



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107708561 A

(43)申请公布日 2018.02.16

(21)申请号 201680034191.0

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

(22)申请日 2016.05.31

代理人 曾贤伟 许静

(30)优先权数据

2015-114838 2015.06.05 JP

(51)Int.Cl.

A61B 5/22(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.12.04

A63B 71/06(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2016/066050 2016.05.31

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/194908 JA 2016.12.08

(71)申请人 罗姆股份有限公司

地址 日本京都府

申请人 国立大学法人东京大学

(72)发明人 西山秀树 小林匡 深代千之

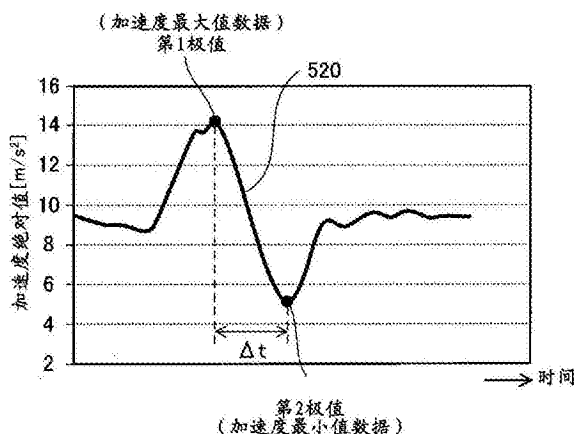
权利要求书1页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

指标导出设备、可佩戴设备以及便携式设备

(57)摘要

本发明涉及测试者在胸前佩戴包含加速度传感器(11)的装置(MD)的同时执行静坐到站立(STS)操作。本发明通过从表示加速度矢量大小的信号中获得最大加速度值数据来导出表示人体的肌肉强度的肌肉强度指标(STS活动期间每单位肌肉质量的最大加速度值),其中的加速度矢量包括检测到的加速度中的三轴分量,并且使用最大加速度值数据和测试受试者的肌肉质量或身体脂肪质量。



1. 一种指标导出设备,包括:
用于感测加速度的加速度传感器;以及
计算处理器,其用于基于来自所述加速度传感器的感测结果导出人体的肌肉力量有关的肌肉力量指标。
2. 根据权利要求1所述的指标导出设备,其中
所述计算处理器基于加速度信号来导出所述肌肉力量指标,所述加速度信号基于在人体执行预定运动的评估期内来自所述加速度传感器的感测结果。
3. 根据权利要求2所述的指标导出设备,其中
所述计算处理器通过使用所述加速度信号中包含的加速度最大值数据来导出所述肌肉力量指标。
4. 根据权利要求3所述的指标导出设备,其中
所述计算处理器通过使用以下数据来导出所述肌肉力量指标:
所述加速度最大值数据、人体的体重以及人体的体脂率,或者
所述加速度最大值数据、人体的体重以及人体的体脂肪质量。
5. 根据权利要求3所述的指标导出设备,其中
所述计算处理器通过使用以下数据来导出所述肌肉力量指标:
所述加速度最大值数据、人体的体重以及人体的肌肉百分比,或者
所述加速度最大值数据和人体的肌肉量。
6. 根据权利要求4或5所述的指标导出设备,其中
所述肌肉力量指标导出器导出在预定运动中的人体的每单位肌肉量的加速度最大值作为所述肌肉力量指标。
7. 根据权利要求3到6中的任一项所述的指标导出设备,其中
由所述加速度传感器感测的加速度包含:
由于人体运动而产生的加速度分量,
由重力引起的加速度分量,并且
所述计算处理器通过使用如下的值来导出肌肉力量指标:该值通过从所述加速度最大值数据减去由于重力引起的加速度分量而获得。
8. 根据权利要求2到7中的任一项所述的指标导出设备,其中
所述加速度传感器沿着三个相互垂直的轴分别感测加速度,并且
用于导出所述肌肉力量指标的加速度信号表示由沿着三个轴的加速度形成的加速度矢量的大小。
9. 根据权利要求2到8中的任一项所述的指标导出设备,其中
所述预定运动包括人体起立的运动。
10. 一种可佩带设备,其包括根据权利要求1到9中的任一项所述的指标导出设备。
11. 一种移动设备,其包括根据权利要求1到9中任一项所述的指标导出设备。

指标导出设备、可佩戴设备以及便携式设备

技术领域

[0001] 本发明涉及指标导出设备、可穿戴设备、以及移动设备。

背景技术

[0002] 作为用于评估受试者的身体强度的运动,已知的STS(静坐到站立)运动,其也被称为从椅子起立(stand-up-from-a-chair)运动。STS运动是指将受试者体重的重心从相对较低的支撑基面移动到相对较高的位置的运动。

[0003] 在以下确定的非专利文献1中,提出了STS动作中在髋、膝以及踝关节处多个力矩之中的关系的概述,其报道了不管受试者在STS动作中如何站立,健康受试者的髋关节和膝关节的力矩总和表现出恒定值($1.53\text{N}\cdot\text{m}/\text{kg}$),并且该总和与踝关节处的力矩之间几乎没有相关性。另据报道,如果在STS运动中髋关节和膝关节处的力矩之和小于上述恒定值,则怀疑受试者的站立能力存在问题,这表明需要进行适当的锻炼治疗以防止困卧在床并且促使康复。

[0004] 非专利文献

[0005] 非专利文献1:Shinsuke Yoshioka等人,Computation of kinematics and the minimum Peak Joint moments of sit-to-stand movements(静坐到站立运动的最小峰关节力矩和运动学的计算),BioMedical Engineering OnLine(生物医学工程在线)2007,6:26,页1-14(可从URL<<http://www.biomedical-engineering-online.com/content/6/1/26>>>)

发明内容

[0006] 技术问题

[0007] 根据非专利文献1中描述的方法,将反射标记分别放置在受试者的髋部和膝盖上,利用高灵敏度相机监视STS移动中具有反射标记的那些部分的移动,并且根据运动方程导出这些动作的力矩。部分地因为非专利文献1是学术文章,尝试建立一种装置,其允许通过使用其所讨论的需要一些设备的方法的方式来进行身体强度的测量,使得该装置昂贵(因此不实用)。

[0008] 针对这样的背景,本发明的目的在于提供一种指标导出设备、可佩戴设备以及移动设备,其允许利用简单的配置来测量人体的身体强度。

[0009] 解决问题的方案

[0010] 根据本发明的一方面,一种指标导出设备包括:加速度传感器,其用于感测加速度;以及计算处理器,其用于基于来自加速度传感器的感测结果来导出人体的肌肉力量有关的肌肉力量指标。

[0011] 具体地,例如,计算处理器能够基于加速度信号来导出肌肉力量指标,该加速度信号基于在人体执行预定运动的评估期内来自加速度传感器的感测结果。

[0012] 更具体地,例如,计算处理器能够通过使用加速度信号中包含的加速度最大值数

据来导出肌肉力量指标。

[0013] 再具体地,例如,计算处理器能够通过使用以下数据来导出肌肉力量指标:加速度最大值数据、人体的体重和人体的体脂率;或加速度最大值数据、人体的体重和人体的体脂肪质量。

[0014] 再例如,计算处理器能够通过使用以下数据来导出肌肉力量指标:加速度最大值数据、人体的体重和人体的肌肉百分比;或加速度最大值数据和人体的肌肉质量。

[0015] 然后,例如,肌肉力量指标导出器能够导出在预定移动中的人体的每单位肌肉量的加速度最大值作为肌肉力量指标。

[0016] 又例如,假设加速度传感器感测到的加速度包含由于人体的运动引起的加速度分量和由于重力引起的加速度分量,则计算处理器能够通过使用从加速度最大值数据中减去由于重力引起的加速度分量而获得的值来导出肌肉力量指标。

[0017] 再例如,加速度传感器能够沿着三个相互垂直的轴分别感测加速度,并且用于导出肌肉力量指标的加速度信号能够表示由沿着三个轴线的加速度形成的加速度矢量的大小。

[0018] 又例如,预定运动能够包括人体起立的运动。

[0019] 根据本发明的另一方面,可佩戴设备包括如上所述的指标导出设备。

[0020] 根据本发明的又一个方面,移动设备包括如上所述的指标导出设备。

[0021] 本发明的有益效果

[0022] 根据本发明,能够提供一种指标导出设备、可佩戴设备以及移动设备,其允许利用简单的配置来测量人体的身体强度。

附图说明

[0023] 图1A和图1B是表示根据本发明的第一实施例的测量设备的结构的示意图;

[0024] 图2是示出图1A中的测定设备附接到受试者的示意图;

[0025] 图3是图1A中的测量设备MD的功能块的配置示意图;

[0026] 图4是示出图1A中的测量设备中的加速度传感器的三个轴以及检测出的加速度向量的示意图;

[0027] 图5是示出评价动作后直立的受试者的示意图;

[0028] 图6是示出评估运动的示意图;

[0029] 图7是基于来自加速度传感器的检测结果的加速度绝对值信号的波形图;

[0030] 图8是对于图7中的加速度绝对值信号进行滤波而得到的信号的波形图;

[0031] 图9是表示原始信号与滤波信号的关系的图;

[0032] 图10是表示针对多个受试者导出的指标(P_1)随着沿着横轴的年龄的分布的示意图;

[0033] 图11是表示针对多个受试者导出的指标(P_2)随着沿着横轴的年龄的分布的示意图;

[0034] 图12是表示测量设备的使用示例的具体流程的示意图;

[0035] 图13是示出无线连接在一起的测量设备和终端设备的示意图;以及

[0036] 图14是表示分类的示意图。

具体实施方式

[0037] 下面,将参考附图来描述本发明的实施例。在下面参考的附图之中,相同的部件通过相同的附图标记来表示,并且原则上将不会重复对于相同部件的重叠描述。在本说明书中,为了简化说明,有时将关于信息、信号、物理量、组件等有关的符号以及其他命名与对应的信息、信号、物理量、组件等的名称以及省略或缩写一起使用。

[0038] <<第一实施例>>

[0039] 将描述本发明的第一实施例。本实施例涉及一种测量设备,其用于以轻巧且便宜的方式评估受试者的肌肉强度等(随后将讨论肌肉强度的重要性)。尽管非专利文献1中公开的方法需要至少两个观察点,在此描述的测量设备能够利用单个加速度传感器来评估肌肉强度等。可以认为,根据非专利文献1的方法中在两个地方(臀部和膝盖)执行的监视,与之等价的监视能够适当地利用单个加速度传感器,通过在身体的一部分处测量加速度来执行,其中身体的一部分表现出与臀部和膝盖力矩之和的关联性,并且胸前是最适合或适合作为该身体的一部分。另一方面,在STS运动中,重要的是,人们有利地只利用下半身的力量起立。因此,最适合的或者适合的方法是:利用附接到(例如,紧贴)在受试者的手臂或胸部上的加速度传感器,测量前臂胸前交叉的情况下有力地起立运动中的加速度。

[0040] 现在将描述通过利用这样的运动来测量肌肉强度等的测量设备的结构。图1A是根据本实施例的测量设备MD的外部侧视图。图1B是示出测量设备MD的壳体3内部的结构示意图。测量设备MD包括部件组1、电路板2、壳体3以及附接带4。可以认为附接带4不包括在测量设备MD的组成元件中。在电路板2上安装有构成部件组1的电子部件。其上安装有部件组1的电路板2被容纳并紧固到壳体3,壳体3由树脂或金属制成并具有预定形状。壳体3可以具有任何外部形状;例如,它可以具有圆柱体或长方体的形状。在此,为了清楚描述,假设外壳3为圆柱形。

[0041] 壳体3安装有通常为环形的附接带4。附接带4由例如橡胶、树脂、金属或者那些中的多于一种的组合形成。设置附接带4以允许将其中具有部件组1和电路板2的壳体3附接并且紧固到作为受试者的人体。这里,为了具体说明,假设如图2所示,测量设备MD像腕表或腕带一样利用附接带4围绕受试者的手腕缠绕。因此,壳体3的一个面(圆筒形状的基部中的一个基部)保持紧密接触并且紧固到与受试者的手腕。然而,也可能在不使用附接带4的情况下,将壳体3紧密接触并紧固到受试者的胸部,使得壳体3的一个面与受试者胸部的皮肤直接接触。

[0042] 图3是部件组1的配置示意图。部件组1包括加速度传感器11和计算处理器12。除了构成加速度传感器11和计算处理器12的组件之外,能够将各种部件安装在电路板2上并容纳在壳体3中。尽管未明确示出,例如用于提供供电电压的电源电路可以安装在电路板2上,用于驱动加速度传感器11和计算处理器12,并且用于向电源电路供应电力的电池(例如,锂离子电池)可以容纳在壳体3中。

[0043] 加速度传感器11是三轴加速度传感器,其沿X轴、Y轴和Z轴方向分别感测由加速度传感器11(因此外壳3或测量设备MD)正在移动产生的加速度。当壳体3与受试者保持紧密接触并固定到受试者时,加速度传感器11固定在壳体3内部的预定位置上;因此由加速度传感器11感测到的加速度包括由受试者的运动(移动)产生的加速度。如图4所示,X轴、Y轴、Z轴

相互垂直。加速度传感器11能够感测加速度作为矢量,并且由加速度传感器11感测的作为矢量的加速度被称为加速度矢量。在图4中,矢量VEC表示由X轴、Y轴、Z轴方向的加速度形成的加速度矢量。也就是,加速度矢量的X轴、Y轴和Z轴分量分别是加速度传感器11感测到的X轴方向上的加速度、Y轴方向上的加速度和Z轴方向上的加速度。

[0044] 计算处理器12包括微型计算机等,并且能够基于加速度传感器11感测到的加速度(此后也称之为感测到的加速度)来评估和导出受试者的肌肉强度等。计算处理器12可以形成成为半导体集成电路。

[0045] 现在将描述用于评估和导出受试者的肌肉强度等的方法。基于预定评估期期间感测到的加速度,其中的预定评估期包含受试者执行预定的评估运动的时期,测量设备MD能够评估并导出受试者的肌肉强度等。

[0046] 评估运动是STS运动,其中受试者从坐在椅子的就座面上的姿势起立,而预定的面针对直立的姿势。椅子可以具有处于任何高度的就座面;然而,当受试者坐在椅子的就座面上时,受试者双脚的脚底应当在脚跟和脚趾处与地面接触。例如,椅子的就座面具有受试者身高的20%~30%。在评估运动中,受试者在前臂胸前交叉的情况下,用全力从椅子的就座面站起。图5是刚刚站起来的受试者的正面示意图。图6是评估期间受试者的简化示意侧视图。

[0047] 在本实施方式中,壳体3(圆筒形状的基座中的一个基座)的一个面与受试者的手腕保持接触并紧固到受试者的手腕。因此,在手臂胸前交叉的情况下,加速度传感器11通常位于受试者胸前的固定位置。评估运动可以在壳体3位于固定位置的情况下执行,使得壳体直接与受试者的胸部直接接触。也就是,在评估运动中,将容纳有加速度传感器11的壳体3(或者加速度传感器11本身)附接(例如紧密接触)在受试者的手臂或胸部上,受试者用全力从椅子的就座面站立。

[0048] 在STS运动中,加速度主要在垂直方向上变化,垂直方向上的加速度变化包括反映受试者的肌肉强度的信息。但是,根据壳体3如何附接到受试者,加速度传感器11中的X轴、Y轴、Z轴方向与垂直方向的关系很可能以不同的方式变化。因此,在测量单元MD中,代替单独评估X轴、Y轴和Z轴方向上的加速度,对于加速度矢量的大小进行评估。加速度矢量的大小称为加速度绝对值,将加速度绝对值作为其信号值的信号被称为加速度绝对值信号。在本实施方式中,除非另有说明,加速度绝对值被理解为评估期间的加速度绝对值,并且加速度绝对值信号被理解为在评估期间将加速度绝对值作为其信号值的信号。

[0049] 图7示出当受试者执行评估运动时观察到的加速度绝对值信号510的波形(换言之,加速度绝对值的信号波形)。在图7的曲线图中,横轴表示时间,纵轴表示加速度的绝对值(对于随后将提及的图8同样)。发出信号510的受试者是没有任何残疾的人,其通常在STS运动中表现为:当臀部离开椅子时和紧接受试者站立之前,其加速度绝对值有大的变化。在图7中,信号511出现的时期对应于臀部离开椅子的时期,并且过一会,出现信号512的时期对应于紧接停止直立之前的时期。在信号511出现的时期之前,加速度绝对值通常保持在 9.8m/s^2 的时期是受试者从椅子站起来之前的时期(例如,受试者坐在椅子上休息的时期)。加速度传感器11配置为能够感测由于重力引起的加速度的传感器,因此,在受试者从椅子站立起的时期内(例如,受试者坐在椅子上休息的时期),加速度传感器11仅感测重力加速度。

[0050] 在本实施例中,加速度传感器11的采样频率(即,周期性地感测加速度的感测周期的倒数)被设置在200Hz(赫兹)处。加速度传感器11的采样频率能够设置在不同于200Hz处,在这种情况下,能够根据采样频率来优化后面描述的滤波。

[0051] 通常,加速度传感器11对外部噪声敏感;即使壳体3牢固地固定在胸部或手臂上,其即使对于衣物沙沙声和皮肤运动也会敏感地反应。考虑到这一点,在测量设备MD中,表示由加速度传感器11感测到的同一加速度的加速度绝对值信号经过滤波。这种滤波是对于加速度绝对值信号的低通滤波,因此较低频率的信号分量被衰减,并且较高频率的信号分量通过。在该实施例中,滤波包括使用四阶巴特沃斯(Butterworth)低通数字滤波器的低通滤波,并且将低通滤波的截止频率设置在5Hz处。

[0052] 在图8中示出了对于作为滤波前的加速度绝对值信号的图7所示的加速度绝对值信号520进行滤波所获得的信号的波形,也就是滤波之后的加速度绝对值信号520的波形。在以下描述中,为了简单和清楚的描述,如图9中所示,滤波之前的加速度绝对值信号,如加速度绝对值信号510,被称为原始信号,并且滤波之后的加速度绝对值信号,如加速度绝对值信号520,被称为滤波信号。原始信号或滤波信号的信号值是加速度绝对值。

[0053] 在评估期间,作为滤波信号的信号值的加速度绝对值通常首先保持恒定值(9.8m/s^2),然后在受试者臀部离开椅子的时间点附近增大到达第一极值;然后减小到达恒定值,然后进一步减小,在紧接受试者停止直立之前的时间点附近达到第二极值;此后它增大到恒定值。

[0054] 第一个极值是评估期间滤波信号的最大信号值,称为加速度最大值数据。在图8所示的示例中,加速度最大值数据约为 14.3m/s^2 。第二个极值是评估期间滤波信号的最小信号值,称为加速度最小值数据。在图8所示的示例中,加速度最大值数据约为 5.0m/s^2 。对于滤波信号,信号值等于第一个极值的时间点与信号值等于第二个极值的时间点之间的时间差由 Δt 表示(稍后将讨论 Δt 的使用)。

[0055] 来自加速度传感器11的感测加速度包含静态分量和惯性分量。静态分量包含由于重力引起的加速度分量和由于除了受测者移动之外的外力引起的加速度分量。这里,假定在地球上使用测量设备MD,并且由于重力引起的加速度分量的大小等于 9.8m/s^2 。不用说,重力加速度作用于垂直方向。惯性分量是由于受试者运动而产生的加速度分量,是STS运动中的必要组成部分。在普通的STS运动中,应当认为没有外力作用并且重力是恒定的;因此,能够认为惯性分量等于感测到的加速度减去由于重力引起的加速度分量。

[0056] 计算处理器12包括对于原始信号应用滤波以生成滤波信号的滤波器(未示出),并且基于在评估时段期间基于原始信号的滤波信号,导出与受试者的肌肉强度等有关的各种指标。滤波器也可以不是设置在计算处理器12中,而是插入到加速度传感器11与计算处理器12之间。

[0057] [导出指标 P_1]

[0058] 基于滤波信号导出的指标可以包括指标 P_1 。指标 P_1 例如由下式给出:

[0059] $P_1 = (\text{加速度最大值数据} - \text{重力加速度}) / (\text{体重} \times \text{肌肉百分比})$,

[0060] 也就是,

[0061] $P_1 = (\text{ACC}_{\text{MAX}} - 9.8) / (\text{WEIGHT} \times \text{MSPER})$. (1A)

[0062] 这里, ACC_{MAX} 表示以 m/s^2 为单位的加速度最大值数据,WEIGHT表示受试者的体重,

MS_{PER}表示受试者的肌肉百分比。由于受试者的肌肉百分比指示受试者的肌肉重量占受试者体重的比例,所以指标P₁也可以表示为:

[0063] $P_1 = (\text{加速度最大值数据} - \text{重力加速度}) / \text{肌肉质量}$ 。

[0064] 也就是说,公式(1A)能够改写为下面的公式(1B)::

[0065] $P_1 = (\text{ACC}_{\text{MAX}} - 9.8) / \text{MS}_{\text{AMT}}$ (1B)

[0066] 在这里,MS_{AMT}代表受试者的肌肉质量(即,受试者身体内所含肌肉的重量)。

[0067] 计算处理器12能够根据公式(1A)或公式(1B)导出指标P₁。假设,当根据公式(1A)或(1B)导出指标P₁时,已经预先将受试者的体重WEIGHT和肌肉百分比MS_{PER}或者受试者的肌肉质量MS_{AMT}馈送到计算处理器12。

[0068] 不方便的是,通常不易得知准确的肌肉百分比或肌肉质量。然而,如果我们假设人体是由“肌肉”、“脂肪”以及“骨骼和器官”形成,而且“骨骼和器官”在受试者中不管他们的身体组成如何不同是恒定的,则能够通过使用比较容易测量和获取的体脂率或身体脂肪质量而不是肌肉百分比或肌肉质量来得出指标P₁。

[0069] 具体地,例如计算处理器12能够根据公式(2A)或公式(2B)导出指标P₁。

[0070] $P_1 = (\text{ACC}_{\text{MAX}} - 9.8) - \text{WEIGHT} \times (1 - \text{BF}_{\text{PER}})$ (2A)

[0071] $P_1 = (\text{ACC}_{\text{MAX}} - 9.8) - (\text{WEIGHT} - \text{BF}_{\text{AMT}})$ (2B)

[0072] 这里,BF_{PER}表示受试者的体脂率,BF_{AMT}表示受试者的身体脂肪质量(即,受试者体内所含的身体脂肪的重量)。因此,在式(2A)和(2B)中,为了简单起见,忽略“骨骼和器官”的重量。假设,当根据公式(2A)或(2B)导出指标P₁时,已经预先将受试者的体重WEIGHT和体脂率BF_{PER}或者受试者的体重WEIGHT和身体脂肪质量BF_{AMT}馈送到计算处理器12。

[0073] 再例如,计算处理器12能够根据公式(2C)或(2D)导出指标P₁。

[0074] $P_1 = (\text{ACC}_{\text{MAX}} - 9.8) - \text{WEIGHT} \times (1 - \text{BF}_{\text{PER}} - \text{KA}_1)$ (2C)

[0075] $P_1 = (\text{ACC}_{\text{MAX}} - 9.8) / (\text{WEIGHT} - \text{BF}_{\text{AMT}} - \text{KA}_2)$ (2D)

[0076] 这里,KA₁表示预先定义为指示受试者身体中包含的“骨骼和器官”的重量占受试者体重的比率的值。KA₂表示预先定义为表示受试者身体中包含的“骨骼和器官”的重量的值。另外在此,假设当根据式(2C)或(2D)导出指标P₁的情况下,已经预先将受试者的体重WEIGHT和体脂率BF_{PER}或者受试者的体重WEIGHT和体脂肪质量BF_{AMT}馈送到计算处理器12。

[0077] 在公式(1A)、(1B)和(2A)~(2D)中,右侧的分母表示受试者的肌肉质量本身或者受试者的肌肉质量的近似值。因此,指标P₁表示在作为评估运动的STS运动中受测者的单位肌肉量的加速度最大值,并且这称为肌肉强度。肌肉强度取决于受试者的肌肉力量,因此能够作为与受试者的肌肉力量(肌肉力量指标)相关的指标来掌握。肌肉力量大致分为连续工作的肌肉的力量和瞬时工作的肌肉的力量(即,爆发力),基于加速度感知的结果的肌肉强度被认为属于后者。

[0078] 指标P₁被理解为指示肌肉的使用效率,而不是肌肉质量的大小。也就是说,高指标P₁表示肌肉的有效使用;因此,可以认为高指标P₁指向优秀的肌肉强度。例如,即使表面上肌肉发达的人,如果表现出低的指标P₁,也可能是未有效地利用他们的肌肉。在根据例如公式(2A)等推导出指标P₁的情况下,体重相对较重或体脂率比较低的人比其他人更难以获得高指标P₁。在这种情况下,对于体重相对较重或体脂率相对较低的人来说,为了产生指标P₁有关的良好,他们需要比其他人获得更高的加速度最大值(也就是说,他们需要更快地站

起来)。

[0079] 图10示出关于指标P₁执行的实验的结果。在这些实验中,多个受试者执行评估运动,并且对于每个受试者,通过上述方式导出指标P₁。根据公式(2A)导出指标P₁。在图10中,沿着横轴取得受试者的年龄,沿着纵轴取得导出的指标P₁。其中八人是男性,六人是女性,年龄跨度从三十到七十多岁。在图10中,黑色菱形与男性受试者对应,空心圆与女性受试者对应(对于随后将参考图11同样如此)。实验表明,在预定年龄(例如,30岁)或超过预定年龄时,随着受试者年龄增大,指标P₁趋于下降。这种趋势被认为反映了肌肉强度随着年龄的增加而下降的实际趋势。同样从这个事实可以看出,指标P₁是受试者肌肉力量状况的充分标志。

[0080] 在图10中,直线540表示实验中不同年龄的指标P₁的平均值,并由公式 $y = ax + b$ 表示。在这个公式中, y 表示指标P₁的值, x 表示受试者的年龄, a 和 b 是定义直线540的系数。通过上述实验利用更多数量的受试者找到直线540能够使系数 a 和 b 的值更接近反映实际的值。虽然在这里 y 被认为是 x 的线性函数,但也可以把 y 作为 x 的高阶函数(二次或更高阶的函数)。

[0081] [导出指标P₂]

[0082] 基于滤波信号导出的指标能够包括指标P₂。指标P₂例如由下式给出:

[0083] $P_2 = (\text{加速度最大值数据} - \text{重力加速度}) / (\text{体重} \times \text{体脂率})$,

[0084] 也就是,

[0085] $P_2 = (\text{ACC}_{\text{MAX}} - 9.8) / (\text{WEIGHT} \times \text{BF}_{\text{PER}})$. (3A)

[0086] 这里, ACC_{MAX} 表示以 m/s^2 为单位的加速度最大值数据,并且受试者的体脂率 BF_{PER} 是受试者的身体脂肪质量占受试者的体重 WEIGHT 的比例。因此,指标P₂也能够表示为:

[0087] $P_2 = (\text{加速度最大值数据} - \text{重力加速度}) / \text{身体脂肪质量}$ 。

[0088] 也就是说,公式(3A)可以改写为下面的公式(3B):

[0089] $P_2 = (\text{ACC}_{\text{MAX}} - 9.8) / \text{BF}_{\text{AMT}}$. (3B)

[0090] 计算处理器12能够根据公式(3A)或公式(3B)导出指标P₂。假设,当根据公式(3A)或(3B)导出指标P₂时,已经预先将受试者的体重 WEIGHT 和体脂率 BF_{PER} 或者受试者的身体脂肪质量 BF_{AMT} 馈送到计算处理器12。

[0091] 指标P₂表示在作为评估运动的STS运动中的受试者的每单位体脂肪质量的加速度最大值。通过,身材矮小、肌肉发达的人比其他人容易获得高指数P₂。因此,指数P₂可以用作肥胖趋势的标志。

[0092] 图11示出基于通过与图10对应的上述实验获得的加速度最大值数据针对多个受试者导出的指标P₂。在图11中,沿着横轴取得受试者的年龄,沿着纵轴取得导出的指标P₂。与应用于指标P₁的类似处理能够应用于指标P₂;由此能够从针对多个受试者找到的指标P₂导出其年龄与指标P₂之间的关系式。

[0093] [导出指标P₃]

[0094] 基于滤波信号导出的指标能够包括指标P₃。基于评估期间的滤波信号的波形导出指标P₃。例如,根据下面的公式(4A)、(4B)或(4C)计算指数P₃。

[0095] $P_3 = k_{B1} (\text{ACC}_{\text{MAX}} - 9.8) - k_{B2} \cdot \Delta t$ (4A)

[0096] $P_3 = k_{B1} (\text{ACC}_{\text{MAX}} - 9.8) / \Delta t$ (4B)

[0097] $P_3 = k_{B1} / \Delta t$ (4C)

[0098] 符号 k_{B1} 和 k_{B2} 代表预先定义的正系数。 Δt 表示的是上述参考图8提到的。应当认为,受试者的肌肉力量(爆发力)越高,因此站立地越快,加速度最大值数据 ACC_{MAX} 越大,时间 Δt 越短。因此,与指标 P_1 一样,指标 P_3 也取决于被测者的肌肉强度,因此可以作为与被测者的肌肉强度(肌肉力量指标)相关的指标来掌握。

[0099] [收集实验数据]

[0100] 通过使用测量设备MD,能够通过如下所述的方式来执行实验数据收集。例如,在测量设备MD的设计或制造阶段,在其作为由消费者(一般消费者和护理人员 and 医疗专业人员)使用的产品之前,进行实验数据收集。实验数据收集涉及重复单元实验。在单元实验中,给定年龄的一个受试者执行评估运动,并且对于该受试者,通过上述方式导出指标 P_1 、 P_2 和 P_3 。大量不同年龄的受试者都进行了类似的单元实验。

[0101] 第一到第 n 年龄组被定义为相互排斥。这里,假定 n 是2以上的整数,并且对于任何整数 i ,属于第 $(i+1)$ 年龄组的年龄比属于第 i 年龄组的年龄高。

[0102] 对于属于第 i 个年龄组的多个受试者导出的多个指标 P_1 ,分别用 $AVE_{P1}[i]$ 和 $\sigma_{P1}[i]$ 表示平均值和分散度的正平方根。

[0103] 对于属于第 i 个年龄组的多个受试者导出的多个指标 P_2 ,分别用 $AVE_{P2}[i]$ 和 $\sigma_{P2}[i]$ 表示平均值和分散度的正平方根。

[0104] 对于属于第 i 个年龄组的多个受试者导出的多个指标 P_3 ,分别用 $AVE_{P3}[i]$ 和 $\sigma_{P3}[i]$ 表示平均值和分散度的正平方根。

[0105] 在实验数据收集,根据大量受试者的单位实验结果,推导出一组分类数据(分类数据集),其包括 $AVE_{P1}[1] \sim AVE_{P1}[n]$, $\sigma_{P1}[1] \sim \sigma_{P1}[n]$, $AVE_{P2}[1] \sim AVE_{P2}[n]$, $\sigma_{P2}[1] \sim \sigma_{P2}[n]$, $AVE_{P3}[1] \sim AVE_{P3}[n]$ 以及 $\sigma_{P3}[1] \sim \sigma_{P3}[n]$ 。用于导出分类数据集的计算可以在与测试设备MD分开的计算设备(未示出)中执行。

[0106] 分类数据集能够分别针对男性和女性导出。然而,在下面的描述中,为了简单描述,除非另有说明,假定所有受试者都是男性,并且分类数据集是针对男性的一个。

[0107] [测量设备的具体使用示例]

[0108] 参考图12,现在将给出如何使用测量设备MD的示例的具体流程的描述,包括如何使用分类数据集。在获取到分类数据集之后执行图12中的步骤S11至S15的操作。

[0109] 首先,在步骤S11中,使得受试者和测量设备MD进入测量准备状态。在测量准备状态中,受试者坐在预定的椅子上,并且测量设备MD的壳体3的一个面与受试者的手腕(或胸部)接触并紧固。

[0110] 接着,在步骤S12中,受试者或其他人向测量设备MD输入待机操作。测量设备MD能够识别是否已经输入待机操作。待机操作例如是按压设置在壳体3上的未示出的操作按钮的操作。在这种情况下,测量设备MD只需要监视操作按钮是否被按下。操作按钮可以是触摸面板上的一个。又例如,待机操作可以将预定操作输入到无线连接到测量设备MD的终端设备TM(见图13)。在这种情况下,在接收到预定操作的输入时,终端设备TM将事件传送给测量设备MD,由此识别待机操作的输入。测量设备MD和终端设备TM各自包括无线处理器(无线模块),并且能够通过使用这些无线处理器来无线交换任何信息。终端装置TM例如是信息终端、移动电话或个人计算机。所谓的智能手机属于信息终端、移动电话或个人计算机。

[0111] 在待机操作的输入之后或之前,受试者采取前臂胸前交叉的姿势。在待机操作的输入之后立刻,在步骤S13中,受试者执行上述的评估动作。计算处理器12能够将输入待机操作的时间点作为评估期开始的时间点。评估期可以具有预定的时间长度(例如,10秒)。在这种情况下,计算处理器12将从输入待机操作的时间点开始经过预定时间的时间点作为评估期结束的时间点。再例如,评估期可以在滤波信号中观察到加速度最小值数据的时间点结束。

[0112] 评估期间结束后,在步骤S14中,基于评估期期间来自加速度传感器11的感测结果,计算处理器12导出上述指标 $P_1 \sim P_3$ 的全部或一部分。然后,在步骤S15中,计算处理器12基于在步骤S14中导出的指标和分类数据集来进行分类。下面分类的描述假设分类数据集预先存储在并入计算处理器12的非易失性存储器(未示出)中。

[0113] 例如,考虑受试者的年龄属于第 i 个年龄组(其中 i 是1以上但 n 以下的整数)的情况。先前已经将受试者的年龄属于第 i 个年龄组的信息馈送到测试设备MD。

[0114] 在这种情况下,例如如图14中所示,在对于在步骤S14导出的指标 P_1 进行分类时,关于给定指标 P_1 ,如果满足:

[0115] $P_1 < AVE_{P1}[i] - 2 \cdot \sigma_{P1}[i]$,

[0116] 将其分类到第一类;如果它满足:

[0117] $AVE_{P1}[i] - 2 \cdot \sigma_{P1}[i] \leq P_1 \leq AVE_{P1}[i] - \sigma_{P1}[i]$,

[0118] 将其分类到第二类;如果它满足:

[0119] $AVE_{P1}[i] - \sigma_{P1}[i] < P_1 < AVE_{P1}[i] + \sigma_{P1}[i]$,

[0120] 将其分类到第三类;如果它满足

[0121] $AVE_{P1}[i] + \sigma_{P1}[i] < P_1 < AVE_{P1}[i] + 2 \cdot \sigma_{P1}[i]$,

[0122] 将其分类到第四类;如果它满足:

[0123] $AVE_{P1}[i] + 2 \cdot \sigma_{P1}[i] < P_1$,

[0124] 将其分类到第五类。

[0125] 值 $(AVE_{P1}[i] - 2 \cdot \sigma_{P1}[i])$ 、值 $(AVE_{P1}[i] - \sigma_{P1}[i])$ 、值 $(AVE_{P1}[i] + \sigma_{P1}[i])$ 、以及值 $(AVE_{P1}[i] + 2 \cdot \sigma_{P1}[i])$ 针对每个年龄组作为指标 P_1 的分类中的预定基准值。

[0126] 类似地,例如,在对于在步骤S14导出的指标 P_2 进行分类时,关于给定指标 P_2 ,如果满足:

[0127] $P_2 < AVE_{P2}[i] - 2 \cdot \sigma_{P2}[i]$,

[0128] 将其分类到第一类;如果它满足:

[0129] $AVE_{P2}[i] - 2 \cdot \sigma_{P2}[i] \leq P_2 \leq AVE_{P2}[i] - \sigma_{P2}[i]$,

[0130] 将其分类到第二类;如果它满足:

[0131] $AVE_{P2}[i] - \sigma_{P2}[i] < P_2 < AVE_{P2}[i] + \sigma_{P2}[i]$,

[0132] 将其分类到第三类;如果它满足:

[0133] $AVE_{P2}[i] + \sigma_{P2}[i] \leq P_2 \leq AVE_{P2}[i] + 2 \cdot \sigma_{P2}[i]$,

[0134] 将其分类到第四类;如果它满足:

[0135] $AVE_{P2}[i] + 2 \cdot \sigma_{P2}[i] < P_2$,

[0136] 将其分类到第五类。

[0137] 值 $(AVE_{P2}[i] - 2 \cdot \sigma_{P2}[i])$ 、值 $(AVE_{P2}[i] - \sigma_{P2}[i])$ 、值 $(AVE_{P2}[i] + \sigma_{P2}[i])$ 、以及值

($AVE_{P_2}[i]+2 \cdot \sigma_{P_2}[i]$) 针对每个年龄组作为指标 P_2 的分类中的预定基准值。

[0138] 类似地,例如,在对于在步骤S14导出的指标 P_3 进行分类时,关于给定指标 P_3 ,如果满足:

[0139] $P_3 < AVE_{P_3}[i] - 2 \cdot \sigma_{P_3}[i]$,

[0140] 将其分类到第一类;如果它满足:

[0141] $AVE_{P_3}[i] - 2 \cdot \sigma_{P_3}[i] \leq P_3 \leq AVE_{P_3}[i] - \sigma_{P_3}[i]$,

[0142] 将其分类到第二类;如果它满足:

[0143] $AVE_{P_3}[i] - \sigma_{P_3}[i] < P_3 < AVE_{P_3}[i] + \sigma_{P_3}[i]$,

[0144] 将其分类到第三类;如果它满足:

[0145] $AVE_{P_3}[i] + \sigma_{P_3}[i] \leq P_3 \leq AVE_{P_3}[i] + 2 \cdot \sigma_{P_3}[i]$,

[0146] 将其分类到第四类;如果它满足:

[0147] $AVE_{P_3}[i] + 2 \cdot \sigma_{P_3}[i] < P_3$,

[0148] 将其分类到第五类。

[0149] 值($AVE_{P_3}[i] - 2 \cdot \sigma_{P_3}[i]$)、值($AVE_{P_3}[i] - \sigma_{P_3}[i]$)、值($AVE_{P_3}[i] + \sigma_{P_3}[i]$)以及值($AVE_{P_3}[i] + 2 \cdot \sigma_{P_3}[i]$)针对每个年龄组作为指标 P_3 的分类中的预定基准值。

[0150] 测量设备MD能够识别的信息包括:在步骤S14中导出的信息和在步骤S15中的分类结果,可以从测量设备MD无线地发送到终端装置TM,也可以显示在包括液晶显示面板等的显示屏幕上。这里,显示屏幕可以是设置在测量设备MD的壳体3上的显示屏幕,或者可以是设置在终端设备TM上的显示屏幕。在显示屏幕上显示的内容由设置在测量设备MD或终端设备TM中的显示控制器(未示出)来控制。

[0151] 例如,当指标 P_1 被分类到第三类时,在显示屏幕上显示平均肌肉强度的指示。当指标 P_1 被分类到第四类时,在显示屏幕上显示优于平均肌肉强度的指示。当指标 P_1 被分类到第五类时,在显示屏幕上显示仍优于第四类的肌肉强度的指示。当指标 P_1 被分类到第四类时,在显示屏幕上显示优于平均肌肉强度的指示。当指标 P_1 被分类到第一类时,在显示屏幕上显示比第二类更差的肌肉强度的指示。当指标 P_1 被分类为第一类或第二类时,可以在显示屏幕上显示推荐适当的运动治疗等的消息。同样对于指标 P_2 或 P_3 ,同样地控制在显示屏幕上显示的内容。尽管在上述方法中,在五个类别中进行分类,但是用于分类的类别数量可以不是五个。

[0152] 虽然在上述操作的示例中,假定滤波、步骤S14中的指标的导出以及步骤S15中的分类全部在测量设备MD中执行,但是它们的全部或一部分可以在终端设备TM中执行。在这种情况下,计算处理器12的一部分或全部被认为存在于终端装置TM中。在终端设备TM上执行分类的情况下,已经预先将分类数据集合馈送该终端设备TM。

[0153] 在该实施例中,肌肉强度等能够利用简单配置来测量,其中包括来自加速度传感器的感测数据的使用。简单配置有助于使得设备紧凑且便宜。从受试者(用户)的角度来看,通过诸如从椅子上站立等习惯性动作,能够容易地测量肌肉强度等,因此能够容易地以常规的方式使得肌肉强度可视化。因此,能够检测出缺乏锻炼,改善生活质量(QOL),建议受试者进行足够的运动量等,以便不局限在床上,从而改善健康生活预期,因而降低医疗成本。

[0154] <<第二实施例>>

[0155] 将描述本发明的第二实施例。第二实施例基于第一实施例。因此,关于没有特别提

及的第二实施例的这些特征,针对第一实施例给出的相关描述,除非不一致,否则同样适用于第二实施例。对于作为第一与第二实施例之间矛盾的第二实施例的这些特征,以针对第二实施例给出的描述为准。第二实施例涉及基于结合第一实施例所描述的技术的一些修改或采用的技术。

[0156] 可以使用不感测重力加速度的加速度传感器作为加速度传感器11,在此情况下,在结合第一实施例提到的相关公式中, $(ACC_{MAX}-9.8)$ 将被 ACC_{MAX} 替换。在这种情况下,第一和第二极值都是最大值;即使如此,通过与第一实施例中类似的方式,将第一极值作为加速度最大值数据处理。

[0157] 在假设评估运动一直在平行于垂直方向的Z轴执行的情况下,加速度传感器11可以是仅感测Z轴方向上的加速度的单轴加速度传感器。在该情况下,感测到的Z轴方向上的加速度能够易于作为加速度绝对值进行处理。

[0158] 能够认为测量设备MD包括指标导出设备,该指标导出设备包括加速度传感器11和计算处理器,其中的计算处理器基于来自加速度传感器11的感测结果来导出指标(例如, P_1 、 P_2 或 P_3)。能够构建包括该指标导出设备的可佩戴设备。可佩戴设备还可以包括附接构件,该附接构件允许将指标导出设备附接到作为受试者的人体。根据第一实施例的测量设备MD是一种可佩戴设备,并且附接带4与附接构件对应。附接构件不限于附接带4,而是可以是允许测量设备MD附接到作为受试者的人体的任何东西。

[0159] 指标导出设备可以并入到诸如移动电话或智能手机的移动设备中。在这种情况下,能够在移动设备保持在手掌中的情况下执行评估运动,使得其保持在胸前的固定位置。能够认为可佩戴设备是一种移动设备。移动设备包括部件组1、和电路板以及构成用作电路板2和外壳3的移动设备的外壳。移动设备包括:能够显示任何信息(包括通过指标导出设备导出的指标 $P_1 \sim P_3$)的显示屏、可以经由诸如因特网的网络与另一信息设备通信的通信单元、包括能够输出音频的扬声器等的音频输出单元、实现与伙伴设备的语音通信的电话单元等。移动设备通常设置有加速度传感器,其用于感测移动设备的倾斜,在这种情况下,用于感测移动设备的倾斜等的加速度传感器可以两倍于加速度传感器11。计算处理器12待执行的处理然后能够由设置在移动装置中的微型计算机执行。

[0160] 当执行评估运动时,加速度传感器11位于能够检测到由于受试者的移动而产生的加速度预定位置,在上述的说明中,将该预定位置假定为受试者的胸前。然而,这并不意味着将预定位置限制到受试者的胸前;预定位置或者可以在受试者的胸口之前或在咽喉之前。

[0161] 根据本发明的目标设备(指标导出设备、可佩戴设备或移动设备)可以构建为诸如集成电路的硬件,或者作为硬件和软件的组合。作为目标设备可执行的功能的全部或一部分的任意特定功能可以被写入程序中,并且该程序可以存储在闪速存储器中,该闪速存储器能够安装在目标设备上,使得当程序在程序执行设备(例如,能够安装在目标设备上的微型计算机)上运行时,将执行这些特定的功能。该程序能够存储或固定到任何记录介质。程序存储或固定到的记录介质可以安装在或连接到与目标设备分离的设备(例如,服务器设备)上。

[0162] <<本发明有关的研究>>

[0163] 以下是在上述实施例中实现的对于上述本发明的研究。

[0164] 根据本发明的一方面,一种指标导出设备包括:加速度传感器(11),其用于感测加速度;以及计算处理器(12),其用于基于来自加速度传感器的感测结果来导出人体的肌肉力量有关的肌肉力量指标(例如, P_1 或 P_3)。

[0165] 因此能够利用涉及来自加速度传感器的感测结果的使用的简单配置,来获取关于肌肉力量的指标。简单配置有助于使得设备紧凑且便宜。紧凑并且可负担促使该设备的日常使用,并且使得用户易于例行地可视化他们的肌肉力量。因此,能够检测出缺乏锻炼,改善QOL(生活质量),建议受试者(用户)进行足够的运动量等,以便不局限在床上,从而改善健康生活预期,因而降低医疗成本。

[0166] 附图标记列表

[0167] MD 测量设备

[0168] 1 部件组

[0169] 2 电路板

[0170] 3 外壳

[0171] 4 附接带

[0172] 11 加速度传感器

[0173] 12 计算处理器

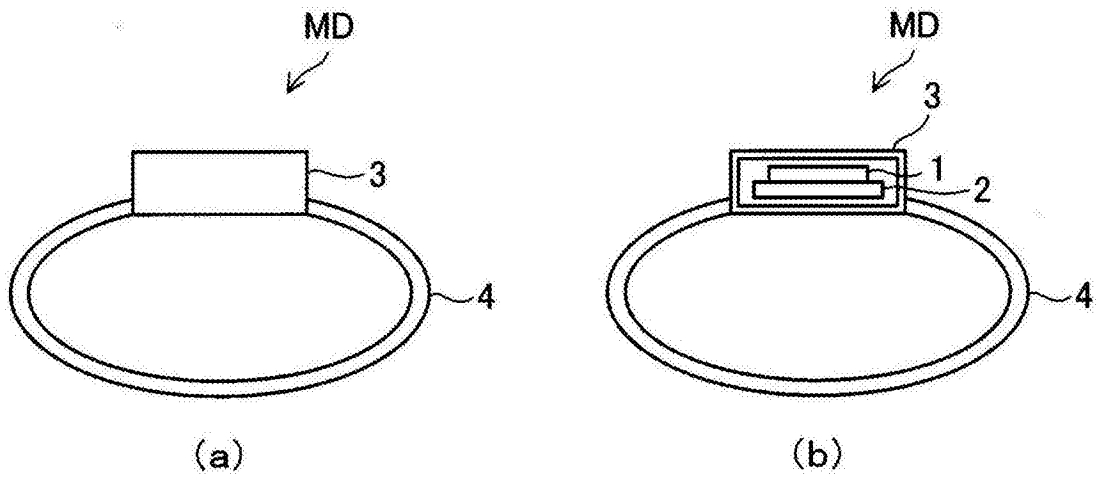


图1

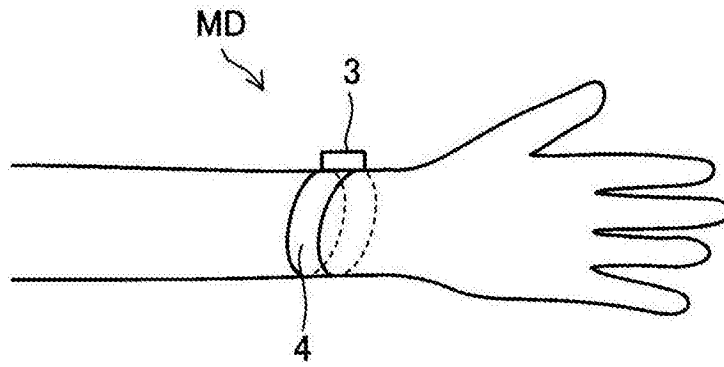


图2

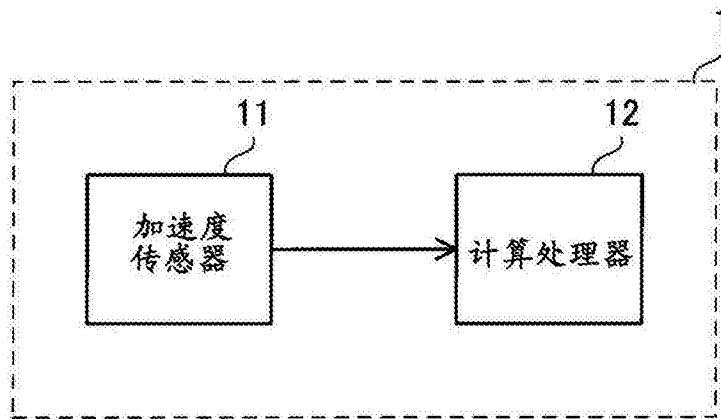


图3

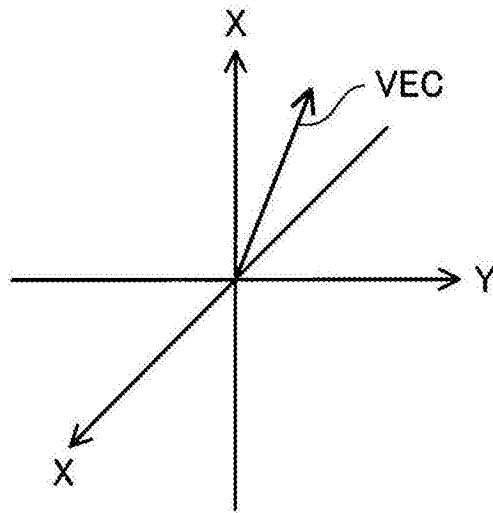


图4

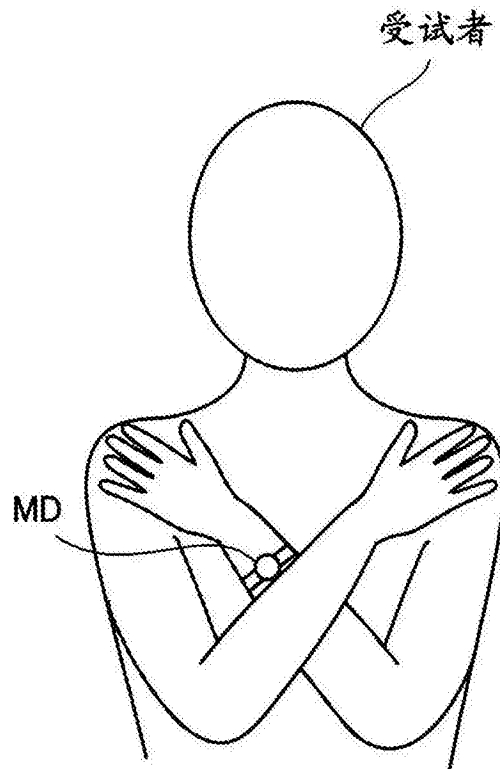


图5

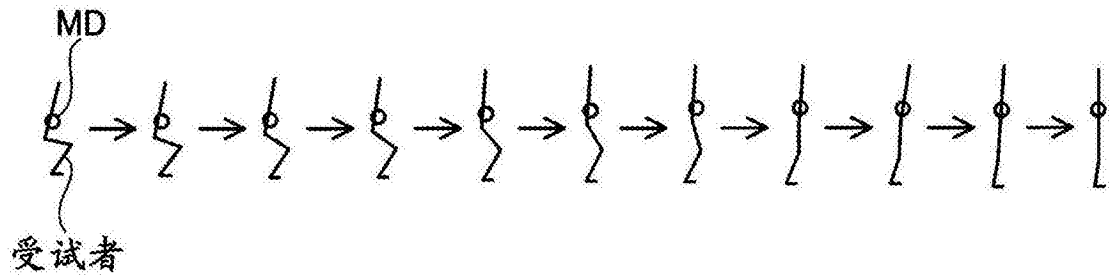


图6

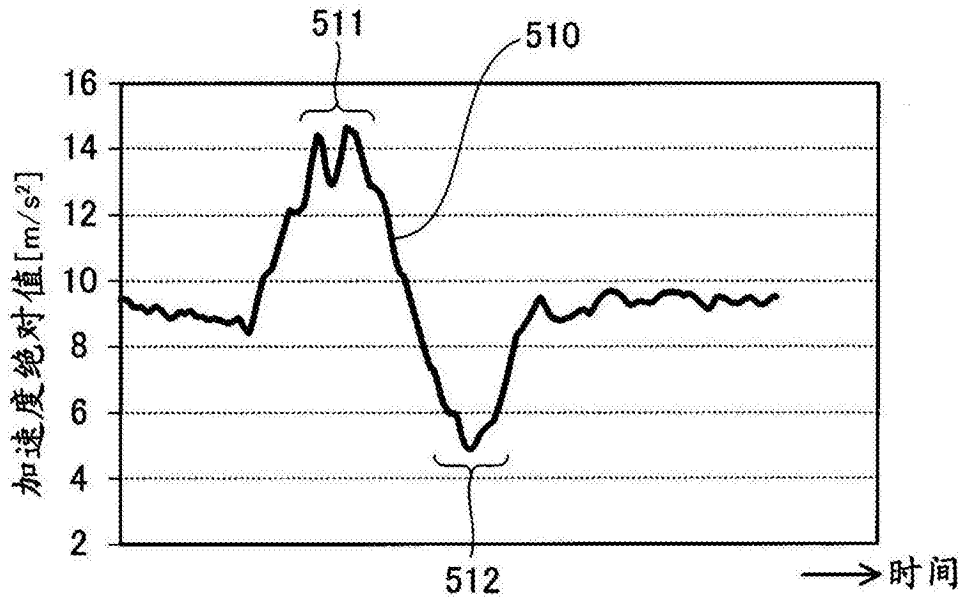


图7

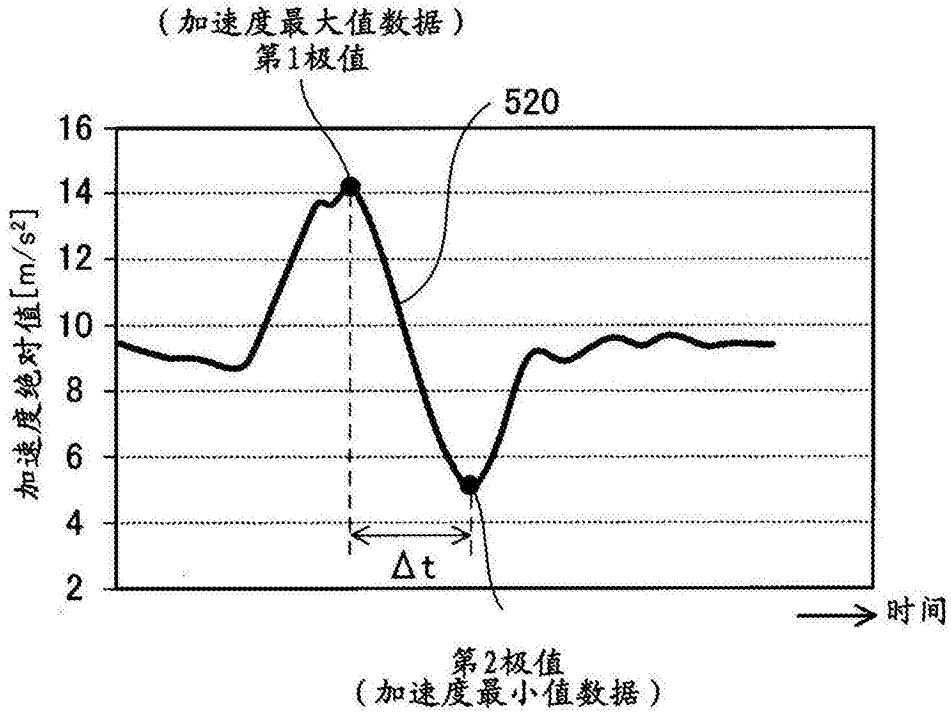


图8



图9

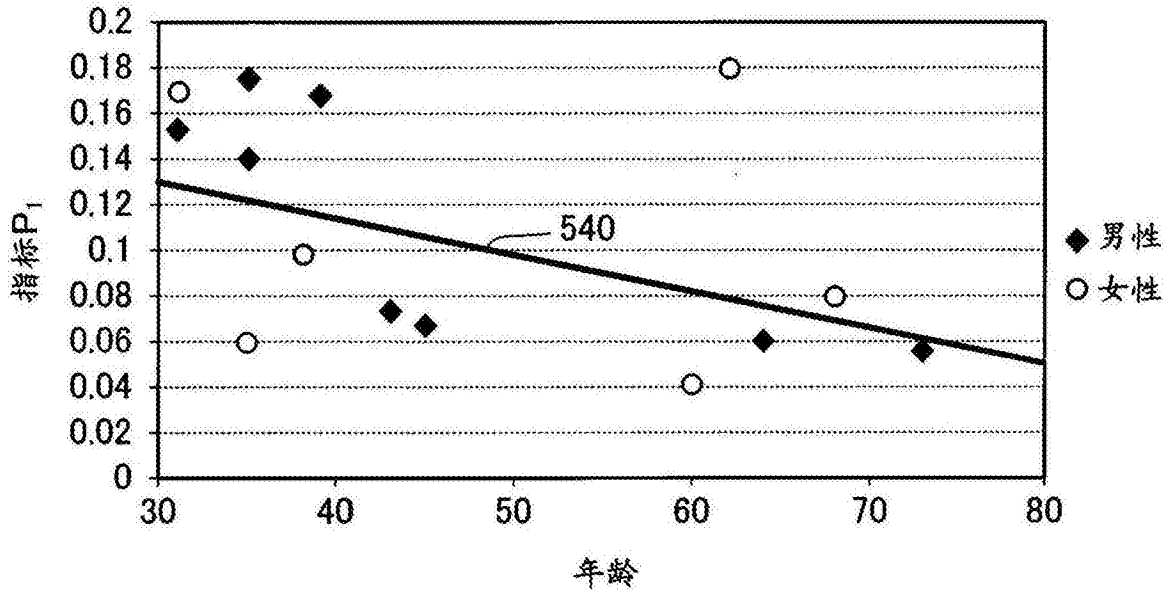


图10

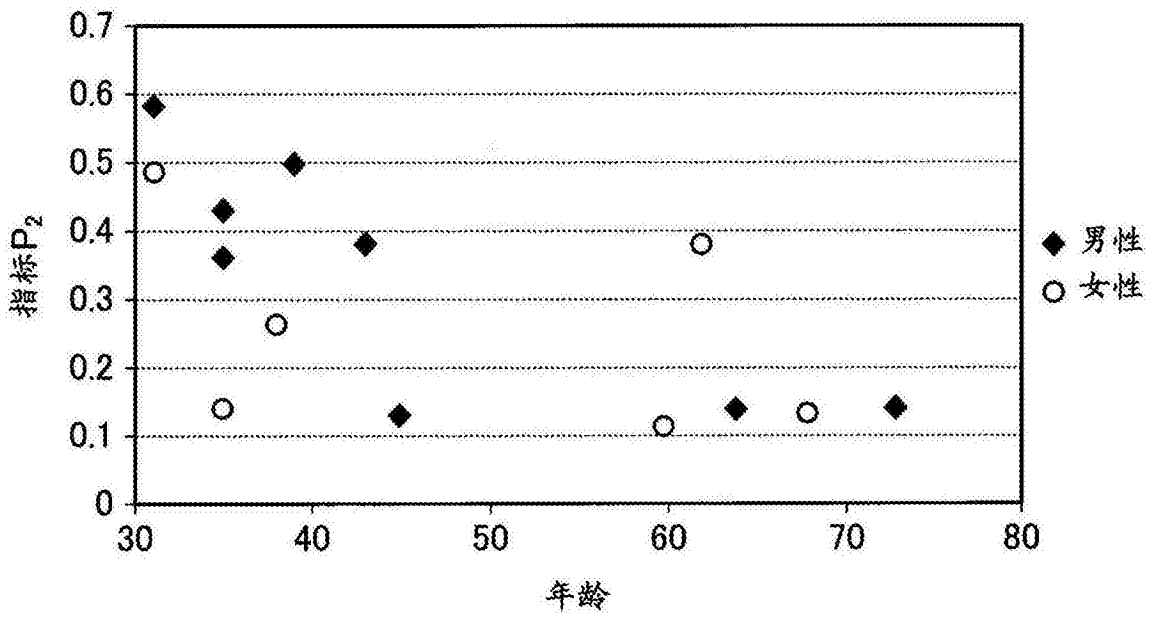


图11

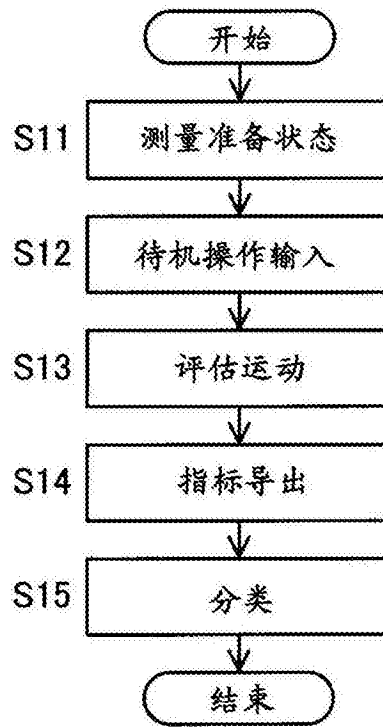


图12

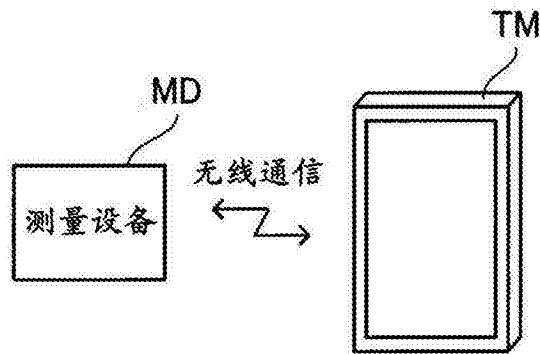


图13



图14