立变量项构成。即，上述各式可以考虑最大变量项的例子。

- 5 [1—2—2] 用各个区段单位推断身体成分，把该推断值代入到身体总体的身体成分的推断式中的方法。

如果把腕部的去脂肪量记为 LBM_h ，把脚部的去脂肪量记为 LBM_L ，把躯干部分的去脂肪量记为 LBM_{tr} ，则能够建立下面的 (5) 式。

$$\begin{aligned} LBM &= a_0 + b_0 \cdot LBM_h + c_0 \cdot LBM_L + d_0 \cdot LBM_{tr} \quad \dots (5) \\ LBM_h &= a_1 + b_1 \cdot H_h^2 / Z_h + c_1 \cdot W + d_1 \cdot Ag \\ LBM_L &= a_2 + b_2 \cdot H_L^2 / Z_L + c_2 \cdot W + d_2 \cdot Ag \\ LBM_{tr} &= a_3 + b_3 \cdot H_{tr}^2 / Z_{tr} + c_3 \cdot W + d_3 \cdot Ag \end{aligned}$$

- 15 (5) 式是与 (1) 是相对应的公式，而同样，也能够生成与 (3)、(4) 式相对应的公式。

[1—3] 全身的肌肉量以及骨骼量的推断方法

- 一般全身的总肌肉量 (TMM) 根据以往所知的解剖学的的数据等，是去脂肪量 (LBM) 的 50% 左右。同样，全身的总骨骼量 (TBM) 是体重 W 的 16% 左右或者去脂肪量 (LBM) 的 18% 左右。从而，如果利用该数值，能够容易地从上述那样求出的去脂肪量 LBM 或者体重 W，大致计算出总肌肉量 (TMM) 或者总骨骼量 (TBM)。

- 另外，确认了总肌肉量 (TMM) 或者总骨骼量 (TBM) 与去脂肪量 (LBM) 存在有意的相关性。从而，还可以考虑生成基于与 LBM 推断公式相同变量项的二次回归式。

$$\begin{aligned} TMM &= a_0 + b_0 \cdot H^2 / Z_1 + c_0 \cdot W + d_0 \cdot Ag \\ TBM &= a_1 + b_1 \cdot H^2 / Z_1 + c_1 \cdot W + d_1 \cdot Ag \end{aligned}$$

- 30 上式是最简单的公式，如上所述，为了进行更严密地推算，还可以

生成更复杂的推断公式。

[2] 每个区段单位的身體成分的推断

[2—1] 去脂肪量的推断方法

对于各个区段，分别适用图 4 (A) 所示圆柱形状的成分模型。即，
5 各个区段具有截面积 A_f 的脂肪组织，截面积 A_m 的肌肉组织，截面积 A_b 的骨骼组织，其长度每一个都设为是 L 。如果把脂肪组织、肌肉组织以及骨骼组织的体积电阻率分别记为 ρ_f 、 ρ_m 以及 ρ_b ，则脂肪组织、肌肉组织以及骨骼组织的阻抗 Z_f 、 Z_m 以及 Z_b 是

$$\begin{aligned} Z_f &= \rho_f \cdot (L/A_f) \\ Z_m &= \rho_m \cdot (L/A_m) \\ Z_b &= \rho_b \cdot (L/A_b) \end{aligned}$$

区段单位的阻抗 Z_0 在电气上能够近似为图 4 (B) 所示各个组织的
15 阻抗 Z_f 、 Z_m 、 Z_b 的并联模型。从而，阻抗 Z_0 成为下面的 (11) 式。

$$1/Z_0 = (1/Z_f) + (1/Z_m) + (1/Z_b) \quad \cdots (11)$$

把去脂肪量的体积计为 V_{LBM} ，密度记为 D_{LBM} 。密度 LBM 根据以前的研究是已知的。去脂肪量 LBM 模成为。

$$20 \quad LBM = V_{LBM} \cdot D_{LBM}$$

这里是

$$V_{LBM} = A_{LBM} \cdot L = (A_m + A_b) \cdot L = \rho_m \cdot (L^2/Z_m) + \rho_b \cdot (L^2/Z_b) \quad \cdots (12)$$

25

如果把 (11) 式变形代入到 (12) 式中，则成为。

$$V_{LBM} = \rho_m \cdot L^2 \cdot \left[(1/Z_0) - (1/Z_f) \right] + (\rho_b - \rho_m) \cdot (L^2/Z_b) \quad \cdots (13)$$

30

这里，各个组织的体积电阻率的关系是 $\rho_m < \rho_b < \rho_f$ 。

首先，如果去除手腕、脚腕等远位局部的影响（条件 A），则能够视为 $A_b \ll A_m$

从而

$$5 \quad Z_f (= \rho_f \cdot (L/A_f)) > Z_b (= \rho_b \cdot (L/A_b)) \gg Z_m (= \rho_m \cdot (L/A_m)) > Z_o$$

如果把其适用在（13）式中，则成为

$$10 \quad V_{LBM} = \rho_m \cdot (L^2/Z_o) + (\rho_b - \rho_m) \cdot (L^2/Z_b) \quad \cdots (14)$$

这里由于是

$$\rho_m \cdot (L^2/Z_o) \gg (\rho_b - \rho_m) \cdot (L^2/Z_b)$$

15 因此

$$V_{LBM} = \rho_m \cdot (L^2/Z_o)$$

从而

$$20 \quad LBM = D_{LBM} \times \rho_m \cdot (L^2/Z_o)$$

因而，使用预定的函数 $f(x)$ ，成立以下的关系。

$$LBM = f(L^2/Z_o)$$

25 另一方面，在考虑手腕、脚腕等远位局部的影响的情况下（条件 B）
则能够设为。

$$A_b < A_m$$

从而

$$30 \quad \rho_m \cdot (L^2/Z_o) > (\rho_b - \rho_m) \cdot (L^2/Z_b) = \Delta V_b$$

- 5 一般体重 W 越重，用于保持身体的骨骼组织的体积 V_b 越增加，因此能够推断 $V_b \propto \Delta V_b \propto f(W)$ 的关系。这里，根据 (14) 式

$$V_{LBM} = \rho_m \cdot (L^2 / Z_o) + (\rho_b - \rho_m) \cdot (L^2 / Z_b) = \rho_m \cdot (L^2 / Z_o) + \Delta V_b \doteq \rho_m \cdot (L^2 / Z_o) + f(W)$$

- 10 由此

$$LBM = f(L^2 / Z_o, W)$$

- 15 进而，如果考虑各个组织随着年龄的变化以及由于性别差异的不同，用二次回归分析生成推断公式，则成为

$$LBM = a'' + b'' \cdot (L^2 / Z_o) + c'' \cdot W + d'' \cdot Ag \quad \cdots (15)$$

- 20 这里， a'' 、 b'' 、 c'' 、 d'' 是常数（二次回归系数），根据性别它们的值不同。把根据 MRI 法求出的去脂肪量 LBM 适用在上述二次回归分析的推断公式中，可以根据每种性别求常数 a'' 、 b'' 、 c'' 、 d'' 。

[2—2] 肌肉量的推断方法

基本上与上述的去脂肪量的推断相同。如果把肌肉层的体积记为 V_{MM} ，密度记为 D_{MM} ，则肌肉量 MM 成为

$$MM = V_{MM} \cdot D_{MM}$$

25

如果使用肌肉量的阻抗 Z_m ，则是

$$V_{MM} = \rho_m \cdot (L^2 / Z_m)$$

在上述的条件 A 下，可以考虑成

$$MM \doteq LBM = a + b \cdot (L^2 / Z_0) + c \cdot Ag \quad \cdots (16)$$

而在条件 B 下，是

5

$$LBM = MM + BM = a + b \cdot (L^2 / Z_0) + c \cdot W + d \cdot Ag \quad \cdots (17)$$

在 L^2 / Z_0 的项中还包括肌肉量 MM 以外的骨骼 BM 的信息，是不能够分离的。因此，在 9 个区段中如果考虑满足条件 A、B 的区段，则是

满足条件 A 的区段：大臂部分，大腿部分

10 满足条件 B 的区段：小臂部分，小腿部分

已知大臂部分与小臂部分，以及大腿部分与小腿部分的各个肌肉量之间的相关性在每个人都非常高。因此，上述大臂肌肉量信息 MM_U ，小臂肌肉量信息 MM_F 。即，根据用 MRI 法计算出的 MM_{UA} 以及 MM_{FA} 的回归分析，抽取出下面那样的推断公式。

15

$$MM_{FA} = a_m + b_m \cdot MM_{UA} \quad \cdots (18)$$

同样，使用按照 MRI 法计算出的大腿肌肉量信息 MM_{FL} ，推断小腿肌肉量 MM_{CL} 。

20

$$MM_{CL} = a'_m + b'_m \cdot MM_{FL} \quad \cdots (19)$$

由此，由于大臂部分以及大腿部分等近位区段的肌肉量满足条件 A，因此能够用 (16) 式求出。另外，通过把用该 (16) 式求出的大臂肌肉量以及大腿肌肉量适用在 (18)、(19) 式中，能够推断小臂肌肉量以及小腿肌肉量。

25

[2—3] 骨骼量的推断方法

着眼于满足条件 B 的小臂部分以及小腿部分，从用 (15) 式求出的去脂肪量 LBM_{FA} 、 LBM_{CL} 减去用 (18)、(19) 式求出的 MM_{FA} 、 MM_{CL} ，能够求出骨骼量 BM_{FA} 、 BM_{CL} 。

$$BM_{FA} = LBM_{FA} - MM_{FA} \quad \cdots (20)$$

30

$$BM_{CL} = LBM_{CL} - MM_{CL} \quad \cdots (21)$$

根据用 (20)、(21) 式求出的骨骼量，推断其它的满足条件 A 的区段以及全身的骨骼量。即，与肌肉量的情况相同，在每个人，小臂部分
5 与大臂部分的骨骼量，以及大腿部分与小腿部分的骨骼量也分别具有很高的相关性。因此，根据使用 MRI 法计算出的 BMFA、BMCL 的回归分析抽取出下面的推断公式。

$$BM_{UA} = a_b + b_b \cdot BM_{FA} \quad \cdots (22)$$

$$BM_{FL} = a'_b + b'_b \cdot BM_{CL} \quad \cdots (23)$$

10

同样，还能够计算出根据基于 MRI 法的回归分析的全身骨骼量以及腕部、脚部的推断公式。

另外，上述推断方法以计算每个区段的去脂肪量、肌肉量、肌肉力、
15 骨骼量为前提，而如果以推断 1 个区段内的每个单位长度的去脂肪量、肌肉量、肌肉力、骨骼量为前提生成推断公式，则有时可以得到更高精度的结果。这样的方法特别是在具有特殊体型的运动员，具体地讲，在大臂部分和大臂部分，或者大腿部分和小腿部分中，区段长度等左右均衡显著不同的情况下特别有效。

20 其次说明把肌肉量、骨骼量作为每单位长度的值进行推断的方法的一个例子。圆柱模型的体积 V、截面积 A、长度 L 的关系由于是

$$V = A \cdot L,$$

25 因此是

$$V/L = A = \rho \cdot (L/Z)$$

如果把上述 (16) ~ (23) 式改写为每单位长度，则成为以下公式

30

$$MM/L \doteq LBM/L = a + b \cdot (L/Z_0) + c \cdot Ag \quad \cdots(16)'$$

$$LBM/L = (MM+BM)/L = a + b \cdot (L/Z_0) + c \cdot W + d \cdot Ag \quad \cdots(17)'$$

$$MM_{FA}/L_{FA} = a_m + b_m \cdot MM_{UA}/L_{UA} \quad \cdots(18)'$$

$$MM_{CL}/L_{CL} = a'_m + b'_m \cdot MM_{FL}/L_{FL} \quad \cdots(19)'$$

$$5 \quad BM_{FA}/L_{FA} = LBM_{FA}/L_{FA} - MM_{FA}/L_{FA} \quad \cdots(20)'$$

$$BM_{CL}/L_{CL} = LBM_{CL}/L_{CL} - MM_{CL}/L_{CL} \quad \cdots(21)'$$

$$BM_{UA}/L_{UA} = a_b + b_b \cdot BM_{FA}/L_{FA} \quad \cdots(22)'$$

$$BM_{FL}/L_{FL} = a'_b + b'_b \cdot BM_{CL}/L_{CL} \quad \cdots(23)'$$

10

从而

15

$$MM_{UA} = (MM_{UA}/L_{UA}) \cdot L_{UA}$$

$$MM_{FA} = (MM_{FA}/L_{FA}) \cdot L_{FA}$$

$$MM_{FL} = (MM_{FL}/L_{FL}) \cdot L_{FL}$$

$$MM_{CL} = (MM_{CL}/L_{CL}) \cdot L_{CL}$$

$$LBM_{FA} = (LBM_{FA}/L_{FA}) \cdot L_{FA}$$

$$20 \quad LBM_{CL} = (LBM_{CL}/L_{CL}) \cdot L_{CL}$$

$$BM_{UA} = (BM_{UA}/L_{UA}) \cdot L_{UA}$$

$$BM_{FA} = (BM_{FA}/L_{FA}) \cdot L_{FA}$$

$$BM_{FL} = (BM_{FL}/L_{FL}) \cdot L_{FL}$$

$$BM_{CL} = (BM_{CL}/L_{CL}) \cdot L_{CL}$$

25

另外，在使用了函数式 f 的表现中，能够成为。

30

$$\begin{aligned}
 MM_{UA} &= f(L_{UA}^2/Z_{UA}) \quad \text{又は} f(L_{UA}^2/Z_{UA}, W, Ag) \\
 MM_{FL} &= f(L_{FL}^2/Z_{FL}) \quad \text{又は} f(L_{FL}^2/Z_{FL}, W, Ag) \\
 MM_{FA} &= f(L_{FA}^2/Z_{FA}, L_{UA}^2/Z_{UA}, W, Ag) \quad \text{或} f(L_{FA}^2/Z_{FA}, L_{UA}^2/Z_{UA}, W, Ag) \cdot L_{FA} \\
 MM_{CL} &= f(L_{CL}^2/Z_{CL}, L_{FL}^2/Z_{FL}, W, Ag) \quad \text{或} f(L_{CL}^2/Z_{CL}, L_{FL}^2/Z_{FL}, W, Ag) \cdot L_{CL}
 \end{aligned}$$

[3] 基础代谢量的推断方法

基础代谢量的一般的推断方法如下。

基础代谢量 (BM) [kCal] / 日 $\approx$ 安静代谢量 (RM) / 1.2 $\propto$ 安静时氧摄取量 (VO_{2r}) [mL / min] $\propto$ 去脂肪量 (LBM) [kg] $\propto$ 总肌肉量 (TMM) [kg]

这里，例如如果假定 LBM 是 59.9kg，则

$$VO_{2r} = (LBM + 7.36) / 0.2929 = 229.635 \text{ [mL/min]}$$

RQ (呼吸熵) 为一定的 0.82 时，1 升的 O_2 气体的热产生性是 4.825kCal。从而，一天的氧消费量是

$$229.635 \text{ [mL/min]} \cdot 60 \text{ [min]} \cdot 24 \text{ [Hr]} = 330.674 \text{ [L]}$$

基础代谢量 BM 是

$$BM = 4.825 \text{ [kCal]} \cdot 330.674 = 1595.5 \text{ [kCal]}$$

这里，在去脂肪量 LBM 的组织中着眼于肌肉。如果依据本测定方法，则能够高精度地推算各个区段的肌肉量 MM。因此，认为与去脂肪量 LBM 相比较，使用了总肌肉量 TMM 能够改善基础代谢量 BM 以及安静代谢量 RM 的推算精度。即，可以生成以下的二次回归式。

$$BM \text{ (或 } RM) = f \text{ (TMM)}$$

5 或者

$$BM \text{ (或 } RM) = f \text{ (}\sum \text{ 各区段的 } MM)$$

10 另外，在肌肉中，能够推测根据其部位对于基础代谢量的贡献有差异。具体地讲，由于与腕部相比较，能够推测脚部对于基础代谢量的贡献大，因此与总肌肉量 TMM 相比较，能够期待脚部（大腿部分以及小腿部分）的肌肉量与基础代谢量 BM 以及安静代谢量 RM 的高相关性。因此，可以生成以下的二次回归式。

15

$$BM \text{ (或 } RM) = f \text{ (MM}_{FL}, MM_{CL})$$

进而，由于脂肪组织对于基础代谢量几乎没有贡献而被排除在外，但是，虽然与肌肉组织相比较脂肪组织是低活性的，但是仍然具有某种程度的代谢，为了以更高精度进行推断，把脂肪组织也考虑在内的推断公式是有用的。即，还可以使用脂肪量 FM，生成以下的二次回归式。

20

$$BM \text{ (或 } RM) = f \text{ (TMM, FM)}$$

25 以往，特别是在女性的情况下，基础代谢量与去脂肪量的相关性不一定很高，还不如与体重的相关性高。即，这一点显示出不能够忽视脂肪组织的代谢，由于如果依据本测定方法，也能够高精度地推算脂肪量 FM，因此，把这样的脂肪量也考虑在内的基础代谢量的推断在提高精度方面非常有效。

30 [4] ADL 指数的推断方法

这里，作为 ADL 指数利用了大腿四头肌肌肉量、大腿四头肌最大肌肉力、体重支撑指数，而也可以是除此以外的指标值。大腿四头肌肌肉量由于与包括该大腿四头肌的脚部或者大腿部分的肌肉量具有很高的相关性，因此能够容易地从上述那样计算出的脚部或者大腿部分的肌肉量推算。另外，最大肌肉力由于与肌肉量具有很高的相关性，因此大腿四头肌最大肌肉力能够容易地从上述大腿四头肌肌肉量推断。进而，能够从该大腿四头肌最大肌肉力和体重推算体重支撑指数。

如以上那样，如果依据本测定方法，则根据用 MRI 法计算出的各个组织量的回归分析，能够以很高的精度从阻抗的测定值推断各个组织量或者基础代谢量等身体成分信息或者反映健康状态的信息。

接着，说明使用了上述测定方法的本发明的身体成分测定装置的具体结构例及其动作。在本实施例的身体成分测定装置中，特别地高精度而且简便地测定以大腿部分为中心的下肢部分的肌肉量、肌肉力等。

如果已经说明过的那样，作为适用上述 MRI 法，以高精度进行测定的要素，重要的是在使被检查者的大腿部分的肌肉的伸曲状态接近于生成推断公式时的事前被检查者的肌肉的伸曲状态的状态，即，在完全伸直膝盖的状态或者接近于该状态下进行阻抗的测定，在测定时把被检查者的膝盖弯曲角度保持为一定，以及使电极的接触位置的精度（再现性）良好。

如果测定位置（上述电压测定点）的定位精度低，则难以进行再现性高的测定的理由如下。即，如上述那样，由于某个区段的阻抗 Z 对于截面积 A 、长度 L 、体积电阻率 ρ 是

$$Z = \rho \cdot (L/A)$$

25

因此，区段的体积 V 成为

$$V = A \times L = (\rho \cdot L/Z) \times L = \rho \cdot (L^2/Z)$$

30 如从该公式明确的那样，由于肌肉的体积与测定部位的长度的二次

方成比例，因此测定位置的定位精度的分散性将对于测定结果产生很大的影响。

进而，重要的是被检查者可以不采用勉强的姿势，或者即使是老年人或孩子、身体的柔韧性差的人等也能够舒服地进行测定。在满足这些
5 种种条件的以下的实施例 1 至 4 的身体成分测定装置中，在使被检查者坐在地板上或者仰卧的状态下，把膝盖的弯曲角度维持在 $140\sim 180^\circ$ 范围内的预定角度，主要是利用接触其膝盖背面一侧的电极进行阻抗测定。

第 1 实施例

图 5 是本发明第 1 实施例的身体成分测定装置 1 的外观斜视图，图
10 6 示出使用了本测定装置 1 的测定状态的斜视图，图 7 是说明测定状态的侧面图。本实施例的身体成分测定装置 1 如图 7 所示，具备本体部分 10，该本体部分 10 具有当被检查者 B 坐在地板上伸开双脚放置两个膝盖时，使得其弯曲角度 θ 分别成为大约 160° 那样形成了倾斜形状的锥形部分 11L、11R，在锥形部分的 11L、11R 的顶端部分具备接触膝盖背面的
15 的测定用电极 14L、14R，在锥形部分 11L、11R 的斜面上具备接触胫部背面的通电用电极 13L、13R。另外，在本体部分 10 的两个侧面，在侧方向突出设置着 U 字形的拉手柄 12L、12R，在拉手柄 12L、12R 中具备通过被检查 B 握住而接触手掌的测定用电极 15L、15R。进而，在本体部分 10 的上表面，由锥形部分 11L、11R 夹在中间，适宜地倾斜设置着
20 具有多个操作键和显示器的操作显示单元 16，使得被检查者易于观看。

另外，通电用电极以及测定用电极可以使用不锈钢等金属，而为了增强接触性，还可以使用导电性橡胶等具有缓冲性的材料或者导电性塑料等，或者还可以采用插入缓冲材料，在接触面上配置金属膜等导电性材料的结构。

25 如果被检查者 B 采用图 6 所示的适当的测定姿势，则在隔开预定间隔的两只脚的胫部的背面接触通电用电极 13L、13R，在两个膝盖的背面接触测定用电极 14L、14R，在两只手掌接触测定用电极 15L、15R。由此，如在图 10 中用模型图所示那样，确保 2 个电流供给点 $Pi3'$ 、 $Pi4'$ 和 4 个电压测定点 $Pv7$ 、 $Pv8$ 、 $Pv9$ 、 $Pv10$ 。这里，电流供给点 $Pi3'$ 、 $Pi4'$
30 相当于图 1 中的电流供给点 $Pi3$ 、 $Pi4$ ，只要是比电压测定点 $Pv7$ 、 $Pv8$ 远

的位置（离开躯干部分较远的位置），而且在满足基于所谓四电极法的阻抗测定的测定条件的距离以上的离开电压测定点 Pv7、Pv8 的位置，则可以任意的任意位置。

图 8 是本测定装置 1 的电系统结构图。2 个通电用电极 13 L、13R 连接在发生频率 f_0 的恒流高频信号的电流源 101 上。这里，高频信号的频率 f_0 通常适当地设定在 10kHz~100kHz 的范围。另一方面，4 个测定用电极 14 L、14R、15 L、15R 连接到电极选择单元 102，根据来自运算・控制单元 100 的指示所选择的 2 个测定用电极连接到差动放大器 103 的输入端。

差动放大器 103 的输出连接到带通滤波器（BPF）104，在这里去除频率 f_0 以外的信号成分。然后，由检波单元 105 进行检波・整流，抽取频率 f_0 的信号成分，进而由放大器 106 放大。然后，由模数（A / D）变换器 107 将该信号变换为数字信号输入到运算・控制单元 100。运算・控制单元 100 以 CPU 或者包括 ROM、RAM 等的微机为中心构成，通过根据预先保存在 ROM 中的控制程序执行各种处理，达到上述那样的阻抗测定或者身体成分信息的推断运算处理等。另外，在本体部分 100 中具备蓄电池等电源单元 108。

按照图 9 的流程图说明进行使用了本测定装置 1 的身体成分测定时的顺序。如果被检查 B 像图 6 所示那样，把自己的两只脚放在本体部分 10 的上面，然后按压设置在操作显示单元 16 中的电源开关投入电源（步骤 S11），则本装置 1 起动，执行包括各种初始化处理，测定电路系统的自检查处理等的测定准备处理（步骤 S12）。然后，被检查者 B 通过操作键 161 的预定操作输入身長、年龄、性别等身体特定化信息（步骤 S13）。运算・控制单元 100 判断是否输入了最低限度的所必需的输入项目（步骤 S14），在具有未输入的项目的情况下返回到步骤 S13，催促输入不足的项目。如果在步骤 S14 中判断为输入了必需的项目，则运算・控制单元 100 执行阻抗测定（步骤 S15）。

即，在两个通电用电极 13 L、13R 之间从电流源 101 流过微弱的高频电流。由此，流过纵贯左大腿部分与右大腿部分的电流。在该状态下，首先，由电极选择单元 102 选择接触左膝盖的测定用电极 14 L 和接触左

手掌的测定用电极 15L, 测定其两端之间的电位差, 把其测定值提供到运算・控制单元 100。如在图 10 中所明确的那样, 这时测定的电压当然是左大腿部分的阻抗 Z_{LFL} 两端的电压, 因此从其测定值能够计算出左大腿部分的阻抗 Z_{LFL} 。

5 另外在上述的说明中, 以两只手掌作为电压测定点, 而如观看图 10 所明确的那样, 如果把手掌利用为电流供给点, 例如, 在 Pv9 与 Pi3' 之间流过电流, 测定 Pv7 与 Pv8 之间的电位差, 则该电压也反映了左大腿部分的阻抗 Z_{LFL} 。这样, 即使在电流供给中利用测定用电极 15L、15R 也能够独立地测定左右大腿部分的阻抗 Z_{LFL} 、 Z_{RFL} 。

10 接着, 由电极选择单元 102 选择接触左膝盖的测定用电极 14L 和接触右手掌的测定用电极 15R, 测定其电极之间的电位差, 把其测定值提供到运算・控制单元 100。如果依据图 10, 这时测定的电压与前面的测定相同, 当然也是左大腿部分阻抗 Z_{LFL} 两端的电压, 而如果在把躯干部和或者两个上肢部分视为导线时的左右的均衡方面具有误差则电压测定
15 值有若干不同。因此, 通过把由该测定得到的计算结果与前面结果的平均值作为左大腿部分的阻抗 Z_{LFL} , 则能够进行更高精度的测定。

进而, 由电极选择单元 102 选择接触右膝盖的测定用电极 14L 和接触右手掌的测定用电极 15R, 测定其电极之间的电位差, 把其测定值提供到运算・控制单元 100, 然后, 选择接触右膝盖的测定用电极 14R 和
20 接触左手掌的测定用电极 15L, 测定其电极之间的电位差, 把其测定值提供到运算・处理单元 100。由此, 与上述相同, 能够以很高的精度计算出右大腿部分的阻抗 Z_{RFL} 。

另外, 在电压测定值异常大或者异常小的情况下, 以及对于同一部位的多次测定结果不稳定的情况下, 由于有可能不能够正确地进行测定
25 (例如电极的接触不充分等), 因此判断为测定异常(步骤 S16 中的「Y」), 通过显示或者蜂鸣音进行错误通知(步骤 S20), 并且在该状态下直接结束测定。

如果判断为所有的测定正常, 则进行在显示器 162 上显示测定结束信息等的结束报告(步骤 S17)。根据该报告, 被检查者 B 能够解除测定
30 姿势, 即把脚从本体部分 100 离开。然后, 通过运算・控制单元 100 根

据阻抗测定值和最初输入的身体特定化信息执行预定的运算处理，计算出身体成分信息或者健康状态检查信息（步骤 S18），把其结果显示在显示器 162 上（步骤 S19）。具体地讲，例如分别推算左右大腿部分的肌肉量，显示它们的每一个值和左右的均衡状态。当然，如上所述，能够推算并显示除此以外的各种信息。

如上述那样，在第 1 实施例的身体成分测定装置中，能够使被检查者 B 以舒服的姿势而且方便地测定身体成分或者与健康等有关的各种信息，把其结果提示给被检查者。

图 11 是第 1 实施例的变形例的身体成分测定装置 1a 的外观斜视图，图 12 是示出使用了本测定装置 1a 的测定状态的侧面图。对于与上述第 1 实施例的测定装置 1 具备的构成要素相同或者相当的构成要素，标注相同的符号，只要不是特别需要则省略说明。这一点对于以下实施例的装置也相同。

在该测定装置 1a 中，从把电系统电路安装在内部的本体部分 10 的两个侧面延伸设置 L 形的杆 17L、17R，在该杆 17L、17R 的底部具备大致圆柱形的测定用电极 14L、14R，在顶端部分具备相同的大致圆柱形的测定用电极 15L、15R。另外，从本体部分 10 的两个侧面还突出设置通用电极 13L、13R，如图 12 所示，如果被检查者 B 把膝盖放在测定用电极 14L、14R 上，把腿肚子放在通用电极 13L、13R 上，则构成为膝盖的弯曲角度 θ 成为大约 160° 。另外，由于用两只脚夹住本体部分 10，因此在两只脚之间确保与本体部分 10 的宽度相当的预定间隙，能够防止两个大腿部分接触。

图 13 是第 1 实施例的其它变形例的身体成分测定装置 1b 的外观斜视图，图 14 是示出使用了本测定装置 1b 的测定状态的斜视图。在该测定装置 1b 中，在把电系统电路安装在内部的本体部分 10 的两个侧壁面上具备测定用电极 15L、15R，如图 14 所示，使得被检查者 B 用两只手抱住本体部分 10 那样，使测定用电极 15L、15R 接触手掌。当然，也可以是使得被检查者易于握住或者易于松开那样，从本体部分 10 的两个侧面突出设置突出部分等，在其上面具备测定用电极 15L、15R 的结构。

图 15 是第 1 实施例的其它变形例的身体成分测定装置 1c 的外观斜

视图，图 16 是示出使用了本测定装置 1c 的测定状态的斜视图。在该测定装置 1c 中，在把电系统电路安装在内部的本体部分 10 的上表面设置着操作显示单元 16，在该操作显示单元 16 的两个侧面上突出设置的 U 字形的拉手柄 12L、12R 上具备测定用电极 15L、15R。从而，能够使被检查者 B 以更舒服的姿势握住拉手，能够使手掌可靠地接触测定用电极 15L、15R。

图 17 是第 1 实施例的又一个变形例的身体成分测定装置 1d 的外观斜视图。在该测定装置 1d 中，在正面具备操作选择单元 16 的本体部分 10 的下表面延伸设置者两个支撑脚 18L、18R，在该支撑脚 18L、18R 上具备测定用电极 14L、14R 和通电用电极 13L、13R。

图 18 是第 1 实施例的另一个变形例的身体成分测定装置 1e 的外观斜视图，图 19 是示出使用了本测定装置 1e 的测定状态的俯视图。在该测定装置 1e 中，在测定台 19 的上面，具备测定用电极 14L、14R，通电用电极 13L、13R，以及具有操作显示单元 16 的本体部分 10，用手握住的拉手形的测定用电极 15L、15R 经过电缆 20L、20R 与本体部分 10 连接。在该测定装置 1e 中，被检查者 B 如上述实施例那样，能够在把脚伸向前方，立起上身的状态下，以坐姿进行测定，而如图 19 所示那样，由于能够以仰卧姿势进行测定因此很舒服。

另外，在上述第 1 实施例（以及以下的各实施例）中的身体成分测定装置中，能够采用加入了对于身体全身或者身体一部分的生体组织带来良好影响的装置的形态。图 45 是示出作为这种装置一例的测定装置 1f 的外观斜视图，图 46 是示出本测定装置 1f 的使用状态的侧面图。

在该例中，在本体部分 10 的锥形部分 11L、11R 的倾斜面上设置适宜的红外加热器 80。如图 46 所示，当被检查者 B 把脚放在锥面部分 11L、11R 上时，由于被检查者 B 的腿肚子的背面以及大腿部分的背面接触红外加热器 80，因此能够从红外加热器 80 对于被检查者的身体提供由低温产生的按摩效果。由此，使用本测定装置 1f，在所希望时进行下肢部分的低温按摩，另外，利用上述这样的身体成分测定，还能够确认由上述按摩产生的改善血液循环，改善浮肿等效果。

另外，除去上述热的刺激以外，还可以加入机械刺激、电刺激等对

于生体组织提供良好效果的各种装置。图 47 是在锥形部分 11、11 中设置了包围被检查者 B 的腿肚子的空气按摩单元 81 的例子。

第 2 实施例

图 20 是本发明第 2 实施例的身体成分测定装置 2 的外观图，(A) 是俯视图，(B) 是仰视图。另外，图 21 是示出使用了本测定装置 2 的测定状态的侧面图。另外，图 21 中的本测定装置 2 相当于图 20 (B) 中的 A—A' 矢线剖面图。上述第 1 实施例及其变形例的测定装置构成为接触膝盖的测定用电极 14L、14R 接触膝盖的背面一侧，而在该第 2 实施例中，设置成接触膝盖的表面一侧（膝盖头）。

10 即，在扁平箱形的本体部分 10 的上表面设置操作显示单元 16，在两个侧面配置具备了测定用电极 15L、15R 的 U 字形的拉手柄 12L、12R，在底面分别在左右隔开预定距离配置测定用电极 14L、14R 和通电用电极 13L、13R。另外，测定用电极 14L、14R 设置在杯形的凹部 22L、22R 的内侧面。如图 21 所示，把两只脚伸向前方坐着的被检查者 B 在自己的脚上放置本装置 2，用两只手握住两侧的测定用电极 15L、15R。这时，
15 由于被检查者 B 的膝盖头的突起部分正好嵌入到凹部 22L、22R 中，因此测定用电极 14L、14R 可靠地接触膝盖头的顶部，通电用电极 13L、13R 接触胫部的表面。从而，能够确保与上述第 1 实施例的测定装置相同的电流供给点以及电压测定点，进行同样的测定。

20 图 22 是第 2 实施例的变形例的身体成分测定装置 2a 的外观图，(A) 是俯视图，(B) 是仰视图。另外，图 23 是示出使用了本测定装置 2a 的测定状态的侧面图。本测定装置 2a 在本体部分 10 的正面设置操作显示单元 16，在两个侧面突出设置圆柱拉手形的测定用电极 15L、15R，在底面突出设置测定用电极 14L、14R 和通电用电极 13L、13R。在这样的
25 结构中，如图 23 所示，被检查者 B 也在自己的脚上放置本测定装置 2a 进行测定。

图 24 是第 2 实施例的变形例的身体成分测定装置 2b 的外观斜视图，图 25 是示出使用了本测定装置 2b 的测定状态的俯视图。在本测定装置 2b 中，在正方体形的本体装置 10 的正面设置操作显示单元 16，在两个
30 侧壁面上部设置测定用电极 15L、15R，在两个侧壁面下部的前后方向隔

开预定距离设置着测定用电极 14L、14R 和通电用电极 13L、13R。如图 25 所示, 在被检查者 B 把脚部伸出到前方的状态下, 在两个膝盖的内侧接触测定用电极 14L、14R 的位置夹住本体部分 10, 进而, 用两只手抱住本体部分 10 的侧面上部。这时, 由于测定用电极 14L、14R 接触被检查者 B 的膝盖内侧, 通电用电极 13L、13R 接触胫部的内侧, 因此能够确保与上述第 1 实施例的测定装置相同的电流供给点以及电压测定点。

第 3 实施例

图 26 是本发明第 3 实施例的身体成分测定装置 3 的外观图, (A) 是侧面图, (B) 是俯视图。另外, 图 27 是示出使用了本测定装置 3 的测定状态的侧面图, 图 28 是测定时的脚部分的放大斜视图。该第 3 实施例的测定装置与上述第 1、第 2 实施例及其变形例的装置不同, 构成为不仅能够测定大腿部分, 而且还能够测定小腿部分或者脚腕部分的阻抗。

即, 在大致水平延伸的水平台 30 的端部设置倾斜地立起的起立片 31, 在该起立片 31 上设置插入在被检查者 B 的脚的拇指与食指之间的股缝中的木屐带形的通电用电极 13L、13R, 在其下侧设置接触脚跟背面的测定用电极 36L、36R。另一方面, 在水平台 30 上, 在下部的两侧, 沿着导轨 33 滑动自由地设置具备测定用电极 14L、14R 的本体部分 10。另外, 在相同的导轨 33 上, 在本体部分 10 与起立片 31 之间, 滑动自由地设置着在两侧具备接触脚踝内侧的测定用电极 35L、35R 的电极保持体 34。

在检测定时, 被检查者 B 如图 27 所示, 在使两只脚背接触起立片 31 的姿势下, 把导轨 33 夹在中间, 把两只脚伸出到前方, 如图 28 所示, 在脚的拇指与食指之间的股缝内插入通电用电极 13R、13。而且, 使得测定用电极 14R、14L 分别接触两个膝盖的内侧, 测定用电极 35R、35L 接触脚踝内侧那样, 分别调整本体部分 10 和电极保持体 34 的前后方向的位置。由此, 确保图 2 的电流供给点 Pi3、Pi4 和电压测定点 Pv7、Pv8、Pv5、Pv6、Pv11、Pv12。由于能够根据被检查者 B 的膝盖或者脚踝的位置适当地改变测定用电极 14R、14L, 35R、35L 的位置, 因此与被检查者 B 的体格无关, 能够可靠地使测定用电极 14R、14L, 35R、35L 接触膝盖或者脚踝。

另外，在上述测定装置 3 中，在滑动自由的本体部分 10 以及电极保持体 34 中分别在内部安装测距传感器或者位置传感器等，构成为使得对于测定共同电极 14L（或者 14R）与测定用电极 35L（或者 35R）的离开距离，测定用电极 35L（或者 35R）与测定用电极 36L（或者 36R）的离开距离进行检测。用于检测的传感器只要是能够测定两者之间的距离的传感器即可，例如，能够使用利用了超声波、光等的传感器，机械传感器等各种传感器。总之，由于用这样的传感器检测出的距离与被检查者 B 的体格相对应，因此其值能够利用为作为特定对象的身体部位的长度的信息。

10 大腿部分的长度等身体部位长度由于一般与身長具有很高的相关性，因此能够从作为身体特定化信息之一提供的身長进行推断。但是，在该第 3 实施例的测定装置 3 中，由于不是这样推断，而是根据实际测定，以很高的精度提供身体部位长度，因此能够格外地提高测定精度。

进而，在该测定装置 3 中，由于电压测定点从 4 个增加到 6 个，因此通过选择测定用电极，除去大腿部分的阻抗 Z_{LFL} 、 Z_{RFL} 以外，能够分别独立地测定小腿部分的阻抗 Z_{LCL} 、 Z_{RCL} 或者脚腕的阻抗 Z_{LH} 、 Z_{RH} 。从而，能够比第 1、第 2 实施例的测定装置进一步向被检查者提示这些各个身体部位的肌肉量或者骨骼量、骨密度等其它种类的身体成分信息。

具体地讲，脚腕（手腕也相同）附近的皮下组织或者肌肉组织薄，与肌肉或者脂肪相比较骨骼组织的比例多。即，如果用图 4 所示的模型进行考虑，则骨骼组织的截面积的占有比例相当大。因此，例如如果在两只脚之间流过了高频电流的状态下，测定脚跟与脚踝之间的电位差，从其电流值与电压值求阻抗，则该阻抗更多地包括脚腕附近的骨髓组织的信息。从而，如果使用该阻抗测定值，则不仅能够高精度地计算出该身体部位的骨骼量，还能够提高全身的骨骼量的推断精度。进而，通过可以得到骨骼组织的详细的信息，作为表示与骨骼相关的健康状态的信息，能够取得与骨密度或者骨质疏松症的进展程度等相关的信息。

第 4 实施例

本发明的第 4 实施例的身体成分测定装置 4 主要由用于进行上部部分的测定的第 1 测定单元 41 和主要用于进行下部部分的测定的第 2 测定

单元 42 构成。图 29 是第 4 实施例的身体成分测定装置 4 的第 1 测定单元 41 的外观斜视图，图 30 是第 2 测定单元 42 的外观图，(A) 是侧面图，(B) 是俯视图。另外，图 31 是示出使用了本测定装置 4 的测定状态的侧面图。第 2 测定单元 42 由于基本上与在第 3 实施例的测定装置 3 中测定膝盖以下部分的构成要素相同，因此省略说明。其中，在起立片 31 中具备后述那样用于红外光通信的红外通信模块 421 和用于通知正在进行红外通信动作的显示器 422。

另一方面，第 1 测定单元 41 具有其左右两个端部向后方一侧弯曲的上表面大致 U 字形的本体部分 410，在指向后方的两个端部，分别设置大致圆柱形的拉手部分 412L、412R。在拉手部分 412L、412R 的侧周面的上部隔开设置通电用电极 413L、413R，在下部隔开设置测定用电极 15L、15R，在本体部分 410 的两个弯曲位置的外侧侧面上设置着其它的测定用电极 415L、415R。另外，在由两个测定用电极 415L、415R 夹在中间的本体部分 410 的中央部分正面设置着操作显示单元 16。进而，在本体部分 410 的下部的两个侧壁面上设置着测定用电极 14L、14R。进而，在本体部分 410 的背面具备用于红外光通信的红外通信模块 416。

在测定时，如图 31 所示，被检查者 B 在拉手部分 412L、412R 的周面上部前面挂钩拇指的同时，使得从食指到小指向对方一侧转动那样，用两只手握住左右拉手部分 412L、412R，使两个腕子几乎向前方伸展。于是，两只手的拇指总体和食指以及中指的腹部附近接触通电用电极 413L、413R，两只手的手掌接触左右的测定用电极 15L、15R，进而两只手的手腕内侧接触左右的测定用电极 415L、415R。由此，确保图 1 中的电流供给点 $Pi1$ 、 $Pi2$ 和电压测定点 $Pv1$ 、 $Pv2$ 、 $Pv9$ 、 $Pv10$ 。另外，即使通电用电极 413L（以及 413R）和测定用电极 15L（以及 15R）相互交换其功能，实质上也能够得到相同的特性。

图 32 是第 1 测定单元 41 的电系统结构图，图 33 是第 2 测定单元 42 的电系统结构图。两个测定单元 41、42 都具备运算・控制单元 100、400，而第 1 测定单元 41 内的运算・控制单元 100 是主机，具有直到身体成分信息的推断处理的全部功能，第 2 测定单元 42 内的运算・控制单元 400 是根据来自上述主机的指示进行动作的子机，仅承担阻抗的测定。

即, 如果开始测定, 则根据需要, 从第 1 测定单元 41 对于第 2 测定单元 42 发送指示测定开始等的控制定时的信号。在第 2 测定单元 42 接受该信号执行了测定时, 把使用测定用电极 35L、35R, 36L、36R 计测的信息作为数字信号向第 1 测定单元 41 发送。在第 1 测定单元 41 中, 5 虽然也能够单独地进行使用了测定用电极 14L、14R, 15L、15R, 415L、415R 的阻抗测定, 而根据从第 2 测定单元 42 传送来的信息, 能够得到膝盖以下的电压测定点之间的电位差, 能够测定小腿部分或者脚腕部分等阻抗。从而, 不仅能够测定下肢部分的阻抗, 还能够测定上肢部分或者躯干部分的阻抗。因此, 与上述实施例的装置相比较, 除去能够提供更详细的身体成分信息以外, 还能够进一步提高其精度。10

另外, 像上述实施例那样用多个单元构成本装置的情况下, 其单元之间的通信除去利用了红外光等的光通信以外, 还能够采用利用了电波或者超声波等的各种无线方式。当然, 也可以是用电缆连接的有线方式。

以上的各个实施例及其变形例主要是被检查者采用把脚伸向前方使膝盖适当弯曲的状态下坐在地板上等的测定姿势。如已经叙述的那样, 15 虽然从测定精度的观点出发这样的测定姿势很理想, 但是根据被检查者身体状态等, 有时对于身体增加负担, 或者很勉强。因此, 以下的实施例是使得被检查者能够以更舒服的姿势进行测定的例子, 是坐在椅子形的测定装置的状态下, 即, 使膝盖的弯曲角度大约为 90° 进行测定的例子。20

第 5 实施例

图 34 是本发明第 5 实施例的身体成分测定装置 5 的外观斜视图, 图 35 是本测定装置 5 的部分斜视图, 图 36 是示出使用了本测定装置 5 的测定状态斜视图。该测定装置具有在靠背部分 51 的两侧部分具备扶手 25 55L、55R 的椅子形的形态。在扶手 55L、55R 的前端上面具备接触被检查者 B 的手掌的测定用电极 15L、15R。在座面 52 的前边缘角部设置在被检查者 B 坐着的状态下恰好接触膝盖背面的测定用电极 14L、14R, 该测定用电极 14L、14R 成为能够通过杆 59 的操作上下移动的结构。另外, 在放置两只脚的位置配置设定了左右的脚定位部分 56L、56R 的脚 30 放置台 54。在各个脚定位部分 56L、56R 上, 在指尖一侧设置着通用电

电极 13L、13R，在脚跟一侧设置着测定用电极 36L、36R。另外，在下垂部分 53 中设置上下滑动自由的保持板 57，在保持板 57 的正面，设置着突向前方，接触脚踝后方的测定用电极 35L、35R。

如图 35 所示，脚定位部分 56L（以及 56R）对于脚放置台 54 用弹簧 58L 向上方赋能，如图 36 所示，如果被检查者 B 把脚放在脚定位部分 56L、56R，坐在座面 52 上，则根据从被检查者 B 的脚掌到膝盖的高度，适当地降下脚定位部分 56L、56R，使得通电用电极 13L、13R 以及测定用电极 36L、36R 可靠地密切接触脚掌。另外，通过操作杆 59，使测定用电极 14L、14R 密切接触膝盖背面。

而且，被检查者 B 在把左右的脚放在脚定位部分 56 L、56R 上的状态下，深坐在座面 52 上，把后背靠在靠背部分 51 上，伸展背部肌肉。而且，把两只胳膊放在扶手 55 L、55R，把手掌放在测定用电极 15 L、15R 上。另外，这时，建议采用稍稍离开腋下的状态使得大臂部分不接触躯干部分。通过被检查者 B 以这样的姿势坐下，确保图 2 中的电流供给点 Pi1、Pi2 和电压测定点 Pv1、Pv2、Pv9、Pv10。

即，对于被检查者 B 的身体、设定与第 3 实施例的测定装置相同的电压测定点，能够按照相同的顺序进行测定。另外，这时膝盖的弯曲角度是大约 90°，由于与第 3 实施例的测定装置中的膝盖的弯曲角度不同，因此考虑到肌肉弯曲的影响，最好加入进行适当修正等的处理。

图 37 是第 5 实施例的变形例的身体成分测定装置 5a 的外观斜视图，图 38 是部分放大图，图 39 是用于说明使用了本测定装置 5a 的测定状态的部分侧面图。该测定装置 5a 在以大致水平的轴 61 为中心转动的转动支撑体 60 的上部，设置具备操作显示单元 16 的本体部分 10，从该本体部分 10 突出设置着与图 11 所示的例子相同结构的 L 形的杆 62L、62R。使得转动支撑体 60 到达膝盖的背面一侧那样，被检查者 B 在脚放置台 54 上的脚定位部分 56L、56R 上放置脚，坐在座面 52 上。而且，用两只手分别握住作为圆柱形拉手的测定用电极 15L、15R，把转动支撑体 60 向前方一侧按压，使得测定用电极 14L、14R 密切接触膝盖背面。由此，使测定用电极 14L、14R 可靠地接触膝盖背面的同时，由于为了进行上述那样的操作有力地握住拉手，因此还将提高测定用电极 15L、15R 对

于手掌的密切接触性。

图 40 是示出使用了第 5 实施例的其它变形例的身体成分处理装置 5b 的测定状态的斜视图，图 41 是本测定装置 5b 的部分斜视图。该测定装置 5b 是把在图 22、图 23 中说明过的放置在膝盖上的本体部分 10 与具备接触脚踝或者脚掌的测定用电极以及通电用电极的椅子组合起来的结构。把两者分离，两者之间的通信采取利用了上述的红外光的无线方式。

第 6 实施例

图 43 是示出本发明第 6 实施例的身体成分测定装置 6 的测定状态的外观斜视图，图 42 是本测定装置 6 的部分放大图。在本测定装置 6 中，接触脚踝以及脚掌的测定用电极 35L、35R，36L、36R，以及接触脚掌的通电用电极 13L、13R 的结构与上述第 5 实施例相同，而接触膝盖以及手掌的测定用电极 14L、14R，15L、15R 的结构不同。即，如图 43 所示，在本测定装置 6 中，大致圆柱形的测定单元 63 经过电缆 64 与把主要的电系统电路安装在内部的本体部分 10 连接。该测定单元 63 如图 42 所示，在电缆 64 的连接部分侧面的周面具备与手掌接触的测定用电极 15，在其相反一侧的端面具备用于接触膝盖的测定用电极 14。另外，在其中央部分具备操作显示单元 16。

被检查者 B 如图 43 所示那样，坐在座面 52 上以后，如果如图 42 所示那样用一只手握住测定单元 63，则测定用电极 15 接触手掌。在该状态下，被检查者 B 自己把该测定单元 63 的前端部分，即测定用电极 14 按压到膝盖上。在按压了的状态下，如果按下设置在操作显示单元 16 上的操作开关，则执行预定的测定。接着，把测定单元 63 替换到另一只手上，同样地在按压到另一个膝盖的状态下再次按下操作开关。这样，与被检查者的自己的操作相联动，顺序执行对于预定身体部位的阻抗的测定，最终能够得到与上述第 5 实施例相同种类的测定结果。

在该第 6 实施例的测定装置 6 中，与上述第 4 实施例相同，也能够采取通过光、电波、超声波等的无线进行本体部分 10 与测定单元 63 之间的信号传送的方法。

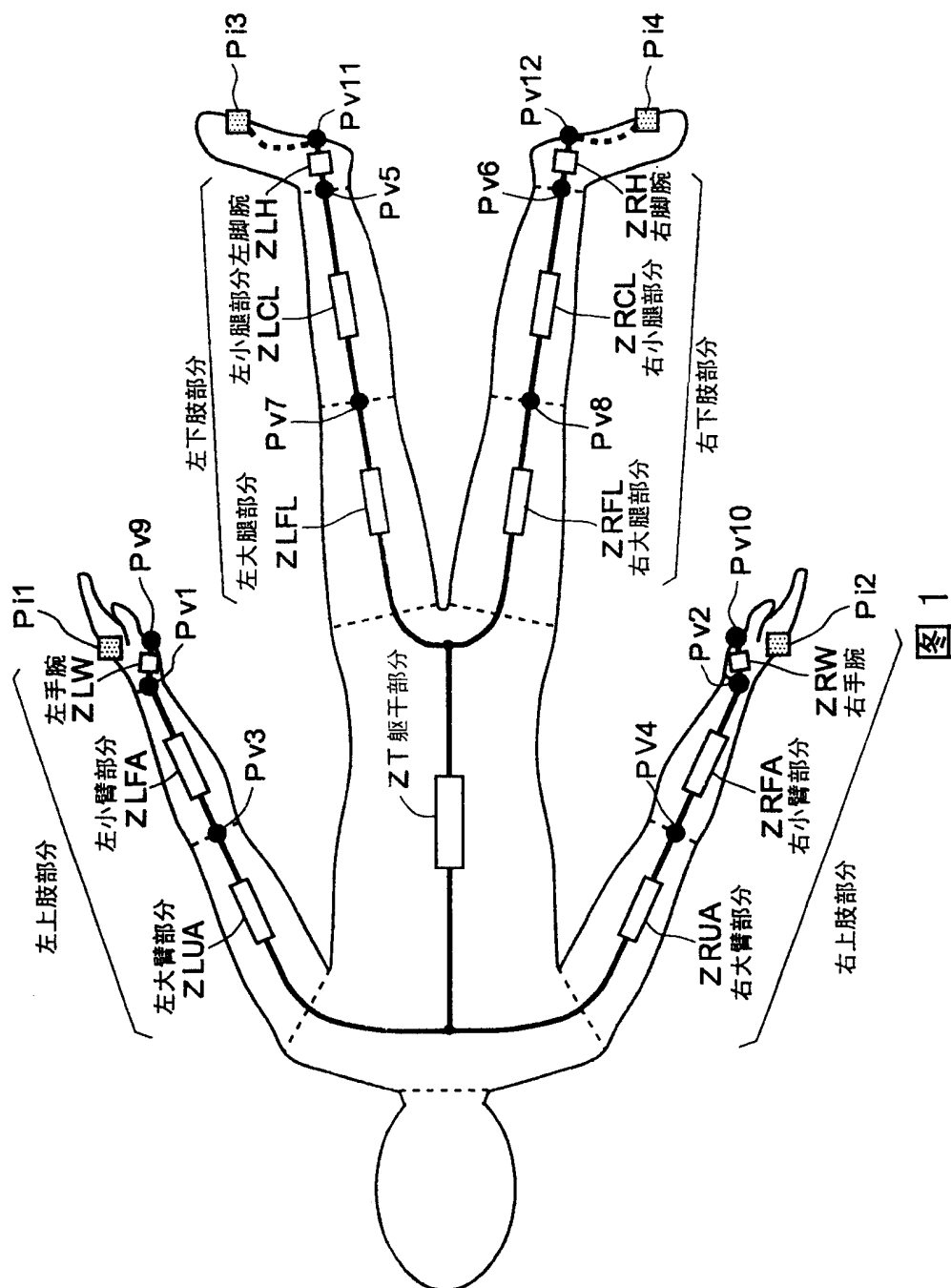
第 7 实施例

图 44 是示出本发明第 7 实施例的身体成分测定装置 7 中的测定状态

的侧面图。本测定装置 7 如上述那样，是把对于被检查者的身体提供良好刺激的装置装入到本发明的身体成分测定装置中的一例。该测定装置 7 具有包含按摩功能的躺椅的形态，在被检查者 B 放置胳膊的扶手 73 的端部上面除去具备接触手掌的测定用电极 15L、15R（其中电极 15L 由于在相反一面因此在图中没有出现。另外，电极 13L、14L、35L、36L 也相同）以外，在预定位置具备分别接触膝盖背面、脚踝背面、脚跟下面的测定用电极 14L、14R，35L、35R，36L、36R 以及接触脚掌的指尖一侧的通电用电极 13L、13R。在椅子上设置着用于从后背按摩肩膀的上部按摩部分 71 和用于按摩腿肚子的空气按摩等的下部按摩部分 72。

10 这样，通过把本发明的身体成分测定装置与按摩装置相组合，分别测定按摩前后各身体部位的肌肉量或者左右半身的均衡等，根据按摩前后的变化，能够确认肌肉中的血液循环的改善程度或者浮肿的改善效果等。

15 另外，上述的各个实施例只是本发明的一个例子，在不脱离本发明宗旨的范围内即使进行各种形态的变形或者修正也包含在本发明中，这一点是十分明确的。



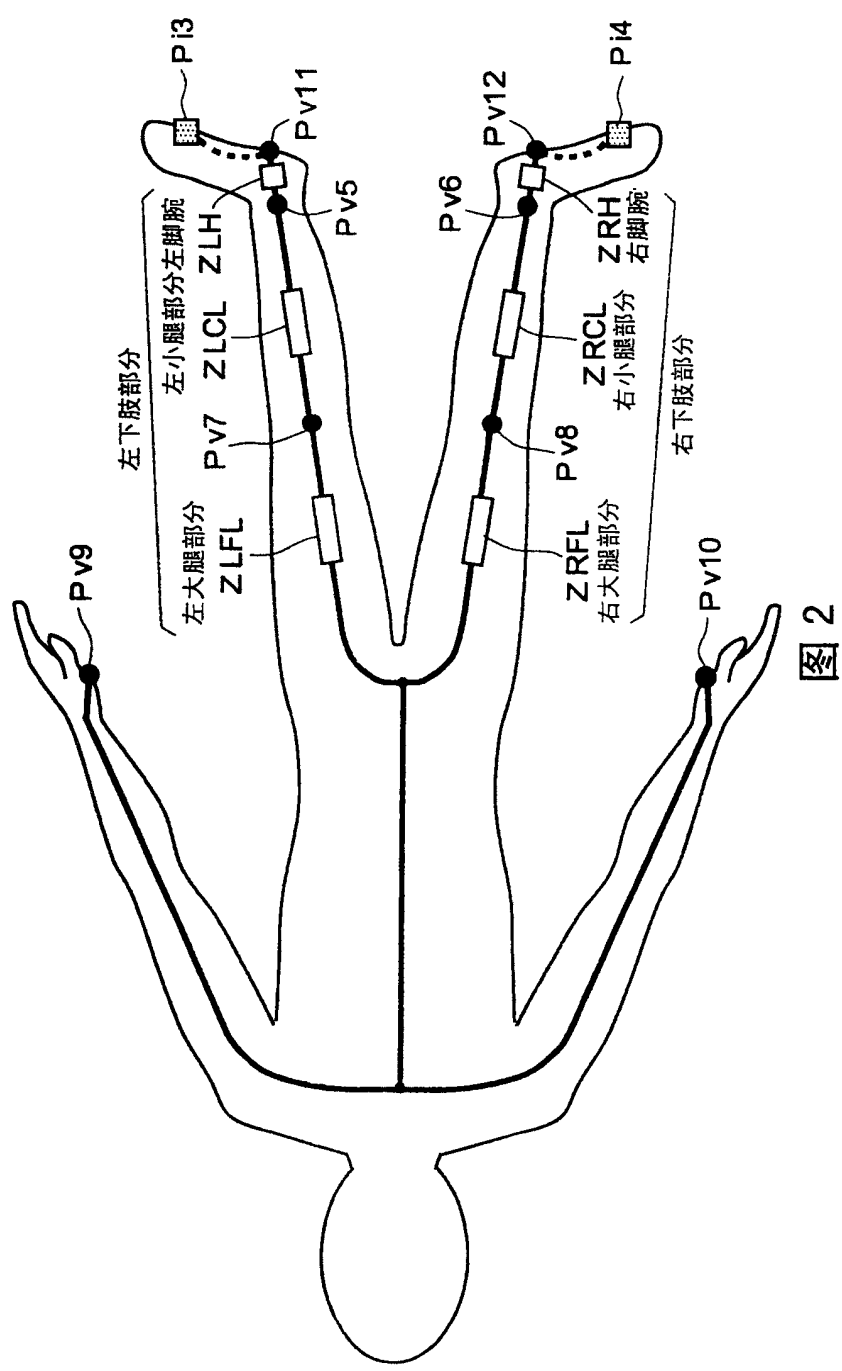


图 2

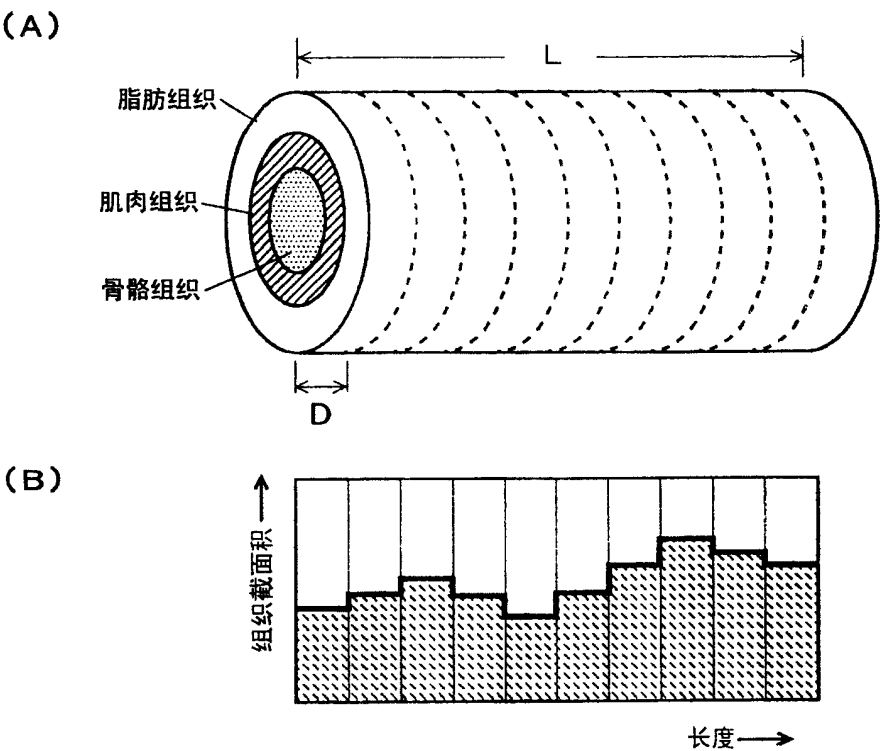


图 3

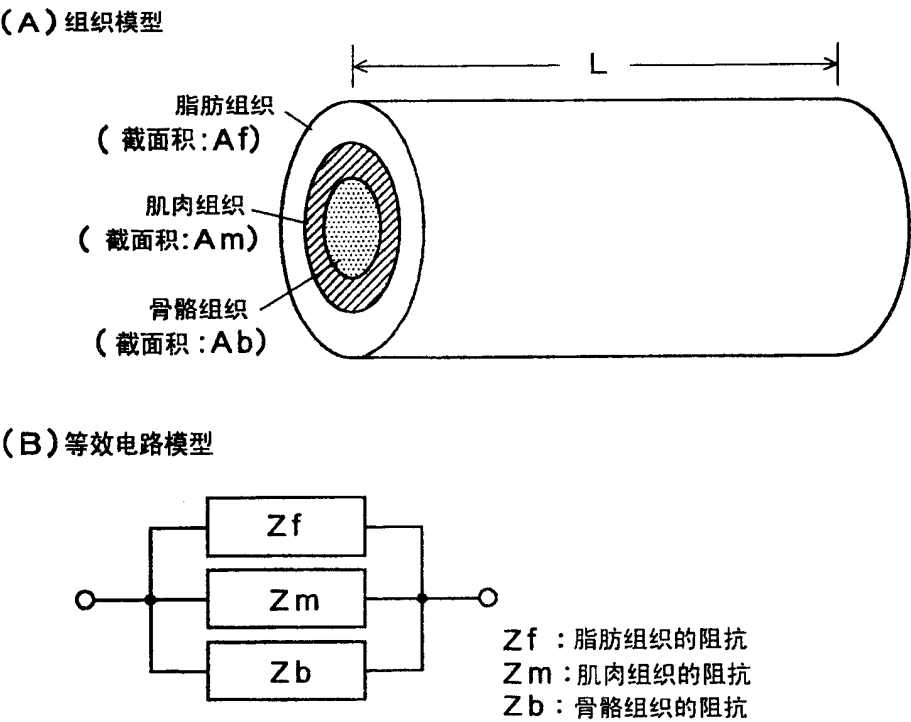


图 4

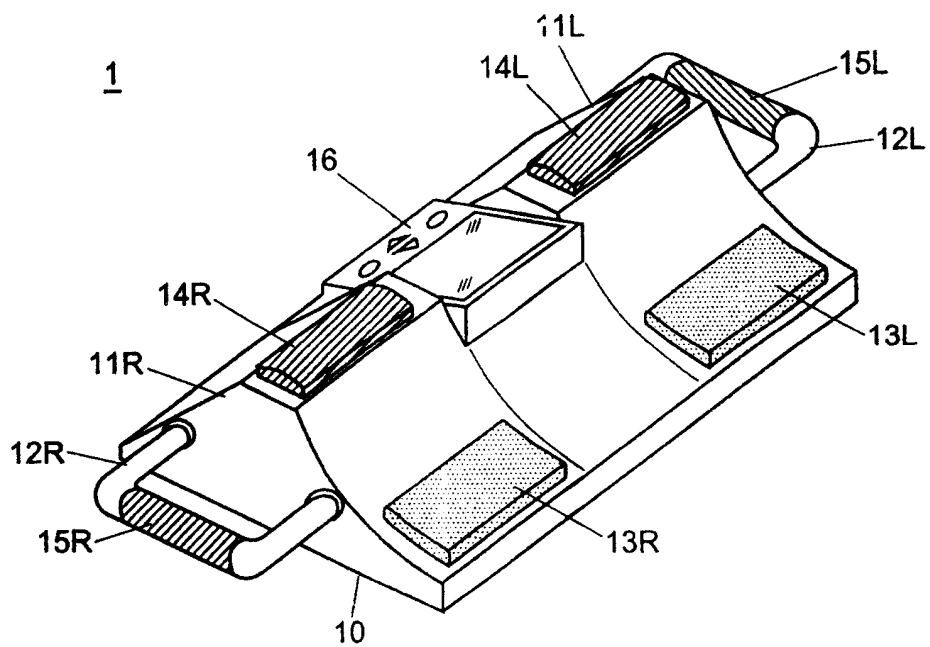


图 5

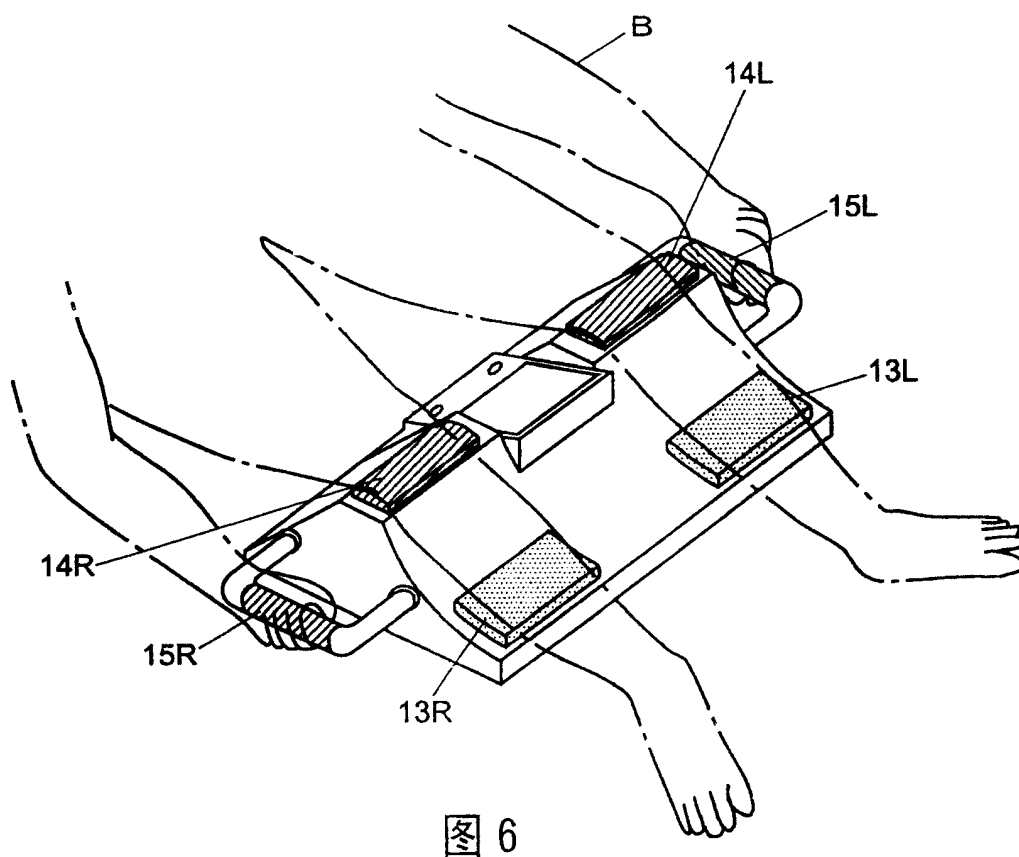
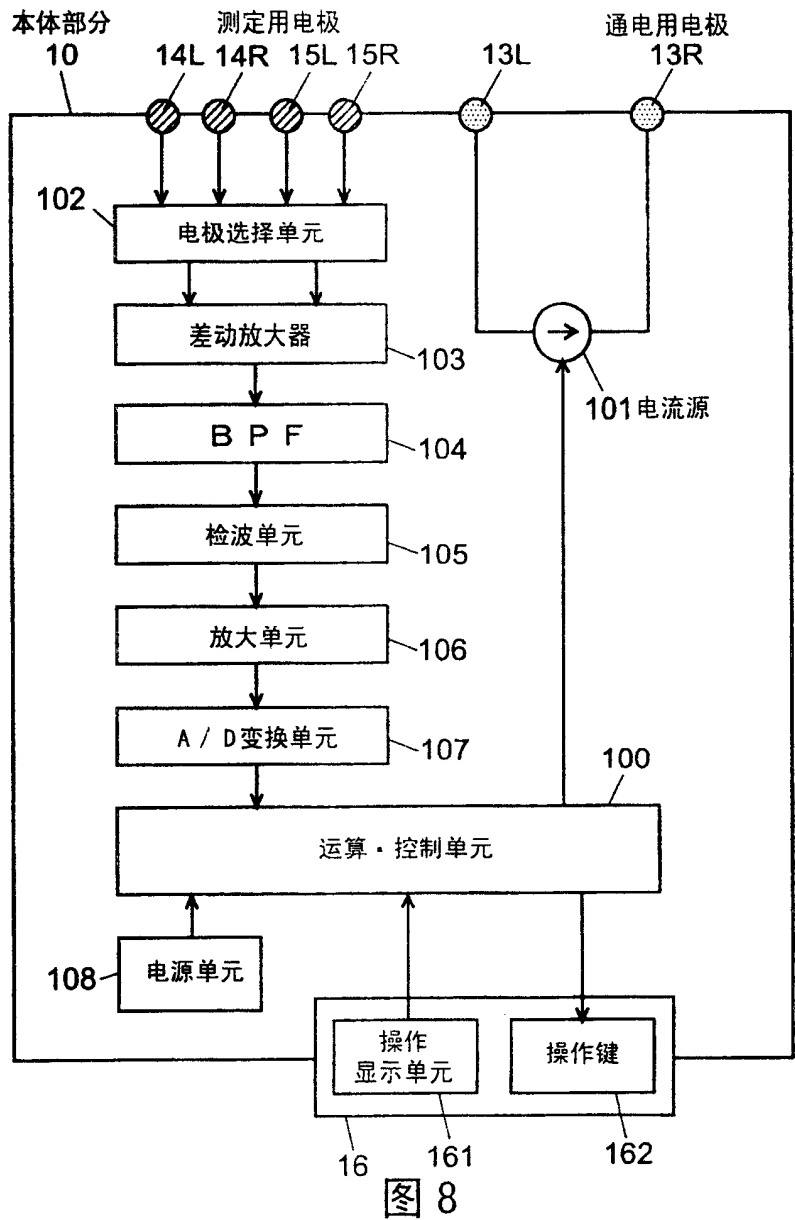
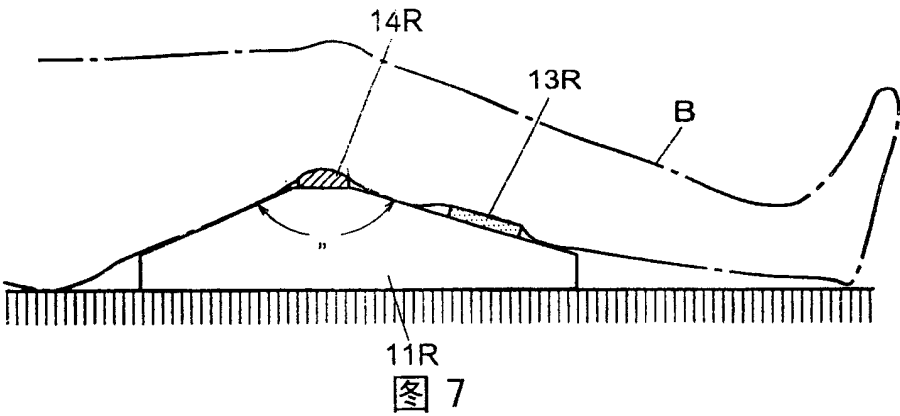


图 6



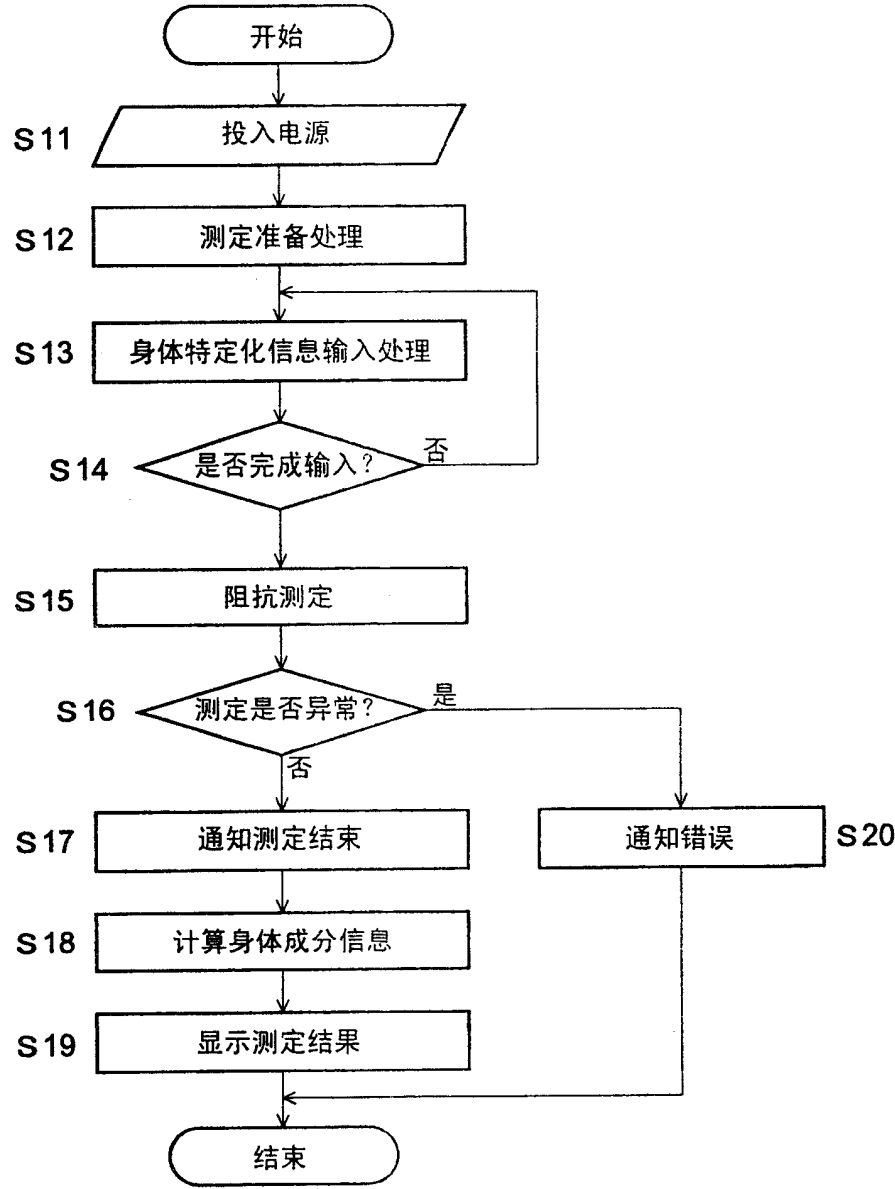


图 9

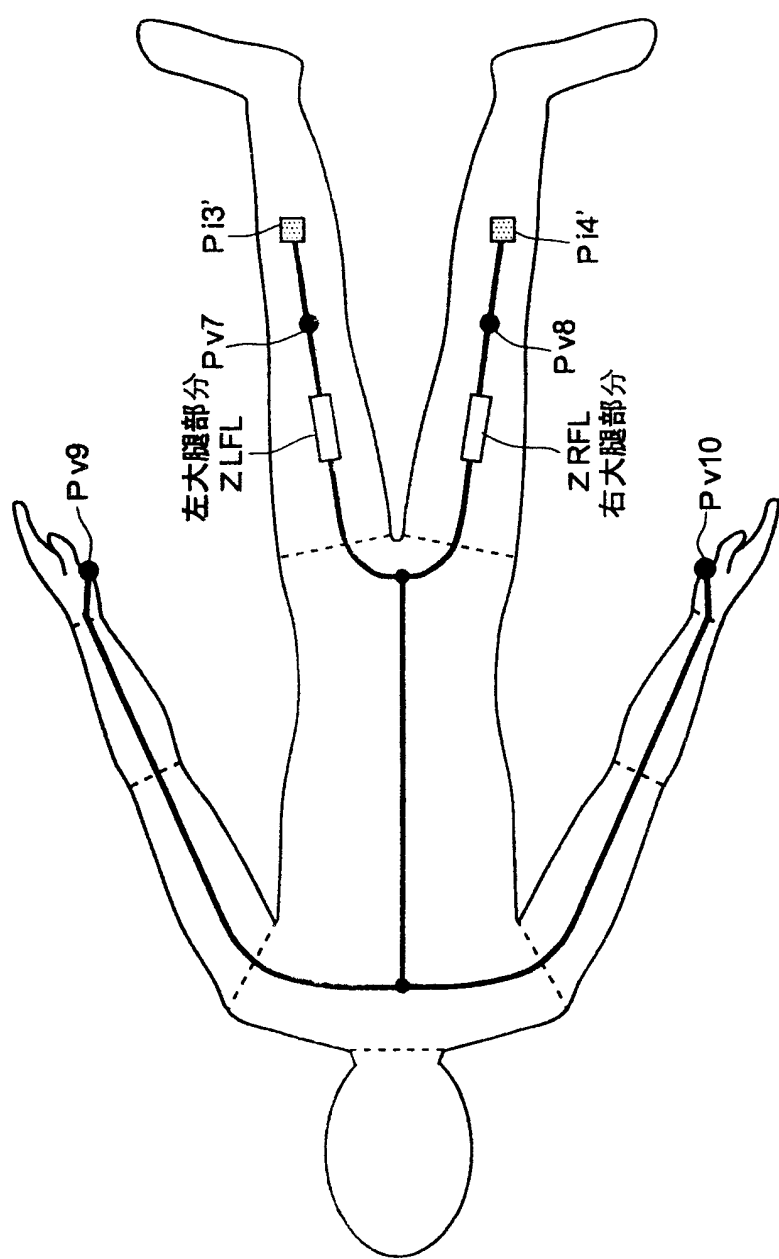


图 10

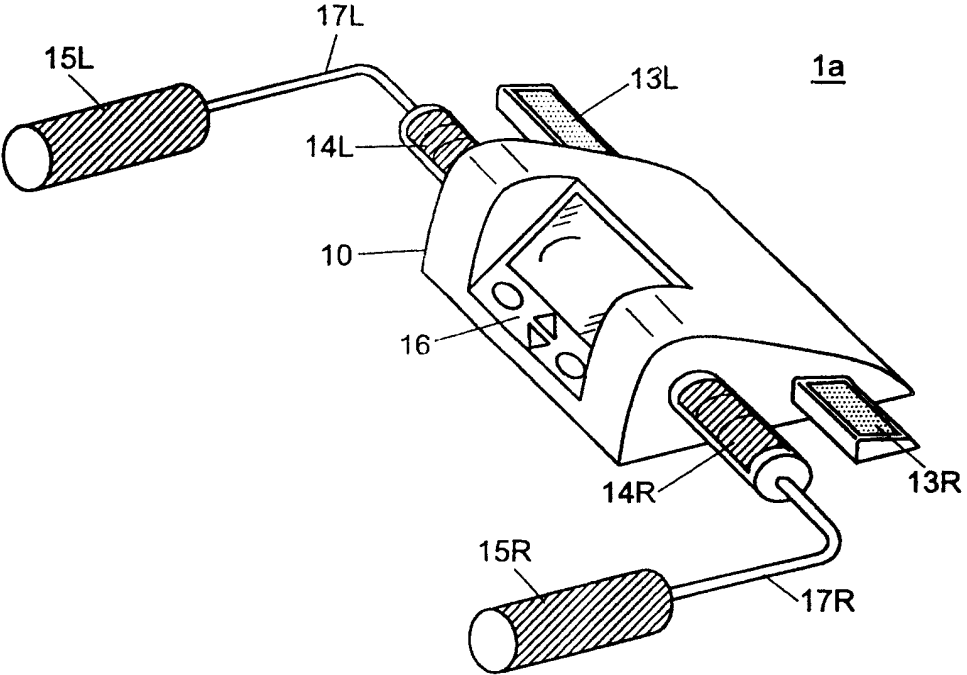


图 11

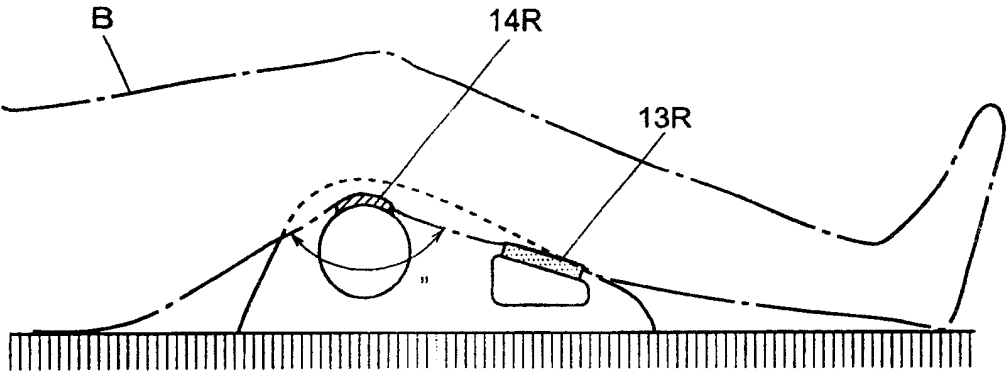


图 12

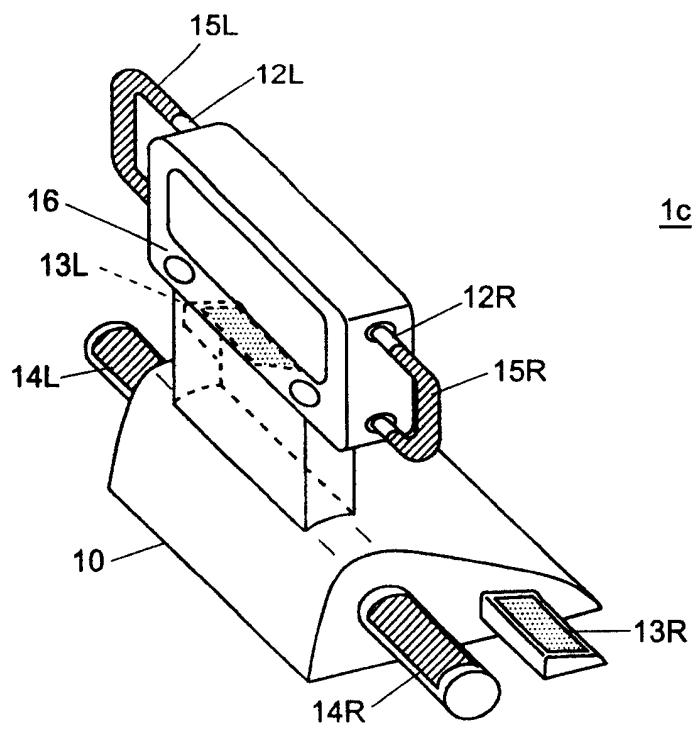


图 15

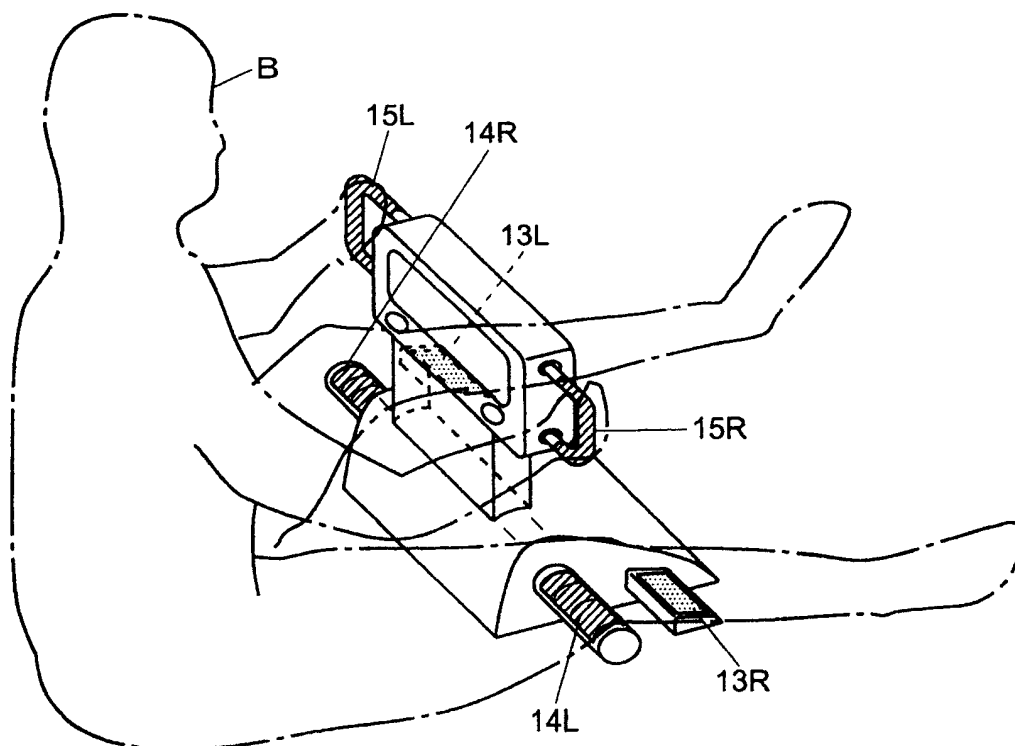


图 16

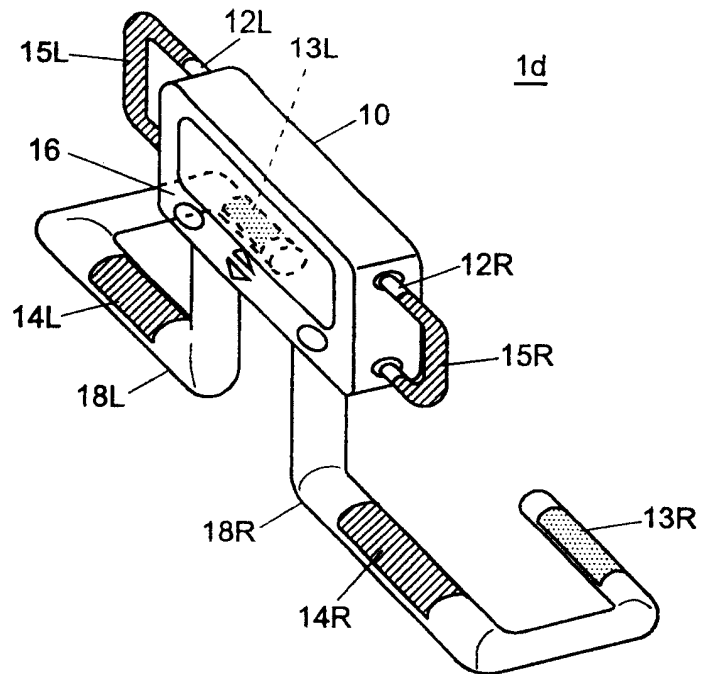


图 17

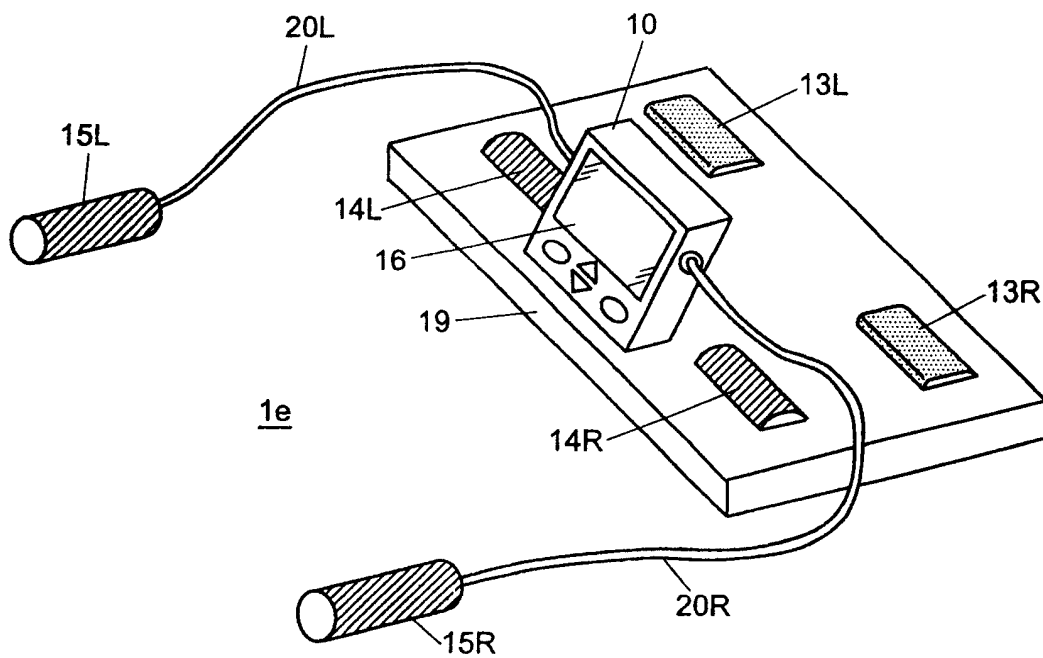


图 18

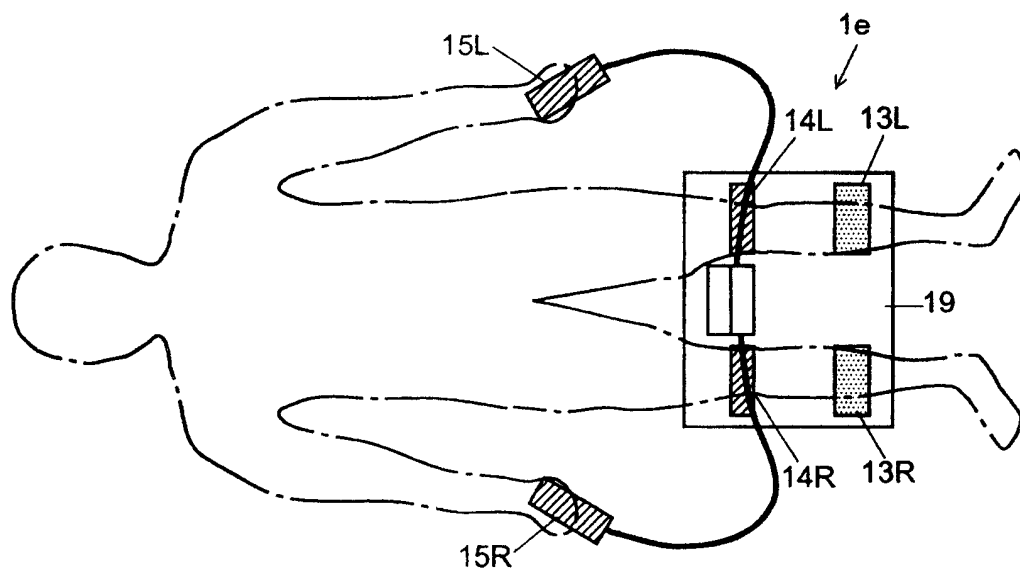
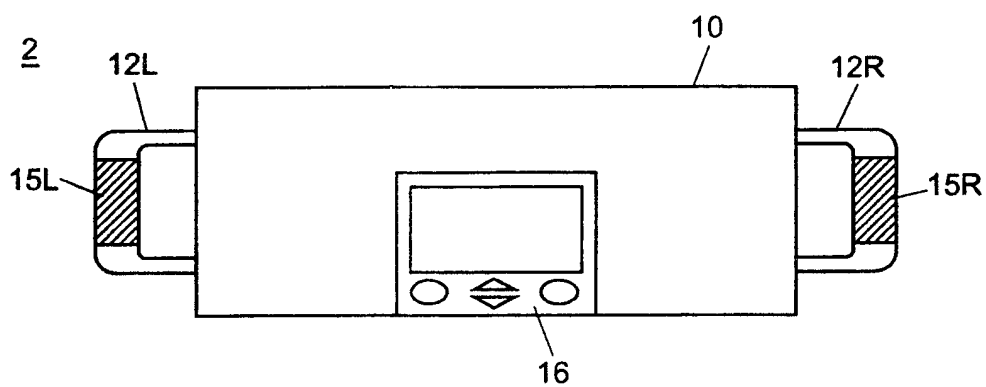


图 19

(A)



(B)

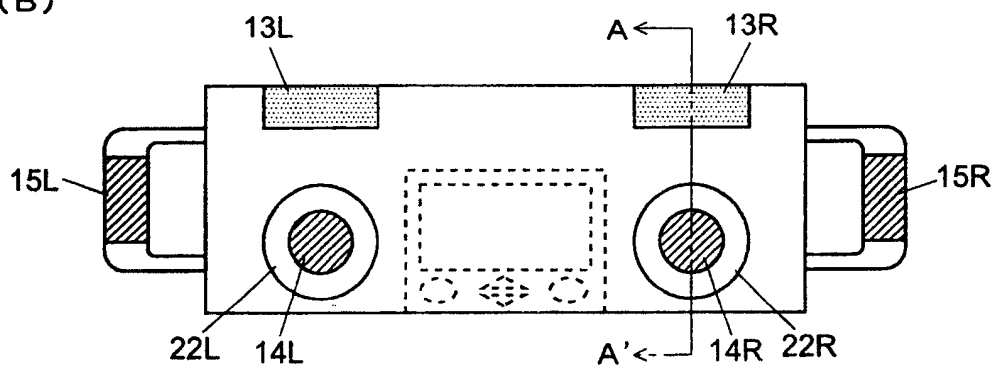


图 20

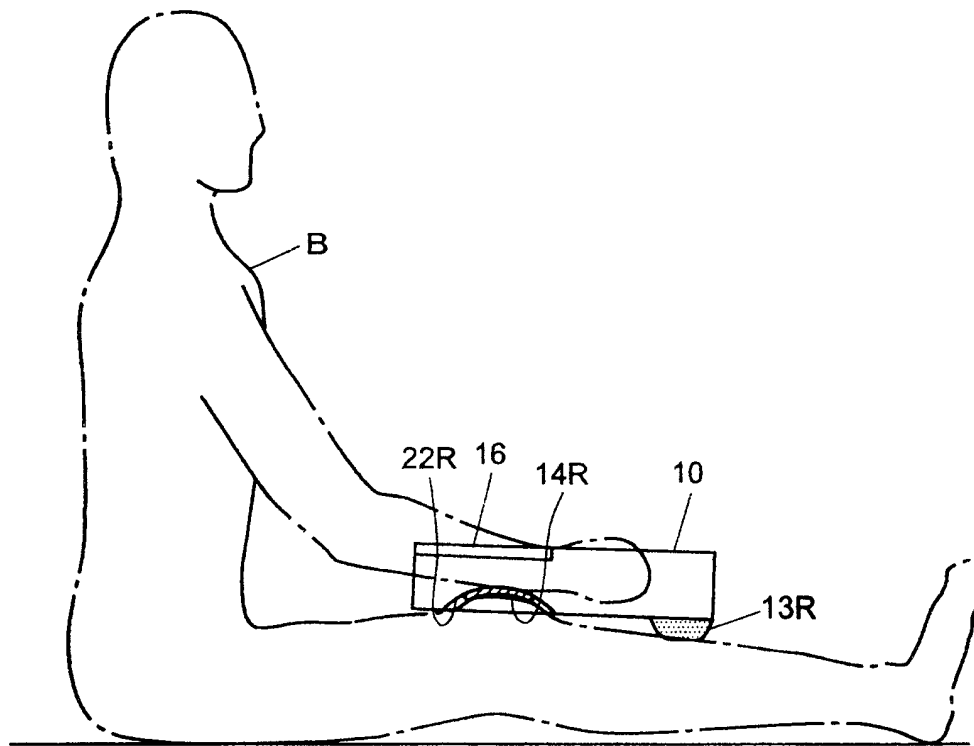
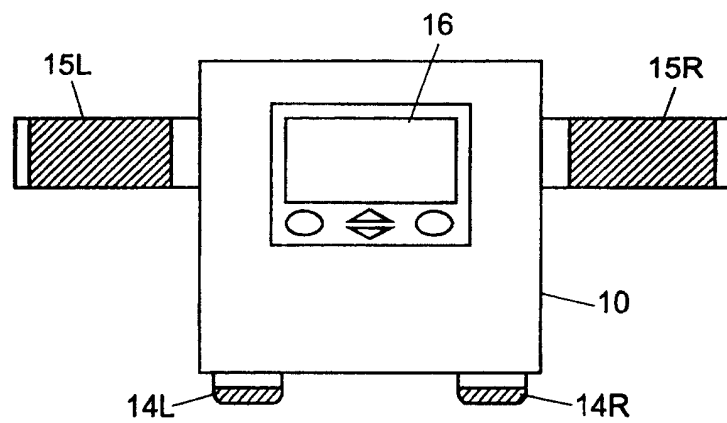


图 21

(A)

2a

(B)

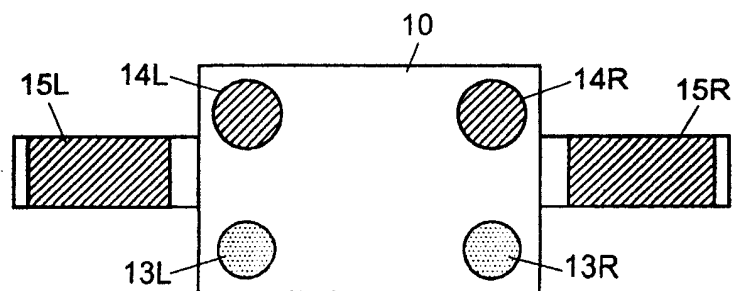


图 22

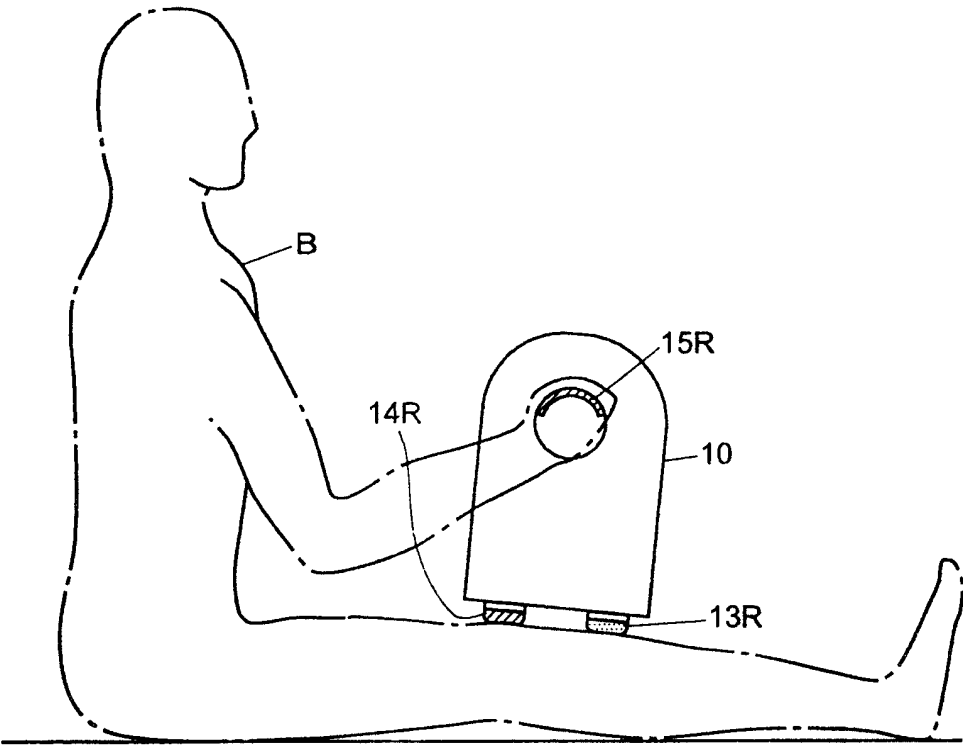


图 23

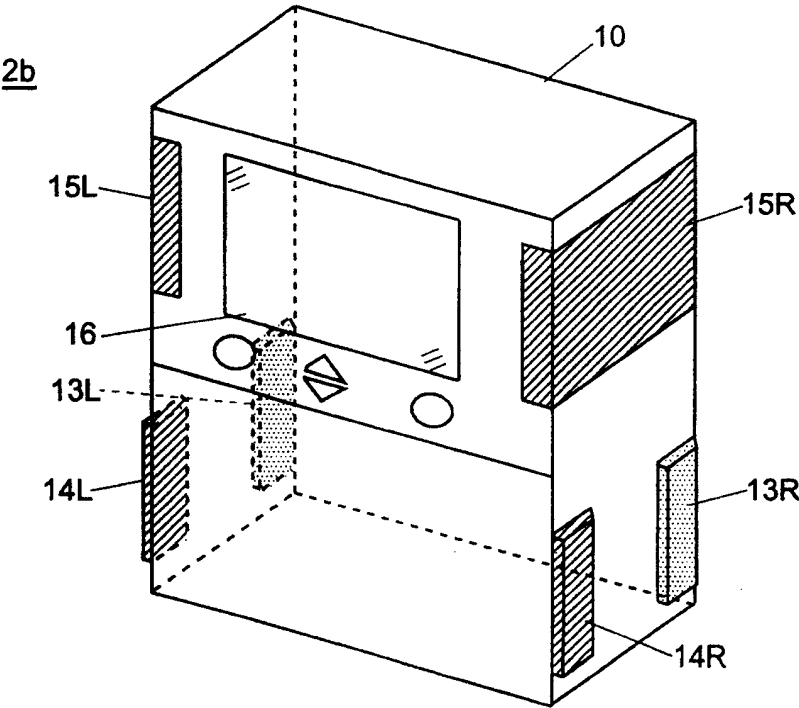


图 24

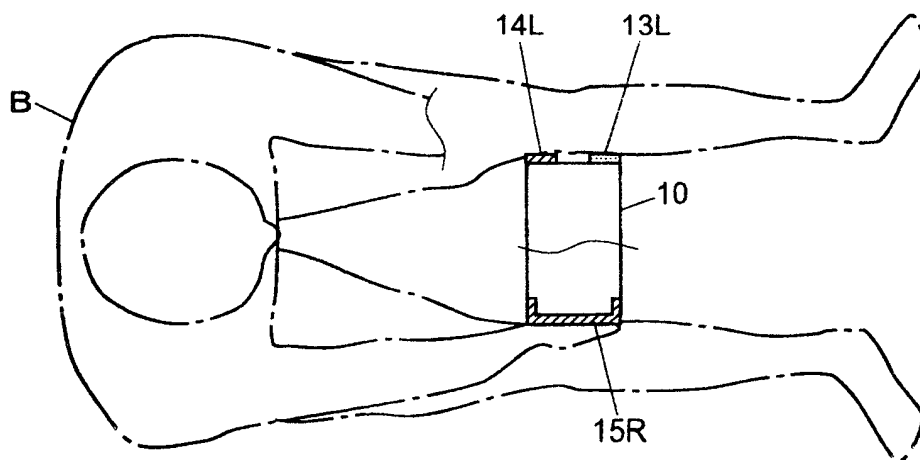
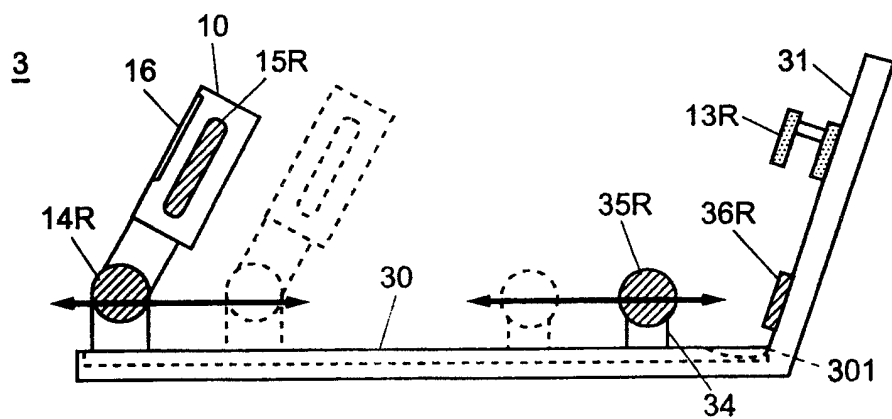


图 25

(A)



(B)

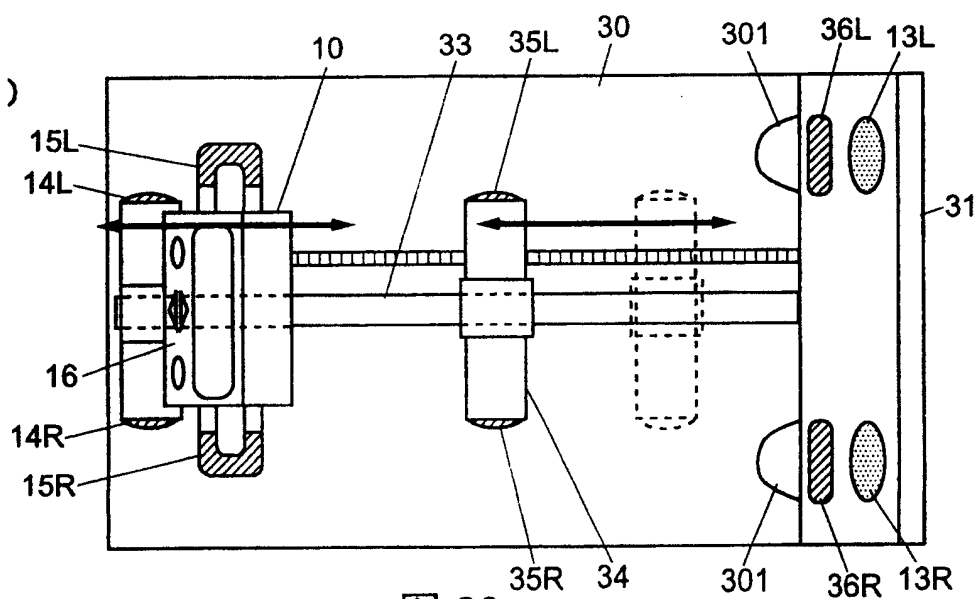


图 26

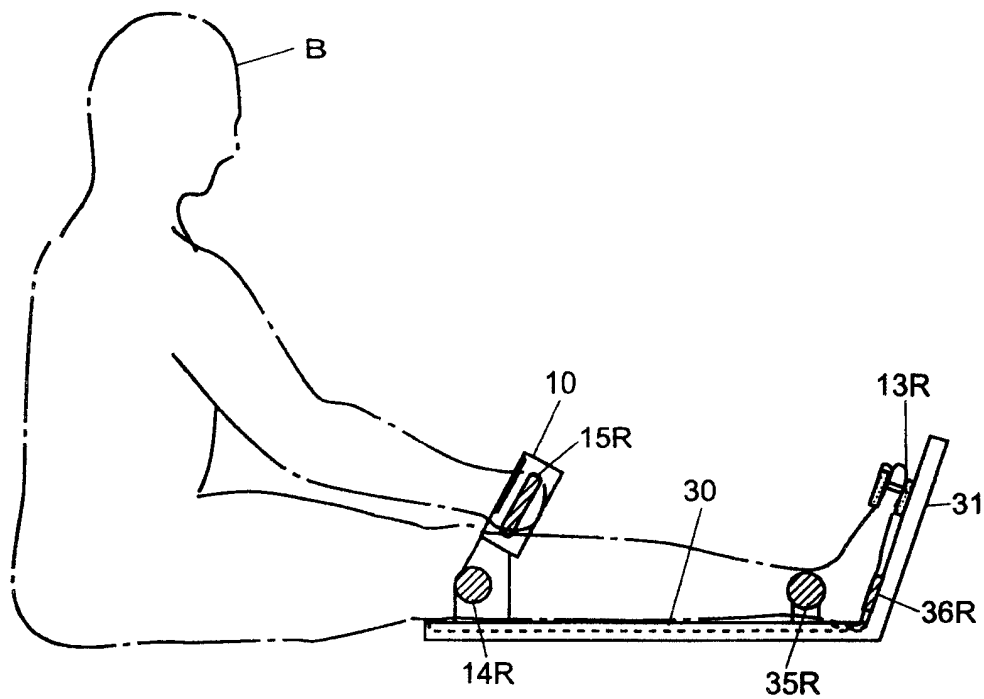


图 27

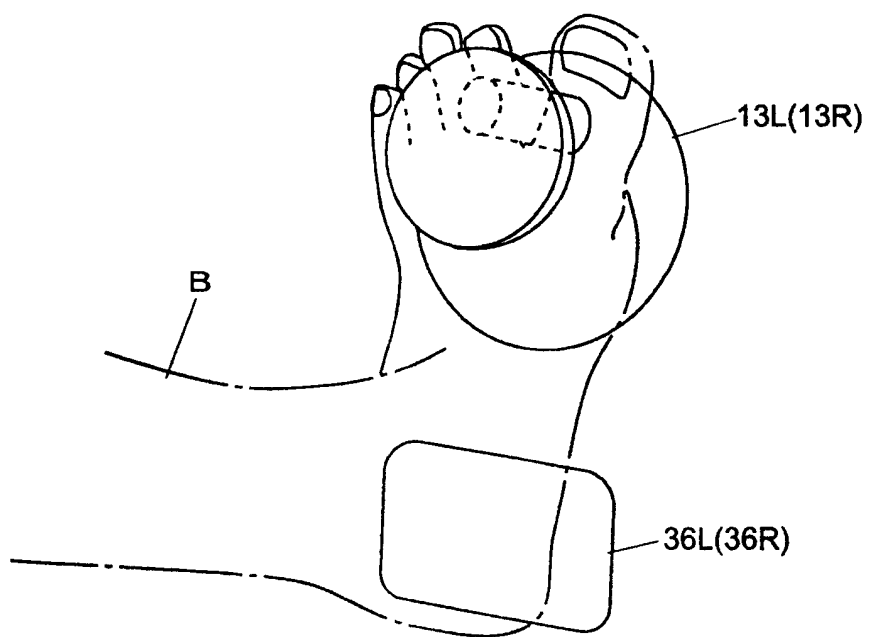


图 28

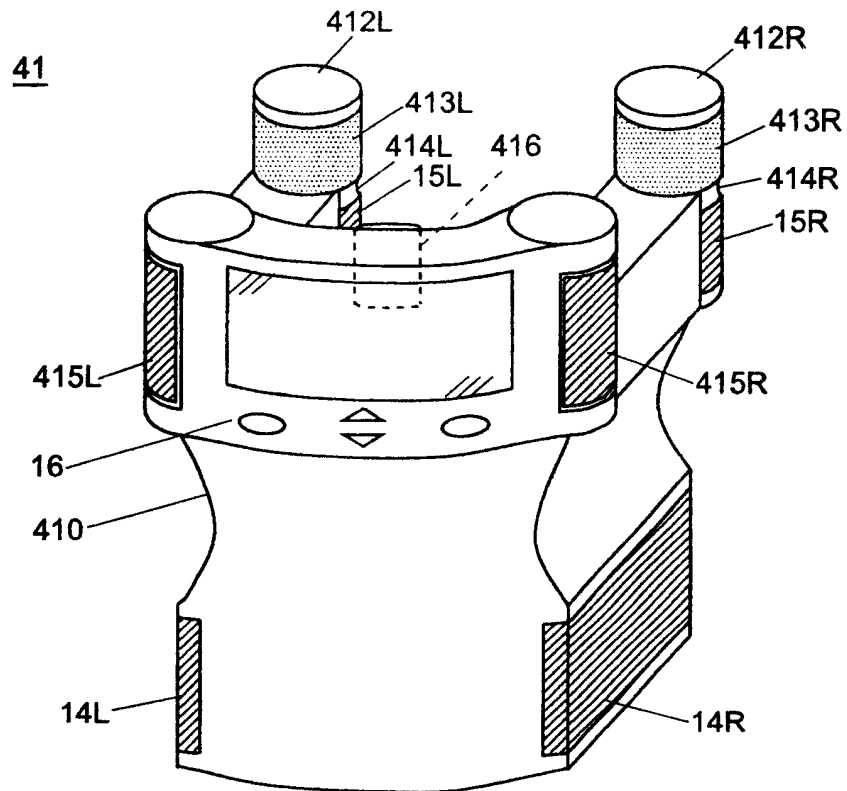


图 29

(A)

(B)

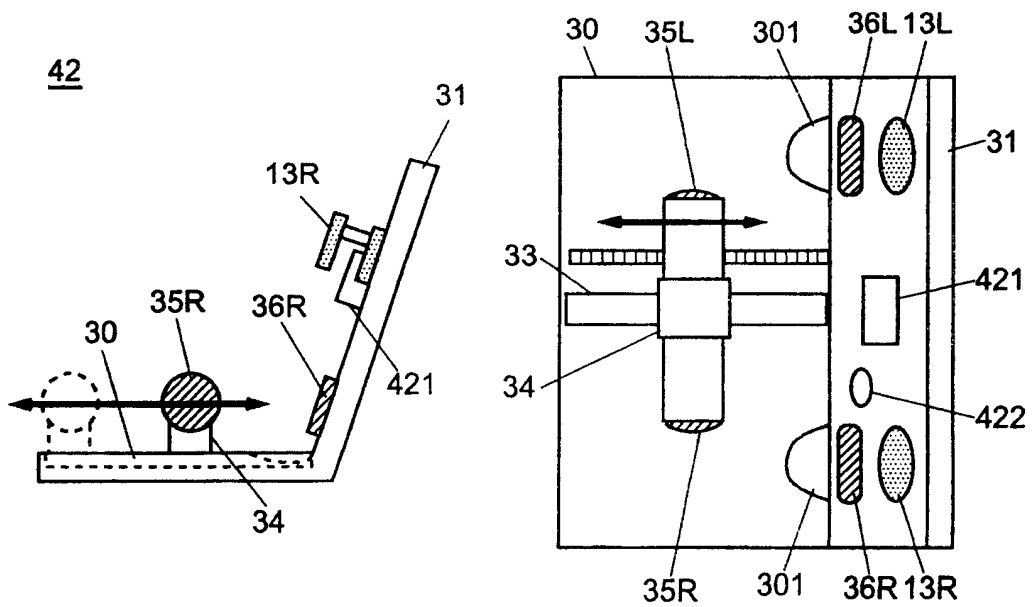


图 30

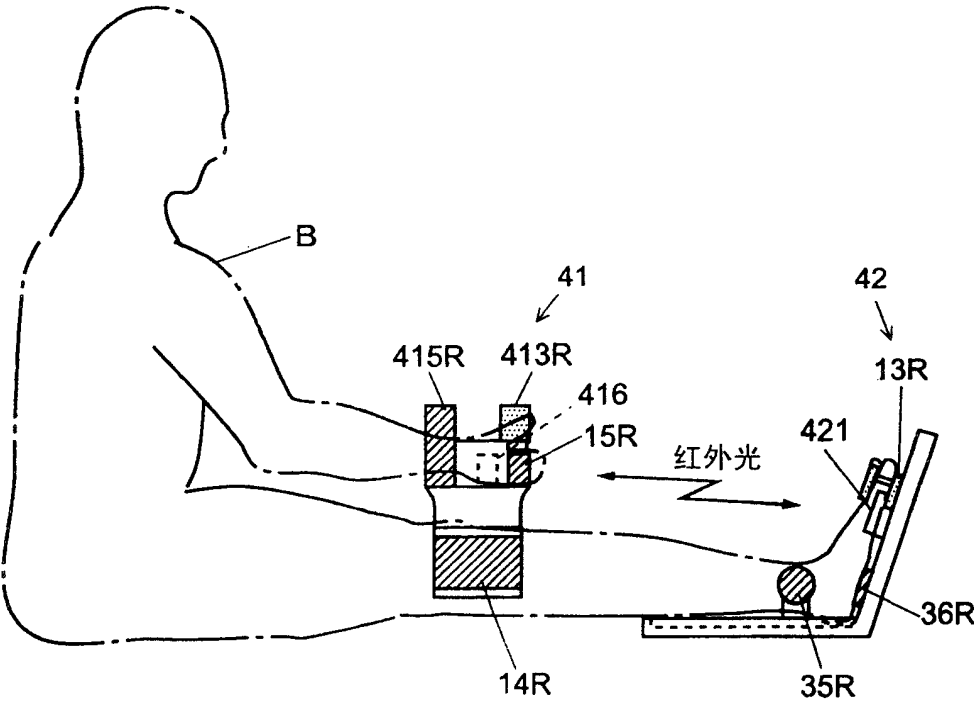


图 31

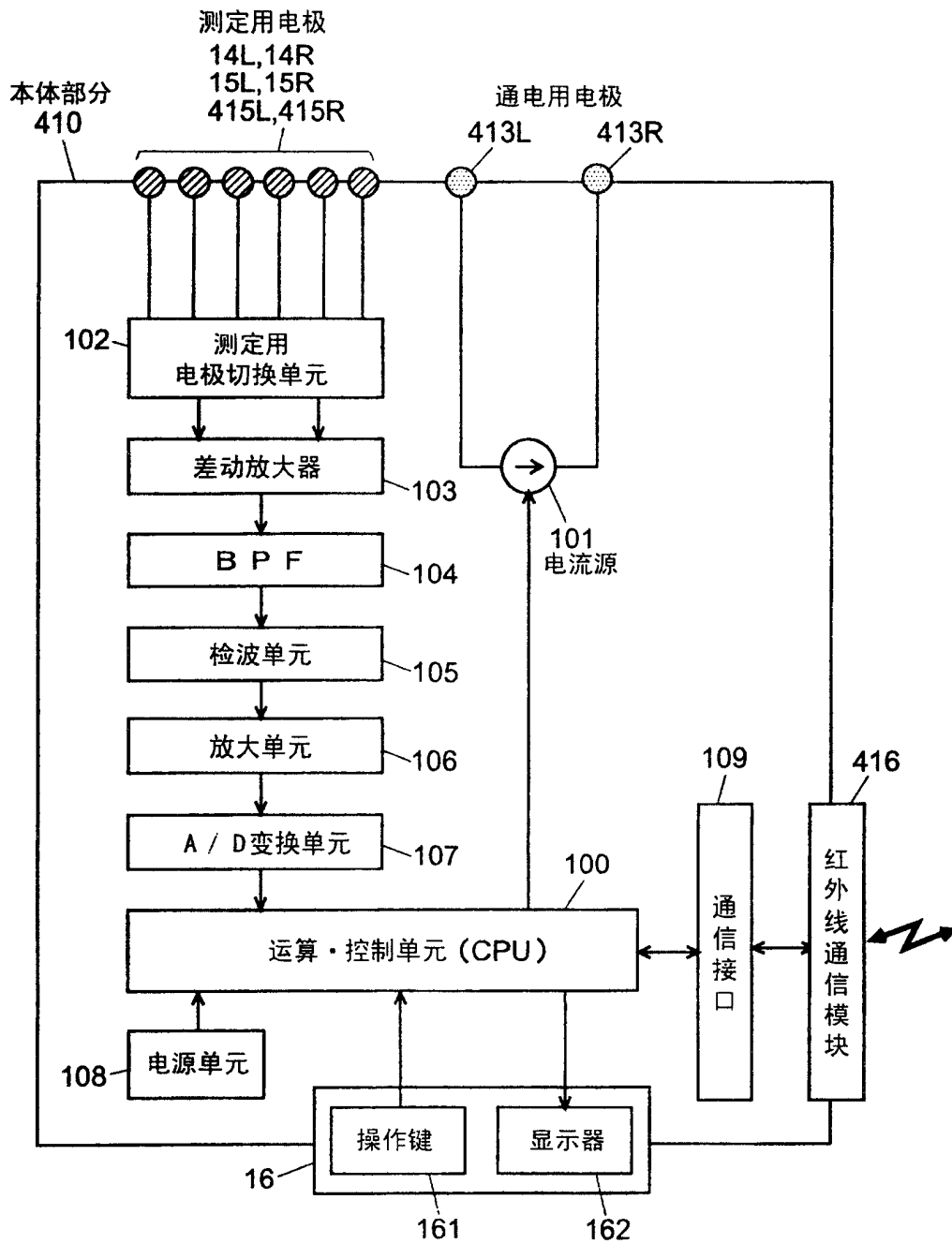


图 32

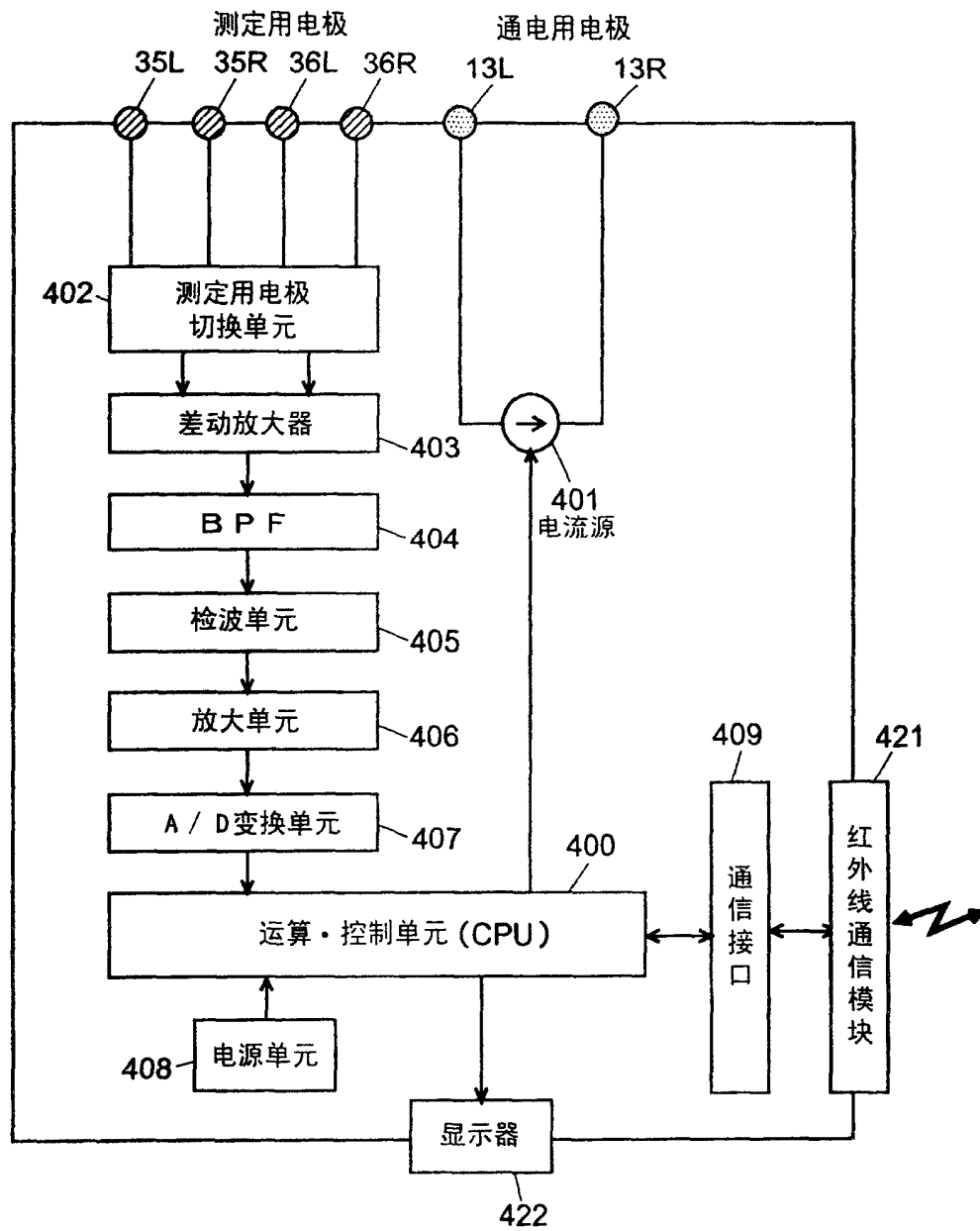


图 33

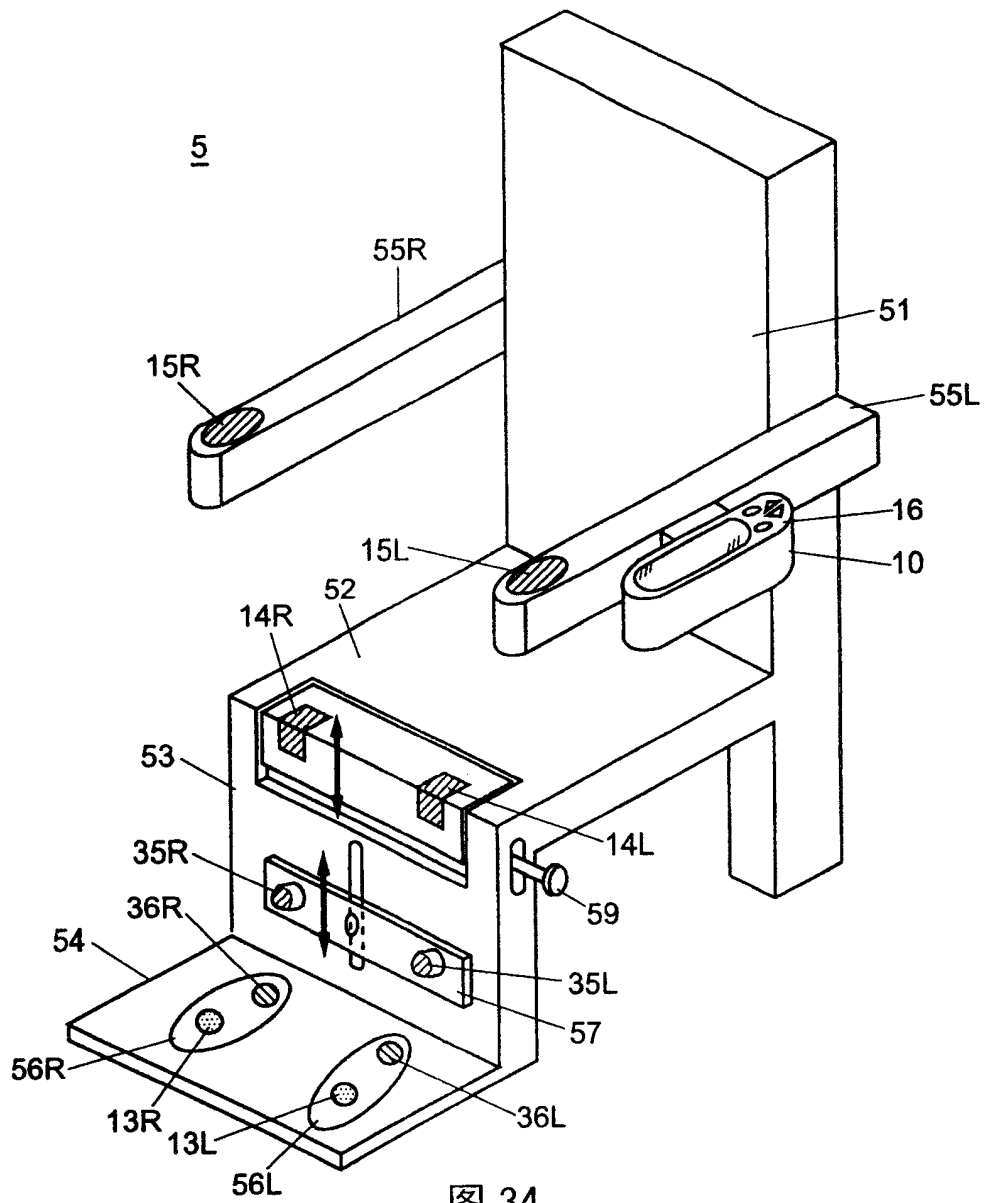


图 34

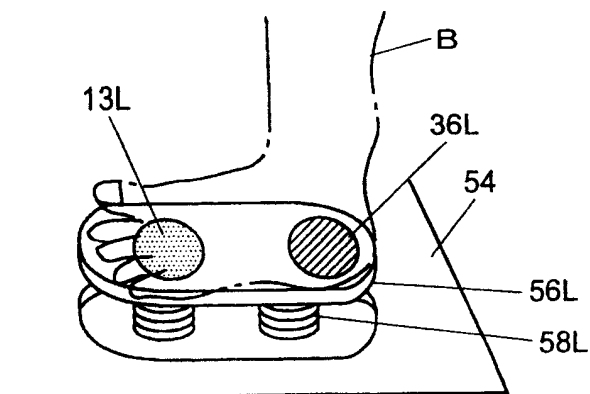


图 35

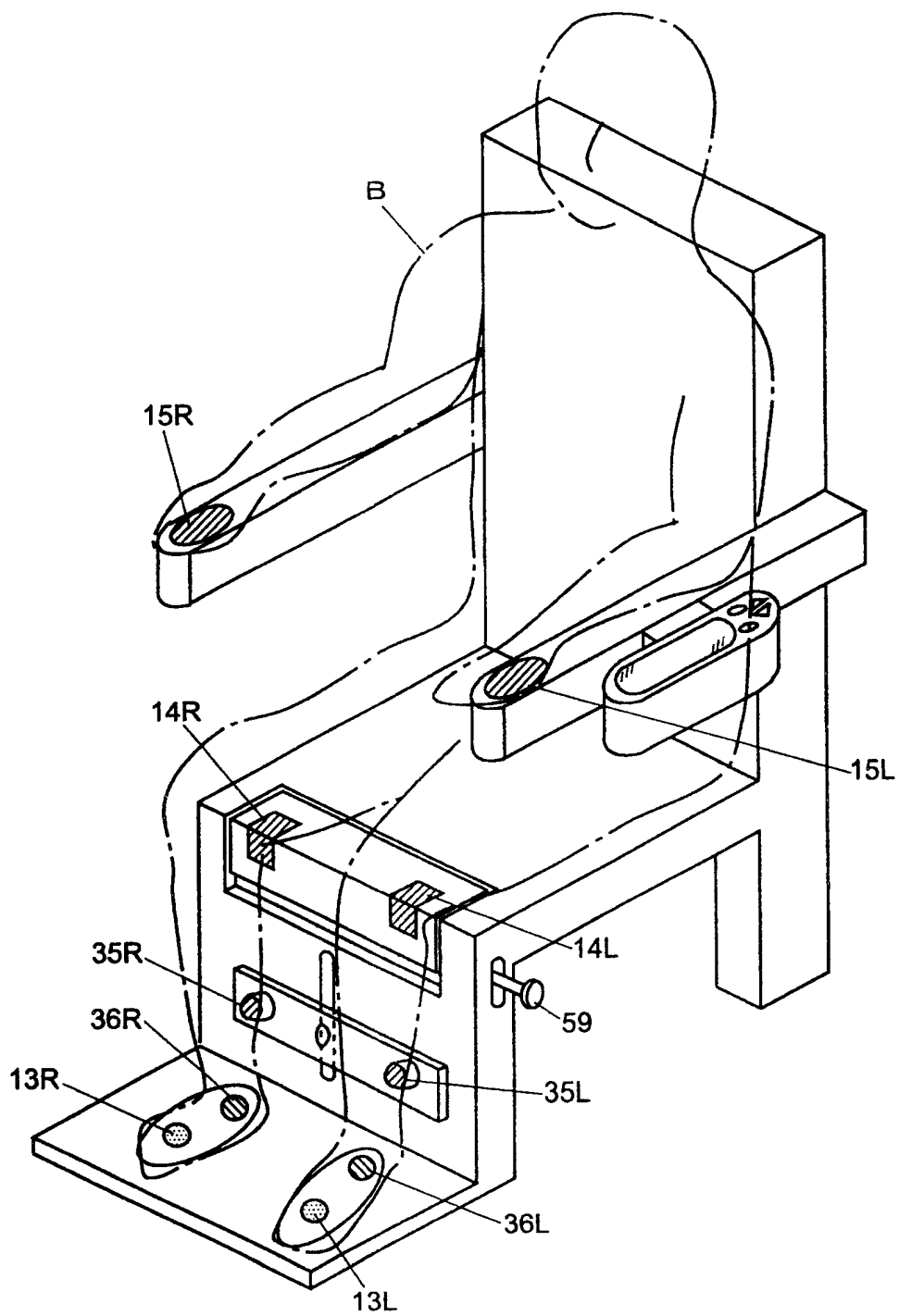


图 36

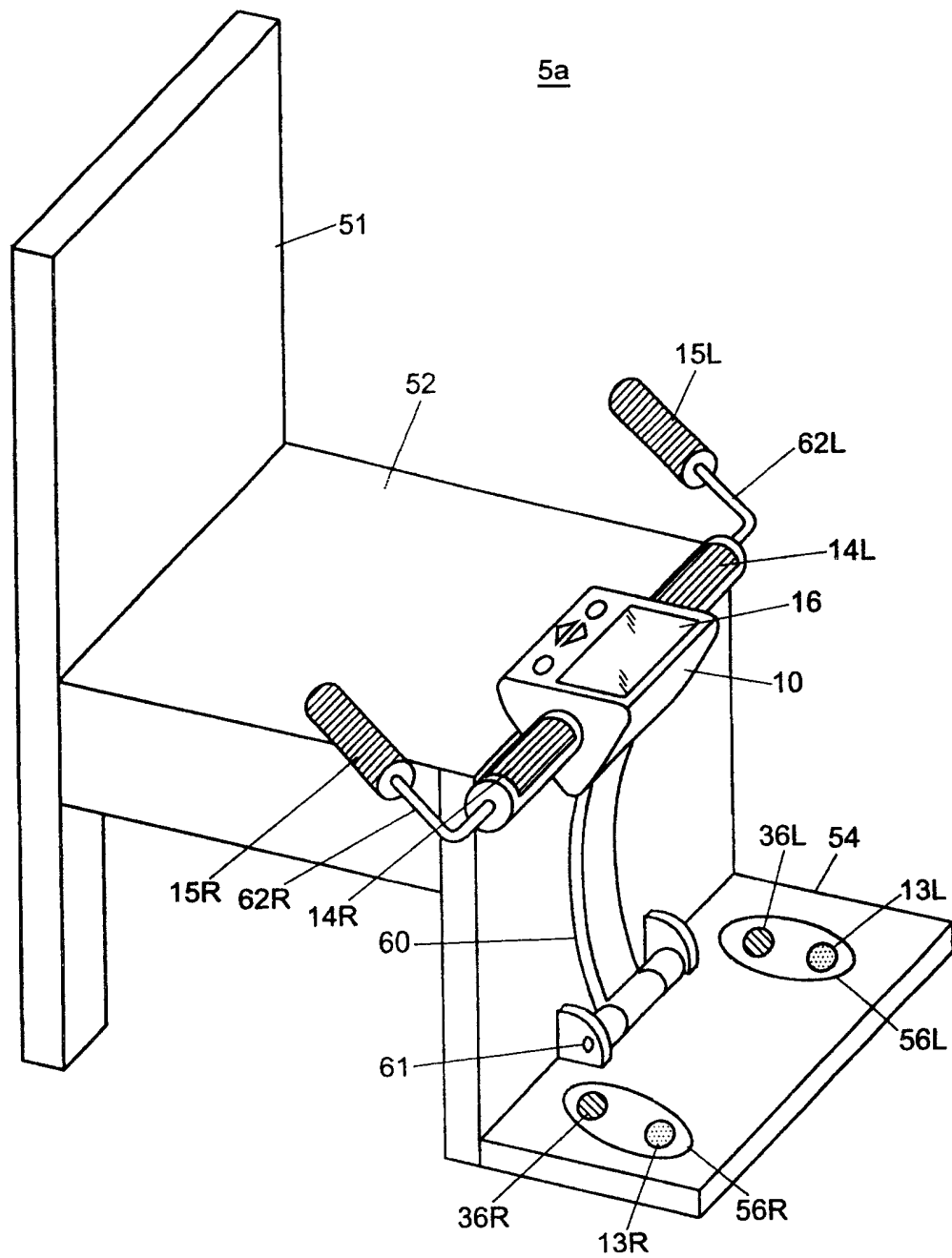
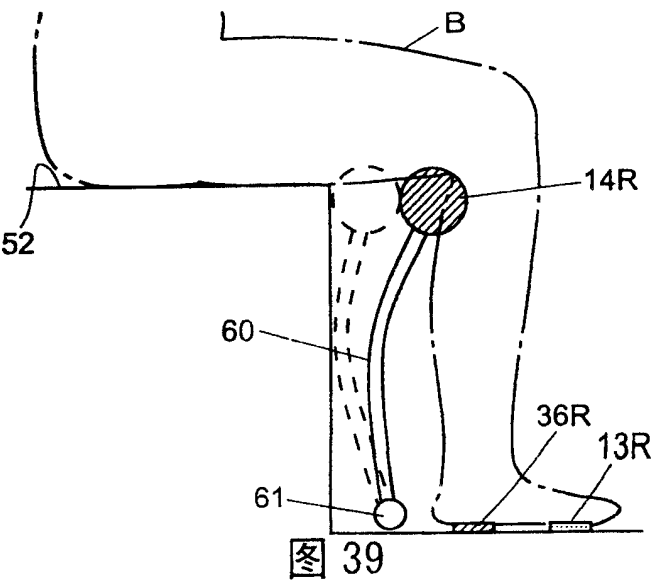
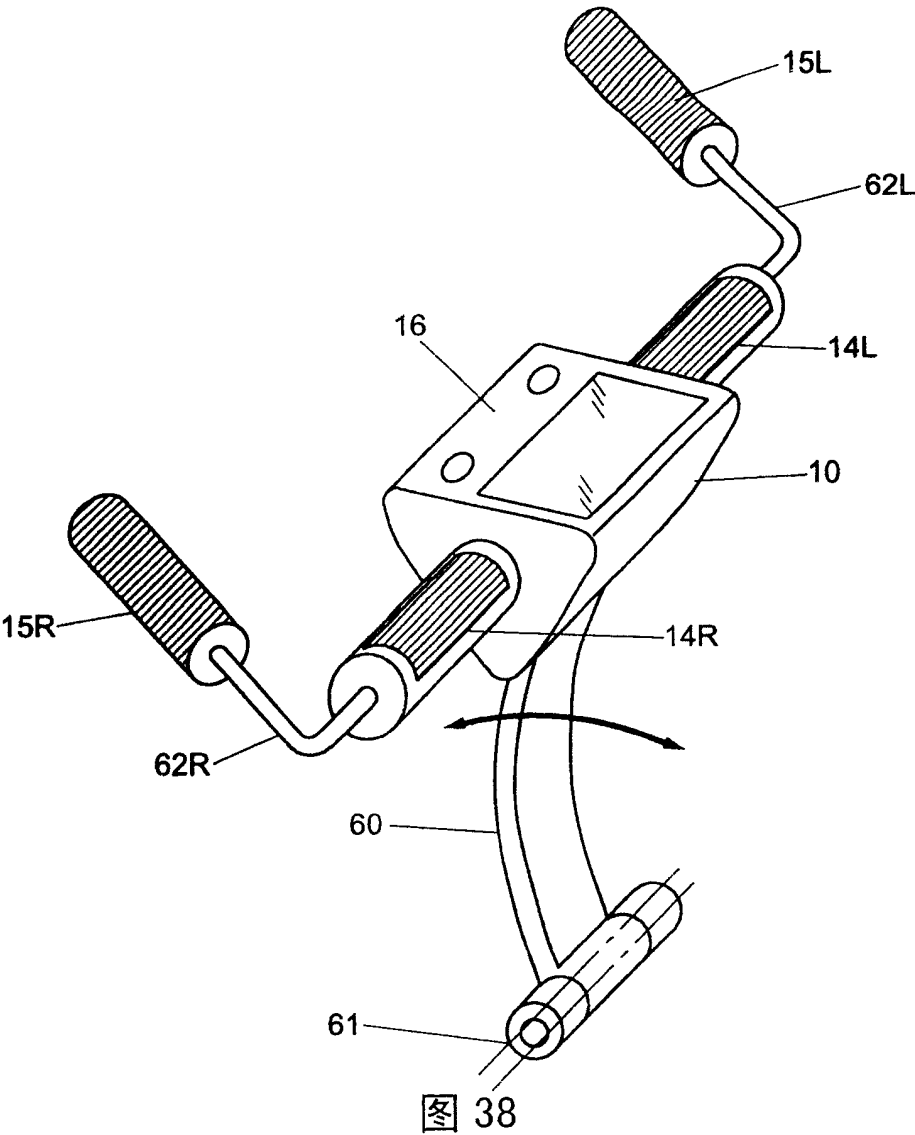


图 37



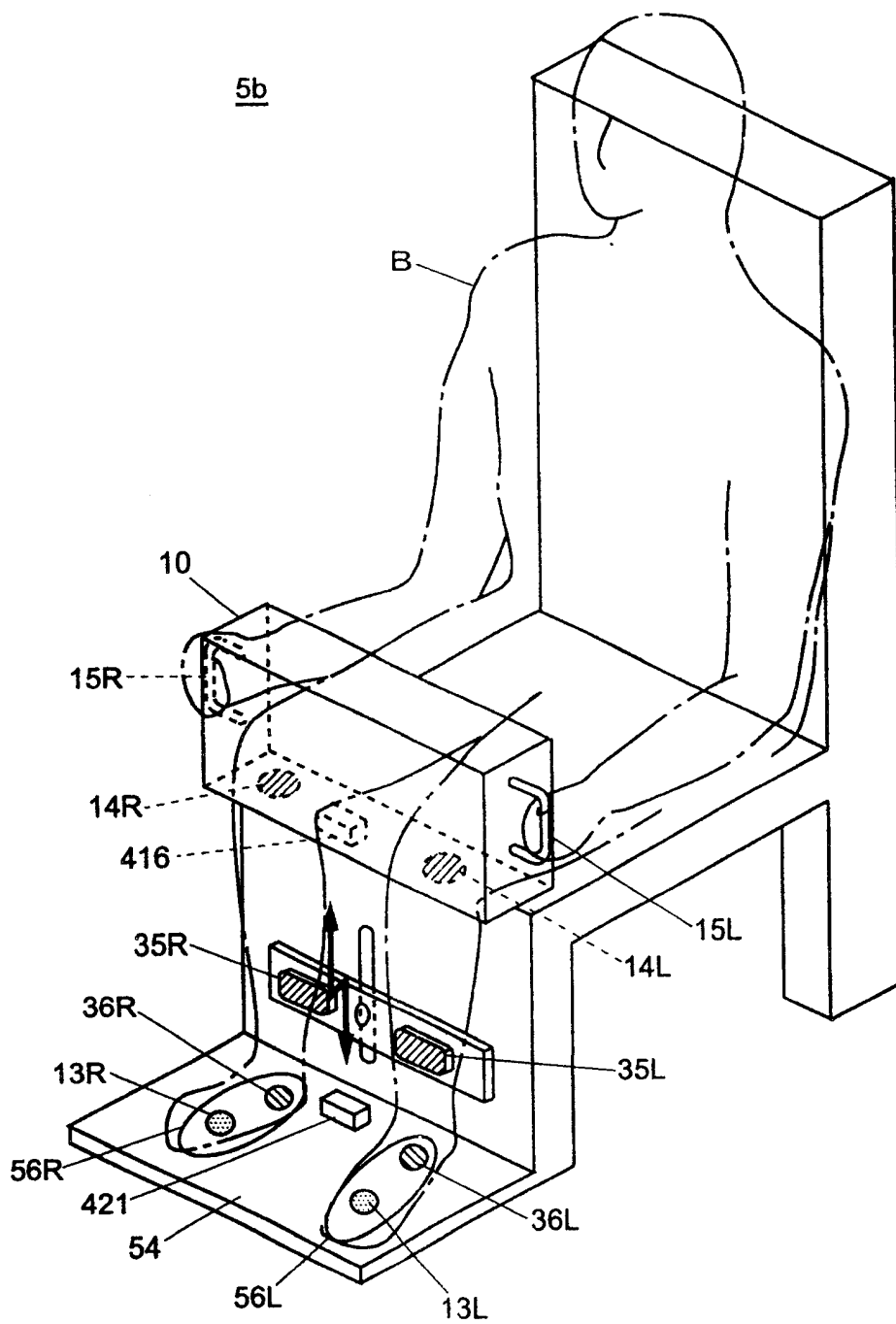


图 40

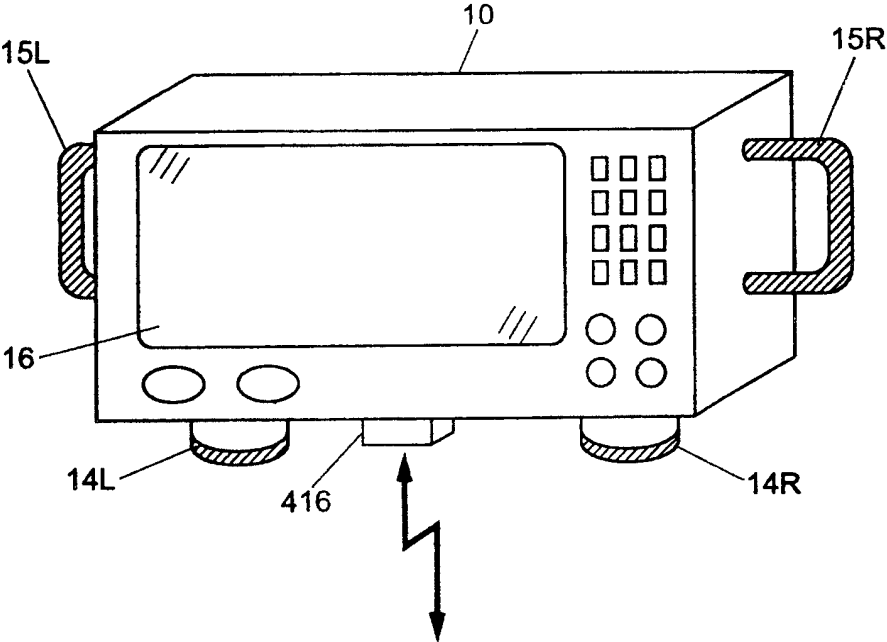


图 41

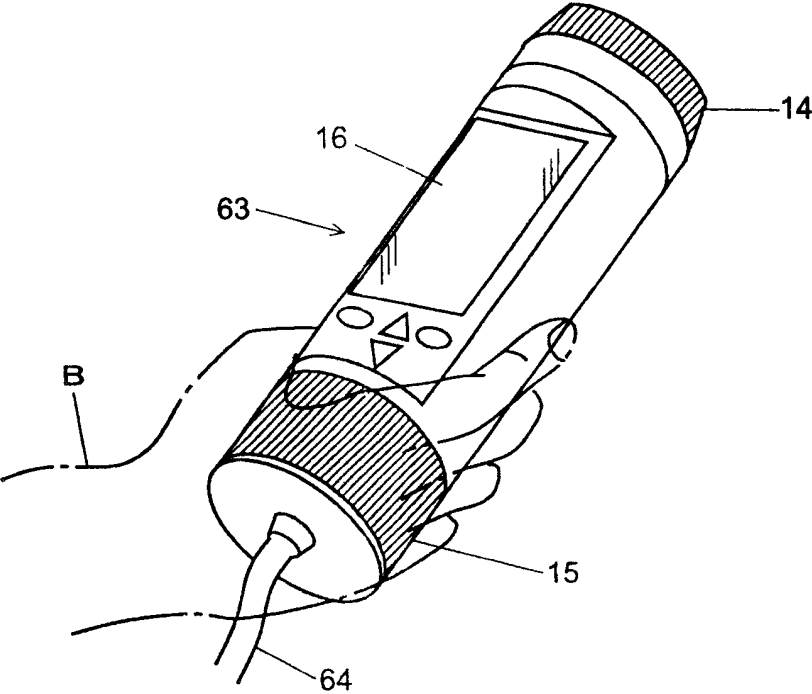


图 42

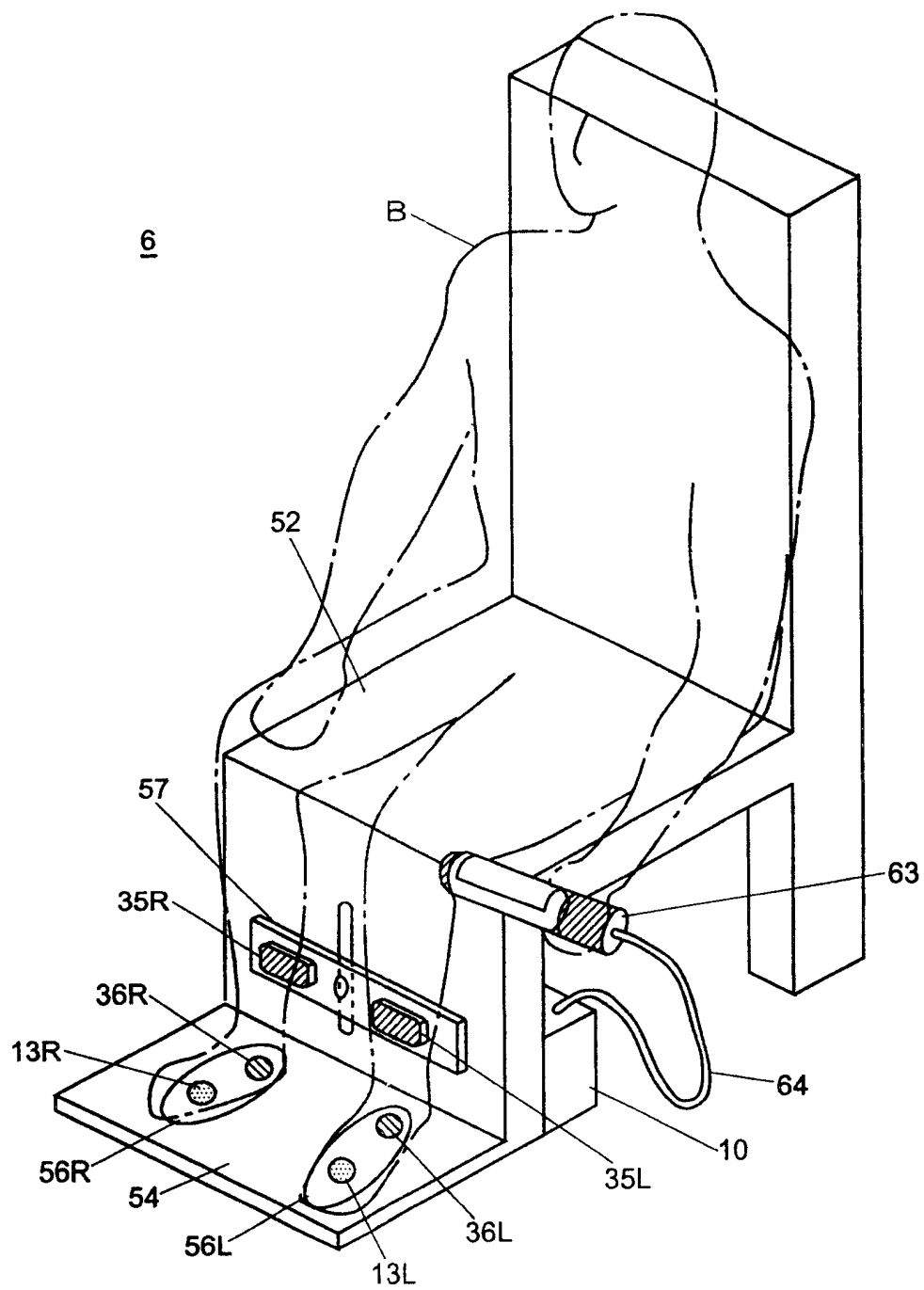


图 43

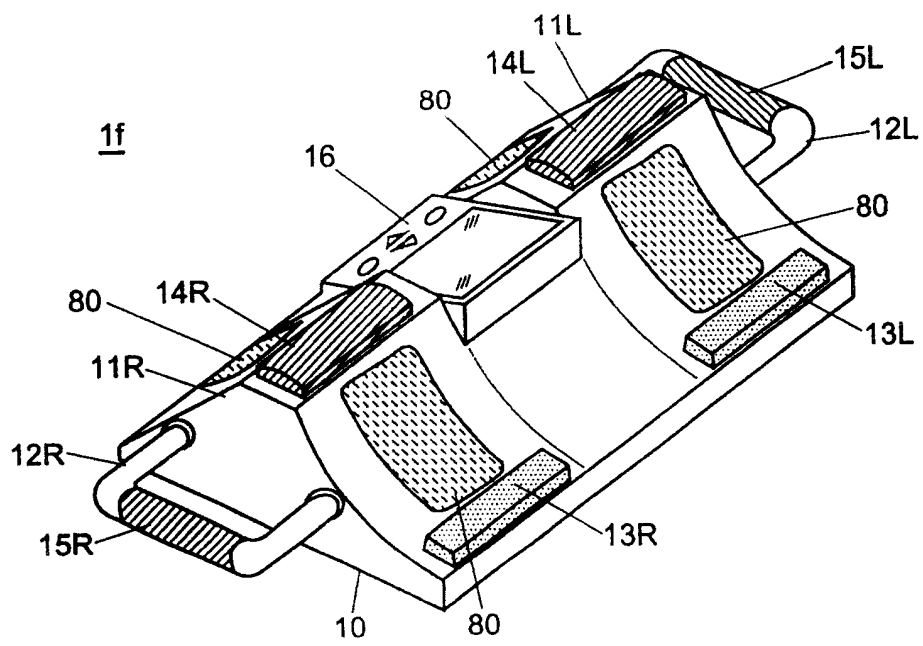


图 45

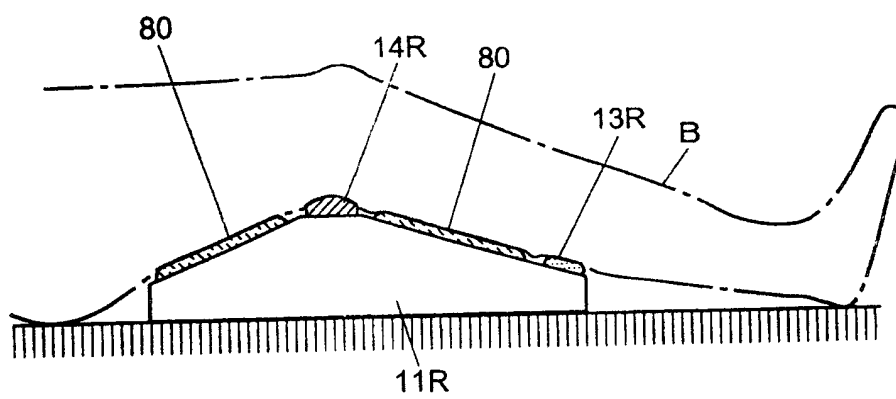


图 46

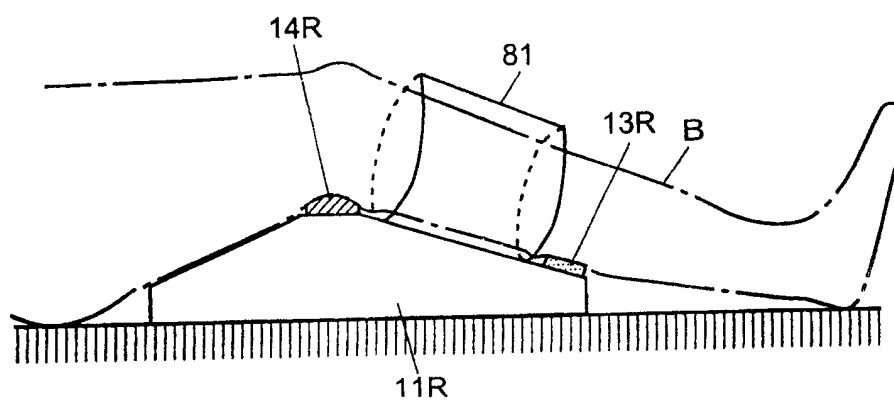


图 47

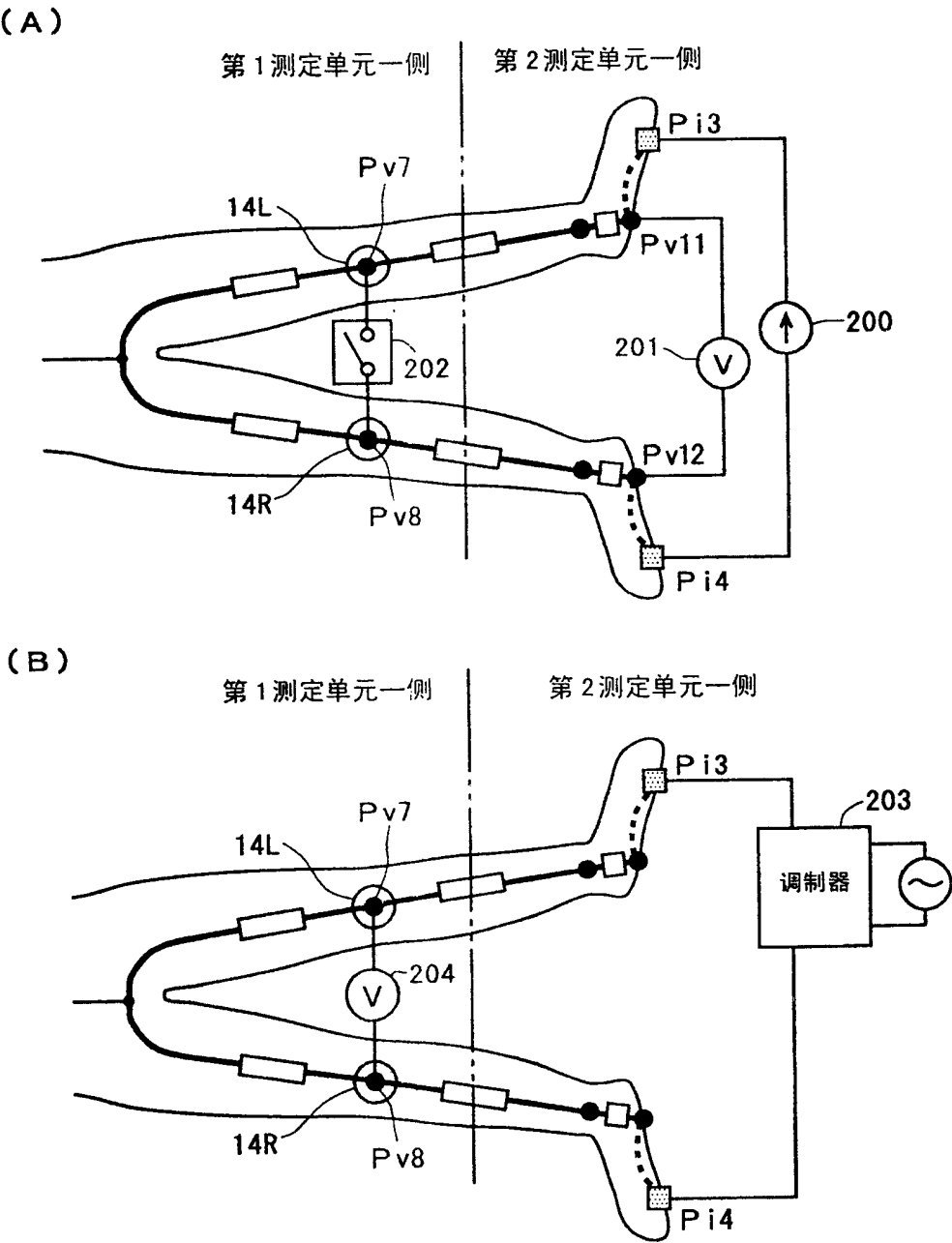


图 48