

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780011248.6

A63B 71/06 (2006.01)
A61H 1/02 (2006.01)
A63B 22/06 (2006.01)
A63B 22/04 (2006.01)
A63B 24/00 (2006.01)
A63B 69/00 (2006.01)

[43] 公开日 2009年4月15日

[11] 公开号 CN 101410154A

[22] 申请日 2007.3.26
[21] 申请号 200780011248.6
[30] 优先权
 [32] 2006.4.6 [33] JP [31] 105181/2006
[86] 国际申请 PCT/JP2007/056195 2007.3.26
[87] 国际公布 WO2007/116682 日 2007.10.18
[85] 进入国家阶段日期 2008.9.27
[71] 申请人 本田技研工业株式会社
 地址 日本东京都
[72] 发明人 平田崇 安原谦 岛田圭

[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

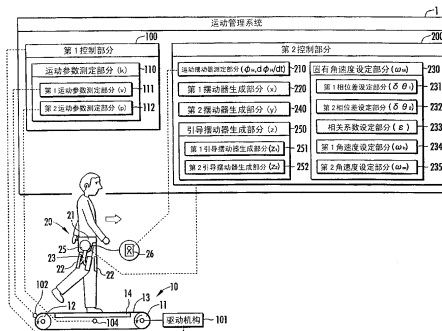
权利要求书 5 页 说明书 30 页 附图 7 页

[54] 发明名称

运动管理系统、运动管理方法、运动管理程序

[57] 摘要

本发明提供一种管理该运动物体的运动的系统，在谋求人类等运动物体及用不同形式引导该运动物体的运动的 2 个装置的各自运动的协调的同时，用合适的尺度及节奏进行运动，以训练该运动物体。根据本发明的运动管理系统 1，通过跑步机（第 1 运动引导装置）10 的动作，调节用户的步行运动的速度。通过步行运动引导装置（第 2 运动引导装置）20 的动作，以与运动物体的运动节奏协调后的节奏调节运动尺度，同时引导该用户的步行运动。这时，根据步行速度 v （必要时为步行率 p ）控制步行运动引导装置 20 的动作。由此能在谋求用户的步行运动、跑步机 10 的动作及步行运动引导装置 20 的各自动作的协调的同时，用合适的尺度及节奏步行运动，以训练该用户。



1. 一种运动管理系统，管理运动物体的运动，具备：

运动参数测定部分，根据第 1 运动引导装置的动作速度，测定运动参数，该运动参数表示由该第 1 运动引导装置的动作所引导并且进行运动的上述运动物体的该运动尺度及该运动节奏之中的一方或者两方；和，

控制部分，在以与该运动物体的运动节奏协调后的节奏调节该运动物体的运动尺度的同时，根据由该运动参数测定部分所测定的该运动参数，控制用于引导该运动物体的运动的第 2 运动引导装置的动作。

2. 根据权利要求 1 所述的运动管理系统，其特征是，

上述运动参数测定部分具备第 1 运动参数测定部分，该第 1 运动参数测定部分根据上述第 1 运动引导装置所具有的循环运动体的循环运动速度，测定第 1 运动参数，该第 1 运动参数是表示通过与该循环运动体接触而引导向该循环运动体的循环运动方向相反方向上的运动的上述运动物体的该运动速度的上述运动参数。

3. 根据权利要求 2 所述的运动管理系统，其特征是，

上述第 1 运动参数测定部分，根据对作为上述第 1 运动引导装置的跑步机所具有的多个滚筒桥接的作为上述循环运动体的无端传送带的驱动速度，测定通过与该无端传送带接触而引导向该无端传送带的循环运动方向相反方向上的步行或跑步运动的上述运动物体的该步行或跑步速度作为上述第 1 运动参数。

4. 根据权利要求 1 所述的运动管理系统，其特征是，

上述运动参数测定部分具备第 2 运动参数测定部分，该第 2 运动参数测定部分根据上述运动物体和上述第 1 运动引导装置之间的相互作用力的变化模式，测定第 2 运动参数，该第 2 运动参数是表示通过该运动物体和第 1 运动引导装置的动作而引导周期运动的该运动物体的该周期运动的振幅及周期之中的一方或者两方的上述运动参数；

上述控制部分根据由该运动参数测定部分所测定的该第 2 运动参

数，控制上述第2运动引导装置的动作。

5. 根据权利要求4所述的运动管理系统，其特征是，

上述第2运动参数测定部分，根据支撑对作为上述第1运动引导装置的跑步机所具有的多个滚筒桥接的无端传送带的踏板受到来自上述运动物体的压力的时间变化模式，测定该运动物体的步行率作为上述第2运动参数。

6. 根据权利要求1所述的运动管理系统，其特征是，

上述运动参数测定部分具备：测定第1运动参数作为上述运动参数的第1运动参数测定部分和测定第2运动参数作为上述运动参数的第2运动参数测定部分，该第1运动参数是上述运动物体的移动速度，该第2运动参数是上述运动物体的步幅或步行率；

上述控制部分控制上述第2运动引导装置的动作，以便让作为该第2运动参数的步幅的平方与作为该第1运动参数的移动速度之间的比率、或者作为该第1运动参数的速度与作为该第2运动参数的步行率的平方之间的比率的步行比与目标步行比一致。

7. 根据权利要求1所述的运动管理系统，其特征是，

上述控制部分具备：

运动摆动器测定部分，分别测定第1及第2运动摆动器作为对应于上述运动物体的运动而周期性变化的参数；

第1摆动器生成部分，在通过与输入摆动信号相互牵引生成以根据固有角速度所决定的角速度进行时间变化的输出摆动信号的第1模型中，将由该运动摆动器测定机构所测定的该第1运动摆动器作为该输入摆动信号输入，由此生成第1摆动器作为该输出摆动信号；

固有角速度设定部分，根据由该运动摆动器测定部分所测定的该运动摆动器和由该第1摆动器生成部分所生成的该第1摆动器之间的相位差，设定新的该固有角速度；

第2摆动器生成部分，在根据输入摆动信号生成以基于由该固有角速度设定机构所设定的该固有角速度所决定的角速度进行时间变化的输出摆动信号的第2模型中，将由该运动摆动器测定机构所测定的该第2运动摆动器作为该输入摆动信号输入，由此生成第2摆动器作为该输

出摆动信号；和

引导摆动器生成部分，在由该第2摆动器生成部分所生成的该第2摆动器的基础上，还根据由上述运动参数测定部分所测定的运动参数，生成确定上述第2运动引导装置的动作的尺度及节奏的引导摆动器。

8. 根据权利要求7所述的运动管理系统，其特征是，

上述运动摆动器测定部分测定表示上述运动物体的运动尺度的第3运动摆动器，

上述引导摆动器生成部分，在由上述第2摆动器生成部分所生成的上述第2摆动器和由上述固有角速度设定部分所新设定的上述固有角速度的基础上，还根据由上述运动参数测定部分所测定的运动参数，生成包含第1引导摆动器的引导摆动器，该第1引导摆动器表示用于按照由上述运动摆动器测定部分所测定的该第3运动摆动器趋近与上述运动物体的目标运动尺度对应所设定的目标值的方式引导该运动物体的运动的假想的弹性要素所形成的弹性力。

9. 根据权利要求8所述的运动管理系统，其特征是，

上述运动摆动器测定部分测定上述第2运动摆动器作为上述第3运动摆动器。

10. 根据权利要求8所述的运动管理系统，其特征是，

上述运动摆动器测定部分测定表示上述运动物体的运动节奏的第4运动摆动器；

上述引导摆动器生成部分，在由上述第2摆动器生成部分所生成的上述第2摆动器、由上述固有角速度设定部分所设定的上述固有角速度和由上述运动摆动器测定部分所测定的该第4运动摆动器的基础上，还根据由上述运动参数测定部分所测定的运动参数，生成包含第2引导摆动器的上述引导摆动器，该第2引导摆动器表示用于按照抑制上述第3运动摆动器的绝对值的增大的方式引导上述运动物体的运动的假想的衰减要素所形成的衰减力。

11. 根据权利要求10所述的运动管理系统，其特征是，

上述运动摆动器测定部分测定上述第1运动摆动器作为上述第4运动摆动器。

12. 根据权利要求7所记载的运动管理系统，其特征是，

上述第2摆动器生成部分在由上述运动摆动器测定部分所测定的上述第1或第2运动摆动器的周期变化的大小超过阈值的情况，代替由上述固有角速度设定部分所设定的上述固有角速度，生成以根据由上述运动摆动器测定部分所测定的该第1或第2运动摆动器的角速度和由上述第1摆动器生成部分所生成的上述第1摆动器的角速度之中的一方或两方所决定的角速度进行摆动的上述第2摆动器。

13. 根据权利要求1所述的运动管理系统，其特征是，

上述控制部分具备：

运动摆动器测定部分，测定与上述运动物体的2个不同身体部分的运动相对应的上述运动摆动器作为上述第1及第2运动摆动器；

第1摆动器生成部分，在通过与输入摆动信号相互牵引生成以根据固有角速度所决定的角速度进行时间变化的输出摆动信号的第1模型中，将由该运动摆动器测定机构所测定的该第1运动摆动器作为该输入摆动信号输入，生成第1摆动器作为该输出摆动信号；

固有角速度设定部分，根据由该运动摆动器测定部分所测定的该第1运动摆动器和由该第1摆动器生成部分所生成的该第1摆动器之间的相位差，新设定该固有角速度；

第2摆动器生成部分，在根据输入摆动信号生成以基于由该固有角速度设定机构所新设定的该固有角速度所决定的角速度进行时间变化的输出摆动信号的第2模型中，将由该运动摆动器测定机构所测定的该第2运动摆动器作为该输入摆动信号输入，生成第2摆动器作为该输出摆动信号；和

引导摆动器生成部分，在由该第2摆动器生成部分所生成的该第2摆动器的基础上，还根据由上述运动参数测定部分所测定的上述运动参数，生成确定上述第2运动引导装置的动作的尺度及节奏的引导摆动器。

14. 一种管理运动物体的运动的方法，，

根据第1运动引导装置的动作速度，测定运动参数，该运动参数表示通过该第1运动引导装置的动作所引导并进行运动的上述运动物体

的上述运动物体的该运动尺度及该运动节奏之中的一方或者两方；

在以与该运动物体的运动节奏协调后的节奏调节该运动物体的运动尺度的同时，根据该测定的运动参数，控制用于引导该运动物体的运动的第 2 运动引导装置的动作。

15. 一种运动管理程序，让计算机作为管理运动物体的运动的系统实现以下部件的功能：

运动参数测定部分，根据第 1 运动引导装置的动作速度，测定运动参数，该运动参数表示通过该第 1 运动引导装置的动作所引导并进行运动的上述运动物体的该运动尺度及该运动节奏之中的一方或者两方；

控制部分，在以与该运动物体的运动节奏协调后的节奏调节该运动物体的运动尺度的同时，根据由该运动参数测定部分所测定的该运动参数，控制用于引导该运动物体的运动的第 2 运动引导装置的动作。

运动管理系统、运动管理方法、运动管理程序

技术领域

本发明涉及一种管理运动物体的运动的系统、方法及对计算机赋予该管理功能的程序。

背景技术

提出了一种通过按照用户的体力、健康状态设定跑步机的速度以使步行速度、步幅变得合适，来实施该用户的步行训练的方法（例如，参见 JP 特开 2001-238982 号公报、JP 特开 2001-346906 号公报）。

但是，运动当在用户身上安装有对身体作用力的装置以引导（或辅助）脚的运动时，没有考虑使用户、跑步机及该装置三者运动协调的同时，以合适的步幅步行来训练用户的步行。

发明内容

这里，本发明要解决的课题是，提供一种管理运动物体的运动的系统、方法及对计算机赋予该管理功能的程序，能在谋求人类等运动物体及用不同形式引导该运动物体的运动的 2 个装置各自的动作之间的协调的同时，以合适的尺度及节奏运动，由此训练该运动物体。

为了解决上述课题的第 1 发明的运动管理系统，具备：运动参数测定部分，根据第 1 运动引导装置的动作速度，测定运动参数，该运动参数表示由该第 1 运动引导装置的动作所引导并且进行运动的上述运动物体的该运动尺度及该运动节奏之中的一方或者两方；和控制部分，在以与该运动物体的运动节奏协调后的节奏调节该运动物体的运动尺度的同时，根据由该运动参数测定部分所测定的该运动参数，控制用于引导该运动物体的运动的第 2 运动引导装置的动作。

根据第 1 发明的运动管理系统，通过第 1 运动引导装置的动作调节运动物体的运动速度，并且通过第 2 运动引导装置的动作以与运动物体

的运动节奏协调后的节奏调节运动尺度，同时引导该运动物体的运动。这时，根据表示通过第1运动引导装置的动作而被引导运动的运动物体的该运动尺度及该运动节奏之中的一方或两方的运动参数，控制第2运动引导装置的动作。运动参数通过根据第1运动引导装置的动作速度进行测定，能谋求提高其测定精度。这样，可以将运动物体的运动尺度及运动节奏的关系维持到作为目标的关系上，在进行合适调节的同时，让运动物体持续其运动。因此，在谋求运动物体的运动以及第1及第2运动引导装置各自的动作之间的协调，并且使运动物体以合适的尺度及节奏（或作为目标的尺度及节奏）运动的同时，训练该运动物体。

第2发明的运动管理系统，在第1发明的运动管理系统中，上述运动参数测定部分具备第1运动参数测定部分，该第1运动参数测定部分根据上述第1运动引导装置所具有的循环运动体的循环运动速度，测定第1运动参数，该第1运动参数是表示通过与该循环运动体接触而引导向该循环运动体的循环运动方向相反方向上的运动的上述运动物体的该运动速度的上述运动参数。

根据第2发明的运动管理系统，基于表示通过第1运动引导装置的动作而被引导运动的运动物体的该运动速度（基于运动物体的运动尺度及运动节奏所决定）的“第1运动参数”，控制第2运动引导装置的动作。第1运动参数通过根据第1运动引导装置的循环运动体的循环运动速度进行测定，能谋求提高其测定精度。这样，可以将运动物体的运动尺度及运动节奏的关系维持到作为目标的关系上，在进行合适调节的同时，让运动物体持续其运动。

另外，通过使第1运动引导装置所具有的循环运动体循环运动，按照与循环运动体接触的运动物体在与该循环运动方向相反方向上运动的方式进行引导。“循环运动体”中包含：在多个滚筒上桥接的无端传送带；绕通过中心或偏离中心的点的转动轴转动的球体、椭圆球体；绕中心轴或偏离中心轴且与中心轴平行的转动轴转动的圆筒、四角筒等筒体；绕其它任意的转动轴转动的一块的物体。这样，因为伴随该运动的运动物体或其身体部分的动作由无端循环运动体的循环运动所抵消，只要有第1运动引导装置的设置空间，即使在比较狭窄的场所，也能进行

运动物体的运动训练。

进一步,第3发明的运动管理系统,在第2发明的运动管理系统中,上述第1运动参数测定部分,根据对作为上述第1运动引导装置的跑步机所具有的多个滚筒桥接的作为上述循环运动体的无端传送带的驱动速度,测定通过与该无端传送带接触而引导向该无端传送带的循环运动方向相反方向上的步行或跑步运动的上述运动物体的该步行或跑步速度作为上述第1运动参数。

根据第3发明的运动管理系统,根据通过跑步机(第1运动引导装置)的动作而被引导步行或跑步运动的运动物体的该步行或跑步速度(第1运动参数),控制第2运动引导装置的动作。步行速度根据跑步机的无端传送带(循环运动体)的驱动速度进行测定,由此能谋求提高其测定精度。这样,可以将运动物体的步幅(运动尺度)及步行率(运动节奏)的关系维持在作为目标的关系上等,在进行合适调节的同时,让运动物体持续进行步行或跑步运动。

另外,通过使跑步机(第1运动引导装置)的无端传送带循环运动,引导在与该无端传送带的循环运动方向相反方向上的步行或跑步。这样,因为伴随该步行或跑步运动的运动物体的移动通过无端传送带的转动所抵消,只要有第1运动引导装置的设置空间,即使在比较狭窄的场所,也能进行运动物体的步行或跑步运动训练。

第4发明的运动管理系统,在第1发明的运动管理系统中,上述运动参数测定部分具备第2运动参数测定部分,该第2运动参数测定部分根据上述运动物体和上述第1运动引导装置之间的相互作用力的变化模式,测定第2运动参数,该第2运动参数是表示通过该运动物体和第1运动引导装置的动作而引导周期运动的该运动物体的该周期运动的振幅及周期之中的一方或者两方的上述运动参数;上述控制部分根据由该运动参数测定部分所测定的该第2运动参数,控制上述第2运动引导装置的动作。

根据第4发明的运动管理系统,根据表示通过第1运动引导装置的动作而被引导运动的运动物体的该运动节奏的“第2运动参数”,控制第2运动引导装置的动作。第2运动参数根据运动物体和第1运动引导

装置之间的相互作用力的时间变化模式进行测定，由此能谋求提高其测定精度。这样，可以将运动物体的运动尺度及运动节奏的关系维持到作为目标的关系上，在进行合适调节的同时，让运动物体持续其运动。

进一步，第5发明的运动管理系统，在第4发明的运动管理系统中，上述第2运动参数测定部分，根据支撑对作为上述第1运动引导装置的跑步机所具有的多个滚筒桥接的无端传送带的踏板受到来自上述运动物体的压力的时间变化模式，测定该运动物体的步行率作为上述第2运动参数。

根据第5发明的运动管理系统，根据通过跑步机（第1运动引导装置）的动作而被引导的运动物体的步行率（第2运动参数），控制第2运动引导装置的动作。当运动物体进行步行或跑步运动时每次踏在跑步机的无端传送带上，就会对支撑该传送带的踏板作用压力。因此，根据该压力的时间变化模式测定步行率，由此能谋求提高其测定精度。这样，可以将运动物体的步幅（运动尺度）及步行率（运动节奏）的关系维持在作为目标的关系上等，在进行合适调节的同时，让运动物体持续进行步行或跑步运动。

另外，通过使跑步机（第1运动引导装置）的无端传送带（循环运动体）循环运动，引导在与该循环运动方向相反方向上的运动物体的步行或跑步运动。这样，因为伴随该步行或跑步运动的运动物体的移动通过无端传送带的转动所抵消，只要有第1运动引导装置的设置空间，即使在比较狭窄的场所，也能进行运动物体的步行或跑步运动训练。

第6发明的运动管理系统，在第1发明的运动管理系统中，上述运动参数测定部分具备：测定第1运动参数作为上述运动参数的第1运动参数测定部分和测定第2运动参数作为上述运动参数的第2运动参数测定部分，该第1运动参数是上述运动物体的移动速度，该第2运动参数是上述运动物体的步幅或步行率；上述控制部分控制上述第2运动引导装置的动作，以便让作为该第2运动参数的步幅的平方与作为该第1运动参数的移动速度之间的比率、或者作为该第1运动参数的速度与作为该第2运动参数的步行率的平方之间的比率的步行比与目标步行比一致。

根据第 6 发明的运动管理系统,能在谋求运动物体的步行或跑步运动以及第 1 及第 2 运动引导装置各自的动作的协调,并且以合适的步行比让运动物体步行或跑步的同时,训练该运动物体。

进一步,第 7 发明的运动管理系统,在第 1 发明的运动管理系统中,上述控制部分具备:运动摆动器测定部分,分别测定第 1 及第 2 运动摆动器作为对应于上述运动物体的运动而周期性变化的参数;第 1 摆动器生成部分,在通过与输入摆动信号相互牵引生成以根据固有角速度所决定的角速度进行时间变化的输出摆动信号的第 1 模型中,将由该运动摆动器测定机构所测定的该第 1 运动摆动器作为该输入摆动信号输入,由此生成第 1 摆动器作为该输出摆动信号;固有角速度设定部分,根据由该运动摆动器测定部分所测定的该运动摆动器和由该第 1 摆动器生成部分所生成的该第 1 摆动器之间的相位差,设定新的该固有角速度;第 2 摆动器生成部分,在根据输入摆动信号生成以基于由该固有角速度设定机构所设定的该固有角速度所决定的角速度进行时间变化的输出摆动信号的第 2 模型中,将由该运动摆动器测定机构所测定的该第 2 运动摆动器作为该输入摆动信号输入,由此生成第 2 摆动器作为该输出摆动信号;和引导摆动器生成部分,在由该第 2 摆动器生成部分所生成的该第 2 摆动器的基础上,还根据由上述运动参数测定部分所测定的运动参数,生成确定上述第 2 运动引导装置的动作的尺度及节奏的引导摆动器。

根据第 7 发明的运动管理系统,能谋求通过第 1 及第 2 移动引导装置各自的动作而被引导的运动物体的运动节奏和第 2 运动引导装置的动作或运动引导节奏之间的相互妥协。这样,能在谋求运动物体的运动以及第 1 及第 2 运动引导装置各自的动作之间的协调的同时,以合适的尺度及节奏运动物体进行运动,由此进行训练。

第 8 发明的运动管理系统,在第 7 发明的运动管理系统中,上述运动摆动器测定部分测定表示上述运动物体的运动尺度的第 3 运动摆动器;上述引导摆动器生成部分,在由上述第 2 摆动器生成部分所生成的上述第 2 摆动器和由上述固有角速度设定部分所新设定的上述固有角速度的基础上,还根据由上述运动参数测定部分所测定的运动参数,生

成包含第1引导摆动器的引导摆动器,该第1引导摆动器表示用于按照由上述运动摆动器测定部分所测定的该第3运动摆动器趋近与上述运动物体的目标运动尺度对应所设定的目标值的方式引导该运动物体的运动的假想的弹性要素所形成的弹性力。

根据第8发明的运动管理系统,通过表示假想的弹性要素的弹性力的第1引导摆动器让运动物体的运动尺度趋近目标尺度,由此引导该运动物体的运动。第1引导摆动器根据固有角速度及运动参数被生成。“固有角速度”按照使运动物体的运动节奏与目标节奏一致的观点被合适设定。“运动参数”表示运动物体的运动状态。因此,通过包含第1引导摆动器的引导摆动器引导运动物体的运动,能谋求运动物体的运动以及第1及第2运动引导装置各自的动作之间的协调,并且在以合适的尺度及节奏使运动物体运动的同时训练该运动物体。

进一步,第9发明的运动管理系统,在第8发明的运动管理系统中,上述运动摆动器测定部分测定上述第2运动摆动器作为上述第3运动摆动器。

根据第9发明的运动管理系统,第2摆动器根据表示运动物体的运动尺度的第3运动摆动器(=第2运动摆动器)生成。另外,根据该第2摆动器,生成用于让第3运动摆动器趋近目标值的第1引导摆动器。

第10发明的运动管理系统,在第8发明的运动管理系统中,上述运动摆动器测定部分测定表示上述运动物体的运动节奏的第4运动摆动器;上述引导摆动器生成部分,在由上述第2摆动器生成部分所生成的上述第2摆动器、由上述固有角速度设定部分所设定的上述固有角速度和由上述运动摆动器测定部分所测定的该第4运动摆动器的基础上,还根据由上述运动参数测定部分所测定的运动参数,生成包含第2引导摆动器的上述引导摆动器,该第2引导摆动器表示用于按照抑制上述第3运动摆动器的绝对值的增大的方式引导上述运动物体的运动的假想的衰减要素所形成的衰减力。

根据第10发明的运动管理系统,通过表示假想的衰减要素的衰减力的第2引导摆动器。可以抑制运动物体的运动尺度背离目标尺度的情况,由此来引导运动。第2引导摆动器也和第1引导摆动器同样,根据

固有角速度及运动参数被生成。“固有角速度”按照使运动物体的运动节奏与目标节奏一致的观点被合适设定。“运动参数”表示运动物体的运动尺度及运动节奏之中的法或两方。因此，通过包含第2引导摆动器的引导摆动器引导运动物体的运动，能谋求运动物体的运动、第1运动引导装置的动作及第2运动引导装置的动作之间的协调，并且在以合适的尺度及节奏使运动物体运动的同时训练该运动物体。

进一步，第11发明的运动管理系统，在第10发明的运动管理系统中，上述运动摆动器测定部分测定上述第1运动摆动器作为上述第4运动摆动器。

根据第11发明的运动管理系统，第1摆动器根据表示运动物体的运动节奏的第4运动摆动器(=第1运动摆动器)被生成。另外，根据该第1摆动器设定固有角速度，根据该固有角速度，生成用于抑制第3运动摆动器的绝对值的增大的第2引导摆动器。

第12发明的运动管理系统，在第7发明的运动管理系统中，上述第2摆动器生成部分在由上述运动摆动器测定部分所测定的上述第1或第2运动摆动器的周期变化的大小超过阈值的情况，代替由上述固有角速度设定部分所设定的上述固有角速度，生成以根据由上述运动摆动器测定部分所测定的该第1或第2运动摆动器的角速度和由上述第1摆动器生成部分所生成的上述第1摆动器的角速度之中的一方或两方所决定的角速度进行摆动的上述第2摆动器。

根据第12发明的运动管理系统，即使出现运动物体的运动节奏急剧变化的情况，也能以与该变化后的运动节奏对应的合适的节奏引导运动物体的运动。这样，能谋求运动物体的运动以及第1及第2运动引导装置的各自的动作之间的协调，并且在以合适的尺度及节奏使运动物体运动的同时训练该运动物体。

进一步，第13发明的运动管理系统，在第1发明的运动管理系统中，上述控制部分具备：运动摆动器测定部分，测定与上述运动物体的2个不同身体部分的运动相对应的上述运动摆动器作为上述第1及第2运动摆动器；第1摆动器生成部分，在通过与输入摆动信号相互牵引生成以根据固有角速度所决定的角速度进行时间变化的输出摆动信号的

第 1 模型中, 将由该运动摆动器测定机构所测定的该第 1 运动摆动器作为该输入摆动信号输入, 生成第 1 摆动器作为该输出摆动信号; 固有角速度设定部分, 根据由该运动摆动器测定部分所测定的该第 1 运动摆动器和由该第 1 摆动器生成部分所生成的该第 1 摆动器之间的相位差, 新设定该固有角速度; 第 2 摆动器生成部分, 在根据输入摆动信号生成以基于由该固有角速度设定机构所新设定的该固有角速度所决定的角速度进行时间变化的输出摆动信号的第 2 模型中, 将由该运动摆动器测定机构所测定的该第 2 运动摆动器作为该输入摆动信号输入, 生成第 2 摆动器作为该输出摆动信号; 和引导摆动器生成部分, 在由该第 2 摆动器生成部分所生成的该第 2 摆动器的基础上, 还根据由上述运动参数测定部分所测定的上述运动参数, 生成确定上述第 2 运动引导装置的动作的尺度及节奏的引导摆动器。

根据第 13 发明的运动管理系统, 能在谋求运动物体的不同身体部分各自的运动节奏和引导该运动的节奏之间的协调的同时, 来引导该运动以便让运动物体的运动节奏趋近目标运动节奏。这样, 能在谋求运动物体的运动以及第 1 及第 2 运动引导装置各自的动作之间的协调, 并且以合适的尺度及节奏使运动物体运动的同时, 训练该运动物体。

为了解决上述课题的第 14 发明的方法是一种管理运动物体的运动的方法, 根据第 1 运动引导装置的动作速度, 测定运动参数, 该运动参数表示通过该第 1 运动引导装置的动作所引导并进行运动的上述运动物体的该运动尺度及该运动节奏之中的一方或者两方; 在以与该运动物体的运动节奏协调后的节奏调节该运动物体的运动尺度的同时, 根据该测定的运动参数, 控制用于引导该运动物体的运动的第 2 运动引导装置的动作。

根据第 14 发明的运动管理方法, 与第 1 发明的运动管理系统相同, 能在谋求运动物体以及第 1 及第 2 运动引导装置的运动的协调, 并且以合适的尺度及节奏使运动物体运动的同时训练该运动物体。

为了解决上述课题的第 15 发明的程序, 让计算机作为管理运动物体的运动的系统实现以下部件的功能: 运动参数测定部分, 根据第 1 运

动引导装置的动作速度，测定运动参数，该运动参数表示通过该第1运动引导装置的动作所引导并进行运动的上述运动物体的该运动尺度及该运动节奏之中的一方或者两方；控制部分，在以与该运动物体的运动节奏协调后的节奏调节该运动物体的运动尺度的同时，根据由该运动参数测定部分所测定的该运动参数，控制用于引导该运动物体的运动的第2运动引导装置的动作。

根据第15发明的运动管理程序，使计算机作为训练该运动物体的系统发挥功能，能谋求运动物体以及第1及第2运动引导装置的运动的协调，并且以合适的尺度及节奏使运动物体运动。而且，可以让一台计算机拥有该功能的全部，也可以让多台计算机分散拥有该功能。

附图说明

图1是本发明的运动管理系统的构成示例图。

图2是本发明的运动管理方法的说明图。

图3是本发明的运动管理方法的说明图。

图4是引导步行运动的假想的弹簧及阻尼器的说明图。

图5是本发明的运动管理系统的作用效果相关的概念说明图。

图6是本发明的运动管理系统的作用效果相关的概念说明图。

图7是基于本发明的运动管理系统的表示作用效果的实验结果的说明图。

图8是基于本发明的运动管理系统的表示作用效果的实验结果的说明图。

图9是基于本发明的运动管理系统的表示作用效果的实验结果的说明图。

图10是基于本发明的运动管理系统的表示作用效果的实验结果的说明图。

具体实施方式

使用附图说明本发明的运动管理系统、运动管理方法及运动管理程序的实施方式。以下，关于步行者的脚体等，为了区别左右在参数中添加

加下标 L、R，为了书写的简单，在没有特别必要区别左右的情况下，省略下标 L、R。

使用图 1 说明本发明的运动管理系统的构成。

图 1 表示的运动管理系统 1 用于训练用户，谋求用户（人类（运动物体））的运动、跑步机（第 1 运动引导装置）10 的动作和步行运动引导装置（第 2 运动引导装置）20 的动作之间的协调，同时以合适的尺度及节奏进行步行（或跑步）。

跑步机 10 具备：宽度比人类的标准横向宽度还稍微宽一些的驱动滚筒 11、与驱动滚筒 11 大致相同宽度的从动滚筒 12、桥接驱动滚筒 11 及从动滚筒 12 的无端传送带（无端循环运动体）13 和从下面支撑无端传送带 13 中用户搭乘的部分的踏板 14。驱动滚筒 11 通过由电动机、变速器等构成的驱动机构 101 所驱动。通过让驱动滚筒 11 按图中所示的顺时针方向转动来进行驱动，伴随着从动滚筒 12 的向同方向的从动，传送带 13 也按顺时针方向转动。由此引导在传送带 13 上搭乘的用户，向图中的左侧步行（或跑步）。另外，设置了输出与传送带 13 的移动速度对应的信号的速度传感器 102 和输出与踏板 14 受到的压力对应的信号的压力传感器 104。而且，作为跑步机 10，也可以采用一般出售的跑步机等、公知的所有构成的跑步机。

步行运动引导装置 20 具备：腰部用具 21、大腿部用具 22、力传递部件 23、电池 24、致动器致动器（电动电动机）25 和股关节角度传感器 26。

腰部用具 21 通过组合有刚性的材料和有柔软性的材料制作而成，安装在用户的腰间。大腿部用具 22 也是通过组合有刚性的材料和有柔软性的材料制作而成，分别安装在用户的大腿部的前后。力传递部件 23 通过分量轻的硬质塑料等有定形性的材料制作而成，为沿着用户的大腿部，从用户的腰部侧面向下方延长后，朝大腿部的前后分成二股的形状，分别与致动器 25 及前后的大腿部用具 22 连接。电池 24 收藏在腰部用具 21 中（例如，固定在构成腰部用具 21 的多张构成部件之间），对致动器 25 等提供电力。致动器 25 安装在腰部用具 21 上，通过力传递部件 23 及大腿部用具 22 对用户的大腿部作用力。股关节角度传感器

26 由在用户腰部的侧面被设置的转动编码器等构成，输出与股关节角度对应的信号。

运动管理系统 1 具备第 1 控制部分 100 和第 2 控制部分 200。

第 1 控制部分 100，由在跑步机 10 上附加微型计算机等的计算机构成，通过驱动机构 102 控制驱动滚筒 11 的驱动速度等。第 1 控制部分 100 具备运动参数测定部分 110。运动参数测定部分 110 由作为硬件的计算机（由 CPU、ROM、RAM、I/O（输入输出装置）等构成。）和作为对该计算机赋予功能的软件的本发明的“运动管理程序”的一部分所构成。运动参数测定部分 110 具备第 1 运动参数测定部分 111 和第 2 运动参数测定部分 112。

第 1 运动参数测定部分 111 根据速度传感器 102 的输出测定用户的步行速度 v 作为第 1 运动参数。因为随着用户的步行运动尺度越大并且步行运动节奏越快，步行速度 v 就越高，因此第 1 运动参数相当于表示用户的运动尺度及运动节奏两者的运动参数。

第 2 运动参数测定部分 112 根据压力传感器 104 的输出测定用户的步行率（单位时间的步数） p 作为第 2 运动参数。因为随着用户的步行节奏越快，步行率 p 就越高，因此第 2 运动参数相当于表示用户的运动节奏的运动参数。

第 2 控制部分（相当于本发明的“控制部分”。）200，通过以下部分构成：收藏在步行运动引导装置 20 的腰部用具 21 的计算机和作为对该计算机赋予步行运动引导装置 20 的控制功能等的软件的本发明的“运动管理程序”。

第 2 控制部分 200 具备：运动摆动器测定部分 210、第 1 摆动器生成部分 220、固有角速度测定部分 230、第 2 摆动器生成部分 240 和引导摆动器生成部分 250。

运动摆动器测定部分 210，根据股关节角度传感器 26 的输出，将用户的股关节角度 Φ_H 作为与步行运动对应而周期性变化的“第 2 运动摆动器”来测定。因为股关节角度 Φ_H 随着用户的步行运动尺度（由步幅等表示。）越大，其振幅也越大，相当于表示用户的运动尺度的“第 3 运动摆动器”。另外，运动摆动器测定部分 210，根据股关节角度传

感器 26 的输出，测定股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 作为“第 1 运动摆动器”。股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ ，因为随着用户的步行运动节奏（由步行率等表示。）越快，其振幅也越大，相当于表示用户的运动节奏的“第 4 运动摆动器”。

第 1 摆动器生成部分 220 根据由运动摆动器测定部分 210 所测定的股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 和固有角速度 ω_M ，根据第 1 模型生成第 1 摆动器 x 。“第 1 模型”是一种通过与输入摆动信号相互牵引，生成以根据固有角速度 ω_M 所决定的角速度进行时间变化的输出摆动信号的模型。

固有角速度设定部分 230 具备：第 1 相位差设定部分 231、第 2 相位差设定部分 232、相关系数设定部分 233、第 1 角速度设定部分 234 和第 2 角速度设定部分 235。

第 1 相位差设定部分 231 将股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 的角速度 ω_H 、和反映了在范德坡（Van Der Pol）方程式中所包含的固有角速度 ω_M 的摆动器 x 之间的相位差作为第 1 相位差 $\delta\theta_1$ 来设定。

第 2 相位差设定部分 232 根据表示假想运动摆动器 θ_h 和假想引导摆动器（假想引导摆动器） θ_m 之间的关系的“假想模型”，将假想运动摆动器 θ_h 和假想引导摆动器 θ_m 之间的相位差作为第 2 相位差 $\delta\theta_2 (= \theta_h - \theta_m)$ 来设定。

相关系数设定部分 233，按照使由第 2 相位差设定部分 232 所设定的第 2 相位差 $\delta\theta_2$ 趋近由第 1 相位差设定部分 231 所设定的第 1 相位差 $\delta\theta_1$ 的方式，来设定假想运动摆动器 θ_h 和假想引导摆动器 θ_m 之间的相关系数 ϵ 。

第 1 角速度设定部分 234，根据由相关系数设定部分 233 所设定的相关系数 ϵ ，设定假想运动摆动器 θ_h 的角速度 ω_h 。

第 2 角速度设定部分 235，根据由第 1 角速度设定部分 234 所设定的假想运动摆动器 θ_h 的角速度 ω_h ，按照使由第 2 相位差设定部分 232 所设定的第 2 相位差 $\delta\theta_2$ 趋近由目标相位差设定部分 212 所设定的目标相位差 $\delta\theta_d$ 的方式，将假想引导摆动器 θ_m 的角速度 ω_m 作为新固有角速度 ω_M 来设定。

第 2 摆动器生成部分 240，根据由运动摆动器测定部分 210 所测定

的股关节角度 Φ_H 和由固有角速度设定部分 230 所设定的固有角速度 ω_M ，按照第 2 模型生成第 2 摆动器 y 。“第 2 模型”是一种根据输入摆动信号，生成以基于固有角速度 ω_M 所决定的角速度进行时间变化的输出摆动信号的模型。

引导摆动器生成部分 250 具备第 1 引导摆动器生成部分 251 和第 2 引导摆动器生成部分 252。

第 1 引导摆动器生成部分 251，根据由第 2 摆动器生成部分 240 所生成的第 2 摆动器 y 和由固有角速度设定部分 230 所设定的固有角速度 ω_M ，生成第 1 引导摆动器 z_1 。第 1 引导摆动器 z_1 表示将由运动摆动器测定部分 210 所测定的股关节角度 Φ_H 趋近其目标值 Φ_0 的假想的弹簧等的弹性要素的弹性力。第 2 引导摆动器生成部分 252，根据由第 2 摆动器生成部分 240 所生成的第 2 摆动器 y 和由固有角速度设定部分 230 所设定的固有角速度 ω_M ，生成第 2 引导摆动器 z_2 。表示根据与由运动摆动器测定部分 210 所测定的股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 抑制股关节角度 Φ_H 的绝对值的增大的假想的阻尼器等的衰减要素的衰减力。而且，引导摆动器生成部分 250，根据第 1 引导摆动器 z_1 及第 2 引导摆动器 z_2 ，生成作为通过步行运动引导装置 20 作用于用户的股关节转动的扭矩 T 的指示信号的引导摆动器 z 。

第 1 控制部分 100 及第 2 控制部分 200 能进行无线通信。而且也可以不在第 1 控制部分 100 中而在第 2 控制部分 200 中具备目标步行比设定部分 130 等，将构成运动管理系统的多个处理部分 111、112、210、220...在第 1 控制部分 100 及第 2 控制部分 200 中用任意的模式配置。另外，第 1 控制部分 100 及第 2 控制部分 200 也可以由同一台计算机构成。第 1 控制部分 100 及第 2 控制部分 200 的通信也可以是有线通信。

使用图 2~图 4 说明上述构成的运动管理系统 1 的功能。

第 1 运动参数测定部分 111，根据与跑步机 10 的传送带 13 的速度对应的速度传感器 102 的输出，测定用户的步行速度 v (图 2/S111)。另外，第 2 运动参数测定部分 112，根据与跑步机 10 的踏板 14 受到的压力对应的压力传感器 104 的输出表示峰值的单位时间的回数，测定用户的步行率 (单位时间的步数) p (图 2/S112)。而且，也可以根据通

过步行运动引导装置 20 作用于用户的股关节转动的扭矩 T 的时间变化测定步行率 p 。另外，在用户的身体上安装加速度传感器，也可以根据与用户的垂直方向的加速度对应的加速度传感器的输出测定步行率 p 。

由第 1 运动参数测定部分 111 所测定的步行速度 v 及由第 2 运动参数测定部分 112 所测定的步行率 p ，从第 1 控制部分 100 无线发送给第 2 控制部分 200，保存（或存储）在构成第 2 控制部分 200 的 RAM 等中。

并且，运动摆动器测定部分 210 根据股关节角度传感器 26 的输出，测定用户的左右的股关节角度 $\Phi_H = (\Phi_{HL}, \Phi_{HR})$ （图 2/S211）。另外，运动摆动器测定部分 210 根据股关节角度传感器 26 的输出，测定用户的左右股关节角速度 $d\Phi_H/dt = (d\Phi_{HL}/dt, d\Phi_{HR}/dt)$ （图 2/S212）。

并且，第 1 摆动器生成部分 220，根据由运动摆动器测定部分 210 所测定的股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 及在存储器中存储的最新的固有角速度 $\omega_M = (\omega_{ML}, \omega_{MR})$ ，按照第 1 模型，设定第 1 摆动器 $x = (x_L, x_R)$ （图 2/S220）。第 1 模型是一种将根据股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 等的运动摆动器而输出变动的左右的脚体等多个第 1 要素的相关关系，通过下面式（1）表示的范德坡（van der Pol）方程式来表现的模型。

$$\begin{aligned} (d^2x_L/dt^2) &= \xi (1-x_L^2) (dx_L/dt) - \omega_{ML}^2 x_L \\ &\quad + g(x_L - x_R) + K(d\phi_{HL}/dt), \\ (d^2x_R/dt^2) &= \xi (1-x_R^2) (dx_R/dt) - \omega_{MR}^2 x_R \\ &\quad + g(x_R - x_L) + K(d\phi_{HR}/dt) \quad \cdots(1) \end{aligned}$$

式中，“ ξ ”是第 1 摆动器 x 及其 1 阶时间微分 (dx/dt) 用 $x - (dx/dt)$ 平面描绘安定的极限周期，被设定的参数 (>0)。“ g ”是表示第 1 模型中的假想的左右脚体（第 1 要素）的相关关系的第 1 相关参数。“ K ”是反馈参数。而且，固有角速度 ω_M 可以在与由步行运动引导装置 20 进行的实际步行辅助节奏（步行引导节奏）没有大的偏离的范围内任意设定。

第 1 摆动器 $x = (x_L, x_R)$ ，根据龙格-库塔法被计算或生成。第 1 摆动器 x 的成分 x_L 及 x_R 表示各自左右的脚体相关的假想的步行辅助节

奏。另外，摆动器 x 有以下性质：通过范德坡方程式有的一个性质的“相互牵引（mutual entrainment）”，与按与实际的步行运动节奏大致相同的节奏（角速度）进行时间变化的股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 的节奏协调，同时具有由“固有角速度” ω_M 所反映的自主节奏，进行周期性变化或摆动。

而且，也可以代替股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ ，或者在股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 的增加，而采用股关节角度 Φ_H 或者膝关节、足关节、肩关节、肘关节的角度或角速度，进一步根据以步行者的着地声、呼吸声、断续发的声音等反映了用户的步行运动节奏（运动节奏）的节奏进行变动的各种摆动器，生成第 1 摆动器 x 。

另外，也可以通过与式（1）所表现的范德坡方程式不同形式的范德坡方程式，来表现第 1 模型，也可以能以股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 等的运动摆动器和相互牵引效果生成摆动器的所有方程式来表现第 1 模型。

如上所述，根据表现按照股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 等的运动摆动器而输出变动的多个第 1 要素（左右的脚体）的关系的第 1 模型，生成第 1 摆动器 x 作为第 1 要素的输出（式（1），图 2/S220）。由此通过将用户的实际运动有关系的多个第 1 要素的关系反映在第 1 模型中的第 1 相关系数 g 等中，借鉴该多个第 1 要素的关系能生成合适的第 1 摆动器 x 。例如，作为多个第 1 要素被假定成左右的脚体或者同一脚体的多个关节的情况下，用反映前后交互运动等的左右脚体的定性关系或者股关节转动的脚体运动和膝关节转动的脚体运动的周期或相位差等同一脚体的关节间的定性关系等的形式，生成第 1 摆动器 x 。因此，借鉴该关系能将引导用户的运动的引导摆动器的节奏和尺度适当设定。

接着，固有角速度设定部分 230 根据在存储器中存储的目标相位差 $\delta \theta_0$ 和由第 1 摆动器设定部分 210 所生成的第 1 摆动器 x ，按照包含 2 个摆动器的假想模型，新设定固有角速度 ω_M （图 2/S230）。

具体来说，首先，第 1 相位差测定部分 231，对于左右各成分，将由引导摆动器测定部分 210 所测定的股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 的相位 θ_H 和由第 1 摆动器设定部分 210 所生成的第 1 摆动器 x 的相位 θ_M 之间的相位差 $\theta_H - \theta_M$ 作为第 1 相位差 $\delta \theta_1$ 来设定（图 2/S231）。

接着，第2相位差设定部分232，以由第1相位差设定部分231所设定的第1相位差 $\delta\theta_1$ 在过去3步行周期内是恒定一事作为必要条件，对于左右各成分，根据通过下式(2.1)及(2.2)表示的“假想模型”，将通过下式(2.3)表示的与假想运动摆动器 θ_h 和假想引导摆动器 θ_m 之间的相位差 $\theta_h - \theta_m$ 作为第2相位差 $\delta\theta_2$ 来设定(图2/S232)。

$$d\theta_h/dt = \omega_h + \varepsilon \cdot \sin(\theta_{mL} - \theta_{hL}) \quad \cdot\cdot(2.1)$$

$$d\theta_m/dt = \omega_m + \varepsilon \cdot \sin(\theta_{hL} - \theta_{mL}) \quad \cdot\cdot(2.2)$$

$$\delta\theta_2 = \arcsin[(\omega_h - \omega_m)/2\varepsilon] \quad \cdot\cdot(2.3)$$

式中， $\varepsilon = (\varepsilon_L, \varepsilon_R)$ 是假想模型中的假想运动摆动器 $\theta_h = (\theta_{hL}, \theta_{hR})$ 及假想引导摆动器 $\theta_m = (\theta_{mL}, \theta_{mR})$ 的按左右每个成分的相关系数。另外， ω_h 是假想运动摆动器 θ_h 的角速度， ω_m 是假想引导摆动器 θ_m 的角速度。

接着，相关系数设定部分233，使由第1相位差设定部分231所设定的第1相位差 $\delta\theta_1$ 和由第2相位差设定部分232所设定的第2相位差 $\delta\theta_2$ 之间的差 $\delta\theta_1 - \delta\theta_2$ 成为最小，来设定相关系数 ε (图2/S233)。

具体来说，根据下式(2.4)，对于左右各成分，逐次设定股关节角速度(运动摆动器) $d\Phi_H/dt$ 成为0的离散的时间 t_{id} ($d=1, 2, \dots$)中的相关系数 ε 。

$$\begin{aligned} \varepsilon(t_{id+1}) &= \varepsilon(t_{id}) - \eta \{V_1(t_{id+1}) - V_1(t_{id})\} \\ &\quad / \{\varepsilon(t_{id}) - \varepsilon(t_{id-1})\}, \\ V(t_{id+1}) &\equiv (1/2) \{ \delta\theta_1(t_{id+1}) - \delta\theta_2(t_{id}) \}^2 \quad \cdot\cdot(2.4) \end{aligned}$$

式中， $\eta = (\eta_L, \eta_R)$ 的各成分表示趋近第1相位差 $\delta\theta_1$ 的左右各成分和第2相位差 $\delta\theta_2$ 的左右各成分的位能 $V = (V_L, V_R)$ 的稳定性的系数。

接着，第1角速度设定部分234，根据由相关系数设定部分233所设定的相关系数 ε ，在假想引导摆动器 θ_m 的固有角速度 ω_m 是恒定的条件下，对于左右各成分，让第1及第2相位差的差 $\delta\theta_1 - \delta\theta_2$ 的各成分成为最小，将假想运动摆动器 θ_h 的角速度 ω_h 根据下式(2.5)来设定(图2/S234)。

$$\begin{aligned} \omega_{h_{id}}(t) = & -\alpha \int dt \cdot ([4\varepsilon(t_{id})^2 - \{\omega_h(t) - \omega_m(t_{id})\}^2]^{1/2} \\ & \times \sin[\sin^{-1}\{(\omega_h(t) - \omega_m(t_{id-1})) / 2\varepsilon(t_{id})\} \\ & - \delta\theta_{1_{id}}(t)]) \quad \cdot \cdot (2.5) \end{aligned}$$

式中， $\alpha = (\alpha_L, \alpha_R)$ 的各成分是表示系统的稳定性的系数。

接着，第2角速度设定部分235，对于左右各成分，根据由第1角速度设定部分234所设定的假想运动摆动器 θ_h 的角速度 ω_h ，将假想引导摆动器 θ_m 的角速度 ω_m 作为新的固有角速度 ω_M 来设定（图2/S235）。具体来说，第2角速度设定部分235，对于左右各成分，让第2相位差 $\delta\theta_2$ 趋近目标相位差 $\delta\theta_d$ ，根据下式（2.6）来设定假想引导摆动器 θ_m 的角速度 $\omega_m = (\omega_{mL}, \omega_{mR})$ 。

$$\begin{aligned} \omega_{m_{id}}(t) = & \beta \int dt \cdot ([4\varepsilon(t_{id})^2 - \{\omega_h(t_{id}) - \omega_m(t)\}^2] \\ & \times \sin[\sin^{-1}\{(\omega_h(t_{id}) - \omega_m(t)) / 2\varepsilon(t_{id})\} - \delta\theta_d]) \\ & \cdot \cdot (2.6) \end{aligned}$$

式中， $\beta = (\beta_L, \beta_R)$ 的各成分是表示系统的稳定性的系数。

接着，第2摆动器生成部分240，根据由运动摆动器测定部分210所测定的股关节角度 Φ_H 和由固有角速度设定部分230所设定的新的固有角速度 ω_M ，根据“第2模型”，生成第2摆动器 $y = (y_{L+}, y_{L-}, y_{R+}, y_{R-})$ （图2/S240）。第2模型是表现根据股关节角度 Φ_H 等的运动摆动器而输出变动的多个神经要素等多个第2要素的相关关系的模型。更具体来说，第2模型包含：与支配分别向左大腿部的屈曲方向（前方）及伸展方向（后方）的运动的神经要素L+及L-以及支配分别向右大腿部的屈曲方向及伸展方向的运动的神经要素R+及R-的膜电位的变动对应的运动参数 u_i （ $i=L+, L-, R+, R-$ ）、和反映神经要素 i 的顺应效果的自己抑制因素 v_i ，通过下面的连立微分方程式（3）被表现。

$$\begin{aligned}
\tau_{iL^+} \cdot du_{L^+} / dt &= -u_{L^+} + w_{L^+/L^-} y_{L^-} + w_{L^+/R^+} y_{R^+} - \lambda_{L^-} v_{L^+} \\
&\quad + f_1(\omega_{ML}) + f_2(\omega_{ML}) K(\phi_L), \\
\tau_{iL^-} \cdot du_{L^-} / dt &= -u_{L^-} + w_{L^-/L^+} y_{L^+} + w_{L^-/R^-} y_{R^-} - \lambda_{L^+} v_{L^-} \\
&\quad + f_1(\omega_{ML}) + f_2(\omega_{ML}) K(\phi_L), \\
\tau_{iR^+} \cdot du_{R^+} / dt &= -u_{R^+} + w_{R^+/L^+} y_{L^+} + w_{R^+/R^-} y_{R^-} - \lambda_{R^-} v_{R^+} \\
&\quad + f_1(\omega_{MR}) + f_2(\omega_{MR}) K(\phi_R), \\
\tau_{iR^-} \cdot du_{R^-} / dt &= -u_{R^-} + w_{R^-/L^-} y_{L^-} + w_{R^-/R^+} y_{R^+} - \lambda_{R^+} v_{R^-} \\
&\quad + f_1(\omega_{MR}) + f_2(\omega_{MMR}) K(\phi_R), \\
\tau_{i-} \cdot dv_i / dt &= -v_i + y_i, \\
y_i &= H(u_i - u_{th}), H \equiv 0(u_i < u_{th}), 1(u_i \geq u_{th}) \quad \text{或者} \\
y_i &= fs(u_i) \equiv 1 / \{1 + \exp(-u_i / \xi)\} \quad \cdot \cdot (3)
\end{aligned}$$

式中, τ_{ii} 是规定运动参数 u_i 的变化特性的时间常数, 对于左右各成分, 如下式 (3.1) 所表示, 具有对新的固有角速度 ω_M 的依赖性。

$$\begin{aligned}
\tau_{ii} &\equiv t(\omega_{ML}) / \omega_{ML} - \gamma_L \quad (i=L^+, L^-), \\
t(\omega_{MR}) / \omega_{MR} &- \gamma_R \quad (i=R^+, R^-) \quad \cdot \cdot (3.1)
\end{aligned}$$

$t(\omega)$ 是具有 ω 依赖性的系数。 $\gamma = (\gamma_L, \gamma_R)$ 是常数。 τ_{2i} 是规定自己抑制因素 v_i 的变化特性的时间常数。 w_{ij} (< 0) 是表示多个第 2 要素 (神经要素) i 及 j 的关系的第 2 相关系数 (常数)。 λ_L 及 λ_R 是习惯系数。 K 是与股关节角度 Φ_H 对应的反馈系数。

f_1 及 f_2 是分别通过下式 (3.2) 及 (3.3) 定义的函数。

$$f_1(\omega) \equiv c \cdot \omega \quad (c > 0) \quad \cdot \cdot (3.2)$$

$$f_2(\omega) \equiv c_0 + c_1 \omega + c_2 \omega^2 \quad \cdot \cdot (3.3)$$

新的固有角速度 ω_M 的函数 $f_1(\omega_M)$ 及 $f_2(\omega_M)$ 的系数 c 、 c_0 、 c_1 、 c_2 , 能作为与由目标运动设定部分 211 所设定的成为目标的运动节奏对应的系数设定。

而且, 也可以代替股关节角度 Φ_H 或在股关节角度 Φ_H 基础上增加, 而采用股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 、或者膝关节、足关节、肩关节、肘关节的

角度或角速度，并且根据以与步行者的着地声、呼吸声、意图发的声音等步行运动节奏关联的节奏变动的各种摆动器，生成第 2 摆动器 y_i 。

第 2 摆动器 y_i ，在运动参数 u_i 的值不满阈值 u_{th} 的情况下是 0，运动参数 u_i 的值在阈值 u_{th} 以上的情况下设成该 u_i 的值。或者，第 2 摆动器 y_i ，由 S 型函数 fs 定义（参见式（3））。由此关于向大腿部的屈曲方向（前方）的运动，支配该运动的第 2 要素（神经要素）L+及 R+的各自的输出的第 2 摆动器 y_{L+} 及 y_{R+} ，也比其它第 2 要素的输出大。另外，关于向大腿部的伸展方向（后方）的运动，支配该运动的第 2 要素（神经要素）L-及 R-的各自的输出的第 2 摆动器 y_{L-} 及 y_{R-} ，也比其它第 2 要素的输出大。向脚体(大腿部)的前方或后方的运动，例如，通过股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 的极性来识别。

如上所述，根据表现按照股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 等运动摆动器而输出变动的多个第 2 要素的关系的第 2 模型，生成第 2 摆动器 y_i 作为第 2 要素 i 的输出（式（3），图 2/S240）。由此通过将用户的实际运动相关的多个第 2 要素的相关关系反映在第 2 模型中的第 2 相关系数 W_{ij} 上，借鉴该多个第 2 要素的相关关系，能生成合适的第 2 摆动器 y_i 。例如，作为多个第 2 要素，假定用户的多个神经要素（神经群或神经元群）的情况下，用反映支配左右脚体的步行的神经要素的定性关系等的形式，生成第 2 摆动器 y_i 。因此，借鉴该关系么能将引导用户的运动的引导摆动器的节奏及尺度适当设定。

接着，引导摆动器生成部分 250，根据由第 1 运动参数测定部分 111 所测定的步行速度 v 、由第 2 运动参数测定部分 112 所测定的步行率 p 、通过运动摆动器测定部分 210 被测定了的股关节角度 Φ_H 、由运动摆动器 210 所测定的股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 、由第 2 摆动器生成部分 240 所生成的第 2 摆动器 y_i 和由固有角速度设定部分 230 所设定的新的固有角速度 ω_M ，设定引导摆动器 z （图 3/S250）。

具体来说，根据下式（4），生成第 1 引导摆动器 z_1 （图 3/S251）。

$$\begin{aligned}
z_{1L} &= g_{1+}(p_0, \omega_{mL}) g_+(q_0, \phi_{HL}) y_{L+} \\
&\quad - g_{1-}(p_0, \omega_{mL}) g_-(q_0, \phi_{HL}) y_{L-}, \\
z_{1R} &= g_{1+}(p_0, \omega_{mR}) g_+(q_0, \phi_{HR}) y_{R+} \\
&\quad - g_{1-}(p_0, \omega_{mR}) g_-(q_0, \phi_{HR}) y_{RR}, \\
p_0 &\equiv (v/k_0)^{1/2}, q_0 \equiv (vk_0)^{1/2} \dots (4)
\end{aligned}$$

式中，“ g_{1+} ” “ g_{1-} ” “ g_+ ” 及 “ g_- ” 是分别通过下式 (4.1) ~ (4.4) 定义的函数。

$$\begin{aligned}
g_{1+}(p_0, \omega) &\equiv \sum_k a_{k+}(p_0) \omega^k \\
&\quad (a_{k+}(p_0) : \text{系数}, k=0 \sim 3) \dots (4.1)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
g_{1-}(p_0, \omega) &\equiv \sum_k a_{k-}(p_0) \omega^k \\
&\quad (a_{k-}(p_0) : \text{系数}, k=0 \sim 3) \dots (4.2)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
g_+(q_0, \phi) &\equiv c_{1+}(\phi - \phi_{0+}(q_0)) + c_{2+}(\phi - \phi_{0+}(q_0))^3 \\
&\quad (c_{1+}, c_{2+} : \text{系数}, \Phi_{0+} : \text{屈曲方向的股关节角度 } \Phi_H \text{ 的目标值}) \dots (4.3)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
g_-(q_0, \phi) &\equiv c_{1-}(\phi - \phi_{0-}(q_0)) + c_{2-}(\phi - \phi_{0-}(q_0))^3 \\
&\quad (c_{1-}, c_{2-} : \text{系数}, \Phi_{0-} : \text{伸展方向的股关节角度 } \Phi_H \text{ 的目标值}) \dots (4.4)
\end{aligned}$$

股关节角度 Φ_H 的目标角度 $\Phi_{0+}(q_0)$ 、 $\Phi_{0-}(q_0)$ 是与目标步行比 k_0 及步行速度 v 对应的推荐步幅 $q_0(=(vk_0)^{1/2})$ 函数, 根据与用户的步幅 $q(=v/p)$ 和推荐步幅 q_0 的偏差 δq 能进行修正。另外, 在第 1 系数 $g_{1+}(p_0, \omega_M)$ 、 $g_{1-}(p_0, \omega_M)$ 所包含的系数 $a_{k+}(p_0)$ 、 $a_{k-}(p_0)$ 是与目标步行比 k_0 及步行速度 v 对应的推荐步行率 $p_0(=(v/k_0)^{1/2})$ 的函数, 根据与用户的步行率 $p(=v/q)$ 和推荐步行率 p_0 的偏差 δp 能进行修正。

第 1 引导摆动器 z_1 是将第 1 系数 g_{1+} 及 g_{1-} 作为各自的弹簧系数 (弹性系数), 表示图 4 所示的 2 个假想的弹簧 G_{1+} 及 G_{1-} 的弹性力。第 1 系数 g_{1+} 及 g_{1-} , 表示对应于步行速度 (第 1 运动参数) v 及固有角速度 ω_M , 让股关节角度 (第 3 运动摆动器) Φ_H 趋近与目标运动尺度对应的目标角度 $\Phi_{0+} (>0)$ 及 $\Phi_{0-} (<0)$ 的第 1 位能 (假想的弹簧等弹性要素的位能) 的梯度 (参见式 (4.1) (4.2))。也就是说, 第 1 引导摆动器 z_1 表示将第 1 系数 g_{1+} 、 g_{1-} 作为弹性系数 (弹簧系数), 并且, 将股

关节角度 Φ_H 的值复原成目标角度 Φ_{0+} 及 Φ_{0-} 的假想的弹性要素的弹性力。基于这些，通过第 1 引导摆动器 z_1 ，让股关节角度 Φ_H 与对应于目标步行比 k_0 及步行速度 v 的目标角度 Φ_{0+} 、 Φ_{0-} 一致，并且能以从肌肉的收缩状态向伸展状态的移动时的弹性力等反映用户的身体的弹性要素的节奏及尺度，来引导用户的运动。

假想的弹簧 G_{1+} 的弹性力表示根据弹簧系数 g_{1+} 让股关节角度 Φ_H 趋近其目标角度 Φ_{0+} 而作用于用户的大腿部的力（参见式（4））。也就是说，在股关节角度 Φ_H 比目标角度 Φ_{0+} 小的情况下，弹簧 G_{1+} 形成的弹性力在股关节角度 Φ_H 增加的方向（前方）运动大腿部，来作用于该大腿部。另外，在股关节角度 Φ_H 超过目标角度 Φ_{0+} 的情况下，弹簧 G_{1+} 形成的弹性力在股关节角度 Φ_H 减少的方向（后方）运动大腿部，来作用于该大腿部。

另外，其它的假想的弹簧 G_{1-} 的弹性力表示对应于弹簧系数 g_{1-} ，按照让股关节角度 Φ_H 趋近该目标角度 Φ_{0-} 的方式作用于用户的大腿部的力（参见式（4））。也就是说，在股关节角度 Φ_H 超过目标角度 Φ_{0-} 的情况下，弹簧 G_{1-} 形成的弹性力表示在股关节角度 Φ_H 减少的方向（后方）运动大腿部，来作用于该大腿部的力。另外，在股关节角度 Φ_H 比目标角度 Φ_{0-} 小的情况下，弹簧 G_{1-} 形成的弹性力表示在股关节角度 Φ_H 增加的方向（前方）运动大腿部，来作用于该大腿部的力。

另外，如上所述，由于根据向大腿部的前方的运动及向后方的运动的不同，从多个第 2 要素 i ($=L+, L-, R+, R-$) 内的一部分有偏重的输出，因此能避免 2 个假想的弹簧 G_{1+} 及 G_{1-} 各自的弹性力相互抵消的事态。

也就是说，在左大腿部向前方运动时，作为支配该运动的一方第 2 要素 $L+$ 的输出的第 2 摆动器 y_{L+} 的值变得比作为另一方第 2 要素 $L-$ 的输出的第 2 摆动器 y_{L-} 的值大。通过这些，基于式（4）表示的第 1 引导摆动 z_{1L} 近似表示成下式（4a）。

$$z_{1L} \doteq g_{1+}(\omega_{mL}) g_{1+}(\phi_{HL}) y_{L+} \quad \cdots (4a)$$

为此，在左大腿部向前方运动时，2 个假想的弹簧 G_{1+} 及 G_{1-} 各自的弹性力之中，按照让股关节角度 Φ_H 趋近前侧的目标角度 Φ_{0+} 的方式作

用于用户的大腿部的弹簧 G_{1+} 的弹性力被偏重反映。通过这些，能避免 2 个假想的弹簧 G_{1+} 及 G_{1-} 各自的弹性力相互抵消的事态。

另外，在左大腿部向后方运动时，作为支配该运动的一方第 2 要素 $L-$ 的输出的第 2 摆动器 y_{L+} 的值变得比作为另一方第 2 要素 $L+$ 的输出的第 2 摆动器 y_{L-} 的值大。通过这些，基于式 (4) 表示的第 1 引导摆动器 z_{1L} 近似表示成下式 (4b)。

$$z_{1L} \doteq -g_{1-}(\omega_{mL})g_{-}(\phi_{HL})y_{L-} \cdots (4b)$$

为此，在左大腿部向后方运动时，2 个假想的弹簧 G_{1+} 及 G_{1-} 各自的弹性力之中，按照让股关节角度 Φ_H 趋近后侧的目标角度 Φ_{0+} 的方式作用于用户的大腿部的假想的弹簧 G_{1-} 的弹性力被偏重反映。通过这些，能避免 2 个假想的弹簧 G_{1+} 及 G_{1-} 的各自的弹性力相互抵消的事态。这一点对于右脚体（大腿部）的运动也一样。

而且，将股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 作为参数的 S 型函数 fs (参见式 (3)) 被组合到第 1 系数 g_{1+} 、 g_{1-} 中，由此根据由股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 的极性所确定的向大腿部的前后的运动的不同，也可以用作为多个第 2 要素 i 的输出的第 2 摆动器 y_i 内的一部分被偏重反映的形式来生成第 1 扭矩 T_1 。通过这些，能避免 2 个假想的弹簧 G_{1+} 及 G_{1-} 各自的弹性力相互抵消的事态。

并且，根据下式 (5)，设定第 2 引导摆动器 z_2 (图 3/S252)。

$$\begin{aligned} z_{2L} &= -g_{2+}(p_0, \omega_{mL})(d\phi_{HL}/dt)H_+(\phi_{HL})y_{L+} \\ &\quad + g_{2-}(p_0, \omega_{mL})(d\phi_{HL}/dt)H_-(\phi_{HL})y_{L-}, \\ z_{2R} &= -g_{2+}(p_0, \omega_{mR})(d\phi_{HR}/dt)H_+(\phi_{HR})y_{R+} \\ &\quad + g_{2-}(p_0, \omega_{mR})(d\phi_{HR}/dt)H_-(\phi_{HR})y_{R-} \cdots (5) \end{aligned}$$

式中，“ g_{2+} ” “ g_{2-} ” 是分别通过下式 (5.1) ~ (5.4) 定义的函数。

$$g_{2+}(p_0, \omega) \equiv \sum_k b_{k+}(p_0) \omega^k$$

($b_{k+}(p_0)$: 系数, $k=0 \sim 3$) ... (5.1)

$$g_{2-}(p_0, \omega) \equiv \sum_k b_{k-}(p_0) \omega^k$$

$(b_{k_{-}}(p_0) : \text{系数}, k=0\sim 3) \dots (5.2)$

$$H_{+}(\phi) \equiv 0(\phi \leq 0), 1(\phi > 0) \dots (5.3)$$

$$H_{-}(\phi) \equiv 0(\phi > 0), 1(\phi \leq 0) \dots (5.4)$$

在第2系数 $g_{2+}(p_0, \omega_M)$, $g_{2-}(p_0, \omega_M)$ 所包含的系数 $b_{k_{+}}(p_0)$ 、 $b_{k_{-}}(p_0)$ 是与目标步行比 k_0 及步行速度 v 对应的推荐步行率 $p_0 (= (v/k_0)^{1/2})$ 的函数, 根据用户的步行率 $p (= v/q)$ 和推荐步行率 p_0 之间的偏差 δp 能进行修正。

第2引导摆动器 z_2 , 将第2系数 g_{2+} 及 g_{2-} 作为各自阻尼器系数 (衰减系数), 表示如图4所示的2个假想的阻尼器 G_{2+} 及 G_{2-} 的衰减力。第2系数 g_{2+} 及 g_{2-} , 表示对应于固有角速度 ω_M 抑制股关节角度 Φ_H 的绝对值的增大的第2位能 (假想的阻尼器等衰减要素的阻尼器) 的梯度 (参见式 (5.1) (5.2))。也就是说, 第2引导摆动器 z_2 将第2系数 g_{2+} 、 g_{2-} 作为减数系数 (阻尼器系数), 并且表示对应于股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 抑制股关节角度 Φ_H 的绝对值的增大的假想的衰减要素的衰减力。通过第2引导摆动器 z_2 , 按照对应于股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 抑制股关节角度 Φ_H 的绝对值的增大的方式, 并且以反映从肌肉的伸展状态向屈曲状态的移动时的粘性力等用户的身体的衰减要素的节奏及尺度, 来引导用户的运动。

一方假想的阻尼器 G_{2+} 形成的衰减力, 表示对应于该阻尼器系数 g_{2+} 及股关节角速度 $d\Phi_H/dt$, 按照抑制向前侧 (屈曲侧) 的股关节角度 Φ_H 的绝对值的增大的方式作用于用户的大腿部的力 (参见式 (5))。也就是说, 假想的阻尼器 G_{2+} 形成的衰减力表示按照抑制向大腿部的前方的过剩的运动的方式作用于该大腿部的力。

另外, 另一方的假想的阻尼器 G_{2-} 形成的弹性力, 表示对应于该阻尼器系数 g_{2-} 及股关节角速度 $d\Phi_H/dt$, 按照抑制向后侧 (伸展侧) 的股关节角度 Φ_H 的绝对值的增大的方式作用于用户的大腿部的力 (参见式 (5))。也就是说, 假想的阻尼器 G_{2-} 形成的衰减力表示按照抑制向大腿部的后方的过剩的运动的方式作用于该大腿部的力。

另外, 在第2引导摆动器 z_2 , 包含作为股关节角度 Φ_H 的函数的阶跃函数 H_{+} 、 H_{-} 。因此, 能避免2个假想的阻尼器 G_{2+} 及 G_{2-} 各自的衰减

力相互抵消的事态。

而且，与由引导摆动器生成部分 250 所生成的包含第 1 引导摆动器 $z_1 = (z_{1L}, z_{1R})$ 和第 2 引导摆动器 $z_2 = (z_{2L}, z_{2R})$ 的引导摆动器 $z (= z_1 + z_2)$ 对应的电流 $I(z) = (I_L(z_{1L} + z_{2L}), I_R(z_{1R} + z_{2R}))$ ，从电池 206 分别向左右的致动器 210 提供，在用户的大腿部作用与该供应电流 I 对应的力（股关节转动的扭矩） $T(I)$ 。

之后，通过反复上述处理（图 2/S111, S112, S210, ..., S240, 图 3/S250），用户通过步行运动引导装置 20 的动作，在股关节转动的扭矩 T 起作用的状态下步行。

根据发挥上述功能的运动管理系统 1，通过跑步机（第 1 运动引导装置）10 的动作，调节用户的步行速度，并且，通过步行运动引导装置（第 2 运动引导装置）20 的动作，用与用户的步行率协调后的节奏调节运动尺度，同时引导该用户的步行或跑步运动。这时，根据通过跑步机 10 的动作被引导的用户的步行速度（第 1 运动参数） v 和步行率（第 2 运动参数） p ，控制步行运动引导装置 20 的动作。通过步行速度 v 根据跑步机 10 的传送带 13 的速度来测定、步行率 p 根据从步行运动的用户的脚体在跑步机 10 的踏板 14 上作用的压力来测定，谋求得到步行速度 v 及步行率 p 的测定精度的提高。

通过这些，将表示用户的步行速度 v 及步行率（运动节奏） p （或步幅（运动尺度） $q = v/p$ ）的关系的步行比 v/p^2 维持在目标步行比，同时能让用户持续步行运动。这就意味着，由在图 5 所示的 p （步行率）— q （步幅）平面中经过原点的直线 $q = k_+p$ 、 $q = k_-p$ 等的倾斜度所表现的步行比 $k = q/p$ ，与作为目标的步行比相一致。

例如，考察从用户以由图 5 所示的点 s_0 所表示的步行率 p_0 及步幅 q_0 步行运动的状态开始，通过跑步机 10 的动作在引导用双曲线 $q = v/p$ 所表示的一定速度 $v (= p_0q_0)$ 的步行运动的同时调节步行率的情况。

由直线 $q = k_+p$ 的倾斜度 $k_+ (> q_0/p_0)$ 所表示的步行比作为目标被设定的情况，按照用户以由该直线 $q = k_+p$ 及双曲线 $q = v/p$ 的交点 s_+ 所表示的步行率 $p_+ (< p_0)$ 及步幅 $q_+ (> q_0)$ 步行的方式，由步行运动引导装置 20 引导用户的运动（参见图 5/箭头记号 A_+ ）。也就是说，用户的步行运动

在步行速度 v 保持恒定的状态下，逐步引导到用大腿缓慢步行的状态。

另外，由直线 $q=k.p$ 的倾斜度 $k(<q_0/p_0)$ 所表示的步行比作为目标被设定的情况下，按照用户以由该直线 $q=k.p$ 及双曲线 $q=v/p$ 的交点 s 所表示的步行率 $p(<p_0)$ 及步幅 $q(>q_0)$ 步行的方式，由步行运动引导装置 20 引导用户的运动（参见图 5/箭头记号 A）。通过这些，用户的步行状态在步行速度 v 保持恒定的状态下，逐步引导到用小腿不匆忙的步行的状态。

如图 6 所示的步行比 k 的变化 δk 分解成步行率 p 的变化 δp 和步幅 q 的变化 δq ，步行率 p 及步幅 q 分别通过下面的理由，协调用户的步行运动节奏和与引导摆动器 z 对应的步行运动引导装置 20 的引导节奏，同时使其变化。

用户的步行率 p 通过下面的理由，协调用户的步行运动节奏和与引导摆动器 z 对应的步行运动引导装置 20 的引导节奏，同时使其变化成与目标步行率一致。

也就是说，通过有范德坡方程式（参见式（1））的性质的“相互牵引”的效果的第 1 摆动器 x ，作为在与用户的股关节角速度（运动摆动器） $d\Phi_H/dt$ 的节奏协调的同时以根据固有角速度 ω_M 所决定的自主的节奏或角速度进行摆动的信号被生成。

第 1 摆动器 x ，按照在谋求用户的步行运动节奏和由装置进行的该运动的引导节奏之间的协调的同时使用户的步行运动节奏与目标节奏相一致的观点，有可能具有与用户的股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 不合适的相位差。因此，从第 1 摆动器 x 直接生成引导摆动器 z 的情况下，通过与该引导摆动器 z 对应的股关节转动的扭矩 T 所引导的用户的步行运动节奏，就恐怕会背离目标节奏。

这里，假想的 2 个摆动器 θ_h 及 θ_m 的关系，设定成与用户的股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ 和第 1 摆动器 x 之间的相位差（第 1 相位差） $\delta\theta_1$ 相对应。具体来说，根据第 1 相位差 $\delta\theta_1$ ，设定假想模型中的相关系数 ε （图 2/S233）。另外，按照让该 2 个摆动器 θ_h 及 θ_m 的相位差（第 2 相位差） $\delta\theta_2$ 趋近目标相位差 $\delta\theta_d$ 的方式设定 2 个摆动器 θ_h 及 θ_m 的角速度 ω_h 及 ω_m ，后者作为新的固有角速度 ω_M 被设定（图 2/S234，S235）。通过这

些, 新的固有角速度 ω_M , 按照在谋求用户的步行运动节奏和目标相位差 $\delta \theta_d$ 对应的协调的同时使用户的步行率与目标步行率相一致的方式引导用户的步行运动的观点, 变成合适的摆动器的角速度。其后, 通过反复生成以根据新的固有角速度 ω_M 所决定的角速度进行周期性变化的第 1 摆动器 x (图 2/S210), 能在谋求第 1 摆动器 x 的节奏和股关节角速度 Φ_H 等的运动摆动器的节奏之间的协调的同时, 使第 1 相位差 $\delta \theta_1$ 和目标相位差 $\delta \theta_d$ 之间的偏差逐渐减少。通过这些, 即使出现用户的运动节奏急剧变化的情况, 按照引导摆动器 z 及扭矩 T 对该变化的追随性不给用户带来不谐调感的观点, 变成合适的值, 能使用户的运动节奏以适度的速度逐渐与目标节奏一致。

接着, 以反映新设定的固有角速度 ω_M 的形式来生成第 2 摆动器 y_i (图 3/S240), 进一步生成包含第 2 摆动器 y_i 的引导摆动器 z (图 3/S250)。通过这些, 在协调用户的步行运动节奏和与引导摆动器 z 对应的步行运动引导装置 20 的引导节奏的同时, 能进行微小变化以使用户的步行率 p 与目标步行率相一致。这就意味着, 以步行运动引导装置 20 形成的引导节奏与用户的运动节奏协调, 并且用户的运动节奏也与步行运动引导装置 20 形成的引导节奏协调的形式, 形成用户 (用户) 和装置 (机械) 之间的协调 (相互的妥协)。

而且, 目标相位差 $\delta \theta_d$ 设定成负的情况, 用户能以先行引导步行运动引导装置 20 的形式进行步行运动。另一方面, 目标相位差 $\delta \theta_d$ 设定成正的情况, 用户能通过步行运动引导装置 20 被先行引导的形式进行步行运动。

另外, 用户的步幅 q 通过下面的理由, 能按照协调用户的步行运动节奏和与引导摆动器 z 对应的步行运动引导装置 20 的引导节奏的同时与目标步幅一致的方式进行变化。

也就是说, 在第 1 引导摆动器 z_1 中所包含的第 1 系数 g_{1+} 、 g_{1-} 是与为了让用户的股关节角度 Φ_H 趋近该目标角度 Φ_{0+} 、 Φ_{0-} 的第 1 位能 (假想的弹性要素的位能) 对应的值。另外, 第 1 系数 g_{1+} 、 g_{1-} 是与步行率 p 及固有角速度 ω_M (= 假想引导摆动器 θ_m 的角速度 ω_m) 对应的值 (参见式 (4.1) (4.2))。固有角速度 ω_M 如上所述, 按照在谋求与用户的

步行运动节奏的协调的同时使用户的步行率与目标步行率相一致来引导用户的步行运动的观点，相当于合适的摆动器的角速度。并且，目标角度 Φ_{0+} 、 Φ_{0-} 是步行速度 v 及步行率 p 的函数（参见式（4.3）（4.4））。

另外，在第 2 引导摆动器 z_2 中所包含的第 2 系数 g_{2+} 、 g_{2-} 是与用于抑制股关节角度 Φ_H 的绝对值的增大的第 2 位能（假想的衰减要素的位能）对应的值。并且，第 2 系数 g_{2+} 、 g_{2-} 是与步行率 p 及固有角速度 ω_M 对应的值（参见式（5.1）（5.2））。固有角速度 ω_M 如上所述，按照在谋求与用户的运动节奏的协调的同时使用户的运动节奏与目标节奏相一致来引导用户的运动的观点，相当于合适的摆动器的角速度。

因此，通过以反映与步行率 p 及新的固有角速度 ω_M 对应的第 1 系数 $g_{1+}(p, \omega_M)$ 、 $g_{1-}(p, \omega_M)$ 的形式生成第 1 引导摆动器 z_1 、并且以反映与固有角速度 ω_M 对应的第 2 系数 $g_{2+}(p, \omega_M)$ 、 $g_{2-}(p, \omega_M)$ 的形式生成第 2 引导摆动器 z_2 ，能在谋求用户的步行运动节奏和引导摆动器 z 的节奏之间的协调，及用户的步行率和目标步行率的一致的时候，引导用户的运动以便让用户的运动尺度趋近目标尺度。

另外，目标角度 Φ_{0+} 、 Φ_{0-} 能根据用户的测定步幅（=步行速度 v /步行率 p ）和目标步幅之间的偏差进行修正。并且，第 1 系数 g_{1+} 、 g_{1-} 的系数 a_{k+} 、 a_{k-} 及第 2 系数 g_{2+} 、 g_{2-} 的系数 b_{k+} 、 b_{k-} 能根据用户的测定步行率 p 和目标步行率之间的偏差进行修正。另外，如上所述，谋求步行速度 v 及步行率 p 的测定精度的提高。因此，能按照让表示用户的步行速度 v 及步行率 p 之间的关系的步行比与目标步行比相一致的方式以合适的节奏及尺度来引导用户的运动。

通过以上，能在谋求用户的步行运动、跑步机 10 的动作及步行运动引导装置 20 的动作的协调，并且以作为目标的尺度及节奏让用户运动的情况下，训练该用户的步行运动。另外，虽然按照让用户的步行比与目标步行比相一致的方式来控制步行运动引导装置 20 的动作，也可以按照让步行速度（第 1 运动参数） v 及步行率（第 2 运动参数） p 的任意的关系成为作为目标的关系的方式来控制步行运动引导装置 20 的动作。

接着，使用图 7~图 10 说明本发明的步行运动管理系统 1 的上述

作用效果相关的实验结果。

在该实验之前,测定了如图7所示的步行比 k 和伴随用户的步行运动的消耗能量之间的关系。而且,在用户的消耗能量成为最小的状态下的步行比 k ($=0.0075$)按照减轻身体负担的观点被设定作为目标步行比 k_0 。而且,目标步行比,也可以通过在步行运动引导装置20设置的设定按钮(省略图示)的操作由用户来设定。另外,跑步机10的传送带13的速度被固定在5(km/s)。也就是说,按照用户维持恒定速度(5(km/h))的状态下步行的方式,通过跑步机10的动作引导该步行运动。

如图8所示,根据有无步行运动引导装置20的步行运动的引导,同一用户以相同的速度 v 步行的情况下的步行比不相同。也就是说,用户没有安装步行辅助装置20步行的情况下的步行比 k 被控制在0.0065。相对于此,在用户安装了步行运动引导装置20并引导步行运动的状态步行的情况下的步行比 k ,被控制在如上所述被设定的目标步行比 k ($=0.0075$)。该用户通过步行运动引导装置20的动作,引导步行运动使步行比 k 、进而步幅 q 变大。通过这些,能让身体感觉到是以目标步行比 k_0 进行跑步一样来训练用户。而且,在用户安装了步行运动引导装置20的状态下,在通常的人行道等用速度5(km/h)左右步行的情况,确认了该步行比维持在目标步行比0.0075。如上所述,能按照以作为目标的步幅(尺度)及步行率(节奏)来步行运动的方式来训练该用户。

另外,如图9所示,根据有无步行运动引导装置20的步行运动的引导,同一用户以相同的速度 v 步行的情况下的心跳数(生理参数)不相同。也就是说,用户没有安装步行辅助装置20步行的情况下的心跳数比用户安装了步行运动引导装置20并引导步行运动的状态步行的情况下的心跳数高。这就意味着,如图8所示,在按照使用户的步幅变大的方式来引导步行运动的状态下,该心跳数控制得较低,减轻了对身体的负担。

另外,如图10所示,根据有无步行运动引导装置20的步行运动的引导,同一用户以相同的速度 v 步行的情况下的肌肉群活性度(生理参数)不相同。图10(b)所示的用户安装了步行运动引导装置20并引

导步行运动的状态步行的情况下的该股关节周围的肌肉群活性度,比图 10(a)所示的用户没有安装步行辅助装置 20 步行的情况下的相同部位的肌肉群活性度高。这就意味着,如图 8 所示,在按照使用户的步幅变大的方式来引导步行运动,使用户的身体机能活性化。

从图 7~图 10 所示的实验结果表明,例如,将运动管理系统 1 用于高龄者等步行运动功能低下的用户的运动管理中的意义重大。也就是说,通过利用本发明的运动管理系统 1,减轻高龄者等的身体负担,同时抑制其身体机能的降低,并且能促进活性化。

另外,只要有跑步机 10 的设置空间,即使是比较狭窄的场所,也能进行用户的步行或跑步训练。

而且,运动管理系统 1 也可以利用在用户的步行运动以外的所有运动的训练。例如,也可以在用手对轮椅的左右车轮施加力的运动训练等其它的运动训练中利用。运动管理系统 1 也可以在马的跑步等人类以外的运动物体的运动训练中利用。

另外,跑步机 10 之外,也可以采用以下装置作为第 1 运动引导装置:在多个滚筒上桥接的无端传送带,绕通过中心或偏离中心的点的转动轴转动的球体、椭圆球体,绕中心轴或偏离中心轴且与中心轴平行的转动轴转动的圆筒、四角筒等筒体,绕其它任意的转动轴转动的一块的物体等的无端循环运动体,通过使该无端循环运动体转动,引导与该循环运动体接触的用户的手腕、脚等的身体部分的运动的装置。

在上述实施方式中,虽然将与引导摆动器 z 对应的左右股关节转动的扭矩 $T = (T_L, T_R)$ 作用于用户的身体,作为其它的实施方式,也可以将膝关节、足关节、肩关节、肘关节、手根关节等各种关节转动的扭矩作用于用户的身体。成为扭矩作用对象的关节的组合也可以根据用户而进行各种变更。

另外,第 2 控制部分 200 的第 2 摆动器生成部分 240,在由运动摆动器测定部分 210 所测定的股关节角度 Φ_H 或股关节角速度 $d\Phi_H/dt$ (运动摆动器)的周期变化的大小超过阈值时,也可以代替由固有角速度设定部分 230 所设定的新的固有角速度 ω_M ,而生成以反映了由运动摆动器测定部分 210 所测定的股关节角度 Φ_H 等的角速度(相位的时间变化)

和由第1摆动器生成部分220所生成的第1摆动器x的角速度之中的一方或两方的节奏进行摆动的第2摆动器y。

根据该构成,即使出现用户的运动节奏急剧变化的情况,也能与该变化后的运动节奏对应的合适的节奏来引导用户的运动。通过这些,能按照在谋求用户的步行运动、跑步机(第1运动引导装置)10的动作及步行运动引导装置(第2运动引导装置)20的各自的动作协调的同时以合适的尺度及节奏进行步行运动的方式来训练用户。

另外,也可以根据在JP特开2004-73649号公报中所公开的方法生成引导摆动器z。

并且,也可以用下面的形式生成引导摆动器z。

也就是说,运动摆动器测定部分210将与用户的2个不同身体部分的运动对应的运动摆动器(例如肩关节角速度及股关节角度),分别作为“第1运动摆动器”及“第2运动摆动器”来测定。另外,第1摆动器生成部分220以反映了第1运动摆动器和固有角速度 ω_M 的形式生成相互牵引的第1摆动器x。并且,固有角速度设定部分230根据第1运动摆动器和第1摆动器x之间的相位差,设定新的固有角速度 ω_M 。另外,第2摆动器生成部分240根据第2运动摆动器,生成以反映了新的固有角速度 ω_M 的节奏进行摆动的第2摆动器y。而且,引导摆动器生成部分250在第2摆动器y的基础上,还根据由第1运动参数测定部分111所测定的步行速度v(第1运动参数)和由第2运动参数测定部分112所测定的步行率p(第2运动参数)之内的一方或者两方,生成引导摆动器z。

根据该构成,能按照在谋求用户的不同身体部分各自的运动节奏和引导该运动的节奏之间的协调的同时使用户的运动节奏趋近目标运动节奏的方式来引导该运动。通过这些,能按照在谋求用户的运动以及第1及第2运动引导装置各自的动作之间的协调的同时以合适的尺度及节奏进行运动的方式来训练用户。

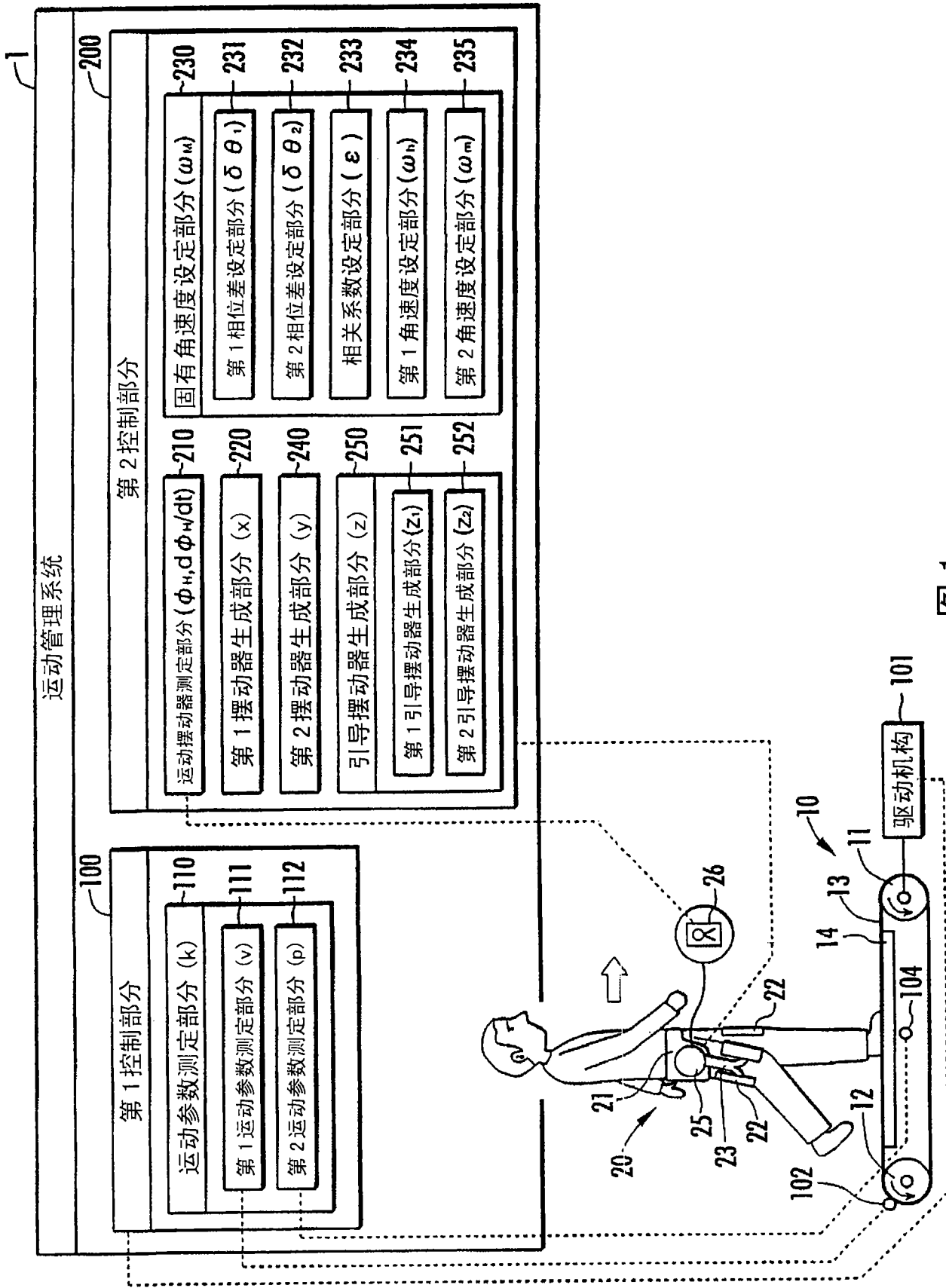


图 1

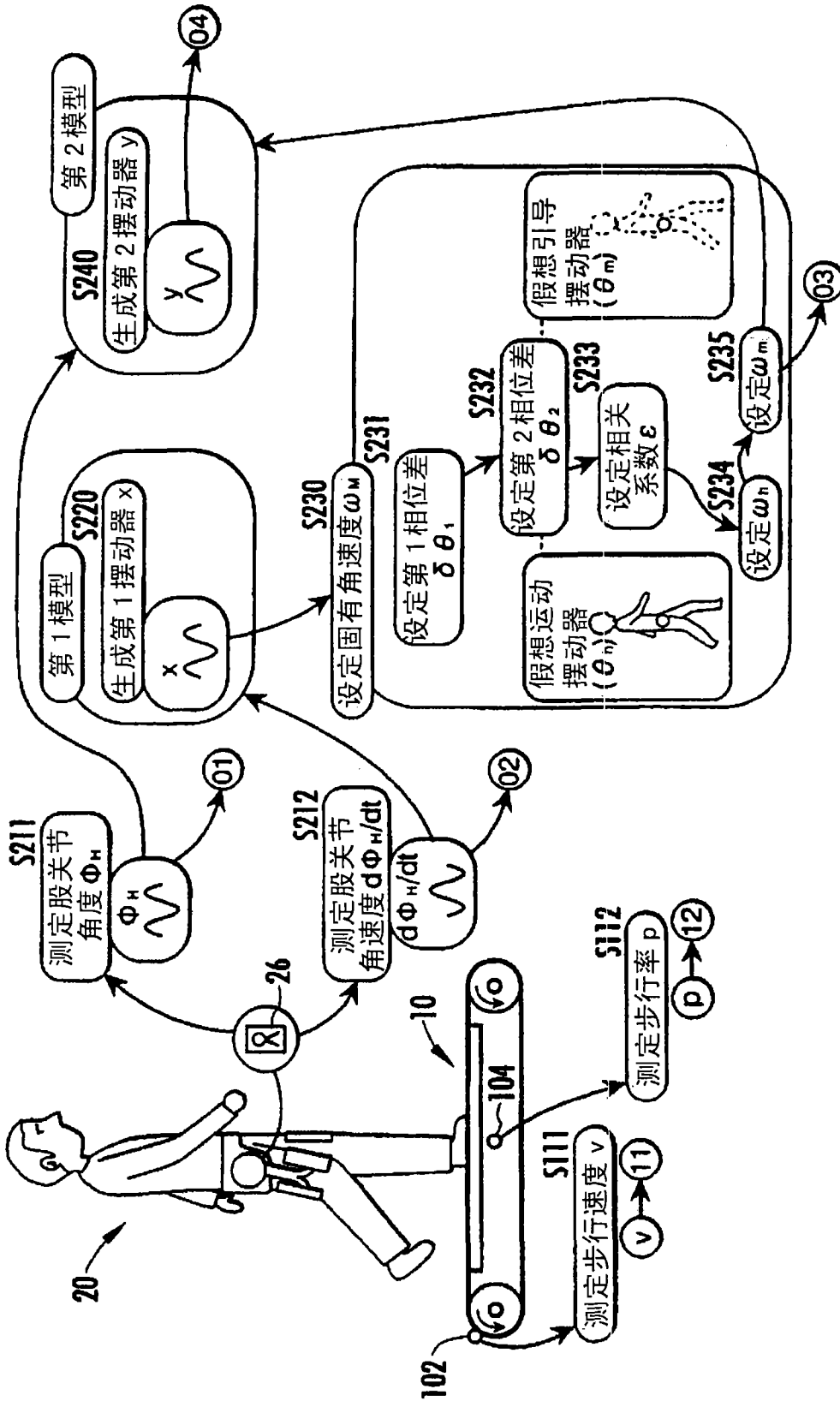


图 2

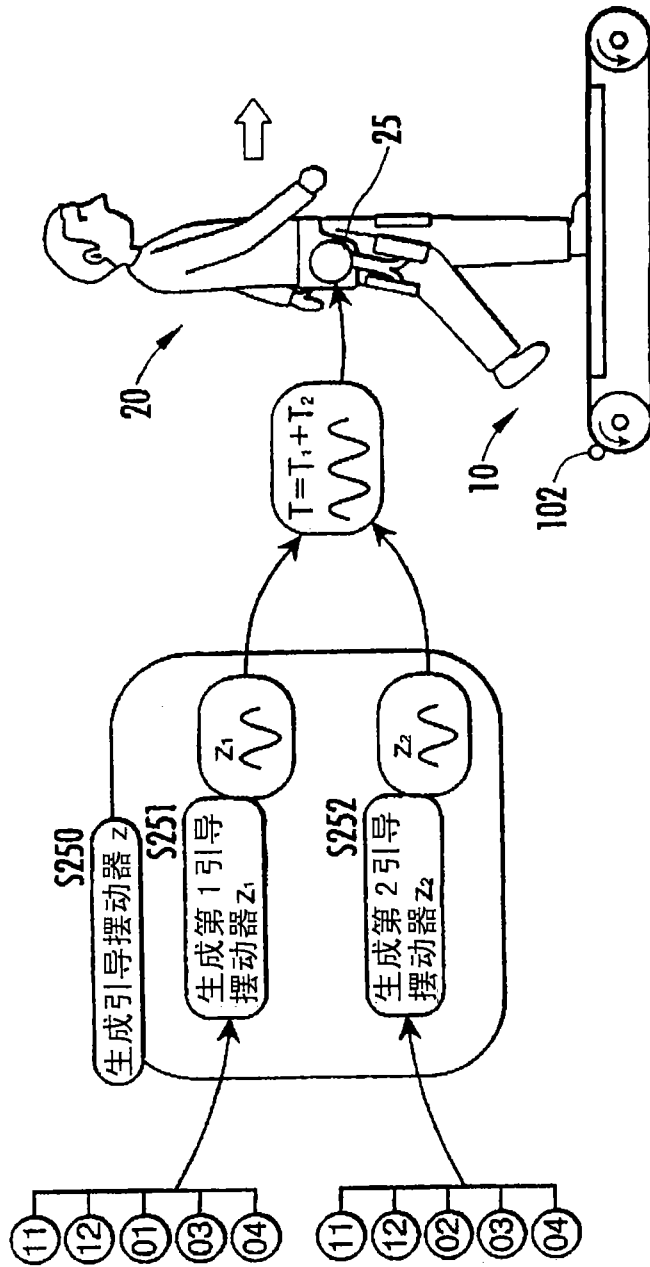


图 3

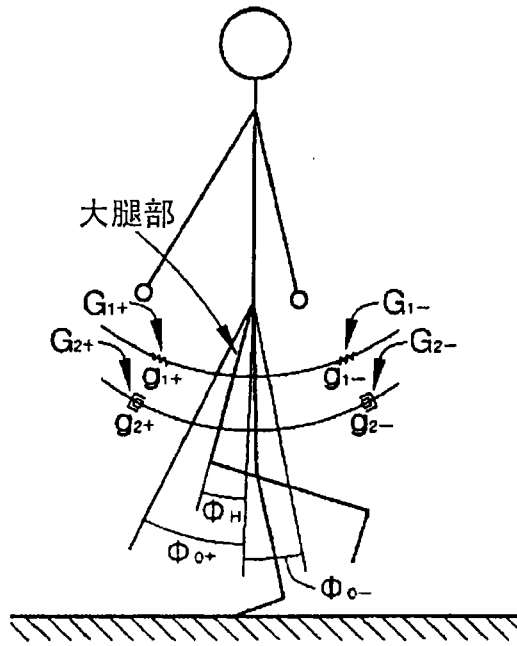


图 4

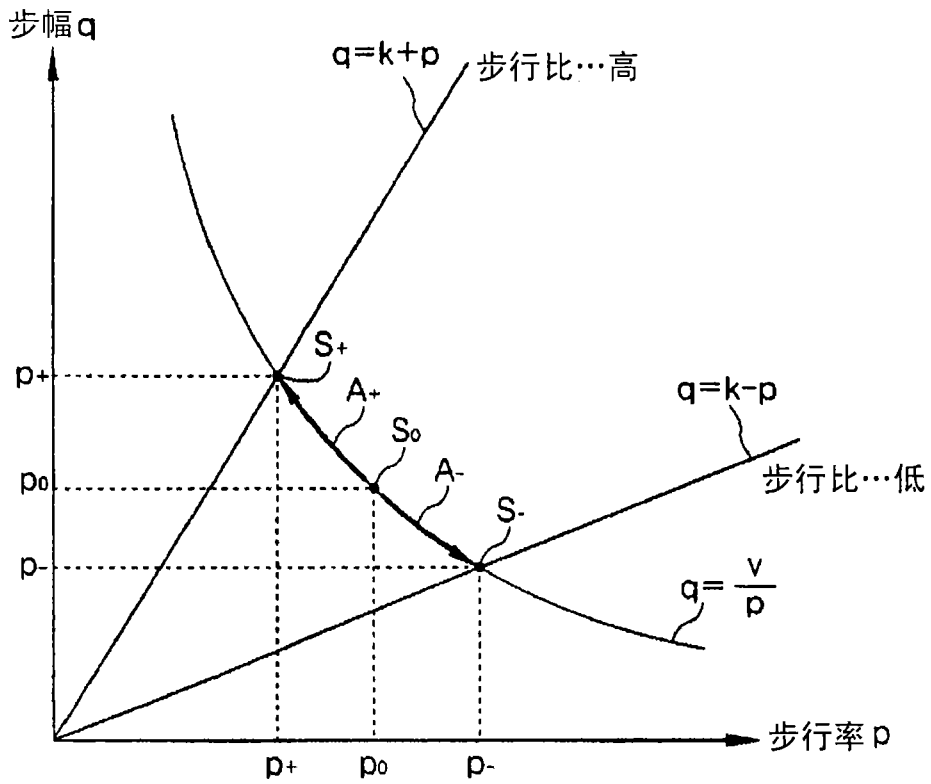


图 5

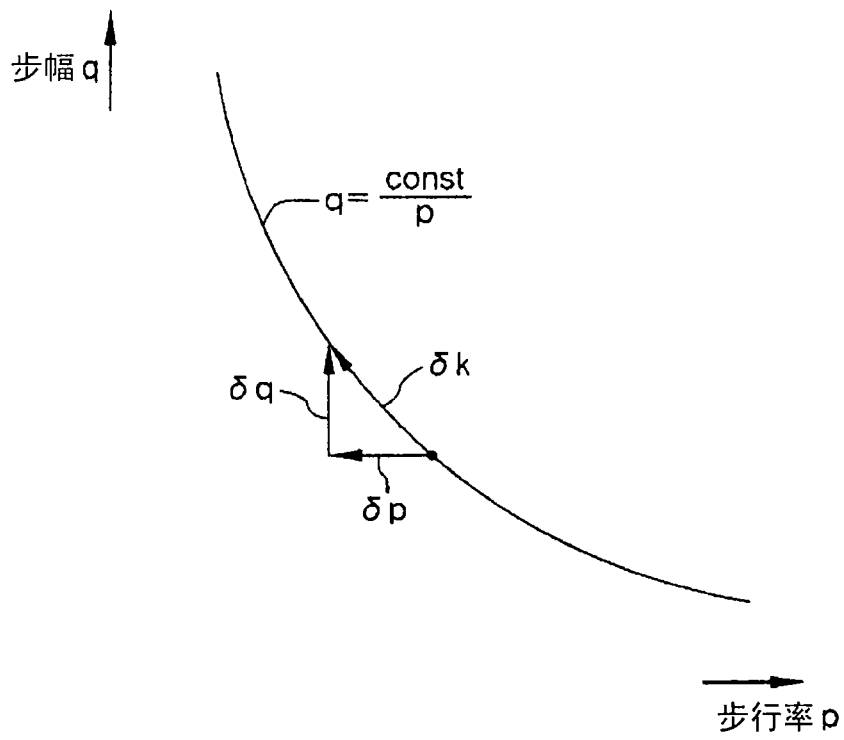


图 6

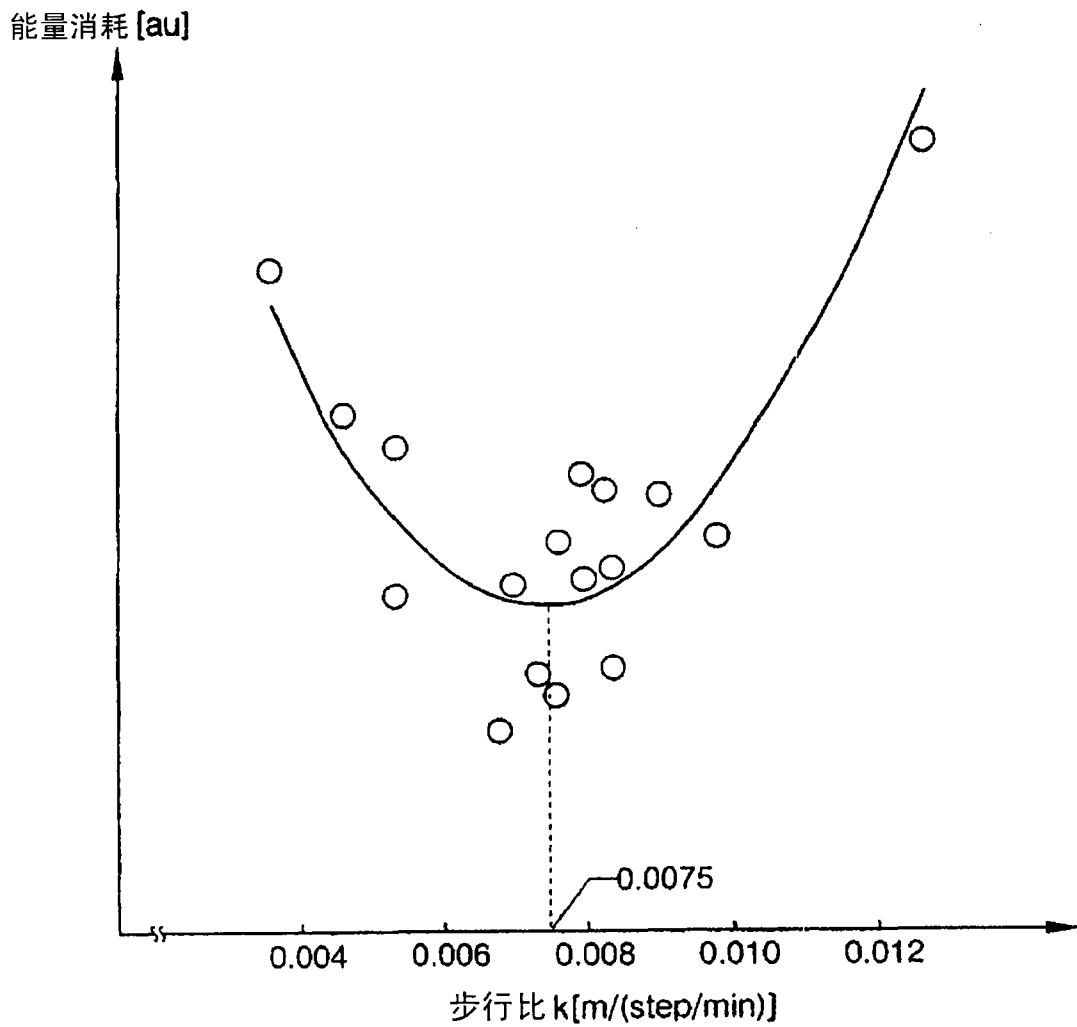


图 7

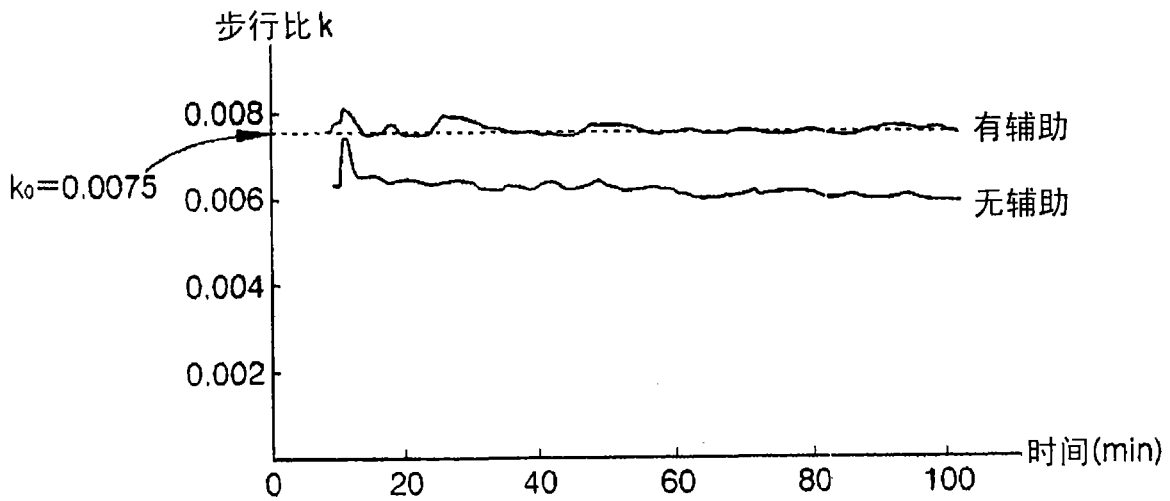


图 8

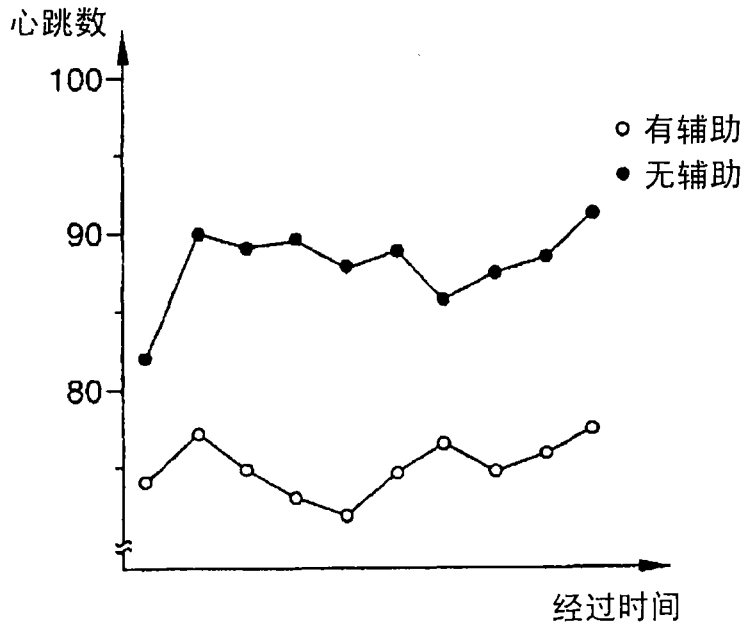
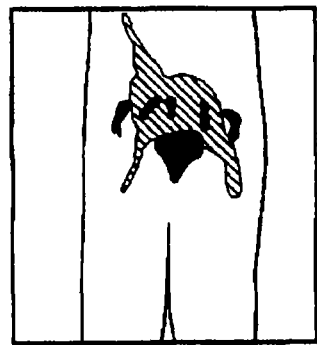
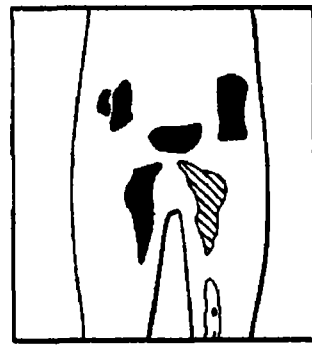


图 9



低 肌肉群活性度 高



低 肌肉群活性度 高

图 10(a)

图 10(b)