



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107205644 A

(43)申请公布日 2017.09.26

(21)申请号 201580064917.0

(22)申请日 2015.10.29

(30)优先权数据

14/529,006 2014.10.30 US

14/529,046 2014.10.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.05.27

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/057954 2015.10.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/069842 EN 2016.05.06

(71)申请人 埃尔瓦有限公司

地址 美国华盛顿州

(72)发明人 罗德里克·A·海德

穆里尔·Y·伊什克瓦

乔丁·T·卡勒 马克斯·N·曼金

内森·P·米佛德 潘世昂

罗伯特·C·佩特罗斯基

伊丽莎白·A·斯威尼

克拉伦斯·T·特格林

尼古拉斯·图尔安

雅罗斯拉夫·A·乌尔朱莫夫

洛厄尔·L·小伍德

维多利亚·Y·H·伍德

(74)专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

代理人 樊英如 邱晓敏

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

G06F 19/00(2011.01)

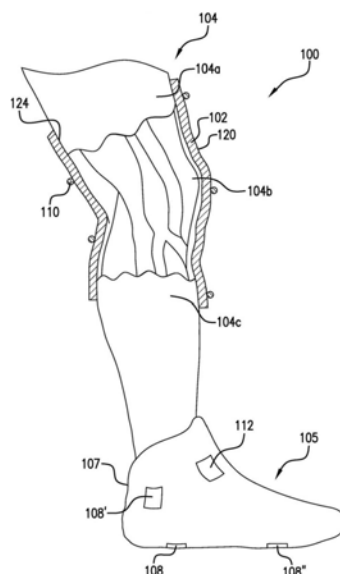
权利要求书5页 说明书28页 附图13页

(54)发明名称

包括至少一个传感器和响应于传感器的至少一个致动器的服装系统和相关方法

(57)摘要

本文公开的实施方式涉及包括至少一个传感器和至少一个致动器的服装系统,所述至少一个致动器响应于来自所述至少一个传感器的感测反馈而操作,以使至少一个柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀。所述至少一个柔性压迫服装对至少一个身体部位的这种选择性收缩或膨胀可以在诸如运动之类的活动或其他活动期间改善肌肉功能或关节功能。



1. 一种服装系统,其包括:

至少一个柔性压迫服装,其被配置为穿戴在受试者的至少一个身体部位上,所述至少一个柔性压迫服装限定被配置为容纳所述至少一个身体部位的内部空间;

可穿戴设备,其与所述至少一个柔性压迫服装分离并且被配置为穿戴在所述受试者的额外身体部位上,所述可穿戴设备包括被配置为感测与所述受试者的运动或至少一个生理特征相关联的至少一个特征的一个或多个传感器,所述一个或多个传感器还被配置为输出指示所述至少一个特征的一个或多个感测信号;

一个或多个致动器,其相对于所述至少一个柔性压迫服装定位并且被配置为使所述至少一个柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀;以及

控制系统,其能操作地耦合到所述一个或多个致动器,并且还能操作地耦合到所述一个或多个传感器以从其接收所述一个或多个感测信号,所述控制系统包括控制电路,所述控制电路被配置为响应于来自所述一个或多个传感器的所述一个或多个感测信号而引导所述一个或多个致动器以在所述受试者的运动期间使所述至少一个柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀。

2. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述可穿戴设备包括手表、手镯、臂带、腕带、皮带、包裹物、肢体套、关节套、脚镯、背心、衬衫、汗衫、夹克、帽子、头带、背包、戒指、鞋类或腰带。

3. 根据权利要求2所述的服装系统,其中所述鞋类包括至少一个鞋、至少一个鞋插入件、至少一个靴子、与滑雪板相关联的鞋类物品、至少一个滑水板、至少一个袜子、至少一个凉鞋、或至少一个拖鞋。

4. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述可穿戴设备被配置为穿戴在与所述至少一个柔性压迫服装被配置成穿在其上的所述至少一个身体部位分开的身体部位上。

5. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述可穿戴设备与所述至少一个柔性压迫服装分离。

6. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述一个或多个传感器被配置为检测所述受试者的行进方向的改变、由所述受试者的身体部位施加到所述一个或多个传感器的负荷、由所述受试者的身体部位施加到所述一个或多个传感器的压力、由所述受试者的身体部位施加到所述一个或多个传感器的张力、所述受试者的身体部位上的负荷、所述受试者的身体部位上的张力、所述受试者的身体部位的压力、所述受试者的身体部位的温度、所述受试者的身体部位的脉搏、所述受试者的身体部位的速度、所述受试者的身体部位的加速度、所述受试者的位置、所述受试者的步态、或所述受试者移动的步速中的一个或多个。

7. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述一个或多个传感器包括加速度计、计步器、计数器、张力传感器、压力传感器、计时器、脉搏传感器、化学传感器、血氧计或温度传感器中的一个或多个。

8. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述至少一个柔性压迫服装至少部分地由氯丁橡胶、尼龙、合成橡胶或织物中的至少一种形成。

9. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述至少一个柔性压迫服装基本上是管状的,并且被构造成大体上符合所述至少一个身体部位,其中所述至少一个身体部位包括:手臂的至少一部分、肘部的至少一部分、前臂的至少一部分、手腕的至少一部分、手的至少一部

分、大腿的至少一部分、膝盖的至少一部分、小腿的至少一部分、脚踝或脚的至少一部分、脚的至少一部分、颈部的至少一部分、腹部的至少一部分、背部的至少一部分、臀部的至少一部分、臀大肌的至少一部分、腰部的至少一部分或胸部的至少一部分。

10. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述至少一个柔性压迫服装被配置为肢体套、关节套、衬衫、背心、夹克、汗衫、腹部支撑件、背部支撑件、腰带、短裤、裤子、至少一个手套、或至少一个袜子。

11. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述可穿戴设备包括在使用期间与所述额外身体部位接触的内表面,并且其中所述一个或多个传感器至少部分地设置在所述内表面上。

12. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述一个或多个致动器包括一个或多个电活性聚合物致动器、一个或多个电活性金属致动器、一个或多个热活性聚合物致动器、一个或多个马达、或一个或多个液压致动器中的至少一者。

13. 根据权利要求12所述的服装系统,其中所述一个或多个电活性聚合物致动器包括至少部分地由铁电聚合物、介电弹性体或电致伸缩接枝弹性体形成的一个或多个致动器元件。

14. 根据权利要求12所述的服装系统,其中所述一个或多个电活性金属致动器包括至少部分地由形状记忆材料形成的一个或多个致动器元件。

15. 根据权利要求12所述的服装系统,其中所述一个或多个马达包括一个或多个微机电马达。

16. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述一个或多个致动器包括齿轮系统,所述齿轮系统被配置成绷紧或松开在所述受试者的所述至少一个身体部位上的所述至少一个柔性压迫服装。

17. 根据权利要求1所述的服装系统,其中,所述一个或多个致动器包括压缩气体系统,所述压缩气体系统被构造成使压缩气体流入到所述至少一个柔性压迫服装的至少一部分中或使所述压缩气体从所述至少一个柔性压迫服装的至少一部分流出。

18. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述一个或多个致动器沿着所述至少一个柔性压迫服装周向地延伸,并且被定位和构造成响应于其致动而增大或减小所述至少一个柔性压迫服装的所述内部空间。

19. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述柔性压迫服装限定外部,并且其中所述一个或多个致动器围绕所述柔性压迫服装的所述外部的至少一部分延伸。

20. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述控制系统包括:

电源,其能操作地耦合到所述一个或多个致动器或所述控制电路中的至少一个。

21. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述一个或多个传感器或一个或多个致动器中的至少一个经由物理电连接或无线连接中的至少一个能操作地耦合到所述控制系统。

22. 根据权利要求21所述的服装系统,其中所述一个或多个致动器包括一个或多个电活性聚合物致动器,并且其中所述电源包括被配置为向所述一个或多个电活性聚合物致动器施加电压以引起其致动的电压源。

23. 根据权利要求21所述的服装系统,其中所述电源包括一个或多个电池。

24. 根据权利要求23所述的服装系统,其中所述一个或多个电池包括碱性电池、锂离子

电池、硬币电池、手表电池、纽扣电池、薄膜电池或柔性电池中的一个或多个。

25. 根据权利要求23所述的服装系统,其中所述电源是能重新充电的,并且所述可穿戴设备包括能操作地耦合到所述电源的充电端口。

26. 根据权利要求23所述的服装系统,其中所述电源与所述控制电路、所述可穿戴设备或所述一个或多个传感器中的一个或多个分开容纳。

27. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述控制系统的所述控制电路被配置为响应于来自所述一个或多个传感器的所述一个或多个感测信号而引导所述一个或多个致动器以施加有梯度的收缩或膨胀。

28. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述控制系统的所述控制电路被配置为响应于来自所述一个或多个传感器的所述一个或多个感测信号而引导所述一个或多个致动器以施加收缩或膨胀脉冲。

29. 根据权利要求1所述的服装系统,其中,所述控制系统的所述控制电路被配置为引导所述一个或多个致动器以使所述至少一个柔性压迫服装随同由所述一个或多个传感器感测的所述至少一个特征基本上循环地选择性地收缩或选择性地膨胀。

30. 根据权利要求29所述的服装系统,其中所述至少一个特征包括所述受试者的身体部位中的脉搏、所述受试者的心跳或所述受试者的步态中的至少一个。

31. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述控制系统包括存储器,所述存储器被配置为存储对应于所述一个或多个感测信号的感测数据、所述至少一个特征的阈值水平、或对应于所述至少一个柔性压迫服装的所述选择性收缩或所述选择性膨胀的致动数据中的一个或多个。

32. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述控制系统的所述控制电路被配置成响应于来自所述一个或多个传感器的指示所述至少一个特征低于或高于阈值水平的所述一个或多个感测信号而引导所述一个或多个致动器以使所述至少一个柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀。

33. 根据权利要求32所述的服装系统,其中所述阈值水平包括所述受试者的加速度阈值水平、所述受试者的脉搏阈值水平、时间阈值水平、所述受试者的氧阈值水平、所述受试者的化学阈值水平、所述受试者的生理阈值水平、行进距离阈值水平、或所述受试者的温度阈值水平中的至少一个。

34. 根据权利要求1所述的服装系统,其中,所述控制系统的所述控制电路被配置成响应于来自所述一个或多个传感器的指示经过选定时间量、至少一个身体部位用力、或所述受试者受伤中的至少一个的所述一个或多个感测信号而引导所述一个或多个致动器选择性地收缩或膨胀。

35. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述控制系统包括用户界面,所述控制系统能通过所述用户界面利用至少一个操作程序进行编程,所述至少一个操作程序控制由所述一个或多个致动器施加的选择性收缩或选择性膨胀的量。

36. 根据权利要求1所述的服装系统,其中所述控制系统包括与至少一个选定活动有关的至少一个操作程序。

37. 根据权利要求36所述的服装系统,其中所述至少一个选定活动包括强度训练、技能训练、高尔夫、棒球、板球、篮球、排球、手球、网球、短柄墙球、壁球、羽毛球、乒乓球、足球、英

式足球、回力球、摔跤、拳击、武术、步行、跑步、骑自行车、划船、游泳、跳舞、滑雪、滑水、台球、飞镖或飞盘中的至少一个。

38. 一种方法, 其包括:

提供服装系统的至少一个柔性压迫服装, 所述至少一个柔性压迫服装可穿戴在受试者的至少一个身体部位上, 所述至少一个柔性压迫服装包括被配置为选择性地收缩或选择性地膨胀的一个或多个致动器;

提供服装系统的可穿戴设备, 所述可穿戴设备能穿戴在所述受试者的分开的身体部位上, 并且包括一个或多个传感器, 所述一个或多个传感器被配置为感测与所述受试者在运动期间的运动或至少一个生理特征相关联的至少一个特征中的一个或多个;

利用所述一个或多个传感器感测所述至少一个特征; 以及

响应于经由所述一个或多个传感器感测到所述至少一个特征, 致动所述一个或多个致动器以在所述受试者的运动期间使所述至少一个柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀。

39. 根据权利要求38所述的方法, 其还包括在存储器中存储至少一个操作程序、来自所述一个或多个传感器的感测数据、所述至少一个特征的阈值水平、或对应于所述选择性收缩或选择性膨胀的致动数据中的一个或多个。

40. 根据权利要求38所述的方法, 其中致动所述一个或多个致动器是响应于由所述一个或多个传感器感测到的超过或低于阈值水平的所述至少一个特征。

41. 根据权利要求40所述的方法, 其中所述阈值水平包括所述受试者的加速度阈值水平、由所述受试者的身体部位施加到所述一个或多个传感器的负荷阈值水平、由所述受试者的身体部位施加到所述一个或多个传感器的压力阈值水平、由所述受试者的身体部位施加到所述一个或多个传感器的张力阈值水平、所述受试者的脉搏阈值水平、时间阈值水平、所述受试者的氧阈值水平、所述受试者的化学阈值水平、所述受试者的生理阈值水平、行进距离阈值水平、或所述受试者的温度阈值水平中的至少一个。

42. 根据权利要求38所述的方法, 其中致动所述一个或多个致动器是响应于由所述一个或多个传感器感测到的指示所述至少一个身体部位用力或应变超过应变极限的所述至少一个特征。

43. 根据权利要求38所述的方法, 其中, 根据至少一个预编程的操作程序致动所述一个或多个致动器。

44. 根据权利要求43所述的方法, 其中所述至少一个预编程的操作程序与至少一个选定活动相关。

45. 根据权利要求44所述的方法, 其中所述至少一个选定活动包括强度训练、技能训练、高尔夫、棒球、板球、篮球、排球、手球、网球、短柄墙球、壁球、羽毛球、乒乓球、足球、英式足球、回力球、摔跤、拳击、武术、步行、跑步、骑自行车、划船、游泳、跳舞、滑雪、滑水、台球、飞镖或飞盘中的至少一个。

46. 根据权利要求38所述的方法, 其中所述服装系统包括用户界面, 所述用户界面被配置为使得用户能够将来自所述一个或多个传感器的感测数据输入到计算设备的存储器中并将所述感测数据与存储在所述存储器中的活动相关联; 并且

其中所述方法还包括在所述控制电路中将来自所述一个或多个传感器的所述感测数

据与存储在所述存储器中的所述选定活动相关联。

47. 根据权利要求46所述的方法, 其还包括: 基于与所述感测数据相关联的所述活动来自动选择操作程序。

48. 根据权利要求47所述的方法, 其还包括: 响应于选定活动、步态、步速、时间、位置、时间量的经过、行进距离、由所述受试者的身体部位施加到所述一个或多个传感器的负荷、由所述受试者的身体部位施加到所述一个或多个传感器的压力、由所述受试者的身体部位施加到所述一个或多个传感器的张力、身体部位上的负荷量、身体部位上的张力量、或由所述一个或多个传感器感测到的运动中的至少一个, 经由所述控制系统自动选择所述至少一个预编程的操作程序。

49. 根据权利要求38所述的方法, 其中致动所述一个或多个致动器以使所述至少一个柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀包括从远离所述受试者的位置控制所述控制系统。

50. 根据权利要求49所述的方法, 其中从远离所述受试者的位置控制所述控制系统包括使用所述控制系统的用户界面来使所述至少一个操作程序运行。

包括至少一个传感器和响应于传感器的至少一个致动器的服装系统和相关方法

背景技术

[0001] 包括诸如袜子、臂袖、腿袖之类的服装制品的压迫服装可以对穿戴压迫服装的身体部位的肌肉提供支撑。这种支撑对于必须长期站立的人或有循环问题的人来说可能是有用的。

[0002] 作为特定类型的压迫服装的压迫运动服也可以由运动员在运动期间穿戴。例如，骑自行车用的短裤是普通类型的压迫运动服。压迫运动服可以改善肌肉功能，并防止运动期间和运动后的擦伤和皮疹。

[0003] 压迫服装被认为对使用者有一些积极的影响。例如，压迫服装可以帮助缓解肌肉僵硬和疼痛的痛苦，并减少肌肉修复自身所需的时间。此外，当使用适当的压迫量时，压迫服装可以改善针对工作肌肉的静脉回流和氧合。

发明内容

[0004] 本文公开的实施方式涉及包括至少一个传感器和至少一个致动器的服装系统，所述至少一个致动器响应于来自所述至少一个传感器的感测反馈而操作，以致动柔性压迫服装以选择性地收缩或选择性地膨胀，从而压迫受试者的至少一个身体部位或减轻对受试者的至少一个身体部位的压迫。这种选择性收缩或膨胀可以在诸如运动或其他体育活动之类的活动期间改善肌肉功能或关节功能。

[0005] 在一个实施方式中，公开了一种服装系统。所述服装系统包括被构造成穿戴在受试者的至少一个身体部位上的至少一个柔性压迫服装。所述至少一个柔性压迫服装限定被配置为容纳所述至少一个身体部位的内部空间。所述服装系统还包括与至少一个柔性压迫服装分开的可穿戴设备和被配置为穿戴在所述受试者的至少一个脚处的额外身体部位上的鞋类。所述可穿戴设备包括由所述鞋类支持的一个或多个传感器。所述一个或多个传感器被配置为感测与所述受试者的运动或所述受试者的至少一个生理特征相关联的至少一个特征。所述一个或多个传感器还被配置为输出指示所述至少一个特征的一个或多个感测信号。所述服装系统还包括一个或多个致动器，所述一个或多个致动器相对于所述至少一个柔性压迫服装定位，并被配置为使所述至少一个柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀。所述服装系统还包括控制系统，所述控制系统可操作地耦合到所述一个或多个致动器，并且还可操作地耦合到所述一个或多个传感器以从其接收所述一个或多个感测信号。所述控制系统包括控制电路，所述控制电路经配置响应于来自所述一个或多个传感器的所述一个或多个感测信号而引导所述一个或多个致动器以在所述受试者的运动期间使所述至少一个柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀。

[0006] 在一个实施方式中，公开了一种使用服装系统的方法。所述方法包括将所述服装系统的至少一个柔性压迫服装穿戴在受试者的至少一个身体部位上。所述至少一个柔性压迫服装包括被配置为使所述至少一个柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀的一个或多个致动器。所述方法还包括将可穿戴设备（例如鞋类）穿戴在额外身体部位（例如受试

者的至少一个脚)上。所述可穿戴设备与所述至少一个柔性压迫服装分离,并且所述鞋类包括一个或多个传感器,所述一个或多个传感器被配置为感测与所述受试者的运动或所述受试者在运动期间的至少一个生理特征相关联的至少一个特征中的一个或多个。所述方法还包括利用所述一个或多个传感器感测所述至少一个特征。所述方法还包括:响应于通过所述一个或多个传感器感测所述至少一个特征并且在所述受试者运动期间,致动所述一个或多个致动器以在所述受试者运动期间使所述至少一个柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀。

[0007] 来自任何公开的実施方式的特征可以没有限制地彼此组合使用。此外,通过考虑以下详细描述和附图,本公开的其它特征和优点对于本领域普通技术人员将变得显而易见。

[0008] 上述概述仅是说明性的,并不意图以任何方式进行限制。除了上述说明性方面、实施方式和特征之外,通过参考附图和以下详细描述,其它方面、实施方式和特征将变得显而易见。

附图说明

[0009] 图1A是根据实施方式的服装系统的示意图。

[0010] 图1B是根据实施方式的服装系统的示意图。

[0011] 图2A是根据实施方式的服装系统的实施方式的侧剖视图,其包括穿戴在受试者的腿上的柔性压迫服装和穿在受试者的脚上的鞋类。

[0012] 图2B是图2A所示的柔性压迫服装的一部分的等距剖视图,没有示出柔性压迫服装被穿戴在受试者的腿或手臂上。

[0013] 图2C是根据实施方式的穿戴在受试者的手臂上的柔性压迫服装的侧面剖视图。

[0014] 图2D是根据实施方式的服装系统的实施方式的侧剖视图,其包括穿戴在受试者的腿上的柔性压迫服装和穿在受试者的脚上的鞋类。

[0015] 图2E是根据实施方式的图1A的服装系统的鞋类的侧剖视图。

[0016] 图2F是根据实施方式的服装系统的穿戴在受试者的手腕上的可穿戴设备的俯视图。

[0017] 图2G是根据实施方式的服装系统的穿戴在受试者的手腕上的可穿戴设备的俯视图。

[0018] 图2H是根据实施方式的服装系统的穿戴在受试者的手指上的可穿戴设备的俯视图。

[0019] 图2I是根据实施方式的服装系统的穿戴在受试者的头部上的可穿戴设备的实施方式的正视图。

[0020] 图3A是根据实施方式的图1A所示的柔性压迫服装的等距剖视图。

[0021] 图3B是图3A所示的柔性压迫服装沿其线3B-3B截取的横截面视图。

[0022] 图3C是在致动一个或多个致动器之前或处于低致动水平下的图3A所示的柔性压迫服装的横截面视图。

[0023] 图3D是在致动一个或多个致动器之后或处于比图3C中相对较高的致动水平的图3A所示的柔性压迫服装的横截面视图。

[0024] 图4是包括多个环形致动器的服装系统的实施方式的等距视图。

[0025] 图5是服装系统的实施方式的功能框图。

[0026] 图6是响应于来自一个或多个活动传感器的感测反馈而使柔性压迫服装选择性地收缩或膨胀的方法的实施方式的流程图。

[0027] 图7是响应于来自一个或多个活动传感器的感测反馈而使柔性压迫服装选择性地收缩或膨胀的方法的实施方式的流程图。

具体实施方式

[0028] 本文公开的实施方式涉及一种服装系统,其包括设置在可穿戴设备上的至少一个传感器、和至少一个致动器,所述至少一个致动器响应于来自至少一个活动传感器的感测反馈而使柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀,从而选择性地压迫受试者的至少一个身体部位或选择性地减轻对受试者的至少一个身体部位的压迫。关于至少一个身体部位的这种选择性收缩或选择性膨胀可以在诸如运动或其他活动之类的活动期间改善肌肉功能或关节功能。

[0029] 在下面的详细描述中,参考构成其一部分的附图。在附图中,相似的符号通常标识相似的组件,除非另有说明。在详细描述、附图和权利要求中描述的说明性实施方式并不意味着限制。在不脱离本文所呈现的主题的精神或范围的情况下,可以利用其他实施方式,并且可以进行其它改变。

[0030] 图1A是根据实施方式的服装系统100的图示。服装系统100包括被配置为在使用期间穿戴在受试者106的至少一个身体部位104上的柔性压迫服装102。服装系统100包括由可穿戴设备107支撑的一个或多个活动传感器108。服装系统100还包括一个或多个致动器110,一个或多个致动器110相对于柔性压迫服装102定位,并被配置为使围绕至少一个身体部位104的柔性压迫服装102选择性地收缩或选择性地膨胀,从而选择性地压迫至少一个身体部位104或选择性地减轻对至少一个身体部位104的压迫。

[0031] 服装系统100还包括控制系统112,控制系统112可操作地耦合到一个或多个活动传感器108和一个或多个致动器110,并且被配置为从一个或多个活动传感器108接收一个或多个感测信号109(其携带感测数据),并且响应于感测信号109而将一个或多个致动信号116发送到一个或多个致动器110以引导其致动。控制系统112包括控制电路114和电源118,电源118用于为一个或多个活动传感器108、一个或多个致动器110或控制系统112本身中的一个或多个供电。

[0032] 柔性压迫服装102可以是基本上管状的并且构造成当其穿戴在至少一个身体部位104上时大体上符合至少一个身体部位104。例如,柔性压迫服装102可以由任何合适的材料制成。更具体地,例如,柔性压迫服装102可以由氯丁橡胶、尼龙、合成橡胶或任何其它合适的合成或天然织物或聚合材料制成。

[0033] 在所示实施方式中,至少一个身体部位104是使用者的腿部,腿部可以包括受试者106的上腿(例如大腿)的一部分、下腿(例如小腿)的一部分、或其间的由柔性压迫服装102容纳的膝关节的一部分中的一个或多个。然而,如下面更详细地讨论的,这里公开的服装系统可以用于许多其它类型的身体部位上。例如,受试者106的至少一个身体部位104可以包括上臂的至少一部分、前臂、其间的肘关节、手腕、手、脚、颈部、头部、臀部、躯干、或前述中

的任何一的至少一部分中的一个或多个。作为另一示例,柔性压迫服装102可以被配置为衬衫,并且至少一个身体部位104包括受试者106的胸部或腹部的至少一部分。因此,在一些实施方式中,柔性压迫服装102可以被配置为肢体套(例如,手臂或腿部套)、关节套(例如肘部、膝盖、脚踝、手腕或手指套)、衬衫、背心、夹克、汗衫、腰带、腹部支撑件、背部支撑件、手套、短裤、裤子或袜子。

[0034] 一个或多个活动传感器108可以安装在可穿戴设备107上、嵌入可穿戴设备107或以其他方式由可穿戴设备107支撑,例如安装在图1A中所示的鞋类中或鞋类上。一个或多个活动传感器108相对于受试者106的至少额外身体部位105定位和构造。例如,一个或多个活动传感器108中的每一个或一些可以被定位成邻近或接近至少一个脚或至少一个手腕,以监测与受试者的运动或至少一个受试者的生理特征相关联的至少一个特征。在使用期间,一个或多个活动传感器108输出指示至少一个特征的一个或多个感测信号109(例如,来自一个或多个活动传感器的信号)。要注意的是,待感测的与受试者106的运动或受试者106的至少一个生理特征相关联的至少一个特征可以涉及多个肌肉或多个关节。例如,在柔性压迫服装102容纳受试者106的上臂的至少一部分和前臂的至少一部分的情况下,至少一个身体部位104的至少一个肌肉可以包括至少一个身体部位104的上臂和下臂中的每一个中的多个肌肉,并且至少一个身体部位104的至少一个关节可以包括肘关节。

[0035] 在一个实施方式中,可穿戴设备107被配置为穿戴在除至少一个柔性压迫服装102被配置成穿戴在其上的至少一个身体部位104之外的额外(例如,分开的或不同的)身体部位105上。因此,可穿戴设备107与至少一个柔性压迫服装102分离并且不同。例如,可穿戴设备107可以被配置为鞋类,并且柔性压迫服装102可被配置为臂袖。在一个实施方式中,可穿戴设备107被配置为穿戴在除至少一个柔性压迫服装102被配置成穿戴在其上的至少一个身体部位104之外的额外的、相邻但分开的身体部位上。例如,可穿戴设备107可以被配置为鞋类,并且柔性压迫服装102可以被配置为与鞋类穿戴在相同或不同的腿部上的腿套。在一个实施方式中,可穿戴设备107被配置为穿戴在被配置为穿戴至少一个柔性压迫服装102的至少一个身体部位104上,但与柔性压迫服装102保持分开且不同。例如,可穿戴设备107可以被配置为诸如鞋之类的鞋类,并且柔性压迫服装102可以被配置为袜子。

[0036] 一个或多个致动器110相对于柔性压迫服装102定位,并且构造成响应于由一个或多个活动传感器108输出的一个或多个感测信号109而使得柔性压迫服装102选择性地收缩或选择性地膨胀,从而选择性地压迫至少一个身体部位104或选择性地减轻对至少一个身体部位104的压迫。例如,一个或多个致动器110可以嵌入柔性压迫服装102中,内部地安装在柔性压迫服装102之内在其容纳至少一个身体部位104的内部空间中,或者外部地安装在柔性压迫服装102上。

[0037] 如上所述,控制系统112(例如,计算机控制系统)可操作地耦合到一个或多个活动传感器108和一个或多个致动器110。例如,控制系统112可以无线地可操作地耦合到一个或多个活动传感器108或一个或多个致动器110。在一个实施方式中,控制系统112可以经由有线连接(例如物理电气布线)可操作地耦合到一个或多个活动传感器108或一个或多个致动器110。控制系统112可以设定尺寸成并被构造成由受试者106方便地穿戴或携带,诸如经由被配置为图1A中的受试者106上所示的鞋类的可穿戴设备107穿戴或携带,或者穿戴或携带在另一身体部位上,例如穿戴或携带在穿戴在受试者的腰部、胸部、手臂、手、腿、脚或头部

周围的另一个可穿戴设备113(例如,皮带、包裹物、衣物、服装、或图1B所示的腰带)中或上。然而,在一个实施方式中,控制系统112可以安装在柔性压迫服装102上、附接到柔性压迫服装102、嵌入在柔性压迫服装102中或容纳在柔性压迫服装102中。

[0038] 控制系统112的电源118可以包括一个或多个电池、可拉伸/柔性电源、燃料电池、能量收集器、太阳能采集器、动能采集器、摩擦电纳米发生器或其他合适的电源中的至少一个。例如,在一个实施方式中,电源118可以与包括控制电路114的控制系统112的其余部分分开地容纳。用作电源118的合适的电池包括微电池、碱性电池、锂离子电池、硬币电池、手表电池、纽扣电池、锌-空气电池、薄膜电池、柔性电池或任何其它合适的电池中的一个或多个。电源118可以可操作地耦合到服装系统100的部件中的至少一些(例如,控制电路114、一个或多个活动传感器108或一个或多个致动器110中的一个或多个)并被配置成向其提供电力(例如,电压或电流)。

[0039] 在一个实施方式中,电源118可以与控制电路114分开存储或容纳。在一个实施方式中,电源118可以与一个或多个致动器110或一个或多个传感器108分开存储或容纳。在一个实施方式中,电源118可以与控制电路114、一个或多个致动器110或一个或多个传感器108被存储或容纳在受试者106的分开的身体部位上。在一个实施方式中,电源118可以包括无线电源,诸如被配置为经由感应(例如,直接或谐振磁感应)来供电的电源。

[0040] 在一个实施方式中,电源118是可再充电的。例如,可穿戴设备107可以包括可操作地耦合到电源118并且配置为对电源118再充电的充电端口。

[0041] 包括其任何部分的控制系统112可以被配置为可移除地设置在可穿戴设备107上。例如,控制电路114、一个或多个传感器108或电源118中的一个或多个可以被配置为模块化格式,诸如可替换或可变的活动传感器108。控制电路114或一个或多个传感器108中的一个或多个可被配置为直接或间接地与计算设备接口。例如,控制电路114可以被配置为可拆卸地设置在可穿戴设备107上,并且控制电路114还被配置为例如通过硬连接(例如USB连接)或其上的无线端口直接或间接地与计算设备接口。在一个实施方式中,控制电路114或一个或多个传感器108中的至少一个进一步被配置为将至少一个操作程序、阈值水平或感测数据中的一个或多个上传到计算设备上或从计算设备下载至少一个操作程序、阈值水平或感测数据中的一个或多个。

[0042] 在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108可以可拆卸地设置在可穿戴设备107上或至少部分地嵌入在可穿戴设备107内。例如,一个或多个传感器108可以是模块化(例如可替换或可变)的活动传感器。在一个实施方式中,模块化的一个或多个活动传感器108中的至少一个可以从可穿戴设备107移除,并由相同的活动传感器或额外的不同类型的活动传感器替换。例如,可穿戴设备上的模块化计步器和模块化计时器可以被移除,并由模块化高度计和模块式化学传感器替换。

[0043] 被控制系统112的控制电路114用于引导和控制一个或多个活动传感器108和一个或多个致动器110的操作的一个或多个操作程序可以被预编程在控制电路114中,或由受试者106或其他人(例如像医生、护士、物理治疗师、教练等的医疗专业人员)编程。例如,控制电路114的编程可以经由至少一种软件、固件、可编程逻辑设备或用于以选择的方式控制一个或多个活动传感器108和一个或多个致动器110或服装系统100的其他部件的其他技术来实现。控制电路114的编程可以经由可以包括键盘、计算机终端、触摸屏、语音命令或用于输

入信息的其他技术的用户界面来实现。

[0044] 在一些操作情况下的使用期间,响应于一个或多个活动传感器108感测与受试者106的运动或受试者106的至少一个生理特征相关联的至少一个特征,控制电路114指示一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩(例如,压迫至少一个身体部位104)以向其提供更多的支撑或改善肌肉或关节功能,例如增加流向至少一个身体部位104的至少一个肌肉或至少一个关节的血流量或增加其氧合。例如,响应于一个或多个活动传感器108感测到与受试者106的运动或受试者的至少一个生理特征106相关联的至少一个特征高于(或低于)阈值水平,控制电路114指示一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩。例如,由一个或多个致动器110施加的收缩可以是诸如沿着至少一个身体部位104的有梯度的收缩(a gradient of constriction)。在更具体的实施方式中,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102以第一收缩水平或量选择性地收缩至少一个身体部位104的至少一个第一部分并以不同于第一收缩水平的第二收缩水平选择性地收缩至少一个身体部位104的至少一个第二部分。作为另一示例,由一个或多个致动器110施加的收缩可以包括一个或多个收缩脉冲。收缩脉冲可以基本上随同感测到的受试者106的至少一个特征(例如受试者106的步态、脉搏、应变、张力或任何其他暂时性的感测特征)有节奏地、协调地或循环地来施加。

[0045] 在其他操作情况下使用期间,响应于一个或多个活动传感器108感测与受试者的运动或受试者的至少一个生理特征相关联的至少一个特征,例如与肌肉活动或关节活动相关的那些特征,控制电路114引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地膨胀(例如,减轻对至少一个身体部位104的压迫),例如在体育活动的一部分(其中受试者的至少一个肌肉或至少一个关节分别最小化地用力或被最小化地施加应力)期间。例如,响应于一个或多个活动传感器108感测到与受试者的运动或受试者106的至少一个生理特征相关联的至少一个特征低于(或高于)阈值水平,控制电路114引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地膨胀。选择性膨胀可以包括与上述有梯度的收缩和脉冲式收缩类似或相同的有梯度的膨胀或脉冲式膨胀。

[0046] 在一个实施方式中,上述阈值包括受试者106的加速度阈值水平、受试者106的脉搏阈值水平、时间阈值水平、受试者106的氧阈值水平(例如,血氧含量)、受试者106的化学阈值水平、受试者106的生理阈值水平(例如,一个或多个活动传感器、受试者106或受试者106的身体部位上的压力、负荷、张力等)、行进距离阈值水平、或受试者106的温度阈值水平中的一个或多个。

[0047] 在操作情况下使用期间,响应于一个或多个活动传感器108感测到与受试者的运动或受试者106的至少一个生理特征相关联的至少一个特征,控制电路114可以引导一个或更多的致动器110以选择性地收缩并选择性地膨胀,例如以脉动模式、循环或有节奏的方式收缩持续一段时间然后在该段时间一结束就膨胀;使柔性压迫服装102的不同部分选择性地收缩或选择性地膨胀;以行进梯度使柔性压迫服装102的部分选择性地收缩或选择性地膨胀(例如,在至少一个身体部位104上产生蠕动运动或按摩效果)。

[0048] 例如,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使围绕至少一个身体部位104的柔性压迫服装102选择性地收缩或选择性地膨胀至第一选定量,随后使柔性压迫服装102选择性收缩或选择性地膨胀至与第一量不同的第二选定量。在一个实施方式中,响应于

在选择性收缩或膨胀期间从一个或多个活动传感器108接收一个或多个感测信号109,控制电路114可被配置成改变一个或多个致动器110的致动。例如,控制电路114可以引导电源118以改变(例如,增大或减小)提供给一个或多个致动器110的致动激励,从而至少部分地基于来自一个或多个活动传感器108的在选择性收缩或选择性膨胀期间感测到的一个或多个感测信号109而增大或减小在使用期间柔性压迫服装102的选择性收缩或膨胀。在一个实施方式中,操作程序或控制电路114可以包括用于收缩或膨胀的多个量(例如,强度)、用于多个量中的每一个的一个或多个持续时间,或柔性压迫服装102的可以施加多个量的离散部分或位置中的一个或多个的指令。

[0049] 在一个实施方式中,服装系统100还可以根据反馈回路进行操作。例如,控制电路114可以引导电源118改变(例如,增大或减小)提供给一个或多个致动器110的致动激励,从而在使用期间至少部分地基于来自一个或多个活动传感器108的在选择性收缩或选择性膨胀期间感测到的一个或多个感测信号109而增大或减小柔性压迫服装102的选择性收缩或膨胀至第一水平,随后控制电路114再次引导电源118以改变(例如,增大或减小)提供给一个或多个致动器110的致动激励,在使用期间至少部分地基于编码在来自一个或多个活动传感器108的在选择性收缩或选择性膨胀期间感测到的一个或多个感测信号109中的更新信息而增大或减小柔性压迫服装102的选择性收缩或膨胀至不同的第二水平。

[0050] 尽管在图1A中仅示出了一个柔性压迫服装102,但是在其他实施方式中,多个柔性压迫服装102可以穿戴在受试者106的不同身体部位上。在这样的实施方式中,多个柔性压迫服装102中的每一个包括其自己的一个或多个致动器,所述一个或多个致动器可以单独地可操作地耦合到控制系统112,并且根据来自控制系统112的指令(例如,致动信号116)独立地操作。在一个实施方式中,多个柔性压迫服装102中的每一个可以包括其中的一个或多个活动传感器。在一个实施方式中,多个柔性压迫服装102中的每一个可以响应于来自在单个身体部位上部署的单个可穿戴设备(例如,鞋类、腕带、手表等)中的一个或多个活动传感器的感测信号来控制,或每一个经由部署在一个或多个或两个或两个以上额外身体部位上的上面承载有一个或多个活动传感器的单独的可穿戴设备来控制。

[0051] 如上所述,一个或多个活动传感器108可以被配置为感测与受试者的运动或受试者的至少一个生理特征相关联的至少一个特征。例如,至少一个特征可以是受试者106(例如穿戴可穿戴设备107的至少一个额外身体部位105或受试者106的其他身体部位)的至少一个物理特征、至少一个化学特征(例如,生物化学或生物学特征)或至少一个生理特征。更具体地,例如,至少一个特征可以包括受试者106的行进运动的变化、受试者106的行进方向的变化、受试者106的身体部位上的负荷(例如,由或通过受试者106的身体部位施加到一个或多个活动传感器108的负荷)、受试者106的身体部位上的压力(例如,由或通过受试者106的身体部位施加到一个或多个活动传感器108的压力)、受试者106的身体部位上的张力(例如,由或通过受试者106的身体部位施加到一个或多个活动传感器108的张力)、受试者106的身体部位的速度、受试者106的速度、受试者106的身体部位的加速度、受试者106的身体部位中的脉搏、受试者106的身体部位中的温度、受试者106的身体部位中的氧合、受试者106的身体部位中的神经活动、受试者106的位置、受试者106的步态、受试者106移动的步速、受试者106行进的距离、或任何前述的变化或模式中的至少一个。另外,至少一个特征可以包括受试者106的神经活动、受试者106的化学排泄、受试者106的温度、受试者106的心

率、受试者106的周围环境的温度、受试者106的氧合、来自受试者106的至少一个关节或肌肉的声发射或者可以与受试者106相关联的例如在受试者106的一个或多个身体部位的其他合适的特征。在一个实施方式中，一个或多个活动传感器108被配置为仅感测受试者106的至少一个肌肉的至少一个特征，而在其他实施方式中，一个或多个活动传感器108被配置为仅感测受试者106的至少一个关节的至少一个特征。

[0052] 为了感测与受试者106的运动或受试者106的至少一个生理特征相关联的至少一个特征，可以使用各种活动传感器。例如，在本文公开的任何实施方式中，一个或多个活动传感器108可以包括肌电图传感器、热传感器、肌肉氧合传感器、声学传感器、加速计、计步器、计数器、张力传感器、压力传感器、计时器（例如，手表、秒表或定时器）、脉搏传感器、心率传感器、血氧计、全球定位系统（“GPS”）接收器、高度计、电阻表、电压表（例如万用表）、化学传感器、生物化学传感器或生物传感器中的至少一个。一个或多个活动传感器108可以至少部分地设置在可穿戴设备107（例如，鞋类）的限定接收诸如脚之类的身体部位的内部空间的内表面上，或至少部分地嵌入可穿戴设备107中。内表面可以被配置为使一个或多个活动传感器108不与外部接触（例如不与受试者106的皮肤接触）。在一个实施方式中，内表面被配置成引起活动传感器中的一个或多个与受试者106的皮肤接触。

[0053] 在一个实施方式中，一个或多个活动传感器108被配置为感测与受试者106的运动或受试者106的与至少一个选定或特定活动（如运动）相关联的至少一个生理特征相关联的至少一个特征。例如，活动传感器108可以感测与强度训练、技能训练、高尔夫、棒球、板球、篮球、排球、手球、网球、短柄墙球、壁球、羽毛球、乒乓球、足球、英式足球、回力球、摔跤、拳击、武术、步行、跑步、骑自行车、游泳、划船、跳舞、滑雪、滑水、台球、飞镖或飞盘中的一个或多个相关联的运动或生理特征。

[0054] 在一个实施方式中，一个或多个活动传感器108被配置为感测活动或用力的起始或阈值水平，例如至少一个特征的阈值水平。在这样的实施方式中，控制电路114被配置成响应于一个或多个活动传感器108感测参与选定活动或其中用力的阈值水平而引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩或膨胀。在一个实施方式中，控制电路114可以根据与受试者的运动或与受试者的至少一个生理特征相关联的至少一个特征或根据与所述至少一个特征相关的选定活动而引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩或选择性地膨胀。构造成感测至少一个肌肉的指示肌肉活动起始的神经冲动的一个合适的活动传感器包括一个或多个肌电图传感器，其可以附接、粘附到可穿戴设备107或嵌入在可穿戴设备107内或者直接附接到受试者。例如，响应于通过一个或多个肌电图传感器感测到肌肉活动的起始，控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩。可用于实践本文公开的一个或多个实施方式的合适的肌电图传感器的示例在美国专利申请公开No. 20060058694和No. 20130041235以及Kim等人的Science 333, 838-843 (2011) 中公开，这些公开的全部内容均通过引用并入本文。

[0055] 在一个实施方式中，一个或多个活动传感器108被配置为感测受试者106的创伤。例如，一个或多个活动传感器108可以检测与特定特征的确定水平不一致的受试者106的步速、受试者106的步态、受试者106的脉搏、身体部位上的负荷、身体部位上的张力、身体部位上的压力、或身体部位上的应变中的一个或多个。作为另一示例，一个或多个活动传感器108可以例如通过针对相同的至少一个特征将电流感测数据与基准或模型感测数据进行比

较来检测受试者106的跛行或者受试者106偏爱用 (favor) 脚、腿或臂。作为另一个示例, 一个或多个活动传感器108可以检测氧含量、乳酸含量、水合水平或与创伤或性能受损的原因相关联的其他特征。

[0056] 在一个实施方式中, 一个或多个活动传感器108可以包括一个或多个被动红外热传感器。例如, 每个被动红外热传感器被定位在可穿戴设备107上或者可穿戴设备107中, 并被构造成感测来自受试者106或受试者106的身体部位 (例如, 来自受试者106的在可穿戴设备内部的脚部) 的红外辐射。红外辐射的增加可以指示增加的肌肉温度或与增加的肌肉温度相关, 这可以指示肌肉活动增加。红外辐射的减少可以指示肌肉温度降低或与肌肉温度降低相关, 这可以指示肌肉活动减少。例如, 响应于感测红外辐射的增加或阈值水平, 控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩或膨胀。作为另一示例, 响应于由于肌肉活动减少而感测到红外辐射的降低或小于其阈值水平, 控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩或选择性膨胀。

[0057] 在一个实施方式中, 一个或多个活动传感器108可以是配置成直接地或间接地感测受试者的周围环境的温度、受试者的温度或受试者的身体部位的温度的至少一个热传感器。在一个实施方式中, 柔性压迫服装102可以包括: 冷却剂或加热流体可以流动通过的一个或多个流体通道、保持冷却剂或加热流体的流体储存器、以及被构造成将流体冷却剂或加热流体从储存器泵送通过一个或多个流体通道的泵。因此, 在这样的实施方式中, 控制电路114可引导泵将流体冷却剂或加热流体从流体冷却剂储存器泵送通过一个或多个流体通道, 以有助于冷却或加热受试者106或受试者106的至少一个身体部位。

[0058] 在一个实施方式中, 一个或多个活动传感器108可以包括一个或多个肌肉氧合传感器或血氧计。例如, 每个肌肉氧合传感器可以包括近红外传感器, 近红外传感器被定位和配置为将近红外光谱中的光传送到受试者106的至少一个肌肉并且检测从至少一个肌肉 (例如组织) 反射的光, 从而感测肌肉对近红外光的吸收, 该吸收在氧合组织和脱氧组织中不同。用于测量可用于实践本文公开的一个或多个实施方式的肌肉组织的氧合反应的近红外传感器的示例公开在Hamaoka等人的Phil. Trans. R. Soc. A (2011) 369, 4591-4604中, 其全部内容通过引用并入本文。来自至少一个肌肉的近红外光的吸收的变化可能与肌肉氧合增加或减少相关联或可能指示肌肉氧合增加或减少。例如, 近红外光的吸收的变化可能与增加的运动或减少的肌肉氧合相关联 (例如与过度劳累、痉挛、跛行或其他受损表现相关联)。

[0059] 在一个实施方式中, 响应于感测到肌肉氧合的变化, 控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩或选择性膨胀。例如, 响应于由于肌肉活动增加而感测到肌肉氧合增加超过阈值水平, 控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩, 从而增加柔性压迫服装102对至少一个身体部位104的压迫。例如, 响应于由于肌肉活动减少而感测到肌肉氧合降低到低于阈值水平, 控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地膨胀, 从而减轻对至少一个身体部位的压迫104。在其它实施方式中, 一个或多个氧合传感器可用于感测关节氧合的变化。

[0060] 在一个实施方式中, 一个或多个活动传感器108可以包括多个近红外源-检测器对, 其可以测量骨骼肌氧合的空间和区域差异或受试者106中的局部变化。例如, 响应于感测到红外辐射低于阈值水平的指示与肌肉痉挛相关的肌肉氧合和血流量显著降低的局部

降低,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩以提供局部支撑并增加血压。例如,响应于感测到指示与肌肉用力过度相关的降低的肌肉氧合和血流量的梯度的红外辐射的变化的减小,控制电路114可引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102以第一压缩水平选择性地收缩并且以第二压缩水平选择性地收缩或使柔性压迫服装102间歇地选择性地仅压迫至少一个身体部位104的一部分,以局部化地增加流向至少一个身体部位104的一部分的血流量。

[0061] 在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108可以包括被配置成利用声辐射照射一个或多个身体部位并响应于此而接收反射的声辐射的一个或多个声换能器。接收的反射声辐射可以关联于或可以指示与包括至少一个身体部位104的一个或多个身体部位的肌肉活动或关节活动。例如,由一个或多个声换能器接收到的相对较强/较强烈的反射声辐射可以指示相对较紧张的、较活跃的肌肉,而由一个或多个声换能器接收的相对较弱/较不强烈的反射声辐射可以指示相对较放松的、较不活跃的肌肉。

[0062] 在一个实施方式中,声换能器包括超声换能器,并且声辐射和反射声辐射中的每一个包括超声波辐射。接收到的反射超声波辐射可以关联于或可以指示与包括至少一个身体部位104的一个或多个身体部位的至少一个特征。例如,由一个或多个声换能器检测到的改变的回波反射性可以指示肌肉的肿胀或炎症。例如,由一个或多个声换能器检测到的改变的回声反射性可指示至少一个关节的关节积液。例如,至少一个肌肉的多普勒超声检测可以检测至少一个肌肉内的血流量增加,这表明至少一个肌肉的活动增加。例如,韧带或肌腱的多普勒超声检测可以检测韧带或肌腱内的受限活动,这指示对该区域的压迫。在一个实施方式中,响应于一个或多个声换能器检测至少一个身体部位的至少一个特征的变化,控制电路114可引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102围绕至少一个肌肉或至少一个关节选择性地收缩或选择性膨胀。例如,响应于感测到指示肌肉或关节活动的增加的回声反射性,控制电路114可引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地围绕至少一个身体部位104的至少一个肌肉或至少一个关节收缩。例如,响应于由于肌肉活动减少而感测到指示肌肉或关节活动的减少的回声反射性,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102围绕至少一个身体部位104的至少一个肌肉或至少一个关节选择性地膨胀。例如,响应于感测到指示至少一个肌肉或至少一个关节中的炎症的回声反射性,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩,从而支撑所述至少一个身体部位104的至少一个肌肉或至少一个关节。

[0063] 在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108可以包括被定位和配置为感测来自身体部位(例如至少一个身体部位104)的声发射的一个或多个声学肌成像传感器(acoustic myography sensor)。用于感测适用于实践本文公开的一个或多个实施方式的肌肉使用的声学肌成像传感器公开于Harrison等人的Physiol Rep,1(2):e00029;2013中,其公开的全部内容通过引用并入本文。例如,响应于通过声学肌成像传感器检测到指示增加的肌肉使用的高频率,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102围绕至少一个身体部位104的至少一个肌肉选择性地收缩。

[0064] 在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108可以包括定位和配置成感测来自至少一个关节的声发射的一个或多个声学传感器。例如,一个或多个声学传感器可以定位成邻近或接近至少一个关节(例如,如图1A所示的踝关节、手腕或膝部),使得一个或多个声

学传感器可以接收来自至少一个关节的可以指示关节问题(例如,关节炎或骨关节炎病症加重和导致的关节痛)的声发射。例如,响应于感测到来自至少一个关节的声发射或声发射的增加,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102靠近或围绕至少一个身体部位104的至少一个关节和至少一个关节周围的至少一个肌肉选择性地收缩,从而减轻关节痛。

[0065] 在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108可以包括被配置为检测来自受试者106的皮肤、肌肉或关节的分析物的至少一个化学传感器、至少一个生物化学传感器、或至少一个生物传感器中的一个或多个。例如,至少一个化学传感器、至少一个生物化学传感器或至少一个生物传感器可被配置为检测来自受试者106的皮肤、肌肉或关节的离子、盐、葡萄糖、乳酸盐、乳酸或炎症分子中的至少一种。例如,响应于通过生物传感器检测到指示肌肉疲劳的至少一个肌肉中乳酸的增加,控制电路114可引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102围绕受试者106的至少一个肌肉选择性地收缩。在一个实施方式中,化学传感器可以检测受试者汗液中的盐水平。例如,受试者106的汗液中的盐的量表示可能的高钠血症(例如脱水)或低钠血症及其症状,症状包括即将发生的痉挛。例如,响应于感测到受试者106的汗液中指示高钠血症的不期望的盐水平,控制电路114可引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102围绕受试者106的至少一个身体部位104选择性地收缩。

[0066] 在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108可以包括一个或多个加速度计,加速度计被定位和配置成感测受试者106或受试者106的身体部位(例如,至少一个身体部位104或至少一个额外身体部位105)的加速或减速。例如,响应于通过加速度计感测到高的减速度,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩,例如围绕至少一个身体部位104的至少一个肌肉选择性地收缩,以在减速期间抵抗至少一个身体部位104上的力而支撑所述肌肉。在另一示例中,响应于通过加速度计感测到高的加速度,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地膨胀,例如围绕至少一个身体部位104的至少一个肌肉或关节选择性地膨胀,以在加速期间向至少一个身体部位104的至少一个肌肉或关节提供运动自由。

[0067] 在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108可以包括一个或多个计数器(例如,计步器)中的至少一个,计数器被定位和配置成对受试者106或受试者106的身体部位(例如至少一个身体部位104或至少额外身体部位105)的身体活动或运动(例如,脚步、踏板旋转循环、手臂运动、足球阻截、跑圈(laps)等)的具体发生率进行计数。例如,响应于利用计步器感测特定数量的脚步或步幅,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102例如围绕至少一个身体部位104的至少一个肌肉选择性地收缩,以支撑所述至少一个肌肉。在另一示例中,响应于感测计步器上的特定数量的脚步,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102例如围绕至少一个身体部位104的至少一个肌肉选择性地膨胀,以允许更多的血液流向至少一个肌肉。在一个实施方式中,响应于特定数量的计数(例如步数),控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102随着计数的增加以递增或递减的量选择性地收缩或选择性地膨胀;以例如沿着至少一个身体部位104有梯度地选择性地收缩或选择性地膨胀;或以基本如本文所述的脉动方式选择性地收缩或选择性地膨胀。

[0068] 在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108可以包括一个或多个张力传感器

(例如,应变计、力传感器或通用力矩传感器),张力传感器被配置为检测或测量受试者106的身体部位(例如一个或多个肌肉、肌腱或韧带)上的张力。例如,响应于接收到在受试者106的至少一个身体部位104或至少额外身体部位105上的超过阈值水平的张力的感测数据,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使得柔性压迫服装102例如围绕踝或腿选择性地收缩,以支撑脚踝或限制其运动。例如,响应于接收到在受试者106的身体部位上的低于阈值水平的张力的感测数据,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102例如围绕至少一个身体部位104选择性地膨胀,以使得更多的血液流向该至少一个身体部位104或向其提供更大的移动自由。在一个实施方式中,响应于一个或多个活动传感器108检测到身体部位的张力,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102以例如沿着至少一个身体部位104有梯度的方式或以基本如本文所述的脉动方式选择性地收缩或选择性地膨胀。

[0069] 在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108可以包括一个或多个压力传感器(例如,压电传感器或应变计、力或压力传感器、电容压力传感器或电磁压力传感器),其被配置为检测由或通过受试者106的身体部位施加于一个或多个活动传感器108上的压力、负荷或力或者受试者106的身体部位(例如,在脚、关节或肌肉)上的力,所述身体部位如至少一个身体部位104或至少一个额外身体部位105。例如,响应于接收到在受试者106的至少一个身体部位104或至少一个身体部位105上的超过阈值水平的压力或力的感测数据,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102例如围绕踝或腿选择性地收缩,以提供支撑或限制其运动。在一个实施方式中,可随时间的推移使用应变和压力传感器来感测作为时间的函数的至少一个身体部位104或至少额外身体部位105中的压力或张力。应变和压力传感器两者也可用于确定受试者106行进的步数/距离,并根据需要调节柔性压迫服装102的收缩或膨胀的选择性的量。

[0070] 例如,响应于接收到在受试者106的身体部位上的低于阈值水平的压力或力的感测数据,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102例如围绕至少一个身体部位104选择性地膨胀,以允许更多的血液向该至少一个身体部位104流动或向其提供运动自由。在一个实施方式中,响应于一个或多个活动传感器108检测到身体部位上的压力或力或者由受试者106的身体部位施加在一个或多个活动传感器108上的力,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102以例如沿着至少一个身体部位104有梯度的方式或以基本如本文所述的脉动方式选择性地收缩或选择性地膨胀。

[0071] 在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108可以包括一个或多个计时器,计时器被配置为检测身体部位(例如,至少一个身体部位104或至少额外身体部位105)的身体运动的活动持续时间或使用持续时间。例如,响应于经过特定持续时间(*passage of a specific duration of time*),控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩,以提供阻力或支撑或限制其移动。例如,响应于经过特定持续时间,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102例如围绕至少一个身体部位104选择性地膨胀,以允许更多血液向至少一个身体部位104流动或向其提供更大的运动自由。在一个实施方式中,响应于经过特定持续时间,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102以例如沿着至少一个身体部位104有梯度方式或以基本如本文所述的脉动方式选择性地收缩或选择性地膨胀。

[0072] 在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108可以包括被配置成检测行进距离、受试者106或受试者106的身体部位的速度或受试者106的高度的全球定位系统(“GPS”)接收器或高度计。例如,响应于感测到选定活动正在进行的特定行进距离或高度,控制电路114可引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩,以提供阻力或支撑或限制其运动。作为示例,响应于感测到选定活动正在进行的特定行进距离或高度,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102例如围绕至少一个身体部位104选择性地膨胀,以允许更多血液向至少一个身体部位104流动或向其提供更大的运动自由。在一个实施方式中,响应于检测到特定活动正在发生的特定行进距离或高度,控制电路114可引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102以例如沿着至少一个身体部位104有梯度的方式或以基本如本文所述的脉动方式选择性地收缩或选择性地膨胀。

[0073] 在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108可以包括被配置为测量受试者106的身体部位中的脉搏的一个或多个脉搏传感器(例如,足部、脚踝、手腕或其他身体部位中的动脉中的末梢脉搏)。因此,在一个实施方式中,一个或多个脉搏传感器可以选择性地定位在可穿戴设备107上或者可选地位于柔性压迫服装102中以靠近受试者106的动脉。例如,脉搏传感器可以包括光学脉搏传感器(例如健身手镯中使用的那些)、或声学传感器。在一个实施方式中,响应于感测到指示身体部位内的肌肉活动增加的受试者106的至少一个身体部位104或至少额外身体部位105的末梢脉搏率的增加,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102围绕至少一个身体部位104的至少一个肌肉或至少一个关节选择性地收缩。作为另一个实例,响应于感测到指示身体部位104或105内的肌肉活动减少的受试者106的至少一个身体部位104或至少额外身体部位105的末梢脉搏率的降低,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102围绕至少一个身体部位104的至少一个肌肉或至少一个关节膨胀。

[0074] 在一个实施方式中,一个或多个可选的额外类型的活动传感器108'可以并入可穿戴设备107(例如,鞋类)中并且可操作地耦合到控制电路114。在一个实施方式中,一个或多个额外类型的活动传感器可以包括配置成感测受试者106的心率的一个或多个心率传感器或可以包括一个或多个心电图传感器。例如,活动传感器108'可以包括胸带传感器,该胸带传感器被并入穿戴在躯干周围的可穿戴设备107中并被配置为感测心率或心电图活动。例如,一个或多个活动传感器108'可以包括柔性低轮廓传感器(flexible low profile sensor),柔性低轮廓传感器被嵌入在可穿戴设备107的材料中并且与躯干直接或间接接触,并且被配置为感测心率或心电图活动。低轮廓、可拉伸且柔性的心率和心电图传感器的实例在美国专利申请公开No.20060058694和No.20130041235中描述,这两个专利先前已通过引用并入本文。在一个实施方式中,一个或多个心率传感器可以包括例如在肢体中的用于测量末梢脉搏的脉搏传感器,如上所述。

[0075] 响应于感测到受试者106的指示整体肌肉活动增加的心率的增加,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102围绕至少一个身体部位104的至少一个肌肉或至少一个关节选择性地收缩。作为另一个例子,响应于感测到受试者106的指示肌肉活动减少的心率的降低,控制电路114可以引导一个或多个致动器110以使得柔性压迫服装102围绕至少一个身体部位104的至少一个肌肉或至少一个关节膨胀。

[0076] 通过另一个示例并且适用于本文公开的活动传感器108或可选的额外类型的活动

传感器108'的实施方式,在一个实施方式中,致动一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩或选择性地膨胀是响应于由一个或多个活动传感器检测到的至少一个特征,该特征指示受试者106或受试者106的身体部位受伤或被应变超过应变极限。在适用于本文所公开的任何活动传感器108的另一实施方式中,致动一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩或选择性地膨胀(例如,施加或减轻针对至少一个身体部位104的压迫)是响应于由一个或多个活动传感器108感测到的指示至少一个肌肉正在用力的至少一个特征。在适用于本文所公开的一个或多个活动传感器108中的任何一个的另一实施方式中,致动一个或多个致动器110以使柔性压迫服装102选择性地收缩或选择性地膨胀可以是响应于由一个或多个活动传感器108感测到的指示至少一个肌肉没有用力超过阈值的至少一个特征。例如,一个或多个活动传感器108可以指示至少一个肌肉不在其生理或功能极限处或附近用力,并且柔性压迫服装102调节围绕至少一个肌肉施加的收缩量,以使肌肉例如在力量训练期间更加努力。

[0077] 在一个实施方式中,本文所述的任何不同类型的活动传感器108、108'中的一个或多个可以用于相同的服装系统100中,例如被设置在相同的可穿戴设备107中,或在受试者106的相同或不同的身体部位上同时使用的多个可穿戴设备107中。例如,至少一个压力传感器和至少一个加速度计可以被布置在每个可穿戴设备107(例如穿戴在受试者106的两只脚上的鞋类)中。在诸如跑步之类的活动中,可以通过控制电路114来比较来自压力传感器的感测数据和每个鞋类物品中的加速度计的数据,以确定活动中涉及的力、活动水平、活动类型、对受试者106的跛行或其他损伤的指示、活动的持续时间或任何其他可检测特征。由一个脚施加的减小的压力或施加到一个脚的减小的压力或者加速度计的对于受试者106的一个肢体的数据的改变可以指示受试者106偏爱用特定的腿并且因此可能受伤。响应于检测到受试者106的一个肢体的跛行,控制电路114可以基于指示跛行的感测数据引导一个或多个致动器110以选择性地围绕肢体收缩,以提供额外的支撑。

[0078] 作为另一示例,响应于检测到诸如跑步之类的特定类型的活动,控制电路114可以引导一个或多个致动器110选择性地收缩或选择性地膨胀以对物体106的至少一个身体部位104提供支撑、运动自由、增加的血流量或抵抗。在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108可以包括GPS接收器和加速度计。来自加速度计的感测数据和由GPS接收器感测到的行进距离可以通过控制电路114相关联,以确定活动期间受试者106的步态或步幅。在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108可以包括GPS接收器和诸如手表之类的计时器。由计时器测量的在特定时间段内由受试者行进的距离可用于确定在选定活动期间受试者106的步速。控制电路114可以响应于检测到的受试者106的步态或步速而引导一个或多个致动器110选择性地收缩或选择性地膨胀。另外,控制电路114可以使用感测到的步态或步速来确定受试者106正在参与选定活动或在选定活动中的用力水平。

[0079] 可以使用本文公开的一个或多个活动传感器108、108'中的任何类型的组合来确定受试者106在选定活动中的参与、活动中受试者的用力水平、受试者的损伤、或本文所述的与受试者运动或受试者的至少一个生理特征相关的至少一个特征。这样的确定可以由控制系统112(例如其中的控制电路114)来执行。

[0080] 在一个实施方式中,一个或多个致动器110可以在受试者106的运动期间(例如在受试者106参与选定活动时)选择性地收缩或选择性地膨胀。在一个实施方式中,一个或多

个致动器110可以仅在受试者106不活动期间选择性地收缩或选择性地膨胀。在一个实施方式中,一个或多个致动器110可以选择性地收缩或选择性地膨胀,而不考虑受试者106运动或不活动。

[0081] 可以从多个合适的不同类型的致动器中选择一个或多个致动器110。另外,如将在下面更详细地讨论的,一个或多个致动器110可以被定位在多个不同的构造中。例如,在本文公开的任何实施方式中,一个或多个致动器110可以包括一个或多个电活性聚合物致动器、一个或多个电活性金属致动器、一个或多个热活性聚合物致动器、一个或多个马达,或一个或多个液压致动器中的至少一者。

[0082] 在一个实施方式中,一个或多个电活性聚合物致动器包括至少部分地由铁电聚合物、介电弹性体或电致伸缩接枝弹性体形成的一个或多个致动器元件。响应于由电源118基于来自控制电路114的指令而施加的电压或电流,电活性聚合物致动器可以根据所施加的电压的极性而增大或减小长度、直径或其它尺寸,以使柔性压迫服装102选择性地收缩或膨胀。例如,用于电活性聚合物致动器的合适的电活性聚合物包括NuSi1 CF19-2186(可从加利福尼亚州卡平特里亚的NuSi1 Technology商购)、硅氧烷弹性体、丙烯酸弹性体(例如,可从明尼苏达州圣保罗的3M Corporation商购的VHB 4910丙烯酸弹性体)、聚氨酯、热塑性弹性体、包含聚偏二氟乙烯(“PVDF”)的共聚物、压敏粘合剂、含氟弹性体、包含硅氧烷和丙烯酸部分的聚合物、或其它合适的电活性聚合物中的至少一种。

[0083] 在一个实施方式中,一个或多个电活性金属致动器包括至少部分地由形状记忆材料形成的一个或多个致动器元件。例如,形状记忆材料可以包括镍-钛形状记忆合金,例如镍钛诺或其它合适的镍-钛合金组合物。响应于电源118根据来自控制电路114的指令而使电流通过形状记忆材料以加热形状记忆材料,电活性金属致动器可根据形状记忆材料被加热到的温度而增大或减小长度、直径或其它尺寸,以使柔性压迫服装102选择性地收缩或膨胀。

[0084] 这种镍-钛形状记忆合金的实例目前可从Dynalloy, Inc. 商购获得并以商品名 **Flexinol®** 出售。Flexinol **HT®** 的转变温度约为194°F,活化开始温度约为190°F,活化终止温度约为208°F。当这些镍-钛合金从活化开始温度加热至活化终止温度时,其长度或其它尺寸可逐渐和可控地收缩约2%至约5%。

[0085] 在一个实施方式中,一个或多个热活性聚合物致动器可以包括至少部分地由温度响应性聚合物(例如,聚酯、聚氨酯、聚丙烯、聚乙烯、尼龙或其组合)形成的一个或多个致动器元件。响应于电源118基于来自控制电路114的指令而施加的热或温度变化,热活性聚合物致动器可根据温度变化而增加或减小长度、直径或其它尺寸,以导致柔性压迫服装102选择性地收缩或膨胀。例如,用于热活性聚合物致动器的合适的温度响应性聚合物包括聚酯、聚氨酯、聚丙烯、聚乙烯(例如聚四氟乙烯)、尼龙或其它合适的温度响应性聚合物中的至少一种。

[0086] 在一个实施方式中,一个或多个马达包括一个或多个微机电致动器。例如,一个或多个微机电马达可以包括一个或多个微压电致动器、一个或多个微静电致动器或一个或多个微电磁致动器。在Acoust. Sci. & Tech. 31, 2 (2010) 中公开了可用于实践本文公开的一个或多个实施方式的合适的微机电马达的实例,其公开内容通过引用整体并入本文。作为另一个示例,一个合适的微压电致动器是New Scale的SQUIGGLE™电机。

[0087] 在一个实施方式中,一个或多个致动器110包括被构造成收缩或膨胀(例如,绷紧或放松)在受试者的至少一个身体部位上的至少一个柔性压迫服装的齿轮系统。例如,齿轮系统可以包括其中具有齿轮的卷轴和通过其连接的束带。齿轮系统可以与由科罗拉多州丹佛市的Boa Technology, Inc.销售的Boa Closure System或类似系统相似或相同。齿轮系统可以可操作地联接到马达,马达被构造成使齿轮系统绷紧或放松连接到卷轴的束带。齿轮系统的束带可沿周向或纵向延伸通过柔性压迫服装102。响应于从控制电路114接收致动信号116,齿轮系统的马达将其中的束带拉紧或松开,从而周向或纵向地收缩或膨胀柔性压迫服装102,而无需手动操作。

[0088] 在一个实施方式中,一个或多个致动器110可以包括被配置以使柔性压迫服装102选择性地收缩或选择性地膨胀的压缩气体系统。压缩气体系统被配置为使压缩气体流入或流出至少一个柔性压迫服装102的至少一部分。例如,柔性压迫服装102可以包括沿圆周或纵向穿过其延伸的一个或多个离散的气密室。每个离散室流体地连接到压缩气体源,例如具有连接到调节器的压缩气瓶。在一个实施方式中,响应于从控制电路接收致动信号,压缩气体系统可使调节器允许气体从气瓶流入离散的气密室中的一个或多个,从而收缩柔性压迫服装102。在一个实施方式中,响应于从控制电路接收致动信号,压缩气体系统可以使连接到离散的气密室中的一个或多个的调节器或阀打开,从而使柔性压迫服装102膨胀。

[0089] 在一个实施方式中,一个或多个活动传感器;一个或多个致动器;包括电源、控制电路、存储器(图1A中未示出)或用户界面(图1A中未示出)中的任何一个的控制电路中的至少一个可以包括在至少一个柔性压迫服装或至少一个可穿戴设备内的防水结构或配置。例如,运动期间产生的汗液可以减少或终止诸如控制电路、一个或多个活动传感器或一个或多个致动器之类的电气部件的正常功能。在一个实施方式中,控制电路或一个或多个致动器可以定位在防水或水密材料(例如塑料)中,以确保水(例如,汗水)不干扰服装系统的正常功能。防水结构可以包括至少一个柔性压迫服装或至少一个可穿戴设备中的离散的防水部分(例如,袋或隔室)。这样的防水部分可以是可重复使用的或可重新密封的。

[0090] 图1B是根据实施方式的服装系统100'的图示。服装系统100'基本上与图1A示出的上述服装系统100类似或相同,包括其中所有类似的有编号的组件。服装系统100'包括基本如本文所述的穿在至少一个身体部位104上的至少一个柔性压迫服装102。服装系统100'包括穿戴在至少额外身体部位105'(如所示的受试者106的手腕)上的可穿戴设备107'。可穿戴设备107'可以包括手表、腕带、包裹物、手镯或围绕手腕穿戴的皮带中的一个或多个。例如并且如图1B所示,至少一个身体部位104是受试者106的腿部,并且至少一个额外身体部位105'可以是受试者106的手腕。

[0091] 在一个实施方式中,至少一个身体部位104或至少一个额外身体部位105'可以包括上腿部(例如,大腿)的至少一部分、膝盖的至少一部分、小腿的至少一部分、脚踝的至少一部分、脚的至少一部分、上臂的至少一部分、肘部的至少一部分、前臂的至少一部分、手腕的至少一部分、手的至少一部分、躯干的至少一部分、颈部的至少一部分、头部的至少一部分、腹部的至少一部分、背部的至少一部分、臀部的至少一部分、臀大肌的至少一部分、腰部的至少一部分、或胸部的至少一部分中的一个或多个。在一个实施方式中,至少一个压迫服装102可以包括肢体套、臂带、腿带、关节套、支架(例如膝盖、手腕、脚踝或肘部支架)、衬衫、背心、汗衫、夹克、腰带,腹部支撑件、背部支撑件、短裤、裤子、绑腿、帽子、头带、鞋类物品

(例如至少一个袜子)或至少一个手套中的至少一个。在一个实施方式中,可穿戴设备107'被构造可拆卸地穿戴在一个或多个额外身体部位105'上。在一个实施方式中,可穿戴设备107'可以包括肢体套、臂带、腿带、关节套、脚踝、支架(例如膝盖、手腕、脚踝或肘部支撑件)、服装、衣服、衬衫、背心、汗衫、夹克、帽子、头带、背包、戒指、鞋类物品、项链、手套或皮带中的至少一个。

[0092] 本文所用的术语“可穿戴设备”不限于可以穿戴在受试者106的身体部位周围的装置,而是旨在表示与受试者106相关联的装置,以便在受试者106的运动期间基本保持在受试者106上或与受试者106相关联。在一个实施方式中,可穿戴设备107'可以通过附接装置附接到至少一个额外身体部位105'。例如,可穿戴设备107'可被配置为具有被配置为连接到受试者106的附接装置的贴片、绷带、表皮电子设备等。附接装置可以包括粘合剂、钩和环材料、夹子或其他合适的装置中的一个或多个。可穿戴设备107'可以被配置为通过将可穿戴设备107'插入一层或多层服装或服装层和皮肤之间(例如,插入袜子、鞋子或衬衫内部)而与使用者相关联。

[0093] 在一个实施方式中,可穿戴设备107'可以可移除地或可重复地穿戴在受试者106的多个身体部位中的任何一个上。例如,可穿戴设备107'可被配置为上面具有可调节带的腕带,其中可调节带可被调节以允许腕带安置在受试者的腿部的一部分周围,或者在受试者106的头部周围。

[0094] 图2A和2B是图1A和1B所示的根据实施方式的服装系统的柔性压迫服装102的实施方式的侧面剖视图,其穿戴在受试者106的至少一个身体部位104上。图2A描绘了鞋类形式的可穿戴设备107,具体地说是在受试者106的至少额外身体部位105(特别是脚)上的鞋。在图2A所示的图示实施方式中,至少一个身体部位104是受试者的腿部,腿部包括大腿104a、小腿104c和连接大腿104a和小腿104c在一起的膝关节104b。柔性压迫服装102限定外部120、内表面124,并且一个或多个致动器110被构造为围绕柔性压迫服装102的外部120的一部分延伸的单个盘绕致动器。例如,单个盘绕致动器可以以基本上螺旋状的路径围绕柔性压迫服装102的外部120周向延伸并且沿着柔性压迫服装102的外部120延伸,并且被定位和配置成响应于其致动而增大或减小由柔性压迫服装102的内表面124(图2B)限定的内部空间122(图2B)。然而,在其他实施方式中,一个或多个致动器110(例如单个盘绕致动器)可以内部地嵌入在柔性压迫服装102内。在一个实施方式中,柔性压迫服装可以包括多个致动器110,每个致动器110沿圆周方向围绕至少一个柔性压迫服装延伸,并且与本文所述的任何致动器具有基本相似或相同的功能。

[0095] 如图2A所示,可穿戴设备107可以是鞋类(例如鞋),其包括位于可穿戴设备107的表面上或至少部分地嵌入可穿戴设备107的表面内的一个或多个传感器108、108'或108"。如图所示,鞋承载活动传感器108、108'和108",其可以是本文所述的任何活动传感器。例如,鞋类可以在鞋类的鞋垫中包括一个或多个活动传感器108和108",或者一个或多个活动传感器108'可以被定位在鞋类的内表面或外表面(例如,侧面)上。在一个实施方式中,可穿戴设备107可以包括定位在可穿戴设备107的表面上或至少部分地嵌入在可穿戴设备107的表面内的控制系统112。控制系统112可以被配置为与本文所述的任何控制系统112基本相同或相似。在一个实施方式中,一个或多个活动传感器108'可以包括计步器,其中控制系统112被配置成在发生特定数量的步数时激活柔性压迫服装102的致动器110。

[0096] 参考图2B,可选地,在一些实施方式中,一个或多个活动传感器108或108”还可以定位在柔性压迫服装102的内表面124上或至少部分地嵌入在柔性压迫服装102的内表面124内。一个或多个活动传感器108或108”可以被配置为与本文所述的任何活动传感器基本相似或相同。例如,当活动传感器108中的至少一些被配置为用于感测来自膝关节104c的声发射的声学传感器时,这种活动传感器108可以被定位在柔性压迫服装102的内表面124上或内,使得它们位于膝关节104b(或其他关节,例如可能受关节炎影响的关节)处或附近,并且仅作为示例在图2B中将其标记为活动传感器108”。

[0097] 如前所述,本文公开的服装系统除了用于腿之外还可以用于许多不同身体部位上。例如,至少一个身体部位104可以包括上臂的一部分、肘部的一部分、前臂的一部分、手的一部分、脚的一部分、躯干的一部分、或颈部的一部分。图2C是穿戴在受试者106的手臂126上的柔性压迫服装102的实施方式的等距剖视图。柔性压迫服装102可被配置为围绕上臂126a、前臂126b和将上臂126a和前臂126b连接在一起的肘部126c延伸。在一个实施方式中,一个或多个可穿戴设备107可以与至少一个柔性压迫服装102被穿戴在相同的身体部位上,与至少一个柔性压迫服装102穿戴在不同或分开的身体部位上,或者两者。例如,可穿戴设备107可以穿戴在脚上,并且柔性压迫服装102可以穿戴在手臂126上。在一个实施方式中,柔性压迫服装102穿戴在腿部104上,并且可穿戴设备107穿戴在手腕或脚踝上。作为另一示例,图2D是柔性压迫服装102的实施方式的侧剖视图,其被配置为穿戴在受试者106的小腿104b和脚踝的至少一部分上。当然,在其他实施方式中,柔性压迫服装102可以被配置用于其他身体部位,例如受试者106的上臂和肩部或颈部。在其他实施方式中,柔性压迫服装102可以被配置为用于不包括关节的其他身体部位,例如包括但不限于受试者106的大腿、小腿、前臂或上臂的全部或部分的肢体的一部分。

[0098] 如前所述,可穿戴设备107可以被配置为穿戴在受试者106的任何身体部位上,例如至少一个身体部位104或受试者106的不同于至少一个身体部位104的额外身体部位105上。图2E-2I描绘了被配置为穿戴在受试者106的各个身体部位上的可穿戴设备的一些非限制性实施方式。

[0099] 图2E是被配置为鞋类的可穿戴设备107的实施方式的侧面剖视图。举非限制性示例而言,适合用作可穿戴设备107的鞋类包括鞋、鞋插入件、靴子、与滑雪板相关联的鞋类物品(例如,滑雪板固定装置或滑雪靴)、与滑板相关的鞋类、凉鞋、拖鞋、脚撑、铸件、袜子等中的至少一个。鞋类可以在其内或其上包括一个或多个活动传感器108、108’或108”。例如,如图所示,一个或多个活动传感器108、108’或108”可以至少部分地嵌入鞋内部或者定位在鞋的内部上。鞋类还可以承载或支撑控制系统112,控制系统112包括其一个或多个部件(例如,电源、控制电路或存储器)。例如,控制系统112可以至少部分地嵌入在鞋子的表面(诸如内表面)内或定位在鞋类的表面(诸如内表面)上。

[0100] 图2F和2G是根据各种实施方式的可穿戴设备107f和107g的俯视图。在图2F中,可穿戴设备107f被配置为腕带。额外身体部位105’是受试者的腕部。在图2G中,可穿戴设备107g被配置为手表。可穿戴设备107f和107g可以包括一个或多个活动传感器108或108’(或108”,未示出)。可穿戴设备107f和107g可以包括扣环、带扣、钩和环连接、磁连接,可以绑在手腕上,或包括任何其他手表或手链型连接。可穿戴设备107f和107g可以包括金属、胶乳、橡胶、聚合物、布、或适于制造带的任何其它合适的材料中的一种或多种。一个或多个活动

传感器108或108' (或108", 未示出) 可以被定位在可穿戴设备107f或107g的内表面或外表面上, 或至少部分地嵌入在可穿戴设备107f或107g中。可穿戴设备107f或107g可以包括控制系统112, 控制系统112包括设置在其中或其上的其一个或多个部件 (例如, 电源、控制电路或存储器)。例如, 控制系统112可以至少部分地嵌入在腕带或手表的表面内或者位于腕带或手表的表面上, 诸如在其内表面中或其内表面上。

[0101] 图2H是根据实施方式的可穿戴设备107h的俯视图。可穿戴设备107h被构造成戒指, 并且额外身体部位105" 是受试者的手指。可穿戴设备107h可以包括金属、胶乳、橡胶、聚合物、布、或适于制造戒指的任何其它合适的材料中的一种或多种。一个或多个活动传感器108或108' (或108", 未示出) 可以被定位在可穿戴设备107h的内表面或外表面上, 或至少部分地嵌入在可穿戴设备107h中。可穿戴设备107h可以包括控制系统112, 控制系统112包括设置在其中或其上的其一个或多个部件 (例如, 电源、控制电路或存储器)。例如, 控制系统112可以至少部分地嵌入戒指的表面内或者位于戒指的表面上, 诸如在其内表面内或其内表面上。在一个实施方式中, 一个或多个活动传感器108或108' 可以可操作地连接到由设置在受试者的还有的另一身体部位上的另一个可穿戴设备承载或支持的控制系统112。

[0102] 图2I是根据实施方式的可穿戴设备107i的正视图。可穿戴设备107i被配置为头带, 并且额外身体部位105" ' 是受试者的头部。可穿戴设备107i可以包括金属、胶乳、橡胶、聚合物、布、或适于制造头带的任何其它合适的材料中的一种或多种。一个或多个活动传感器108或108' (或108", 未示出) 可以被定位在可穿戴设备107h的内表面或外表面上, 或至少部分地嵌入在可穿戴设备107h内。可穿戴设备107h可以包括控制系统112, 控制系统112包括设置在其内或其上的其一个或多个部件 (例如, 电源、控制电路或存储器)。例如, 控制系统112可以至少部分地嵌入头带的表面内或者位于头带的表面上, 诸如在其内表面内或其内表面上。在一个实施方式中, 一个或多个活动传感器108或108' 可以可操作地连接到由设置在受试者的还有的另一身体部位上的另一个可穿戴设备承载或支持的控制系统112。

[0103] 图3A和3B是图1A和1B所示的根据实施方式的柔性压迫服装102的等距剖视图和横截面图。在图示的实施方式中, 柔性压迫服装102包括内衣主体302、外衣主体304和以同心方式布置在内衣主体302和外衣主体304之间的基本上管状的致动器306。例如, 基本上管状的致动器306被示出为嵌入在柔性压迫服装102内并且保持在内衣主体302和外衣主体304之间。仅作为示例, 基本上管状的致动器306可以由响应于来自控制系统112的电源118的适当的致动激励的活性聚合物管或形状记忆合金管制成, 使得由内衣主体302限定的内部空间310的体积可以响应于基本上管状的致动器306的致动而增大或减小。

[0104] 在一个实施方式中, 一个或多个活动传感器可以设置在内衣主体302的限定内部空间310的内表面308上。在实施方式中, 一个或多个活动传感器可以至少部分地嵌入在内衣主体302内。

[0105] 在一些操作情况下的使用期间, 响应于相关联的可穿戴设备107的一个或多个活动传感器108感测到至少一个特征 (例如, 与受试者的运动或受试者的至少一个生理特征相关联的至少一个特征), 控制系统112的控制电路114引导基本上管状的致动器306以例如抵靠至少一个身体部位104选择性地收缩, 以向其提供更多的支撑或改善肌肉或关节的功能。在其它操作情况下的使用期间, 响应相关联的可穿戴设备107的一个或多个活动传感器108感测到至少一个特征, 控制系统112的控制电路114引导基本上管状的致动器306以围绕至

少一个身体部位104选择性地膨胀,例如在体育活动的一部分期间,其中受试者的至少一个身体部位被最小程度地用力或施加应力。在其他操作情况下使用期间,响应于一个或多个活动传感器108感测到至少一个特征,控制系统112的控制电路114引导基本上管状的致动器306以选择性地收缩或选择性地膨胀,诸如有助于至少一个身体部位104的特定活动或动作。例如,特定活动或动作可以是由至少一个特定肢体(例如摇摆球拍或球棒的手臂)进行的体育活动或动作。

[0106] 图3C和3D分别是图3A所示的柔性压迫服装102在致动器306的致动(例如,激活或引导)之前或在低致动水平下以及在致动器306的致动之后或在比图3C中的致动水平相对较高的致动水平下的横截面视图。如图3C所示,在致动器306致动之前或处于低致动水平下,柔性压迫服装102的内部空间310表现出相对较大的直径 D_1 或其他横向尺寸。如图3D所示,在致动器306致动之后或处于比图3C中的致动水平较高的致动水平下,致动器306选择性地收缩,使得柔性压迫服装102的内部空间310表现出相对较小的直径 D_2 或其他横向尺寸。柔性压迫服装102的这种收缩可用于将选择量的压缩力施加到受试者的至少一个身体部位。例如,致动器306可以使基本上整个柔性压迫服装102变窄到较小的直径 D_2 。

[0107] 图4是包括多个环形致动器402的服装系统400的实施方式的等距视图。服装系统400包括可以与柔性压迫服装102由相同的材料制成的柔性压迫服装404。柔性压迫服装404限定用于容纳受试者的诸如臂、腿或其他身体部位之类的至少一个身体部位的内部空间403。多个环形致动器402彼此纵向间隔开。在所示实施方式中,多个环形致动器402围绕柔性压迫服装404的外部周向设置。然而,在其他实施方式中,多个环形致动器402可以至少部分地嵌入柔性压迫服装404内。仅作为一个示例,多个环形致动器402中的每一个可以由响应于来自控制系统412的电源416的适当的致动激励的环形电活性聚合物或形状记忆合金环制成。

[0108] 服装系统400还包括可以被配置为与本文公开的任何活动传感器相似或相同的一个或多个活动传感器408。在所示实施方式中,一个或多个活动传感器408设置在可穿戴设备407上。可穿戴设备407可以与本文公开的任何可穿戴设备基本相似或相同。在一些实施方式中,一个或多个活动传感器408可以嵌入在可穿戴设备407内。

[0109] 控制系统412被配置并且基本上与图1中的控制系统112类似地或相同地起作用。例如,控制系统412可操作地耦合到可穿戴设备407上的一个或多个活动传感器408以及柔性压迫衣服404上的多个环形致动器402。因此,在一些操作情况下的使用期间,响应于一个或多个活动传感器408感测到与受试者的运动或受试者的至少一个生理特征相关的至少一个特征,控制系统412的控制电路414引导多个环形致动器402选择性地收缩(例如,压迫至少一个身体部位以向其提供更多支撑或改善肌肉或关节功能)。因此,多个环形致动器402中的每一个的致动减小其直径。在其他操作情况下使用期间,响应于一个或多个活动传感器408感测到与受试者的运动或受试者的至少一个生理特征相关联的至少一个特征,控制系统412的控制电路414引导多个环形致动器402以选择性地膨胀(例如,减轻针对至少一个身体部位的压迫),例如在其中受试者的至少一个身体部位用力或被施加应力的体育活动的一部分期间。因此,多个环形致动器402中的每一个的致动增大其直径。

[0110] 在一些实施方式中,本文公开的服装系统可以包括存储器和用户界面,用户界面使得受试者或其他人能够编程个体服装系统的操作方式。例如,图5是服装系统500的实施

方式的功能框图。服装系统500包括压迫服装502,压迫服装502包括如本文公开的任何实施方式中所描述的一个或多个致动器506。服装系统500包括可穿戴设备520,可穿戴设备520包括如本文的任何实施方式中所述的一个或多个活动传感器522。服装系统500还包括可操作地耦合到一个或多个活动传感器522和一个或多个致动器506的控制系统508。控制系统508包括:控制一个或多个活动传感器522或一个或多个致动器506的操作的控制电路510;可操作地耦合到可以经由用户界面514用指令编程的控制电路510的存储器512;以及为服装系统500的一些部件或全部部件提供动力的电源516。控制系统508、控制电路510、存储器512或用户界面514可以被本地(例如直接由受试者或受试者附近的人)或远程地(例如由教练、训练者、医生、医疗专业人员或位于受试者手臂范围以外的其他人员)访问或控制。例如,教练或训练者可以通过远程输入跨场地或健身房来控制服装系统500的操作程序。用户界面514可以远离服装系统500,例如在受试者训练时由教练、训练者或医疗专业人员持有的个人电子设备(例如,遥控器、手机、膝上型计算机等)中。例如,训练者可以通过增加围绕特定关节的收缩来增加对身体部位的支撑或增加受试者锻炼的困难。训练者或教练可以将操作程序输入(例如,输入或编程)到控制系统中,或使特定的操作程序运行(例如,根据操作程序引起一个或多个致动器的致动)。或者,训练者可以通过使一个或多个致动器膨胀来降低锻炼的难度。可以至少部分地基于在用户界面上可见的传感器反馈来确定这样的决定。

[0111] 存储器512可以被配置为存储感测数据、对应于一个或多个感测信号的感测数据、对应于至少一个柔性压迫服装的选择性收缩或选择性膨胀的操作数据、操作程序、阈值水平、一个或多个选定活动或与服装系统500的操作有关的其他数据中的一个或多个。存储器512可以经由用户界面514利用操作程序、阈值水平、对应于选择性收缩或选择性膨胀的致动数据、感测数据、一个或多个选定活动或其他数据编程,所述操作程序用于服装系统500的操作。例如,用户界面514可以包括可操作地耦合到控制系统508的控制电路510的键盘、监视器、触摸屏、语音命令识别、台式计算机、膝上型计算机、手机或其组合。用户界面514可以经由无线或有线通信连接可操作地耦合到控制电路510。穿戴服装系统500的受试者或另一方(例如,医疗专业人员)可以将指令编程到存储器512中,以用于经由用户界面514本地或远程地操作一个或多个活动传感器522和一个或多个致动器506。根据需要或期望,可以将本文公开的任何服装系统的任何操作方法编程到存储器512中。在一个实施方式中,存储器512被配置为存储对应于从一个或多个活动传感器522输出的一个或多个感测信号的感测数据和对应于所执行的柔性压迫服装502的选择性收缩或选择性膨胀的致动数据。这样的感测数据和致动数据可以由受试者或其他人(例如,医疗专业人员)例如通过用户界面514下载或上传以进行分析。

[0112] 在操作期间,控制电路510访问存储器512并从存储器512接收指令(例如,操作程序),并且至少部分地基于所述指令而引导一个或多个活动传感器522的感测操作和一个或多个致动器506的致动。例如,响应于存储在存储器512中的指令,控制系统508可以响应于一个或多个活动传感器522感测到与受试者的运动或受试者的至少一个生理特征相关联的至少一个特征而引导一个或多个致动器522以使得压迫服装502使压迫服装502的至少一部分选择性地收缩。作为另一示例,响应于存储在存储器512中的指令,控制系统508可响应于一个或多个活动传感器522感测到与受试者的运动或受试者的至少一个生理特征相关联的

至少一个特征而引导一个或多个致动器522以使柔性压迫服装502的至少一部分选择性地膨胀。

[0113] 在一个实施方式中,存储器512存储对应于来自一个或多个活动传感器522的一个或多个感测信号的感测数据,并存储对应于柔性压迫服装502的选择性收缩或选择性膨胀的致动数据,其可以在本文公开的任何用户界面514(例如,手机、台式计算机、膝上型计算机或其他计算设备)下载或上传。例如,在用户界面514处,人们可以下载感测数据和致动数据,例如柔性压迫服装502的收缩或膨胀的频率和持续时间或从一个或多个活动传感器522接收的感测信号。

[0114] 本文公开的服装系统还可以与用于在不同活动(例如步行,跑步,跳跃或特定体育活动)期间监测、教导或校正受试者的运动的运动感测系统结合使用。例如,与可穿戴设备520相关联的一个或多个活动传感器522可以被配置为感测与受试者的运动或受试者的至少一个生理特征相关联的至少一个特征,或跟踪受试者的身体运动,例如受试者的一个或多个肢体的动作。例如,这样的身体运动可以是诸如棒球棒摆动、高尔夫挥杆、网球拍摆动或其他类型的活动之类的体育活动,或用于物理治疗的一般运动(例如,步行或手臂运动)。在一个实施方式中,一个或多个致动器506被配置为响应于感测到与受试者的物理运动有关的至少一个特征而在接收到一个或多个致动信号时选择性地收缩或膨胀。在一个实施方式中,用户界面514被配置为允许人将感测数据输入到控制系统508的存储器512中,并且将感测数据与存储在存储器512中的一个或多个选定活动相关联(例如,直接指定或标记数据集)。在一个实施方式中,控制电路510被配置为基于存储在存储器512中的已知对应于特定活动中的特定一个的感测数据的识别或模板模式而自动地将感测数据与存储在存储器512中的选定活动中的一个或多个通过它们之间的比较相关联或相关。例如,控制电路510可以基于先前已知的与篮球相关联的已存储的基准感测数据的比较将来自特定跑步模式的计步器数据与篮球的特定活动相关联。

[0115] 在操作中,响应于从一个或多个活动传感器522接收一个或多个感测信号,控制系统508的控制电路510引导一个或多个致动器506致动,从而使柔性压迫服装502以选择性地收缩或选择性地膨胀。提供选择性收缩或膨胀以指导、支持或辅助受试者的运动以对应于控制系统508的存储器512中存储的运动、活动或运动模式。例如,存储的运动或运动模式可以是高尔夫专业人员或其他运动专业人士经由用户界面514输入的模范的高尔夫挥杆或其他体育运动。提供(例如,围绕受试者的手臂的)选择性收缩或膨胀以在存储在存储器512中的活动期间引导、支持或辅助受试者的运动。因此,服装系统500可用于辅助受试者在用于体育活动的特定运动或一般运动(如,用于物理治疗的走路)中的训练。在另一个实施方式中,响应于经由一个或多个感测信号从一个或多个活动传感器522接收输出,存储器512可以用至少一个操作程序编程或选择至少一个操作程序,根据该操作程序致动一个或多个致动器506。

[0116] 图6是方法600的实施方式的流程图,其响应于来自一个或多个更多的活动传感器的感测反馈而使柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀(例如,压迫至少一个身体部位104或减轻对至少一个身体部位104的压迫)。本文公开的任何方法的指令可以存储在诸如服装系统500的存储器512之类的服装系统的存储器中。

[0117] 方法600包括在受试者的至少一个身体部位上穿戴服装系统的至少一个柔性压迫

服装的动作602。所述至少一个柔性服装包括被配置为选择性地收缩或选择性地膨胀的一个或多个致动器。例如,穿戴至少一个柔性压迫服装的至少一个身体部位包括手臂的至少一部分、前臂的至少一部分、手腕的至少一部分、大腿的至少一部分、小腿的至少一部分、膝盖的至少一部分、脚踝的至少一部分、足部的至少一部分、颈部的至少一部分、或胸部的至少一部分。

[0118] 方法600包括在受试者的至少一个脚上穿戴鞋类形式的可穿戴设备的动作604。鞋类包括被配置为在一个或多个运动或不活动期间感测与受试者的运动或受试者的至少一个生理特征相关联的至少一个特征的一个或多个活动传感器。鞋类可以包括本文所述的任何活动传感器,诸如在图1A所示的服装系统100中使用的活动传感器。在一个实施方式中,在至少一只脚上穿戴鞋类形式的可穿戴设备包括将鞋类穿戴在与穿戴至少一个柔性压迫服装的身体部位相同或至少不同的身体部位上。举非限制性示例而言,鞋类穿戴在与穿戴柔性压迫服装的腿相对的腿的脚上,或当至少一个柔性压迫服装穿戴在手臂上时,鞋类穿戴在脚上。

[0119] 方法600还包括利用一个或多个活动传感器感测至少一个特征的动作606。在一个实施方式中,感测至少一个特征包括在一段时间内感测至少一个特征。在一个实施方式中,该方法还包括感测从活动传感器到控制系统(诸如控制电路)的信号。

[0120] 如前所述,至少一个特征可以包括物理特征、化学特征(例如生物化学或生物学特征)、受试者的生理特征、受试者的行进运动的改变、受试者的行进方向的改变、受试者的身体部位上的负荷(例如,由或通过受试者106的身体部位施加到一个或多个活动传感器108的负荷)、受试者的身体部位的压力(例如,由或通过受试者106的身体部位施加到一个或多个活动传感器108的压力)、受试者的身体部位上的张力(例如,由或通过受试者106的身体部位施加到一个或多个活动传感器108的张力)、受试者的身体部位的速度、受试者的速度、受试者的身体部位的加速度、受试者的身体部位的温度、受试者的身体部位的脉搏、受试者的位置、受试者的高度、受试者的运动或活动的持续时间、受试者的步态、受试者移动的步速、受试者的神经活动、受试者的化学排泄、受试者的温度、受试者的周围环境的温度、受试者的氧合、受试者的声发射或变化、上述任何一种的模式或本文所述的任何其它特征中的至少一个。此外,在一个或多个实施方式中,一个或多个活动传感器可仅感测肌肉活动(例如,一个或多个肌肉活动传感器)或仅感测关节活动(例如,一个或多个关节活动传感器)。

[0121] 方法600还包括响应于经由一个或多个活动传感器感测到至少一个特征而致动一个或多个致动器以选择性地收缩或选择性地膨胀的动作608。致动一个或多个致动器可以通过从控制系统(例如从控制电路)向一个或多个致动器或电源发送致动信号来执行。在一个实施方式中,致动一个或多个致动器可以在受试者运动期间进行(例如,在继续参与受试者在传感器检测数据期间参与的活动期间)或者在受试者的不活动期间,例如,仅在运动期间或仅在受试者的不活动期间进行。例如,在一个实施方式中,致动(例如,激活、引起或引导)一个或多个致动器以选择性地收缩或膨胀是响应于由一个或多个活动传感器感测到的至少一个特征超过或低于阈值水平。至少一个特征和相关联的阈值水平可以是本文中描述的任何至少一个特征和相关联的阈值水平,例如指示至少一个受试者或肌肉受伤、用力或应变超过应变极限的至少一个特征和相关联的阈值水平。例如,这样的阈值水平可以存储在诸如服装系统500的存储器512之类的服装系统的存储器中。

[0122] 在一个实施方式中,致动一个或多个致动器包括从电源将电压或电流施加到一个或多个致动器以引起其致动。在一个实施方式中,致动一个或多个致动器可以基本上随同由一个或多个传感器感测到的至少一个特征(例如,随同受试者的身体部位中的脉搏、心跳、或步态有节奏地致动)或其中的变化(例如,感测的至少一个特征的增大或减小)有节奏地、协调地或循环地执行。

[0123] 在一个实施方式中,致动一个或多个致动器根据操作程序进行,并且可以响应于所感测到的至少一个特征来启动。在一些实施方式中,操作程序是预先编程的操作程序。在一个实施方式中,所述至少一个操作程序可以与至少一个选定活动相关(例如,与至少一个选定活动相关联、一检测到至少一个选定活动就被选定、或与至少一个选定活动关联)。在一个实施方式中,致动一个或多个致动器包括响应于至少一个感测特征(例如,步态、步速、时间、位置、经过一段时间、行进距离、施加的力的量、身体部位上的负荷量、身体部位的张力或移动)或与感测数据相关联的选定活动中的一个或多个而经由控制系统(例如,计算机控制系统)自动选择至少一个操作程序。在一个实施方式中,可以从具有一个或多个不同致动标准、脉搏收缩或膨胀速率、收缩或膨胀强度或收缩或膨胀持续时间的多个程序中选择至少一个操作程序。在一个实施方式中,方法600还可以包括例如经由用户界面来将至少一个操作程序编程(例如,上传、选择、写入或指定)到控制系统中的动作。

[0124] 在一个实施方式中,该方法还可以包括利用控制电路将包括所述至少一个特征中的一个或多个的感测数据与存储在存储器中的至少一个选定活动相关联或与其相关。在一个实施方式中,方法600可以包括利用控制系统自动选择至少一个操作程序。利用控制系统自动选择至少一个操作程序可以基于或响应于与感测数据相关联或与感测数据相关的至少一个选定活动。自动选择操作程序可以基于通过控制电路将感测数据与已知与选定活动相关联的检测到的至少一个特征的基线水平或模式进行的比较,以确定基本匹配。

[0125] 图7是响应于来自一个或多个活动传感器的感测反馈而使柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀(例如,压迫至少一个身体部位或减轻对至少一个身体部位的压迫)的方法700的实施方式的流程图。用于本文公开的任何方法的指令可以存储在诸如服装系统500的存储器512之类的服装系统的存储器中。

[0126] 方法700包括如本文所述的在受试者的至少一个身体部位上穿戴服装系统的至少一个柔性压迫服装的动作702。所述至少一个柔性服装包括被配置为选择性地收缩或选择性膨胀的一个或多个致动器。

[0127] 方法700包括如本文所述的在受试者的至少额外身体部位上穿戴可穿戴设备的动作704。例如,将至少一个可穿戴设备穿戴在额外身体部位上包括将至少一个可穿戴设备穿戴在受试者的手腕上。所述可穿戴设备可以与所述至少一个柔性压迫服装分开且不同。所述可穿戴设备包括一个或多个活动传感器,所述活动传感器被配置为感测与所述受试者的运动或所述受试者在运动期间的至少一个生理特征相关联的至少一个特征。可穿戴设备可以包括本文描述的任何活动传感器,诸如在图1A和1B所示的服装系统100或100'中使用的活动传感器。例如,可穿戴设备可以被配置为穿戴在受试者腕部上的腕带。在一个实施方式中,将可穿戴设备穿戴在所述受试者的额外身体部位上包括用除先前使用的传感器之外的一个或多个额外(例如,新的或不同的)传感器定位或替换所述一个或多个传感器中的至少一个。

[0128] 方法700还包括利用一个或多个活动传感器感测至少一个特征的动作706。该至少一个特征可以包括本文所述的特征。

[0129] 方法700还包括响应于经由一个或多个活动传感器感测到至少一个特征而致动一个或多个致动器以选择性地收缩或选择性地膨胀的动作708。在一个实施方式中,致动一个或多个致动器可以在受试者的运动期间或在受试者的不活动期间执行。例如,在一个实施方式中,致动一个或多个致动器以选择性地收缩或选择性地膨胀是响应于由一个或多个活动传感器检测到的至少一个特征超过或低于阈值水平,诸如指示至少一个肌肉受伤、用力或应变超过应变极限。这样的阈值水平可以被存储在诸如服装系统500的存储器512之类的服装系统的存储器中。在一个实施方式中,至少一个特征的阈值水平可通过用户界面被编程到控制系统(诸如存储器)中。

[0130] 方法700可以包括与本文所述的任何动作基本上相似或相同的一个或多个动作,例如上面关于方法600描述的那些动作。

[0131] 在一个实施方式中,响应于来自一个或多个活动传感器的感测反馈而使柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀的方法可以包括将至少一个柔性压迫服装定位(例如设置或放置)在受试者的至少一个身体部位上。在一个实施方式中,响应于来自一个或多个活动传感器的感测反馈而使柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀的方法可以包括将至少一个可穿戴设备定位(例如设置或放置)在受试者的额外身体部位上。

[0132] 读者将会认识到,现有技术水平进步到系统方面的硬件和软件实现之间几乎没有区别;硬件或软件的使用通常(但不总是这样,因为在某些情况下,硬件和软件之间的选择可能会变得很重要)是代表成本与效率的权衡的设计选择。读者应理解,存在可以实现本文所描述的过程和/或系统和/或其他技术的各种工具(例如,硬件、软件和/或固件),并且优选的工具将随着其中部署过程和/或系统和/或其他技术的环境的变化而变化。例如,如果实施者确定速度和准确性是至关重要的,则实施者可以主要选择硬件和/或固件工具;或者,如果灵活性是至关重要的,则实施者可以主要选择软件实现;或者,再次可选地,实施者可以选择硬件、软件和/或固件的某种组合。因此,存在几种可能的工具,通过该工具可以实现本文描述的过程和/或设备和/或其他技术,其中任何一种工具都不固有地优于另一种,因为任何待使用的工具是依赖于其中将部署工具的环境以及实施者的具体关注(例如,速度、灵活性或可预测性)的选择,其中的任何一种都可能会改变。读者将认识到,实现的光学方面通常将采用光学取向的硬件、软件和/或固件。

[0133] 前面的详细描述已经通过使用框图、流程图和/或示例阐述了设备和/或过程的各种实施方式。只要这些框图、流程图和/或示例包含一个或多个功能和/或操作,本领域技术人员将会理解,可以通过各种硬件,软件,固件或实际上其任何组合单独地和/或共同地实现这些框图、流程图或示例中的每个功能和/或操作。在一个实施方式中,本文描述的主题的几个部分可以通过专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、数字信号处理器(DSP)或其他集成格式来实现。然而,本领域技术人员将认识到,本文公开的实施方式的一些方面可以全部或部分地等效地在集成电路中实现为:在一个或多个计算机上运行的一个或多个计算机程序(例如,在一个或多个计算机系统上运行的一个或多个计算机程序)、在一个或多个处理器上运行的一个或多个程序(例如,在一个或多个微处理器上运行的一个或多个程序)、固件或实际上其任何组合,根据本公开,设计电路和/或编写软件和/或固件

的代码将在本领域技术人员的技术范围内。此外,读者应理解,本文描述的主题的机制能够分布为各种形式的程序产品,并且不管用于实际进行分布的信号承载介质的特定类型如何,本文描述的主题的说明性实施方式都适用。信号承载介质的示例包括但不限于以下:可记录型介质,例如,软盘、硬盘驱动器、光盘(CD)、数字视频盘(DVD)、数字磁带、电脑内存等;以及传输类型介质,例如,数字和/或模拟通信介质(例如,纤维光缆、波导、有线通信链路、无线通信链路等)。

[0134] 在一般意义上,本文描述的各种实施方式可以通过各种类型的机电系统单独地和/或共同地实现,所述机电系统具有宽范围的电气部件(例如硬件、软件、固件或实际上其任何组合)以及可以赋予机械力或运动的宽范围的部件(例如刚体,弹簧或扭转体,液压装置和电磁致动装置,或实际上其任何组合)。因此,如本文所使用的,“机电系统”包括但不限于:与换能器(例如,致动器、马达、压电晶体等)可操作地耦合的电路,具有至少一个离散电路的电路,具有至少一个集成电路的电路,具有至少一个专用集成电路的电路,形成由计算机程序配置的通用计算设备(例如,由至少部分地执行本文描述的过程和/或设备的计算机程序配置的通用计算机、或由至少部分地执行本文描述的过程和/或设备的计算机程序配置的微处理器)的电路,形成存储设备(例如随机存取存储器的形式)的电路,形成通信设备(例如,调制解调器、通信交换机或光电设备)的电路、以及其任何非电气模拟物(如光学模拟物或其他模拟物)。本领域技术人员还应理解,机电系统的示例包括但不限于各种消费电子系统以及其他系统(例如电动运输系统、工厂自动化系统、安全系统和通信/计算系统)。本领域技术人员将认识到,如本文所使用的机电系统不一定限于具有电致动和机械致动两者的系统,除非上下文另有规定。

[0135] 在一般意义上,可以通过广泛范围的硬件、软件、固件和/或其任何组合来单独地和/或共同地实现的本文描述的各个方面可以被视为由各种类型的“电路”组成。因此,如本文所使用的“电路”包括但不限于:具有至少一个离散电路的电路、具有至少一个集成电路的电路、具有至少一个专用集成电路的电路、形成由计算机程序配置的通用计算设备(例如,由至少部分地执行本文所述的处理和/或设备的计算机程序配置的通用计算机,或由至少部分地执行本文中所描述的处理和/或设备的计算机程序配置的微处理器)的电路、形成存储器装置(例如随机存取存储器的形式)的电路,形成通信设备(例如,调制解调器、通信交换机或光电设备)的电路。本文所描述的主题可以以模拟或数字方式或其某种组合来实现。

[0136] 为了概念清晰起见,使用本文所描述的部件(例如,步骤)、设备和对象以及与之相关的讨论。因此,如本文所使用的,所阐述的具体示例和所附讨论旨在代表它们较一般的类别。通常,本文中使用任何具体示例也旨在表示其类别,并且不应该将本文中不包括这些特定部件(例如,步骤)、设备和对象认为是指示需要限制。

[0137] 关于在本文中使用基本上任何复数和/或单数术语,读者可以根据适用于上下文和/或应用从复数转换为单数形式和/或从单数转换为复数形式。为了清楚起见,这里没有明确阐述各种单数/复数置换。

[0138] 本文描述的主题有时示出包含在不同的其它部件内或与不同的其它部件连接的不同部件。应当理解,这样描述的体系结构仅仅是示例性的,并且实际上可以实施实现相同功能的许多其他体系结构。在构思意义上,实现相同功能的部件的任何布置被有效地“关

联”，使得实现期望的功能。因此，本文中组合以实现特定功能的任何两个组件可被视为彼此“相关联”，使得实现所需功能，而与架构或中间组件无关。同样地，这样相关联的任何两个部件也可以被视为彼此“可操作地连接”或“可操作地耦合”以实现期望的功能，并且能够这样相关联的任何两个部件也可以被视为彼此“可操作地可耦合”以实现期望的功能。可操作地可耦合的具体示例包括但不限于：物理上可配对和/或物理交互的组件、和/或无线可交互的和/或无线交互的组件、和/或逻辑上交互的和/或逻辑上可交互的组件。

[0139] 在一些情况下，一个或多个组件在本文中可被称为“配置为”。读者将认识到，“配置为”通常可以包括活动状态组件和/或非活动状态组件和/或待机状态组件，除非上下文另有要求。

[0140] 尽管已经示出和描述了本文描述的本主题的特定方面，但是对本领域技术人员将显而易见的是，基于本文的教导，在不脱离本文所述的主题及其更广泛的方面的情况下可以进行改变和修改，并且因此，所附权利要求在其范围内包括在本文描述的主题的真实精神和范围内的所有这些改变和修改。此外，应当理解，本发明由所附权利要求限定。一般来说，本文使用的术语，特别是所附权利要求书（例如所附权利要求书的受试者）中的术语通常旨在作为“开放”术语（例如，术语“包括”应被解释为“包括但不限于”，术语“具有”应被解释为“至少具有”，术语“包含”应被解释为“包含但不限于”等）。本领域技术人员还应理解，如果意图在引入权利要求表述对象的特定数量，则这样的意图将在权利要求中被明确地陈述，并且在没有这样的陈述的情况下，不存在这样的意图。例如，为了帮助理解，以下所附权利要求可以包含引入性短语“至少一个”和“一个或多个”的使用以引入权利要求表述对象。然而，这样的短语的使用不应被解释为暗示通过不定冠词“一”或“一个”引入权利要求表述对象将包含这种引入的权利要求表述对象的任何特定权利要求限制为仅包含一个这样的表述对象的发明，即使当相同的权利要求包括引入性短语“一个或多个”或“至少一个”以及诸如“一”或“一个”之类的不定冠词（例如，“一”或“一个”应典型地解释为意指“至少一个”或“一个或多个”）也如此；这同样适用于用于引入权利要求表述对象的定冠词的使用。另外，即使明确地叙述了所引入的权利要求表述对象的特定数量，本领域技术人员也应认识到，这种表述对象通常应被解释为意指至少所陈述的数量（例如，没有其他修饰语的无修饰表述“两个表述对象”，通常意指至少两个表述对象，或两个或两个以上表述对象）。此外，在使用类似于“A、B和C等中的至少一个”的惯用语的那些情况下，一般来说，这种结构意指本领域技术人员会理解的惯用意义（例如，“具有A、B和C中的至少一个的系统”将包括但不限于：仅具有A的系统、仅具有B的系统、仅具有C的系统、同时具有A和B的系统、同时具有A和C的系统、同时具有B和C的系统、和/或同时具有A、B和C的系统等）。在使用类似于“A、B或C中的至少一个等”的惯用语的那些情况下，一般来说，这种结构意指惯用意义（例如，“具有A、B或C中的至少一个的系统”将包括但不限于：仅具有A的系统、仅具有B的系统、仅具有C的系统、同时具有A和B的系统、同时具有A和C的系统、同时具有B和C的系统、和/或同时具有A、B和C的系统等）。实际上，连接两或更多可选择项的选言词和/或短语，无论是在说明书、权利要求书、或附图中，都应当被理解为预计包括其中一项、任一项、或两项的可能性。例如，短语“A或B”通常应被理解为包括“A”或“B”或“A和B”的可能性。

[0141] 关于所附权利要求，其中所陈述的操作通常可以以任何顺序执行。除非上下文另有规定，这种替换排序的示例可以包括重叠、交错、中断、重新排序、增量、预备、补充、同时、

反向或其他变体排序。关于上下文,除非上下文另有规定,否则甚至诸如“响应于”、“与...相关”或其他过去时态形容词之类的术语通常不意图排除这样的变体。

[0142] 虽然本文已经公开了各个方面和实施方式,但是这里公开的各个方面和实施方式是为了说明的目的,并且不旨在是限制性的,其真实范围和精神由所附权利要求书指出。

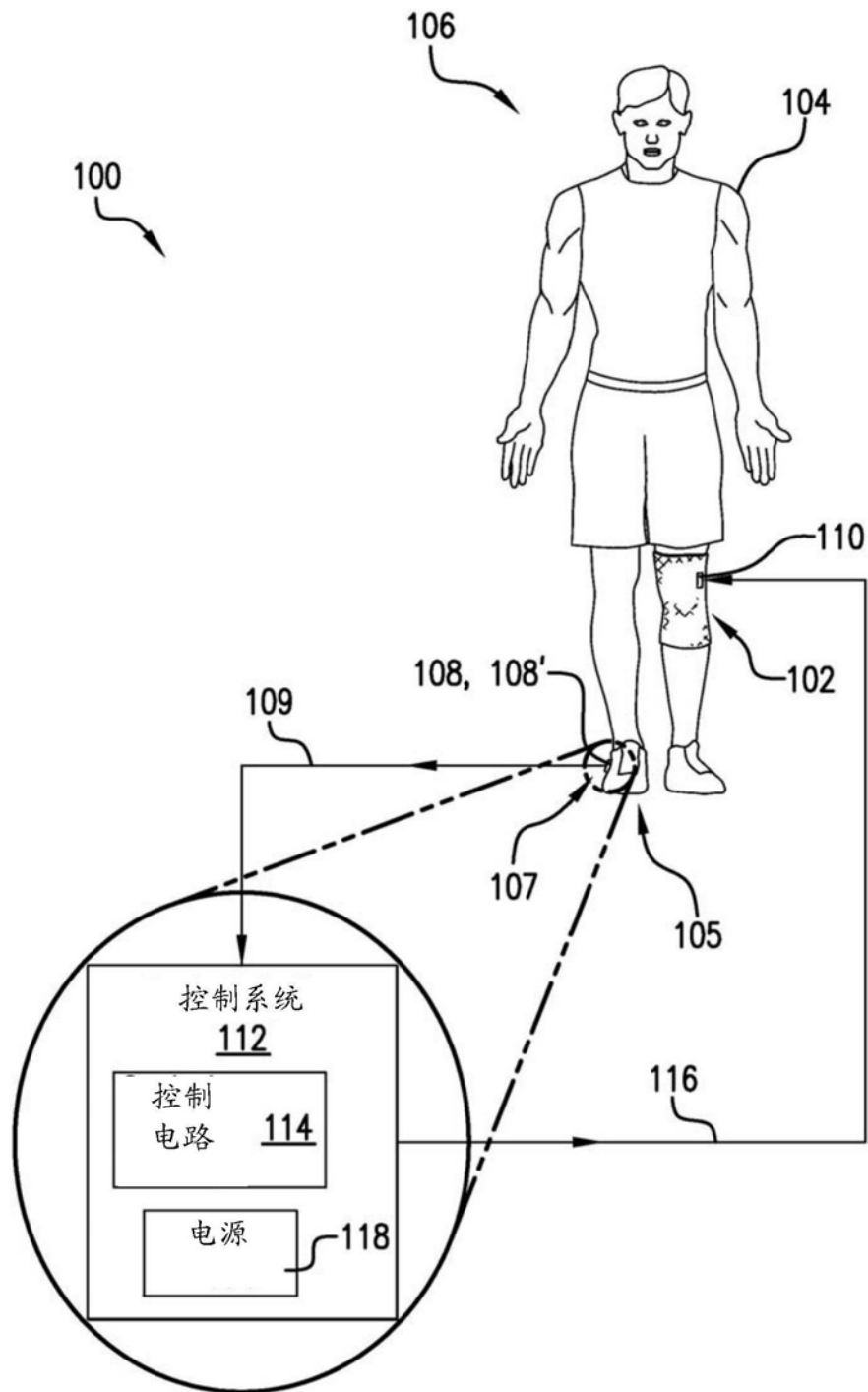


图1A

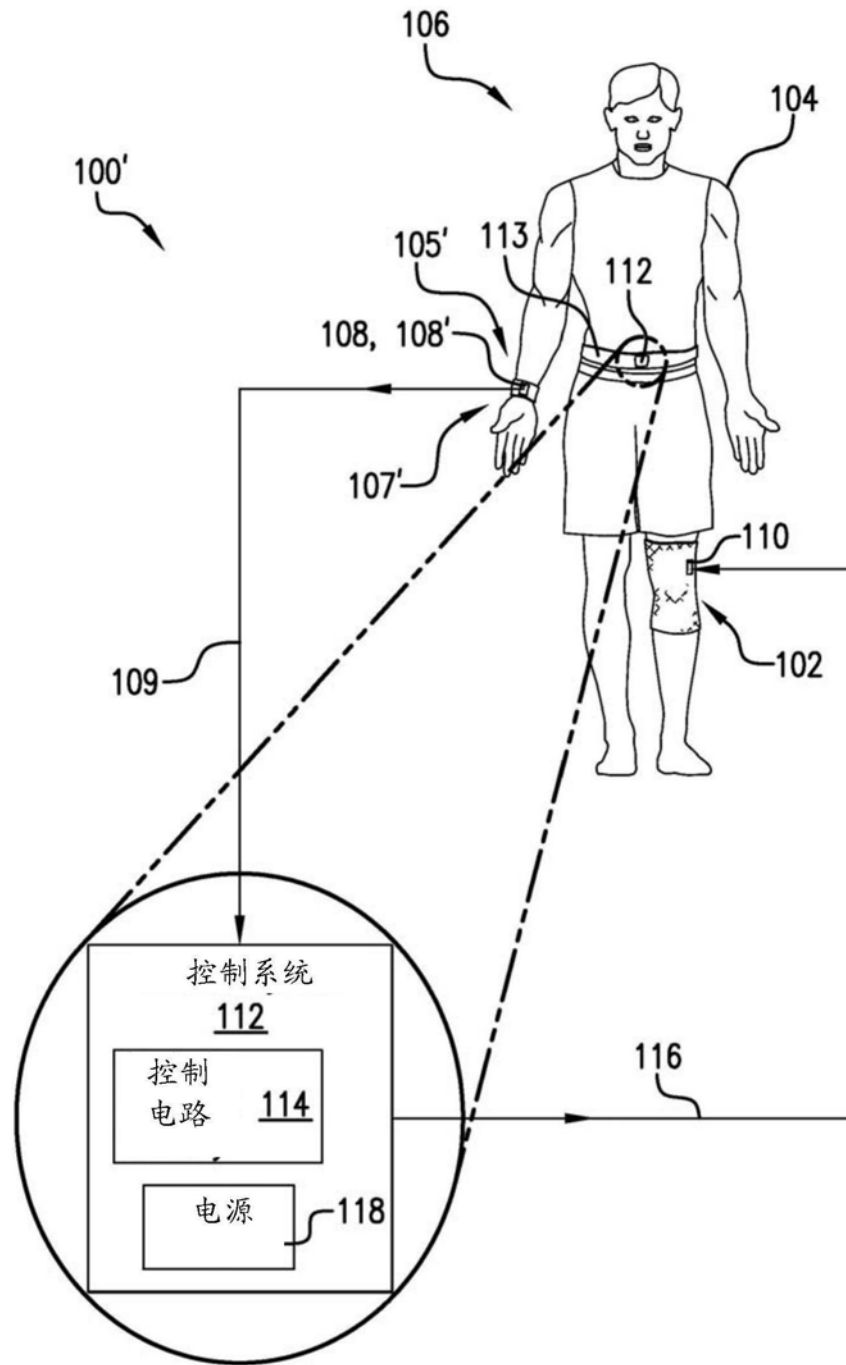


图1B

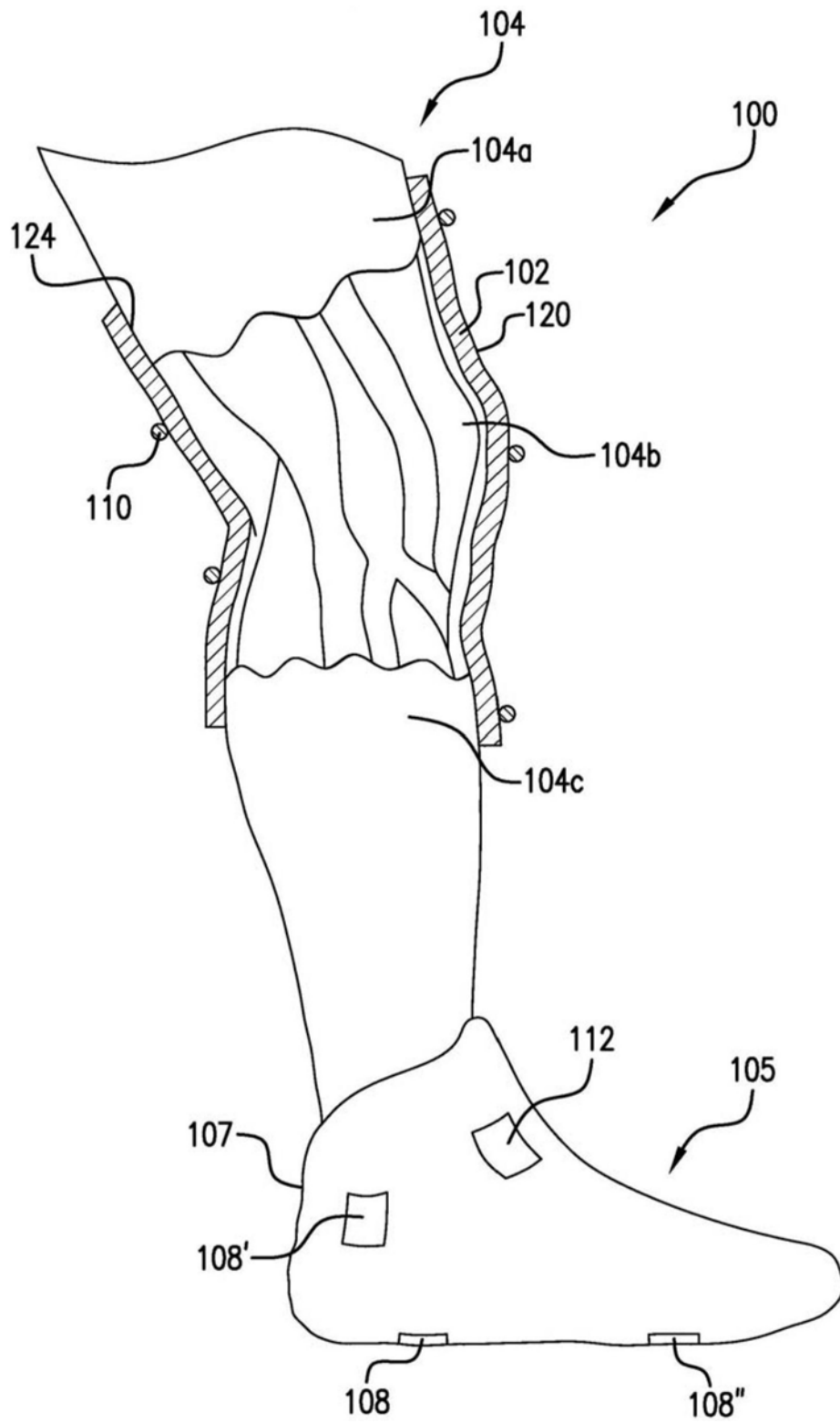


图2A

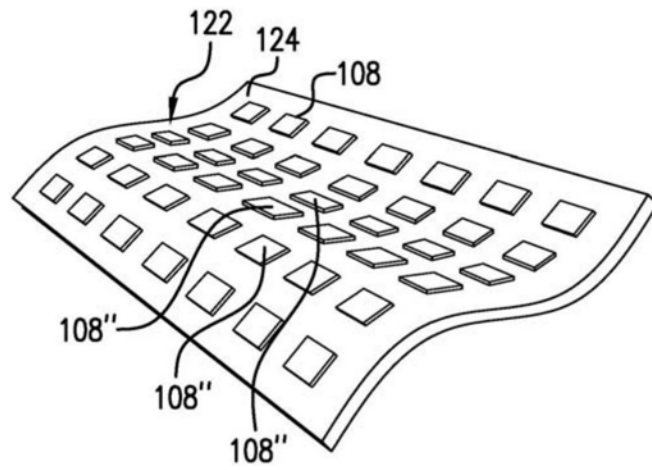


图2B

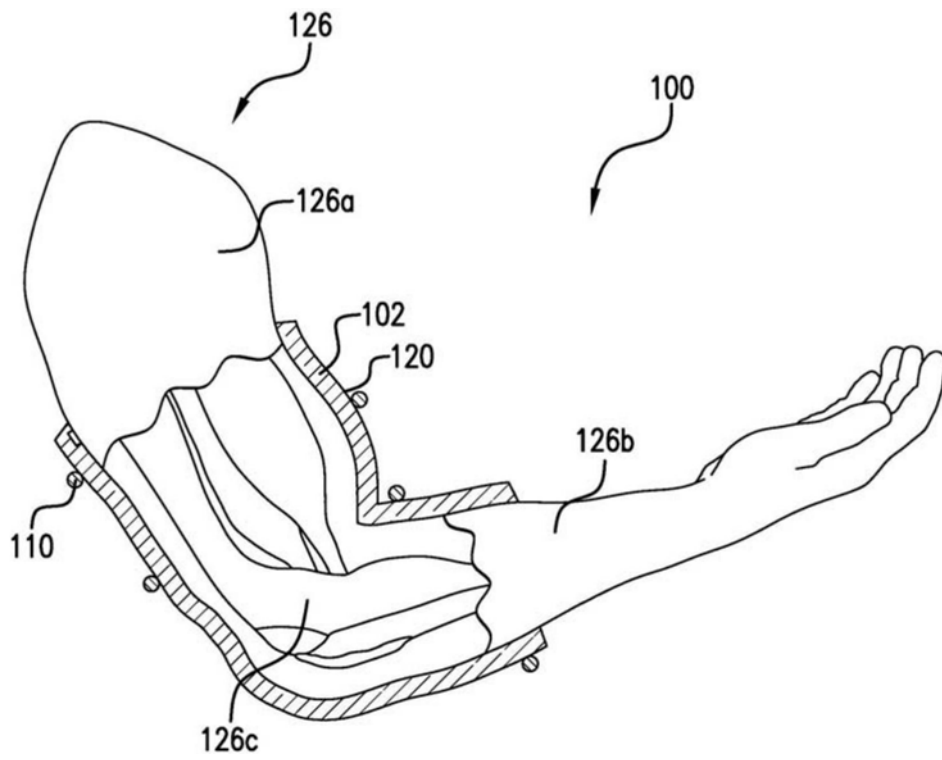


图2C

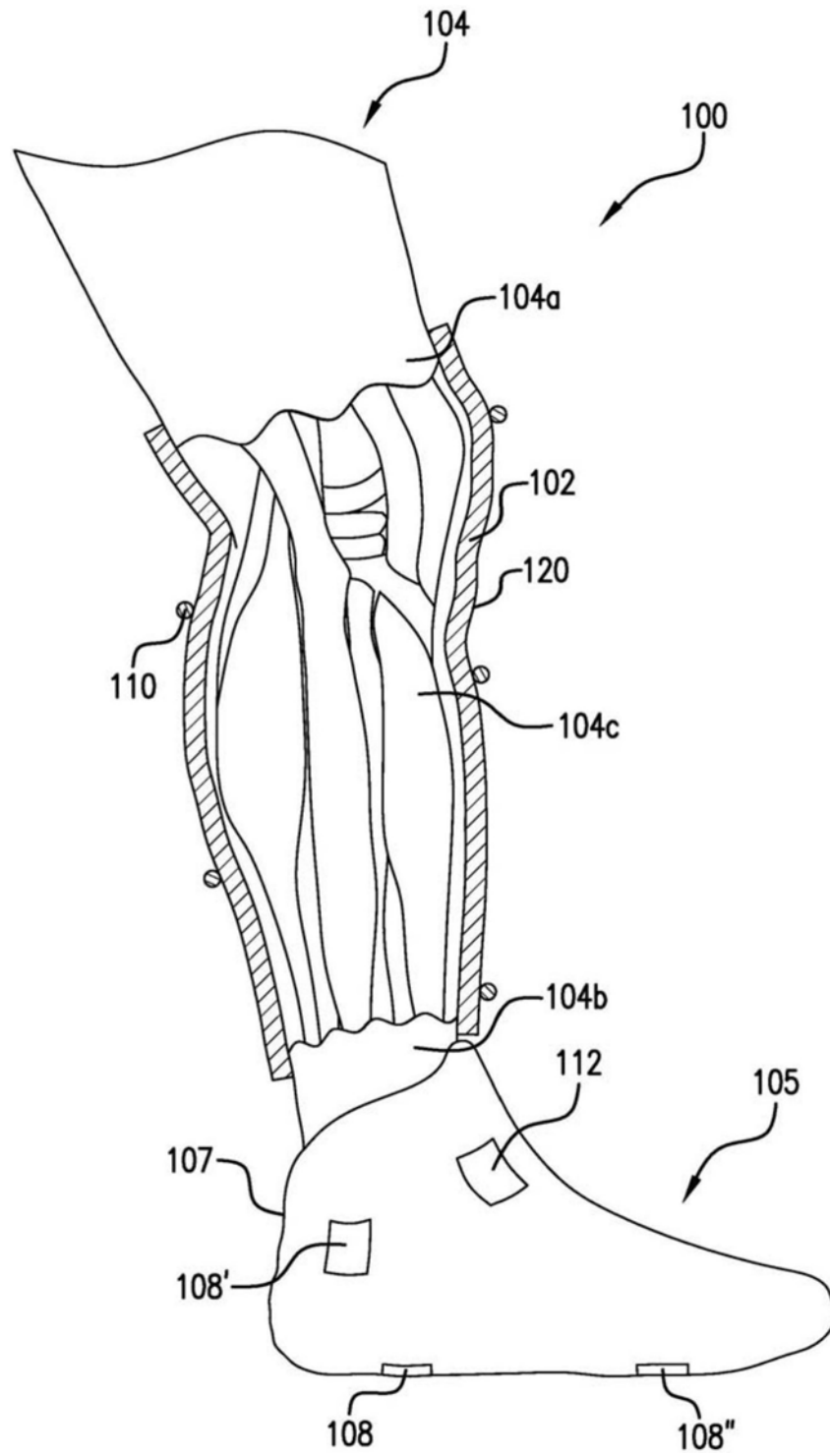


图2D

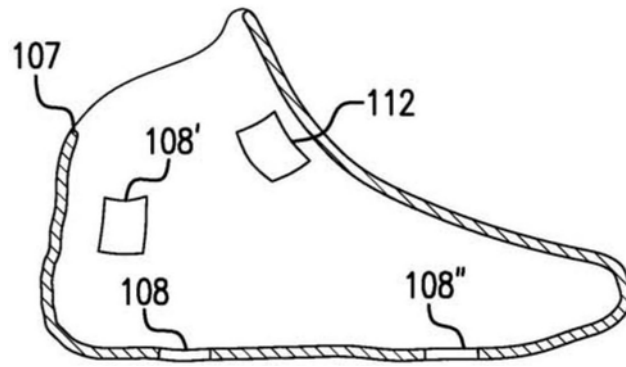


图2E

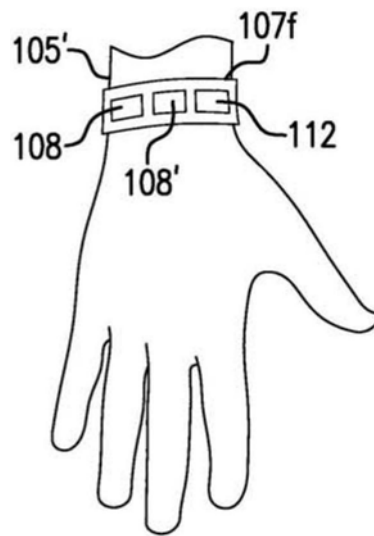


图2F

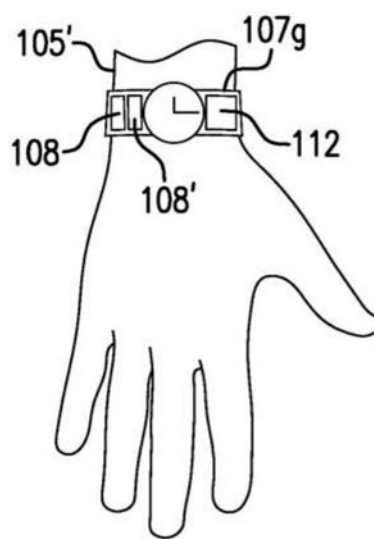


图2G

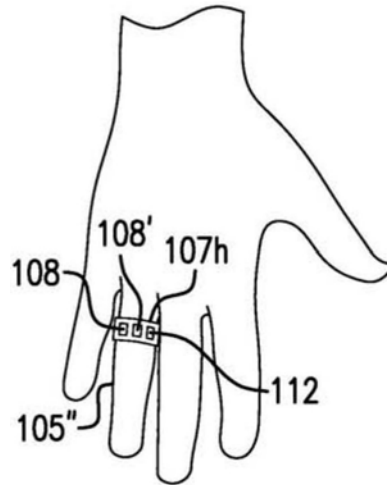


图2H

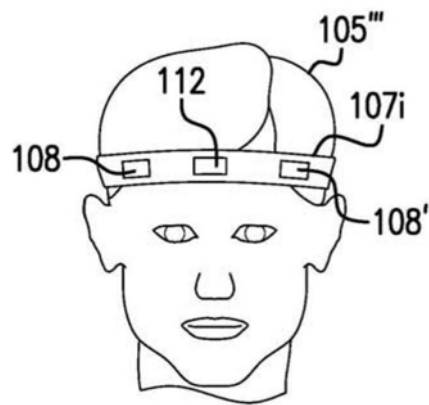


图2I

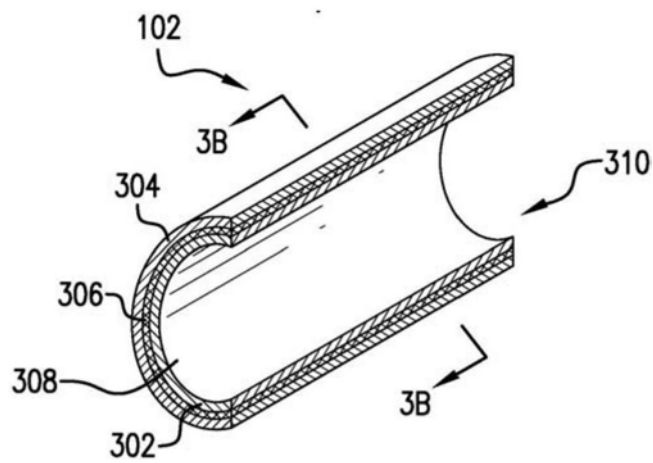


图3A

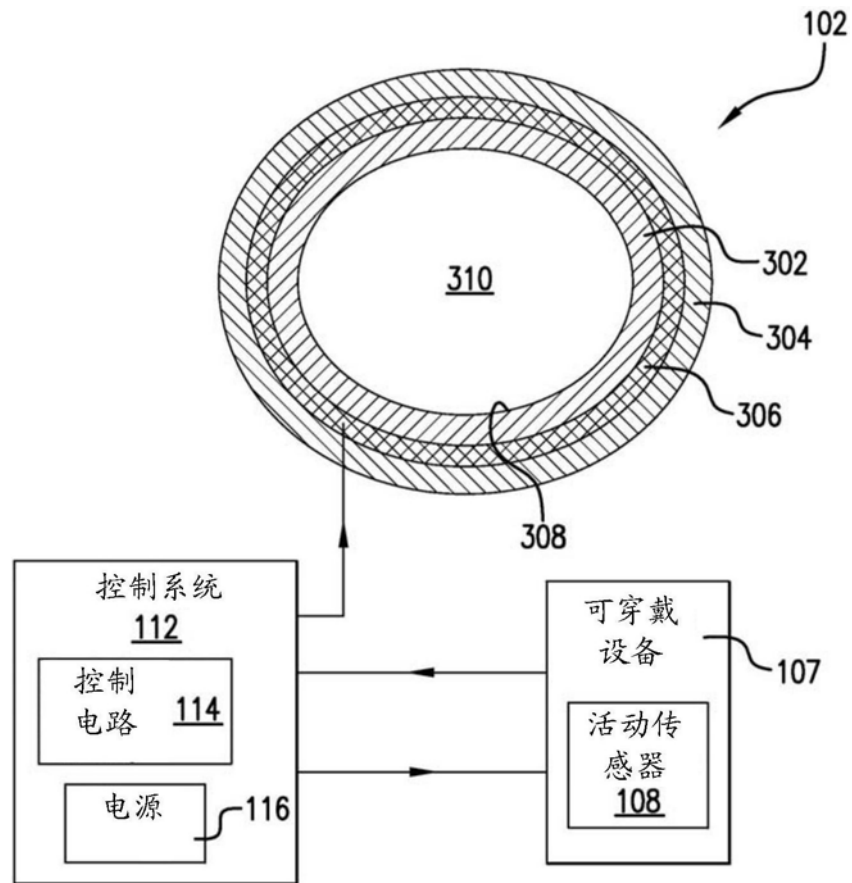


图3B

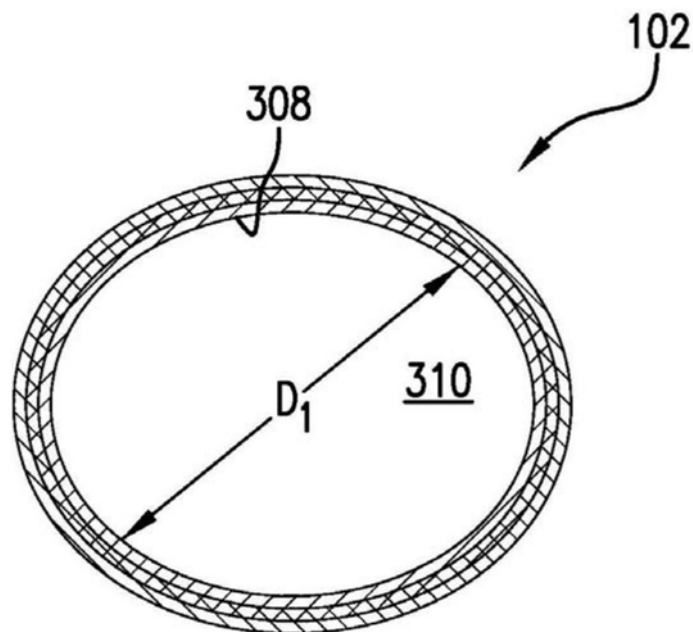


图3C

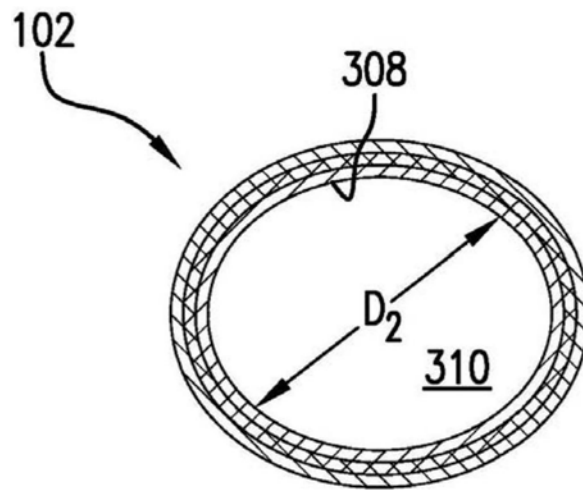


图3D

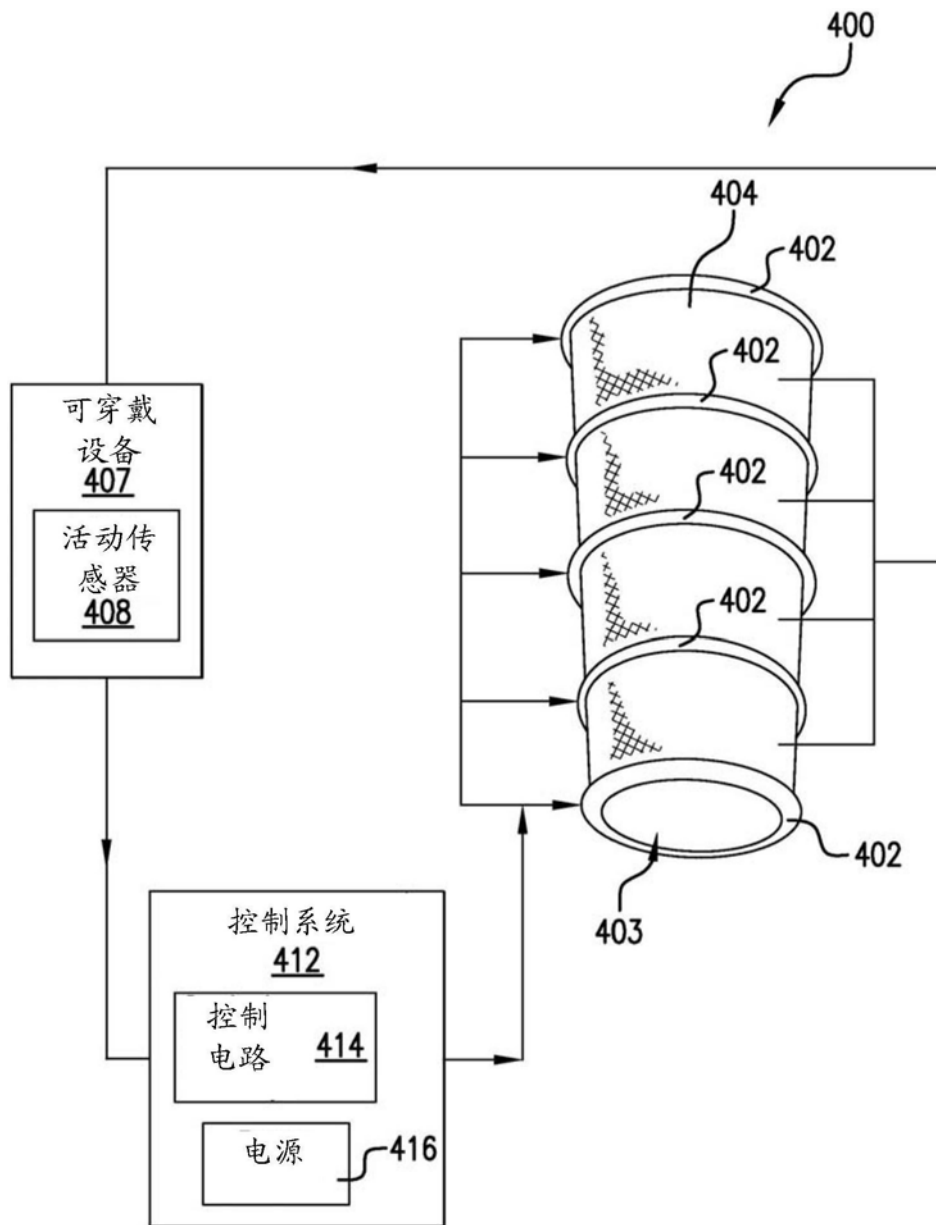


图4

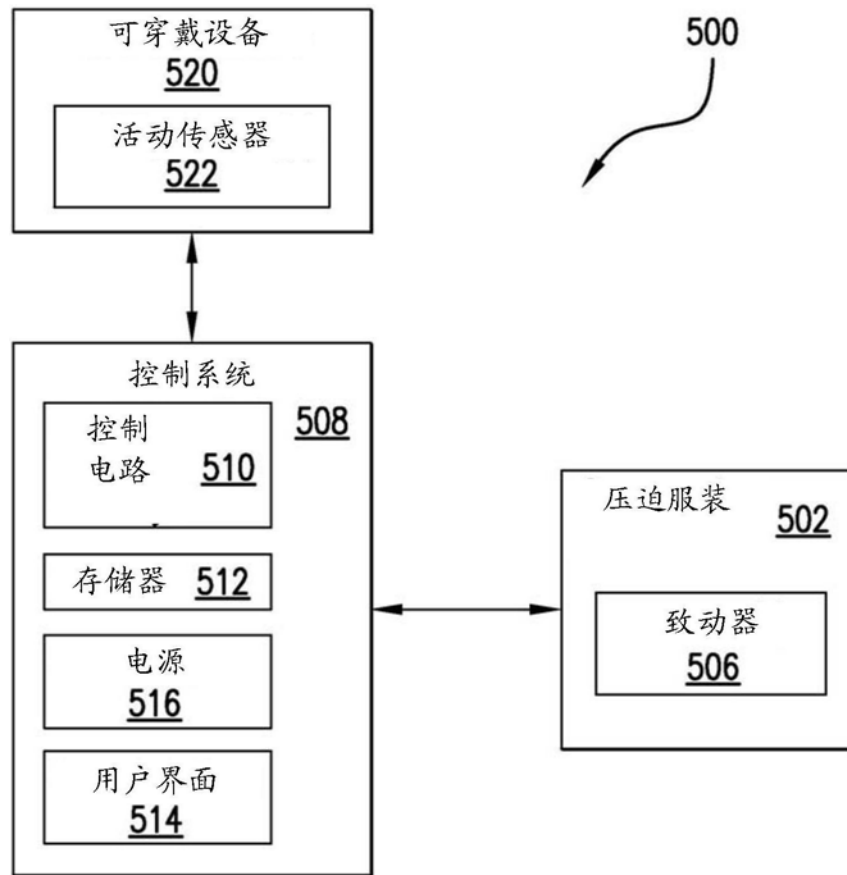


图5

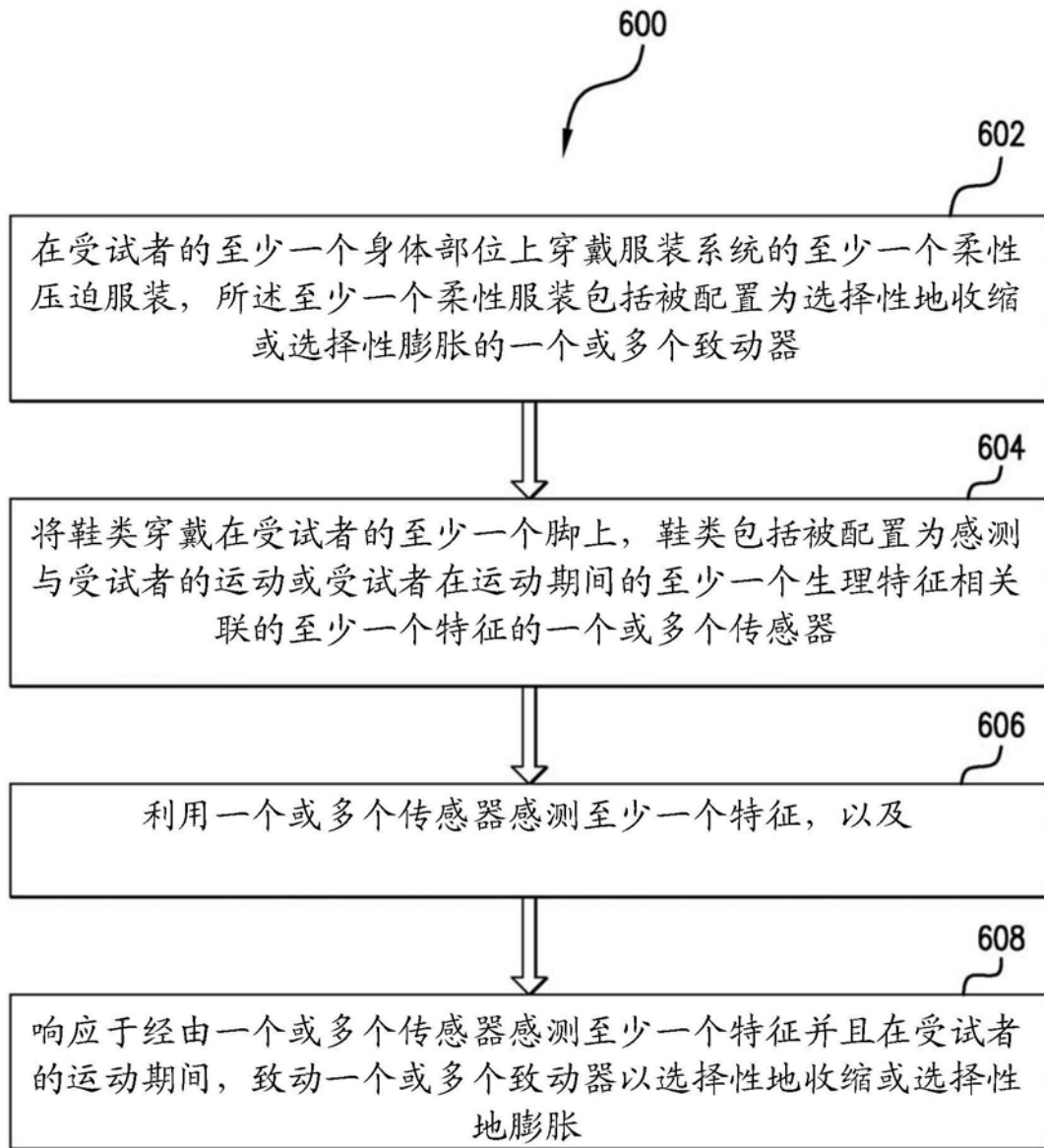


图6

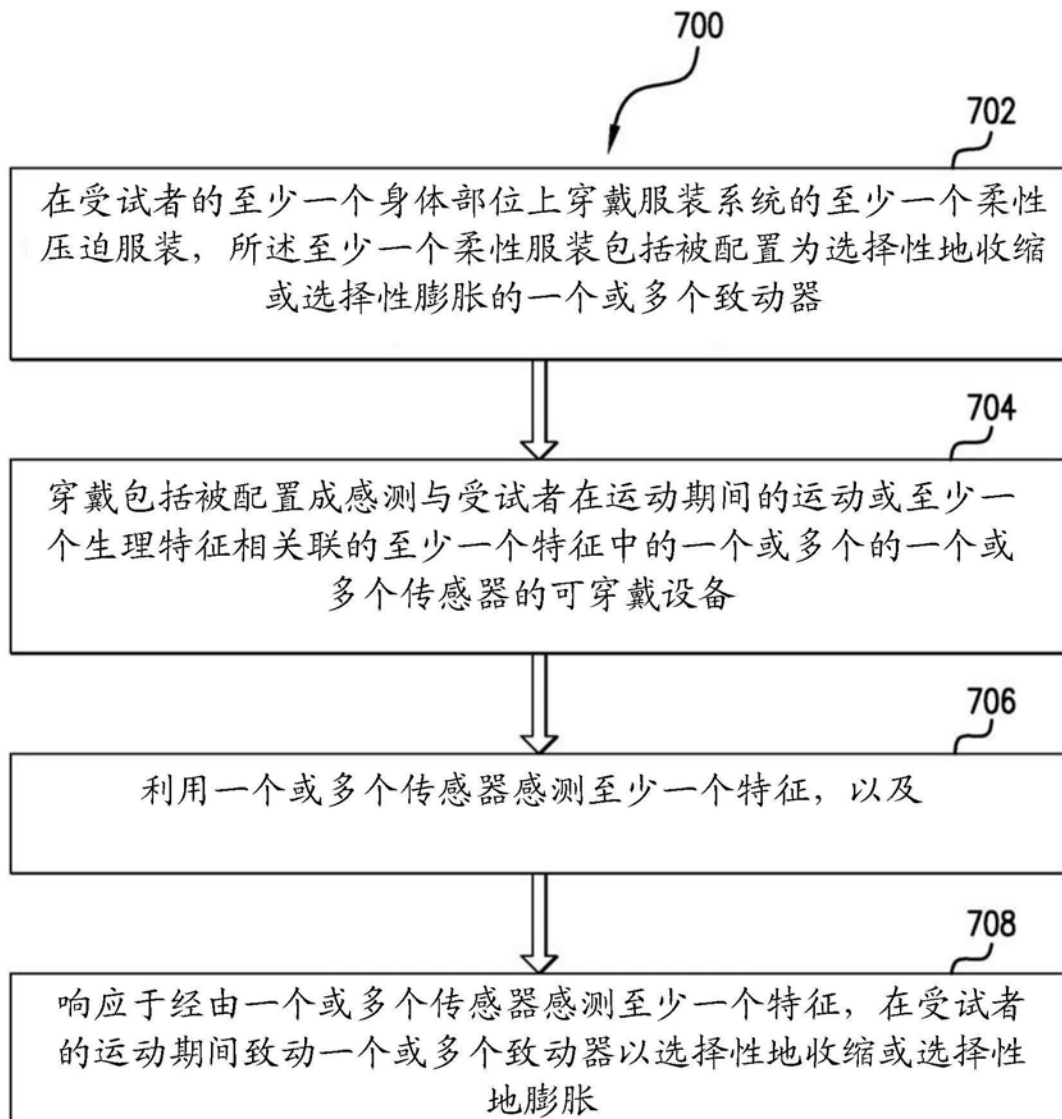


图7

专利名称(译)	包括至少一个传感器和响应于传感器的至少一个致动器的服装系统和相关方法		
公开(公告)号	CN107205644A	公开(公告)日	2017-09-26
申请号	CN201580064917.0	申请日	2015-10-29
[标]申请(专利权)人(译)	埃尔瓦有限公司		
申请(专利权)人(译)	埃尔瓦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	埃尔瓦有限公司		
[标]发明人	罗德里克A海德 穆里尔Y伊什克瓦 乔丁T卡勒 马克斯 N 曼金 内森P米佛德 潘世昂 罗伯特C佩特罗斯基 伊丽莎白A斯威尼 克拉伦斯T特格林 尼古拉斯图尔安 洛厄尔L小伍德 维多利亚YH伍德		
发明人	罗德里克·A·海德 穆里尔·Y·伊什克瓦 乔丁·T·卡勒 马克斯·N·曼金 内森·P·米佛德 潘世昂 罗伯特·C·佩特罗斯基 伊丽莎白·A·斯威尼 克拉伦斯·T·特格林 尼古拉斯·图尔安 雅罗斯拉夫·A·乌尔朱莫夫 洛厄尔·L·小伍德 维多利亚·Y·H·伍德		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/11 G06F19/00		
CPC分类号	A41D2600/10 A61B5/11 A61B5/1107 A61B5/1118 A61B5/112 A61B5/4519 A61B5/4528 A61B5/4836 A61B5/6804 A61B5/6807 A61B5/6828 A61H9/0092 A61H2201/1604 A61H2201/1628 A61H2201/1635 A61H2201/164 A61H2201/165 A61H2201/5007 A61H2201/5012 A61H2201/5058 A61H2201/5064 A61H2201/5071 A61H2201/5076 A61H2201/5082 A61H2201/5084 A61H2201/5097 A61H2230/06 A61H2230/08 A61H2230/207 A61H2230/30 A61H2230/50 A61H2230/60 G01S19/19 A61F5/0102 A61F5/0109 A61F2005/0155 A61F2005/0188 G16H20/30 G16H40/67		
代理人(译)	邱晓敏		
优先权	14/529006 2014-10-30 US 14/529046 2014-10-30 US		
外部链接	Espacenet SIPO		
摘要(译)			

本文公开的实施方式涉及包括至少一个传感器和至少一个致动器的服装系统，所述至少一个致动器响应于来自所述至少一个传感器的感测反馈而操作，以使至少一个柔性压迫服装选择性地收缩或选择性地膨胀。所述至少一个柔性压迫服装对至少一个身体部位的这种选择性收缩或膨胀可以在诸如运动之类的活动或其他活动期间改善肌肉功能或关节功能。

