

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103442607 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 11

(21) 申请号 201280016645. 3

(22) 申请日 2012. 02. 07

(30) 优先权数据

61/440, 243 2011. 02. 07 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 09. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2012/024147 2012. 02. 07

(87) PCT申请的公布数据

W02012/109244 EN 2012. 08. 16

(71) 申请人 新平衡运动鞋公司

地址 美国麻萨诸塞州

(72) 发明人 E. 皮斯 K. 伦纳 G. 罗

K. B. 布莱尔 C. 沃鲁塞克

S. B. 墨菲 J-F. 富伦 K. 佩特雷卡

T. 滕布雷克

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 原绍辉 谭祐祥

(51) Int. Cl.

A43B 3/00(2006. 01)

A63B 69/00(2006. 01)

G01C 22/00(2006. 01)

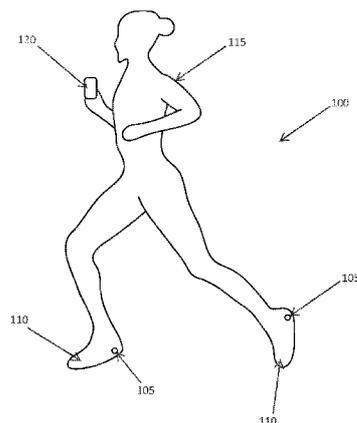
权利要求书2页 说明书17页 附图30页

(54) 发明名称

用于监视运动表现的系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于监视使用者的一个或多个运动表现特征的装置和方法。一种示例设备包括：感测单元，适于可附连到使用者的鞋(110)上，感测单元包括：第一传感器(105)，适于在使用者运动时监视使用者的脚的移动，第一传感器包括陀螺传感器；处理器件，用于基于来自第一传感器的输出来确定使用者的第一表现特征，第一表现特征包括使用者的脚在撞击地面时的脚撞击位置；以及，传送器件，用于将表示表现特征的数据包传送到远程接收器(120)。



1. 一种用于监视使用者的一个或多个运动表现特征的设备,所述设备包括:
感测单元,适于可附连到使用者的鞋上,所述感测单元包括:
 - (i) 第一传感器,适于在使用者运动时监视使用者的脚的移动,所述第一传感器包括陀螺传感器;
 - (ii) 处理器件,用于基于来自所述第一传感器的输出来确定所述使用者的第一表现特征,所述第一表现特征包括所述使用者的脚在撞击地面时的脚撞击部位;以及
 - (iii) 传送器件,用于将表示所述表现特征的数据包传送到远程接收器。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述陀螺传感器适于测量使用者的所述脚的角速度。
3. 根据权利要求1所述的设备,还包括用于下列的接收器件:(i)接收从所述感测单元传送的数据包,和(ii)将表示所述表现特征的信息传达到所述使用者。
4. 根据权利要求3所述的设备,其中,所述用于向所述使用者传达信息的手段包括视觉信号、听觉信号或触觉信号中的至少一个。
5. 根据权利要求2所述的设备,其中,所述信息基本上实时地传达到所述使用者。
6. 根据权利要求2所述的设备,其中,所述接收器件包括至少一个远程使用者反馈装置。
7. 根据权利要求6所述的设备,其中,所述远程使用者反馈装置选自包括下列的组:手表、可分离的条带、移动电话、听筒、手持反馈装置、膝上型计算机、头戴式反馈装置或台式个人计算机。
8. 根据权利要求2所述的设备,其中,所述接收器件包括用于控制远程使用者反馈装置的至少一个功能的器件。
9. 根据权利要求2所述的设备,其中,所述感测单元和所述接收器件中的至少一个包括用于存储与所述第一表现特征有关的数据的器件。
10. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述用于确定所述使用者的表现特征的器件包括微处理器。
11. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述感测单元包括适于容纳所述第一传感器、所述处理器件和所述传送器件的外壳单元。
12. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述外壳单元适于可释放地可附连到所述使用者的鞋。
13. 根据权利要求12所述的设备,其中,所述外壳单元适于可释放地可附连到所述鞋的紧固部或脚跟部中的至少一个。
14. 根据权利要求1所述的设备,还包括:用于确定所述使用者的至少一个第二表现特征的器件。
15. 根据权利要求14所述的设备,其中,所述至少一个第二表现特征的确定是基于来自所述第一传感器的输出。
16. 根据权利要求14所述的设备,其中,所述至少一个第二表现特征的确定是基于来自至少一个第二传感器的输出。
17. 根据权利要求16所述的设备,其中,所述至少一个第二传感器选自包括下列的组:加速度计、压力传感器、力传感器、温度传感器、化学传感器、全球定位系统、压电传感器、旋

转位置传感器、陀螺传感器、心率传感器和角度计。

18. 根据权利要求 14 所述的设备,其中,所述至少一个第二表现特征包括下列中的至少一个:步调、姿势、倾斜、速度、行进的距离或使用者的心率。

19. 根据权利要求 1 所述的设备,其中,所述处理器件包括在脚撞击事件期间局部最大角速度测量与局部最小角速度测量的比较。

20. 根据权利要求 19 所述的设备,其中,所述处理器件包括将脚撞击事件期间的所述局部最小角速度测量除以脚撞击事件期间的所述局部最大角速度测量,并且比较所得到的计算值与至少一个预定比较值。

21. 根据权利要求 1 所述的设备,其中,所述处理器件包括在脚撞击事件期间的测量的角速度数据的积分。

22. 一种用于监视使用者的一个或多个运动表现特征的方法,所述方法包括以下步骤:

提供感测单元,适于可附连到使用者的鞋上,所述感测单元包括:

(i) 第一传感器,适于在使用者运动时监视使用者脚的移动,所述第一传感器包括陀螺传感器;

(ii) 处理器件,用于基于来自所述第一传感器的输出来确定所述使用者的第一表现特征,所述第一表现特征包括所述使用者的脚在撞击地面时的脚撞击位置;以及

(ii) 传送器件,用于将表示所述表现特征的数据包传送到远程接收器;以及

提供接收器件,用于接收从所述感测单元传送的数据包并且向所述使用者传达表示所述表现特征的信息。

23. 根据权利要求 22 所述的方法,其中,所述信息基本上实时地传达给所述使用者。

用于监视运动表现的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

本申请主张保护在 2011 年 2 月 7 日提交的美国临时专利申请序列号 61/440, 243 的优先权和权益, 其公开内容以其全文引用的方式合并到本文中。

技术领域

[0002] 本发明大体而言涉及运动器械的领域, 并且更特定而言涉及用于向跑步者提供训练信息的系统和方法。

背景技术

[0003] 存在用于向跑步者提供基本训练信息的多种装置。例如, 使用可夹到例如工作服上的传感器来测量并且记录跑步者的心率、速度、距离和 / 或步频(stride rate)的系统已由德国 Herzogenaurach 的阿迪达斯公司制造。同样, Oregon 州 Beaverton 的 Nike 公司已生产了测量并且记录走路或跑步的距离和步速的装置。这样的装置常常包括附连或嵌入于鞋中的小加速度计, 其与接收装置(例如, 腕带, 或被插塞或嵌入于移动电话内的接收器)通信。该装置和接收器允许使用者跟踪训练跑步的距离、时间和步速, 在训练跑步期间通过音频反馈将信息提供给使用者和 / 或进行记录以用于后来分析。还存在通过利用移动电话的 GPS(“全球定位系统”)测量和记录训练跑步的训练信息诸如距离、时间和步速的系统, 而不需要在鞋中的传感器。

[0004] 但是, 这些系统仅提供例如与跑步者行进的速度和距离有关的基本训练信息, 并且不能提供可用于改进跑步者的实际跑姿和技术的任何详细的生物反馈信息。因此, 仍存在对于能在训练项目期间和之后向运动员提供详细训练信息以辅助改进它们跑姿的系统和方法的需要。

发明内容

[0005] 本发明针对于用于监视使用者的一个或多个运动表现特征和 / 或向使用者提供生物反馈信息以辅助训练使用者以更好形式(例如以改进的脚撞击)跑步的新颖系统、方法和装置。

[0006] 本发明的一方面包括一种用于监视使用者的一个或多个运动表现特征的设备, 该设备包括适于可附连到使用者的鞋上的感测单元。感测单元包括: 第一传感器, 诸如陀螺传感器, 适于在使用者运动时监视使用者的脚移动; 处理器件, 用于确定使用者的第一表现特征, 诸如所述使用者的脚在撞击地面时的脚撞击部位; 以及, 传送器件, 用于将表示表现特征的数据包传送到远程接收器。陀螺传感器可适于测量使用者脚的角速度。用于确定使用者的表现特征的器件可包括微处理器。

[0007] 在一实施例中, 该设备还包括接收器件, 用于接收从感测单元传送的数据包并且向使用者传达表示表现特征的信息。用于向使用者传达信息的手段可包括或者基本上由下列组成: 视觉信号、听觉信号和 / 或触觉信号(例如, 振动)中的至少一个。信息可基本上

实时地传达到使用者和 / 或存储于例如感测单元和 / 或接收器件内用于在后来传达给使用者和 / 或用于进一步分析。

[0008] 接收器件可包括一个或多个远程使用者反馈装置, 诸如 (但不限于) 手表、可分离的条带、移动电话、听筒、手持反馈装置、膝上型计算机、头戴式反馈装置 (例如, 帽舌或帽子) 和 / 或台式个人计算机。作为替代或作为补充, 接收器件可包括软件应用和 / 或硬件 (例如适配器) 用于控制诸如移动电话这样的远程使用者反馈装置的至少一个功能。

[0009] 在一实施例中, 感测单元包括适于容纳第一传感器、处理器件和传送器件的外壳单元。外壳单元可适于可释放地附连到鞋底和 / 或使用者的鞋的上部, 或者固定地附连到或嵌入于鞋的上部和 / 或鞋底, 在一实施例中, 外壳单元可释放地附连到鞋的紧固部 (例如, 鞋带部) 或鞋的脚跟部中的至少一个。

[0010] 该设备可包括用于确定使用者的至少一个第二表现特征的器件, 其可基于来自第一传感器的输出和 / 或基于来自一个或多个第二传感器的输出。(多个) 第二传感器可包括, 或者基本上由下列组成: 一个或多个加速度计、压力传感器、力传感器、温度传感器、化学传感器、全球定位系统、压电传感器、旋转位置传感器、陀螺传感器、心率传感器和 / 或角度计。其它传感器, 诸如, 但不限于心电图传感器、皮肤电图 (electrodermograph) 传感器、脑电图传感器、肌电图传感器、反馈体温计传感器、光体积描记器传感器和 / 或呼吸描记器传感器也可用于本发明的各种实施例中。至少一个第二表现特征可包括或基本上由下列组成: 使用者的步调 / 节奏、姿势、倾斜、速度、行进距离和 / 或心律中的至少一个。

[0011] 在一实施例中, 处理器件包括在脚撞击事件期间 (例如, 在脚与地面之间即将初始接触之前、初始接触时和 / 或初始接触后的短暂时段) 将局部最大角速度测量与局部最小角速度测量进行的对比。例如, 处理测量的数据可包括或者基本上由下列组成: 将脚撞击事件期间的局部最小角速度测量除以在脚撞击事件期间局部最大角速度测量, 并且比较所得到的计算值与至少一个预定比较值来判断是否已发生脚跟撞击、中脚撞击或者前脚撞击。作为替代或作为补充, 处理器件可包括取得脚撞击事件期间的测量角速度数据的积分、并且比较脚撞击事件期间积分的正角速度结果与积分负角速度结果。

[0012] 本发明的另一方面包括一种用于监视使用者的一个或多个运动表现特征的方法, 该方法包括提供适于可附连到使用者的鞋上的感测单元。该感测单元可包括: 第一传感器, 诸如陀螺传感器, 其适于在使用者运动时监视使用者的脚的移动; 处理器件, 用于确定使用者的第一表现特征, 诸如使用者的脚在撞击地面时的脚撞击部位; 以及, 传送器件, 用于将表示表现特征的数据包传送到远程接收器。该方法还包括: 提供接收器件, 用于接收从感测单元传送的数据包并且向使用者传达表示表现特征的信息。在一实施例中, 该方法允许基本上实时地将信息传达给使用者。

[0013] 在本文中所公开的本发明的这些和其它目的以及优点和特征将通过参考以下描述、附图和权利要求而变得更显然。而且, 应了解本文所描述的各种实施例的特征并非相互排斥的并且可以以各种组合和置换存在。

附图说明

[0014] 在附图中, 相似的附图标记通常指代所有不同视图中相似的零件。而且, 附图未必按照比例绘制, 替代地通常重点放在说明本发明的原理上。在下文的描述中, 参考附图来描

述本发明的各种实施例,在附图中:

图 1 为根据本发明的一实施例由跑步者穿戴的生物反馈系统的示意透视图;

图 2 为根据本发明的一实施例的鞋的示意侧视图,其具有嵌入于其中的前脚传感器和脚跟传感器;

图 3 为根据本发明的一实施例的鞋的示意侧视图,其具有嵌入于其中的中脚传感器;

图 4 为根据本发明的一实施例的鞋的示意侧视图,其具有嵌入于其中的多个传感器;

图 5 为根据本发明的一实施例的鞋的示意平面图,其具有嵌入于其中的传感器阵列;

图 6 为根据本发明的一实施例的另一鞋的示意平面图,其具有嵌入于其中的传感器阵列;

图 7 为根据本发明的一实施例的鞋的示意平面图,具有插入于鞋底内的传感器保持插件;

图 8 为根据本发明的一实施例的鞋底的示意平面图,具有中脚传感器垫和脚跟传感器垫;

图 9 为根据本发明的一实施例的鞋底的示意平面图,具有前脚传感器垫、中脚传感器垫和脚跟传感器垫;

图 10 为根据本发明的一实施例的鞋的示意侧视图,具有在鞋带部处联接到鞋的传感器保持插件;

图 11 为根据本发明的一实施例的鞋的示意侧视图,具有联接到上部的传感器;

图 12 为根据本发明的一实施例用于向运动员提供生物反馈信息的系统的示意图;

图 13 为根据本发明的一实施例用于提供运动员的生物反馈信息的另一系统的示意图;

图 14 为根据本发明的一实施例用于提供运动员的生物反馈信息的又一系统的示意图;

图 15 至图 19 为根据本发明的一实施例由跑步者穿戴的各种生物反馈系统的示意图;

图 20 为根据本发明的一实施例的生物反馈系统的手持反馈装置的示意透视图;

图 21 为根据本发明的一实施例定位于鞋的鞋带部上的生物反馈系统的传感器吊舱的示意侧视图;

图 22 为图 21 的吊舱的透视图;

图 23 为根据本发明的一实施例定位于鞋的脚跟部上的生物反馈系统的传感器吊舱的示意侧视图;

图 24 为图 23 的吊舱的透视图;

图 25 为根据本发明的一实施例用于生物反馈系统的陀螺传感器的方位轴线的示意透视图;

图 26 为根据本发明的一实施例来自用于脚跟撞击跑步方式的陀螺传感器的角速度数据的曲线图;

图 27 为根据本发明的一实施例来自用于中脚撞击跑步方式的陀螺传感器的角速度数据的曲线图;

图 28 为根据本发明的一实施例用于陀螺传感器的复位触发器的数据的曲线图;

图 29 为根据本发明的一实施例用于跑步者的脚撞击部位的各种数据表现手段的示意

图;以及

图 30a 至 33c 为根据本发明的一实施例用于生物反馈系统的传感器吊舱的各种附连机构的示意图。

具体实施方式

[0015] 本发明大体而言涉及改进的生物反馈系统和相关方法,用于训练使用者(例如,跑步者或其它运动员)以改进的跑姿或技术来跑步。本发明可由所有技术水平的跑步者或其他运动员从专业运动员到初学者和偶尔慢跑者利用,通过将一或多个传感器放置于跑步者的身体上(例如在一个或多个鞋和/或服饰中的一个或多个上或中),本文所描述的系统和方法可用作辅导工具以在运动活动期间提供基本上瞬间的反馈和辅导,并且也存储信息用于在跑步后评估和进一步处理。

[0016] 促进更好的跑姿可有益于跑步者,这是由于许多原因,包括(但不限于)改进的跑步效率(由此改善表现)和减少受伤的风险。一般而言,辅导可为用以促进适当跑姿并且防止跑步者受伤的重要方式。但是大部分跑步者(包括许多大学生和甚至某些职业跑步者)关于如何以适当跑姿跑步从未给予任何或大量训练。因此,许多跑步者并未意识到他们跑姿问题(例如,不当的脚撞击位置或者跑步方式,其中跑步者右脚与其左脚不同地接触地面),这可能会显著地影响到他们的跑步效率并且使得他们更倾向于受伤。

[0017] 在辅导期间利用高速摄像机可向跑步者提供某些反馈来辅助改进跑姿。但是,不仅大部分运动员不能充分接近利用这种技术的专业辅导以提供任何实质性指导来训练他们以改进的跑姿来跑步,但这样的辅导即使可能得到,可为昂贵的并且耗时的。此外,观看运动员跑步的视频并未提供可由运动员在跑步期间使用的瞬间反馈。虽然技术已用于向跑步者提供某些瞬间反馈,诸如速度、行进的距离、心率和在跑步期间燃烧的卡路里,由这些系统提供的信息并未产生可用于给予跑步者实质性训练的关于适当跑姿的生物反馈信息。本文所描述的发明通过提供用于测量、传送、存储、分析和/或传达可瞬间或基本上瞬间用于在跑步期间和/或跑步之后提供运动员良好跑姿的实质性生物反馈数据的改进的系统和相关的方法来解决这个问题。

[0018] 用于训练运动员以适当跑姿跑步的生物反馈信息包括(但不限于)脚撞击位置、步调、姿势和倾斜信息。这样的信息可用于分析跑步者的技术和跑步特性,并且识别可由跑步者在训练期间调整以改进一个或多个表现特征参数。运动员良好的跑姿可包括诸如(但不限于)下列的要素:快速步幅、中脚撞击部位和良好姿势。这些要素可增加效率和跑步容易性同时减小了在跑步者上可能导致扭伤和其它损伤的应力。相比而言,在未经训练的运动员中常见的较差的跑姿可包括诸如下列的要素,诸如步幅过大、强烈的脚跟撞击和较差的姿势。这些较差的跑步要素可例如对膝盖产生过大应力可能导致跑步者膝盖或髌股疼痛综合征或其它损伤。

[0019] 跑步者的姿势涉及在跑步期间跑步者身体的姿态/举止。可例如通过站直和昂首并且凝视正前方而实现良好的姿势(通常直立姿势)。

[0020] 跑步者的步调(即,每分钟脚撞击次数)在确保良好跑姿方面可为重要的,在一实施例中,每分钟约 180 次脚撞击的步调可为最佳的以防止步幅太大并且确保适当跑姿,无论跑步者的步速如何。在替代实施例中,可使用更高或更低步调,例如取决于使用者的具

体生理机能、年龄和 / 或目的。

[0021] 可利用跑步者的倾斜来通过有利地利用重力来减小对于过量肌肉力的需要来辅助向前运动。在一实施例中,可通过利用包括在身体的整个长度上向前倾斜而不使腰部弯曲和通过在脚踝处挠曲以减小由足尖离地所造成的不必要的肌肉扭伤的跑步方式来实现改进的倾斜。

[0022] 脚撞击部位(即,在每步期间与地面初始冲击时在脚底上的部位)可在促进良好的跑姿方面极为重要。具有中脚撞击步态的跑步者在跑步步态循环期间在脚上的压力分布不同于采用脚跟撞击步态的跑步者。此外,使用中脚撞击步态的跑步者的下肢执行的机械工作在关节上的分布不同于采用脚跟撞击步态的跑步者。具有中脚撞击步态的跑步者在初始冲击时主要将压力分布于外侧中脚和前脚区域中并且在初始冲击之后表现出更多的脚踝屈伸(背屈)。具有脚跟撞击步态的跑步者在初始冲击时主要将压力分布于外侧脚跟中并且通常在冲击之后并不表现出这样的脚踝屈伸。因此,脚跟撞击者倾向于将更大应力放置于其膝盖上,这可能会导致损伤,例如跑步者膝盖/髌股疼痛综合征。因此,后脚/脚跟撞击者可能具有比中脚撞击者更低效率的跑步步态,脚跟撞击和步幅过大常常造成减速。有益于中脚撞击步态的示例被描述于美国专利公告 No. 2009-0145005 中,其公开以其全文引用的方式合并到本文中。此外,中脚撞击步态可提供比显著的前脚跑步步态(其可例如造成小腿扭伤和脚踵扭伤)更优越的跑姿。本发明的一实施例可包括使用一个或多个传感器来确定在每一步中与地面初始冲击的脚底上的部位和 / 或在初始冲击时确定脚相对于地面的角度(其可用于确定脚撞击部位)。

[0023] 本发明的一实施例包括用于向跑步者 115 提供生物反馈信息以用于改进跑姿的系统 100。如图 1 所示,该系统 100 包括附连到(例如,嵌入于,固定地联接到,或可释放地联接到)跑步者 115 的鞋 110 的一部分以在体育活动(例如,跑步)期间测量一个或多个数据条件 / 表现特征的一个或多个传感器 105。该系统 100 还包括用于从(多个)传感器 105 接收数据和基于对所收集的数据的分析向跑步者传达信息的一个或多个远程接收系统 120。所收集的数据的分析可在位于鞋 110 中的处理器、远程接收系统 120 和 / 或单独的分析单元(例如,个人计算)中执行。一个或多个传感器 105 可放置于跑步者 115 的每个鞋 110 中,或者跑步者 115 的仅单只鞋 110 中。

[0024] (多个)传感器可一体地嵌入于鞋中并且例如在鞋底的一个或多个部分内(例如,外底、中底或内底)。一个或多个传感器也可一体地嵌入于鞋的上部的一个或多个部分内,在另一实施例中,一个或多个传感器可被可释放地附连到底的一部分上和 / 或鞋的上部中。例如,传感器单元可适于夹到鞋上部的一部分(例如,鞋的外网层或者鞋的鞋带部段)上和 / 或可释放地附连到鞋底的一部分上。(多个)传感器可通过任何适当附连元件可释放地附连,包括(但不限于)钩环紧固(例如, Velcro®)、夹子、销、鞋带、磁性元件和 / 或粘合剂。

[0025] 可在运动活动期间利用各种传感器来测量一个或多个数据条件。示例传感器包括(但不限于)机械反馈装置(例如,可缩回的销,其在地面接触时缩回以测量并且指示地面接触和 / 或与其相关联的力,或者销或在脚撞击期间向使用者提供触觉感觉的其它结构)、加速度计、压电传感器、旋转位置传感器、陀螺传感器、温度传感器、化学传感器(例如,用于测量氧气水平的传感器)、GPS 装置、压力传感器(例如,压力换能器)、力传感器

(例如,测压仪、力换能器、或应力/应变传感器)和/或角度计。示例压力/力传感器包括(但不限于)电阻、电容、基于阻抗的和/或压电传感器。传感器可测量在局部位置的数据条件和/或为适于在延伸的区域上测量数据条件(例如,压力和/或力)的条或垫。在各种实施例中,可使用其它电磁、机械和/或光学传感器,作为上文所列出的传感器的补充或替代。

[0026] 一个或多个传感器可放置于鞋上的任何适当部位和例如在鞋底的前脚部、中脚部和/或脚跟部和/或上部内。在一实施例中,如图2所示,鞋110包括位于鞋110的前脚部117中的前脚传感器105和位于鞋110的脚跟部112内的脚跟传感器105。传感器可定位于鞋110的其它部位,作为前脚部117和脚跟部122的补充或替代。例如,一个或多个中脚传感器105可位于鞋110的中脚部125,如图3所示。各个传感器105可定位于鞋110的鞋底120内或上方(例如,在鞋的中底中的腔内,或者在鞋的内底位置)和/或定位于鞋110上部135内或上。

[0027] 在一实施例中,多个传感器105(即,传感器阵列)定位于沿着鞋110长度的各个部位或者其一部分,如图4所示。传感器105可定位于基本上沿着底130的中心轴线140的多个部位,或者在沿着鞋130的中侧145和/或外侧150的多个部位处,如图6所示。任何适当数量的传感器105可定位于鞋110底130长度上的任何适当部位,具有嵌入于或可释放地附连到底130的外底、中底和/或内底的传感器105,取决于被测量的具体数据和跑步特征。在一实施例中,传感器105中的一个或多个可暴露于底130的外表面上。作为替代或作为补充,传感器105中的一个或多个可嵌入于鞋底130内。

[0028] 在一实施例中,一个或多个传感器105可放置于可移除的插件内,可移除的插件可定位于鞋内侧,例如作为可移除的内底或者作为适于装配到在鞋底的一部分或上部(例如在插舌袋的脚跟袋中)内形成的腔或袋内。例如,鞋110可形成为具有底部130,底部130具有适于可释放地接纳插件175的腔170,插件175中保持一个或多个传感器105,如图7所示。腔可包括适于在操作期间覆盖并且保护插件的覆盖部。腔170或多个腔可放置于鞋110的前脚部117、中脚部125和/或脚跟部122内的任何部位。在各种实施例中,腔170可从鞋内部接近,如图7所示,或者通过在鞋110的外底130的外表面中的开口接近。

[0029] 在一实施例中,一个或多个传感器垫或条可固结到或嵌入于鞋110的鞋底130内。例如,图8示出了鞋130具有沿着底130的外侧150定位于脚跟部122处的脚跟传感器垫180,具有沿着底130的外侧150定位于中脚部125处的中脚传感器垫185。传感器垫或条可沿着底的中侧、外侧和/或中部定位,或者横跨鞋宽度,或其一部分。例如,图9示出了鞋底130具有沿着底130的外侧150位于中脚部125处的中脚传感器垫185,但也具有横跨脚跟部122宽度的脚跟传感器垫190以及横跨前脚部117的前脚传感器垫195。

[0030] 在各种实施例中,传感器垫和/或条可定位于鞋底的任何部分上。传感器垫或条可嵌入于外底、中底和/或内底中,或者定位于底的邻接层之间。替代地,传感器垫或条可定位于可移除的插件(例如,可移除的内底)中,可移除的插件能放置于鞋内或者附连到鞋的外部、地面接触表面上。

[0031] 替代地,一个或多个传感器105可放置于插件160内,插件160可在鞋带部165处可释放地附连到鞋110,如图10所示,或者在鞋110的上部135的一个或多个部分,如图11所示。

[0032] 传感器 105 可用于在跑步期间测量在地面上的每个脚的每次脚撞击的部位和分布和 / 或在跑步期间施加到脚的各个部分上的力和 / 或压力。可处理测量的数据以产生生物反馈信息,生物反馈信息可用于训练跑步者以更高效并且更安全的脚撞击部位来跑步,例如通过中脚撞击。可处理数据并且将数据瞬间或基本上瞬间传达给跑步者以在跑步期间给予跑步者即刻反馈。数据也可存储和用于在完成跑步后生成平均和时间相关性结果,由此向跑步者和 / 或教练提供跑步者在跑步过程中的表现的完全分析。

[0033] 传感器 105 也可通过记录在每次脚撞击之间的时间用于测量跑步者在跑步期间的步调,作为脚撞击信息的补充或替代。同样,可处理所测量的数据并且在瞬间或基本上瞬间传达给跑步者以在跑步期间给予跑步者即刻反馈和 / 或被存储和用于在跑步完成后生成平均和时间相关性结果。

[0034] 在一示例实施例中,鞋 110 可包括传感器 105,传感器 105 包括位于鞋 110 底中的和例如脚跟部处的机械反馈装置(例如,销)。从传感器 105 测量和传送的数据可用于判断跑步者的脚跟何时与地面接触,由此产生可用于向跑步者提供关于其步态的更好认识的信息。

[0035] 本发明的一实施例包括定位于鞋 110 底 130 的上部 135 中或上的一个或多个传感器 205(在上文中关于传感器 105 所描述)以测量可用于确定在跑步期间确定跑步者的姿势和 / 或倾斜的数据。例如,一个或多个传感器 205(例如,角度计)可固定地嵌入或可释放地附连到鞋 110 的上部 135 以测量数据,可处理数据以提供与跑步者的姿势和 / 或倾斜有关的生物反馈信息,如图 11 所示。传感器 205 可单独于或者与用于测量脚撞击和 / 或步调的传感器 105 协调地操作。在一实施例中,传感器 205 可使用与传感器 105 所用的相同的传送器将数据传达到远程接收器。替代地,传感器 205 可利用单独的传送器。在替代实施例中,用于测量使用者的姿势和 / 或倾斜的传感器可定位于使用者身体的其它部位(例如,使用者的脚踝、腿、腰部、手臂或胸部)。

[0036] 在一实施例中,一个或多个传感器可嵌入于或可释放地附连到跑步者可穿的衣服上。作为替代或补充,一个或多个传感器可安装于可由跑步者穿戴的条带上,或者通过皮肤敏感的粘合剂或胶带而可移除地固定到跑步者的一部分上。这些传感器可作为在鞋上的传感器的补充或替代用于提供与跑步者的表现特征有关的生物反馈信息。

[0037] 除了提供与跑步者适当跑姿(例如,脚撞击、步调、姿势和 / 或倾斜信息)相关的生物反馈信息之外,本文所描述的系统可包括传感器,用于测量与跑步者表现相关的其它参数,包括(但不限于)距离、步速、时间、燃烧的卡路里、心率、每分钟的呼吸、血乳酸盐水平和 / 或肌肉活动(EMG)。例如,测量血乳酸盐水平可用于确定在长跑的跑步者和其它运动员中的乳酸盐阈值数据。

[0038] 在各种实施例中,传感器 105、205 可由联接到传感器 105、205 的一个或多个电池元件供电。电池可为一次性的、可替换的电池或者为可再充电的电池。可再充电的电池可通过任何适当手段再充电。替代地,传感器 105、205 可利用跑步者的生物化学作用来供电。

[0039] 传感器 105、205 可联接到一个或多个传送器用于将测量的数据传送到远程接收器。传送器可包括或基本上由下列组成:无线传送器和更特别地射频传送器和 / 或红外传送器。例如,传送器可为适于经由蓝牙®、蓝牙®低能量和 / 或 ANT 或 ANT+ 协议传送短波无线电传送的无线电传送器。在一实施例中,该系统可包括传送系统,其能够根据多个传送协

议进行传送,由此允许该装置与多个不同的接收系统通信。在一实施例中,传送器也能接收从远程源传送的信息。这条信息可用于例如开/关所述传感器,校准所述传感器和/或控制所述感测系统的一个或多个功能。

[0040] 由(多个)鞋中或鞋上的传感器所测量的数据可传送到远程接收系统用于记录和/或分析。在图 12 中示出了用于提供生物反馈信息的示例系统 300,其包括感测单元 305 和接收/分析单元 310。感测单元 305 可包括元件,例如但不限于,一个或多个传感器 315、电源 320 和传送/接收元件 325。感测单元 305 可定位于鞋中或鞋上和/或衣服上(如本文中所述的那样)。远程接收单元 310 可包括诸如(但不限于)下列的元件:传送/接收元件 330,用于接收从感测单元 305 传送的数据;远程使用者反馈元件 335,用于接收数据;存储单元 340,用于存储原始和/或分析的数据;通信元件 345(例如,视觉显示器,诸如图形使用者界面(GUI)、听觉通信元件、和/或触觉使用者界面)用于将从分析数据确定的生物反馈信息传达给运动员;以及,电源 350。传送/接收元件 330 也可用于与远程数据库例如在线数据库相通信,由此允许将生物反馈信息传送到远程数据库并且允许生物反馈信息、训练指令、软件更新或其它数字信息从远程数据库传送到接收/分析单元 310。

[0041] 在图 13 中示出了用于提供生物反馈信息的另一示例系统 300。在此实施例中,感测单元 305 额外地包括分析元件 335 和存储单元 360。将分析元件 335 和存储单元 360 包括于感测单元 305 中允许在感测单元 305 中执行对来自一个或多个传感器 315 的原始数据的初始处理,其中原始和/或分析的数据存储于感测单元 305 内的存储装置 360 内。因此,仅处理的数据或表示处理的数据的小信息包需要从感测单元 305 传送到远程使用者反馈元件 335,由此减小了需要在装置之间传送的信息量以便向使用者提供实时反馈。这继而减小了对电源 320、350 的消耗,由此延长了系统 300 的运行时间和效率。此外,在感测单元 305 内存储原始和/或处理的数据允许将数据下载到分析装置(例如,计算机)内用于在完成跑步后做进一步处理,无论在跑步期间远程使用者反馈元件 355 是否接收到数据。

[0042] 远程接收单元 310 可例如为手表、便携式媒体播放器(例如,但不限于 Apple 公司 iPod®)、适于由使用者穿戴的定制接收单元(例如,附连到可分离的条带上或者适于装配于使用者衣服的口袋里)、移动电话或智能电话(例如,但不限于 Apple 公司 iPhone® 或 Research In Motion 公司的 Blackberry®)、便携式 GPS 装置、听筒和/或头饰物品(例如,帽、帽舌、太阳镜等)。作为替代或作为补充,远程接收器可为膝上型计算机、平板计算机、台式个人计算机和/或运动训练系统(例如,踏车)。在一实施例中,传送/接收元件 330 可为适于插塞到智能电话或计算机内以允许在感测单元 305 与接收/分析单元 310 之间通信的单独的单元(例如,适配器,即允许两个远程装置通信的硬件或软件“钥匙”)。

[0043] 生物反馈信息可通过听觉、光学和/或触觉(例如,振动)信号传达给跑步者。听觉信号可例如通过扬声器(例如,在鞋内的小扬声器、感测单元和/或接收装置)传达和/或在由运动员穿戴的听筒或耳机中传达。光学信号可例如通过在接收装置上的视觉显示器(例如,在智能电话屏幕上的视觉显示器)或者通过一个或多个光学传送器(例如但不限于发光二极管(LED光源)联接到跑步者的鞋和/或附连到由跑步者所穿戴的服饰或条带上的光学传送器传达。振动信号可通过在接收器内和/或在鞋内或附连到鞋的振动引起元件而传达给跑步者。

[0044] 通过分析来自(多个)传感器的测量的数据而生成的生物反馈信息可以以任何

适当听觉形式而传回给运动员,例如但不限于,语音命令和 / 或警告信号。例如,信息可经由软件生成的语音通信而传达,向跑步者提供信息和 / 或指令(例如,“你正用你的脚跟跑步”,“你的步调太低”等)。作为替代或作为补充,听觉信号可包括滴答声、嘟嘟声或其它简单的信号,其可在如果跑步者的跑姿并不符合特定要求的情况下向跑步者提供警告和 / 或如果他们的跑姿符合所需参数则提供积极的信号。这样的简单的听觉信号也可用于提供定时信息(类似于节拍器)以在跑步期间给予使用者目标步调。作为补充或作为替代,听觉信号可包括根据使用者的实际步调相对于目标步调,向使用者播放的乐曲的音调或速度的变化。通过提供这样的实际上实时的反馈,运动员能在跑步期间对他们的步态做出快速调整。

[0045] 在各种实施例中,生物反馈信息可自动地传达给运动员,通过来自跑步者的提示而传达(例如,通过起始在接收器中的命令),和 / 或在设定的时段作为总结报告而传达(例如在设定距离或经过的时段结束时,运动员可接收关于经过的最后一里和 / 或经过整个距离的他 / 她的表现的总结的生物反馈信息,例如“在过去的一里中你有 20% 的时间用脚跟跑步”)。

[0046] 本发明的一实施例可包括具有一个或多个传感器的系统,这一个或多个传感器放置于跑步者的鞋内以记录脚撞击。这条信息转换为听觉信号,通过嵌入于或附连于跑步者的鞋上的小扬声器来做出这种听觉信号。因此,在此实施例中,将会需要单独接收 / 通信单元来向跑步者提供反馈。

[0047] 作为提供实时生物反馈信息的补充或替代,信息可由系统存储以用于运动员和 / 或教练做出进一步分析。这条信息可例如用于向运动员提供关于其跑步历史和每次跑步期间其表现的信息。在一实施例中,生物反馈系统仅将来自(多个)传感器的数据存储为简单的原始数据,在完成其跑步后通过将原始数据下载到处理单元来执行数据的处理和分析。这可有利的例如最小化由运动员在跑步期间执行的实际生物反馈系统的大小、重量和 / 或成本,而同时在完成跑步时仍允许将数据的详细分析传达给运动员和 / 或教练。

[0048] 处理的数据可也可上传到用于在线社区的共享的计算机驱动器或存储驱动器(例如,云计算系统),由此允许信息或其部分由教练和 / 或同伴运动员远程检阅。在一实施例中,由一个或多个应用软件程序(“Apps”)来执行对从传感器传送的数据的处理和分析,应用软件程序(“Apps”)可下载到智能电话或其它电子装置内。这样的“Apps”可被编程以分析数据并且以任何适当方式提供生物反馈信息,取决于运动员的具体训练要求。

[0049] 在图 14 中示出了示例系统 400,其用于监视使用者的一个或多个运动表现特征,提供与(多个)表现特征有关的实时生物反馈信息和 / 或将与表现特征相关联的数据下载到计算机 455。在此实施例中,感测单元 405 适于可释放地或固定地附连到使用者的身体部分和例如使用者的鞋上。感测单元 405 可包括一个或多个感测元件(例如,陀螺传感器、加速度计等)用于在例如跑步等运动活动期间监视使用者的一个或多个运动表现特征。感测单元 405 也可包括诸如(但不限于)下列的元件:一个或多个电源(例如,可再充电或可替换的电池)、处理 / 分析单元(例如,微处理器)、存储器、RF 传送和 / 或接收单元和 / 或对接触件 460 以允许感测单元 405 与另一装置对接。与另一装置对接可例如允许将测量的数据(原始和 / 或处理的数据)从感测单元 405 转移到分析装置(例如,计算机),将软件应用、指令、更新或设置(例如,固件推送(firmware push))从分析装置传送给感测单元

405,和 / 或对感测单元 405 再充电。对接接触件 460 可包括用于将感测单元 405 连接到接收 / 分析装置的 USB 端口或其它适当端口。

[0050] 与一个或多个表现特征有关的数据可从感测单元 405 传送 430 到一个或多个远程实时反馈 (RTF) 接收装置 410 和 / 或远程分析和存储装置 455 (例如,计算机) 用于在后来分析和长期存储。RTF 单元 410 可为本文所描述的装置中的任何装置。图 14 示出了下面这样的系统,其中智能电话 420 和 / 或手表 415 可用于向使用者提供实时反馈。与使用者的 (多个) 表现特征相关联的数据可通过任何适当的 RF 信号传送,例如 (但不限于) 蓝牙®、蓝牙® 低能量和 / 或 ANT 或 ANT+ 协议。在一实施例中,RTF 410 (例如,智能电话 420) 可与感测单元 405 直接通信,而不需要任何额外的硬件或软件。在替代实施例中,适配器 450 可用于便于在 RTF 410 与感测单元 405 之间的通信。

[0051] 在一实施例中,RTF 410 可从一个或多个感测单元 405 接收和分析信息和从除了感测单元 405 之外的其它传感器或源接收并分析数据 (例如,嵌入于或直接附连到 RTF40 上的一个或多个传感器和 / 或与 RTF 410 无线通信的一个或多个额外远程传感器单元),由此允许同时处理与使用者的多个表现特征相关联的信息。例如,RTF 可包括表现测量装置或可与表现测量装置通信,表现测量装置例如心率监视器、GPS 监视器、速度 / 距离 / 时间监视器、氧气水平监视器、呼吸速率监视器、能量使用监视器等。

[0052] 在各种实施例中,RTF 410 可与计算机 455 或其它处理 / 存储装置 (例如,云计算系统) 通过无线连接和 / 或与在处理 / 存储装置上的对接端口 460 对接以在完成跑步后允许它们之间直接通信而进行远程通信。RTF 410 可例如适于允许在 RTF 410 与感测单元 405 之间的单向或双向无线或直接“对接”连接,由此允许 RTF 410 下载软件应用、指令、更新或设置到感测单元 405 和 / 或在跑步完成后上传来自感测单元 405 的原始和 / 或处理的数据。例如,感测单元 405 可在跑步期间向 RTF 410 无线地发送表示该表现特征的小数据包 (例如,使用者的脚撞击部位),其中原始数据存储于感测单元 405 上并且通过物理有线连接而下载到 RTF 410 和 / 或远程分析接收装置 455 以用于在使用者跑步完成后做进一步处理。然后将原始和 / 或处理的数据存储于 RTF 410 中和 / 或从 RTF 410 传达 425 给分析 / 存储装置 455 或设施。

[0053] 在一实施例中,软件应用 (“App”) 可提供给 RTF 410 (例如,智能电话 420) 以控制 RTF 410 的各种功能并且便于从感测单元 405 接收表现特征信息并且将相关联的表现信息传达给使用者。

[0054] RTF 410 装置 (例如,智能电话 410 或手表 415) 能以多种方式将信息传达给使用者,包括 (但不限于) 通过视觉显示屏、通过从 RTF 410 直接发出或者通过有线或无线 (例如蓝牙®) 耳机连接而传达给使用者的音频信号、和 / 或通过由 RTF 410 所发出的振动。这样的信息可实时地持续地或者在选定的间隔传达。在一实施例中,脚撞击部位信息 (例如,脚跟撞击、中脚撞击或前脚撞击) 传达给使用者,与脚撞击信息同时或基本上同时可传达额外表现特征信息 (例如,步调、心率、速度、行进的距离、时间等),或者独立于脚撞击信息而传达。

[0055] 感测单元 405 和 RTF 410 可以以各种方式附连到使用者,取决于被监视的特定表现特征、所用的特定 RTF 410 和提供给使用者的特定实时反馈。例如,一个或多个 RTF 410 可安装到使用者 435 的腰部、手臂、手腕、肩部、头部、胸部或腿部,或者放置于使用者 435 的

衣服口袋中或者在由使用者 435 携带的包中。感测单元 405 和 RTF 410 的示例配置可见于图 15 至图 19 中。在图 15 至图 19 中,感测单元 405 安装于鞋的紧固部上(例如,可释放地附连到带鞋带的鞋的鞋带上)。生物反馈系统 400 可利用附连到使用者的仅一只脚上的单个感测单元 405,如在图 15 至图 16 和图 18 至图 19 中示出,或者利用附连到使用者的两只脚上的感测单元 405,如在图 17 中示出。

[0056] 在两只脚上使用感测单元 405 允许该系统 400 准确地监视表现特征,例如在跑步期间在两只脚上的脚撞击部位。但是,由于跑步步态常常合理地对称(即,跑步者很少一只脚用脚跟撞击而另一只脚用中脚撞击),可使用仅一个感测单元吊舱 405 来得到有价值的训练信息和生物反馈信息,并且使用者能在跑步之间(或甚至在跑步中休息期间)交换/切换安装感测单元 405 的脚以确保随着时间可提供关于两只脚的脚撞击部位的反馈。此外,额外表现特征,例如步调可通过使用仅一个感测单元 405(因为步调将与由仅一只脚上的感测单元 405 所记录脚撞击次数的二倍有关)而得到。

[0057] 在图 15 的实施例中,RTF 410 为基于腕部的装置 465(例如,手表 415 或其它适当 RTF 装置,例如专门适于从感测单元 405 接收信息并将该信息传达给使用者的定制装置)通过可释放的条带或带子 440 而绑到使用者 435 的腕部。基于腕部的装置 465 可包括视觉显示器以提供信息的视觉指示,包括触觉装置以在若发生特定事件(例如,脚跟撞击)的情况下向腕部提供触觉感觉(例如,振动),和/或包括扬声器以在若发生特定事件(例如,脚跟撞击)的情况下提供听觉信号。

[0058] 图 16 的实施例使用智能电话 420,包括用于控制智能电话 420 的功能以允许它充当 RTF 410 的软件应用。智能电话 420 利用条带或带子 440 可释放地附连到使用者 435 的上部。如同手表 415,智能电话 420 能通过视觉显示器、振动和/或听觉信号将信息传达给使用者 435。例如,智能电话 420 可输出听觉信号,听觉信号可通过一对耳机 445 传达给使用者 435,如图 17 所示。利用具有双向通信功能的 RTF 410(例如但不限于智能电话 420)允许 RTF 410 从感测单元 405 接收信息并将信息传送给另一远程装置(例如,计算机 455)和/或回到感测单元 405。

[0059] 在各种实施例中,其它装置或衣服可用作一种用于从感测单元 405 接收信息并将信息传达给使用者 435 的 RTF 410。在图 18 的实施例中,例如,使用者 435 可戴上一种帽舌 470,帽舌 470 具有嵌入于其中或附连于其上的接收元件。接收元件然后可处理数据(若需要)并且通过安装到帽舌 470 上的视觉显示元件 475 将信息传达给使用者 435。帽舌还可包括听觉反馈元件(例如,扬声器或耳机连接)和/或振动反馈元件,作为视觉显示器 475 的补充或替代。

[0060] 在图 19 的实施例中,RTF 410 可包括或基本上由下列组成:手持装置 480,其可在跑步期间保持在使用者 435 的手中。示例手持装置 480 在图 20 中示出。如同其它 RTF 410,手持装置 480 可包括多种特征,例如(但不限于)使用者通信元件、控件和通信端口。如图 20 所示,手持装置 480 可包括:视觉显示屏 485 以向使用者 435 提供视觉信息;耳机插孔 490 以允许将听觉信号发送到使用者 435;以及,把手 495,其中保持着振动元件以向使用者 435 提供触觉反馈。作为替代或作为补充,手持装置 480 可包括一个或多个扬声器以将听觉信号传达给使用者 435 而不需要耳机。手持装置 480 还可包括控制按钮 500 以允许使用者控制手持装置 480 的一个或多个功能和一个或多个通信端口 505(例如,USB 端口)以允

许在手持装置 480 与另一装置（例如，计算机 455）之间下载和上传信息并且提供手持装置 480 的充电端口。

[0061] 在一实施例中，感测单元 405 包括陀螺传感器，陀螺传感器适于在运动活动期间测量鞋的角速度。这种角速度数据的分析可用于确定与使用者跑步方式有关的脚撞击信息，由此允许向使用者通知特定脚撞击是否为脚跟撞击、中脚撞击或前脚撞击。这条信息可实时地、以设定的间隔传达给使用者和 / 或存储于感测单元 405 中用于后来分析和处理。此外，来自陀螺传感器的数据可用于确定何时发生脚撞击，由此允许测量使用者的步调（即，每分钟脚撞击的次数）信息。例如，脚撞击部位信息（例如，脚跟撞击、中脚撞击或前脚撞击）、步调信息和 / 或其它表现特征信息可在每次脚撞击时传达给使用者。作为替代或作为补充，在完成预设或使用者选择的脚撞击次数时，在完成了预设或使用者选择的行进距离或行进时间时，在使用者请求时和 / 或在跑步结束时，可将编译和 / 或平均表现特征信息传达给使用者。

[0062] 在一实施例中，包括陀螺传感器的感测单元可被可释放地安装到鞋上部位于鞋顶部中心或基本上中心的紧固部处（例如鞋带部或钩环紧固部）。在图 21 和图 22 中示出了安装到鞋 515 的鞋带部 520 上的示例陀螺传感器单元 510。作为替代，陀螺传感器单元 510 可安装到鞋 515 的脚跟部 525 上，如图 23 和图 24 所示，或者到鞋 515 上部或鞋底的任何其它适当部位，取决于具体鞋、所需的具体安装布置和 / 或传感器的测量和校准要求。

[0063] 陀螺传感器可为单轴线传感器、双轴线传感器或甚至三轴线传感器，允许测量绕任何轴线 (X, Y, Z) 的角速度 (x' , y' , z')，如图 25 所示，并且由此允许测量与脚撞击相关联的多种表现参数。例如，仔细分析绕 Z 轴线的角速度测量 z' 允许识别使用者在步幅期间的脚撞击部位（即，脚跟撞击、中脚撞击或前脚撞击）并且由此也提供关于使用者的脚在与地面冲击时是否背屈（脚跟撞击）、跖屈（前脚撞击）或中性（中脚撞击）的信息。同样，仔细分析绕 X 轴线的角速度测量 x' 允许系统识别在与地面冲击时使用者的脚内旋 / 后旋（其中脚踝朝向另一只脚向内凹进）或者仰转（其中脚踝远离另一只脚向外凹）。此外，绕 Y 轴线的角速度测量 y' 的分析允许系统识别在与地面冲击时使用者的脚外展（其中前脚远离另一只脚向外旋转）或内收（其中前脚朝向另一只脚向内旋转）。

[0064] 一般而言，处理来自（多个）陀螺传感器的原始 z' 角速度数据的算法的目的是在与地面冲击时刻准确地检测脚的旋转方向和速度，并且从这些信息来确定脚撞击类型（即，前脚、中脚或脚跟撞击）和脚撞击的严重性（例如，严重脚跟撞击、中度脚跟撞击、缓和脚跟撞击、在中脚后部的中脚撞击、中脚中心的中脚撞击、在中脚前部的中脚撞击、缓和前脚撞击、中度前脚撞击、或严重前脚撞击）。在下文中讨论从陀螺传感器计算脚撞击部位信息的方法的示例方法。在此实施例中，仅需要来自陀螺传感器的一个单轴线的的数据来测量脚撞击部位和步调。

[0065] 从陀螺传感器记录的数据可为是周期性的，其中每个步态循环为一个周期。在正常步态循环期间，脚常常具有即将脚撞击之前的正旋转（参考，例如图 26 和图 27）。在脚撞击之后，在步态的站姿阶段，脚平放在地上并且相对不动。在摆动阶段结束与站姿阶段开始之间的较短时段（例如，在约 10ms 至 50ms 之间，例如大约 30ms）发生脚撞击，具有在该时段期间绕 Z 轴线的角速度数据 (z')，其提供数据可被分析以确定脚撞击类型。

[0066] 在脚跟撞击事件期间，脚跟首先触摸地面，之后脚向前快速旋转直到鞋底平放在

地面上。因此,在脚撞击事件期间,对于脚跟撞击测量了较大的正旋转速度伴以较小或无负旋转速度。相比而言,中脚撞击由较小的正旋转速度之后为明确限定的负旋转速度来指示,而前脚撞击示出比中脚撞击所观察到的更大的负速度。因而,在脚跟撞击与前脚撞击/中脚撞击之间关于 Z 轴线的陀螺传感器数据存在明显的定性差异。常常发现在脚撞击事件期间邻近初始冲击但在初始冲击略后发生最大局部旋转速度。

[0067] 在一实施例中,可分析来自陀螺传感器的原始数据来确定脚撞击事件的脚撞击部位。在一替代实施例中,在分析数据以确定脚撞击信息之前可对数据进行预处理(例如,通过放大和/或低通、高通、带通、带阻和/或巴特沃斯滤波)。也可将陀螺传感器的取样速率也可设置为任何适当速率以确保取样速率足以获得准确信息而无需以太耗电和/或占据太多存储空间速率取样。取样速率可例如设置在 500 至 5000Hz 或者 500 与 2000Hz 之间或者更特别地在 800Hz 与 1500Hz 之间,例如在约 900Hz。在一实施例中,约 900Hz 的取样速率可被设置以确保每个步幅进行至少约 300 次取样。

[0068] 在图 26 中示出了用于脚跟撞击的示例陀螺传感器,而在图 27 中示出了用于中脚撞击的示例原始陀螺传感器数据。在每个曲线图中示出了三个脚撞击事件。如图所示,中脚撞击表现出正尖峰 550 之后为负尖峰 555,并且负分量示出了在初始冲击之后脚“向后”旋转(即,脚跟相对于脚趾向下来)。相反,脚跟撞击具有正尖峰 550 但并不具有负分量(即,局部最小值 575 从不小于零),示出脚“向前”旋转(即,脚趾相对于脚跟向下移动)。前脚撞击的特征在于相对于负峰值 555 具有较小的正峰值 550,示出了脚比中脚撞击更大程度向后旋转。简单地通过在规定时间计数脚撞击事件来确定步调。

[0069] 在一实施例中,微处理器分析来自陀螺传感器的每个角速度样本并且判断是否已发生了脚撞击。为了发现脚撞击时刻,微处理器首先需要利用周期性触发器使步幅彼此区分,如图 28 所示。当脚向前摆动时,脚趾向上移动并且旋转速度为负的。当旋转速度为负的,微处理器将每个样本添加到总值。当总值到达预设水平时,设置标记并且总值重置 560,这对于每个步幅在即将脚撞击的时刻之前发生一次。在设置标记后,微处理器开始查找最大值 550。一旦发现后,发现最小值 555 在设定时窗内。其为这个最大值与最小值的比,该比决定了脚撞击的额定值。

[0070] 为了进行脚撞击部位分析而取得的最大角速度测量和最小角速度测量时期的时窗可被设置为适当大小和起点以确保俘获/采集所需的最大峰值和最小峰值,而没有对该计算有污染的额外、非相关的数据。例如,时窗可设置为采集并且分析在周期性数据循环期间的特定识别事件开始和/或结束时的数据或者在周期性数据循环期间在特定识别事件之前或之后的具体时段或具体样本数量,和/或设置为从设置起点适当地经过具体时段或具体样本数量。

[0071] 在一实施例中,时窗可始于初始冲击时刻,或者在初始冲击后的第一局部最大角速度的时刻,并且继续直到观察到第一局部最小角速度测量的点或之后。替代地,时窗可设置为用以检阅在具体时窗(例如,在 10ms 至 50ms 之间,并且例如约 30ms)内采集的数据,或者始于初始冲击时刻的样本大小,或者在初始冲击后第一最大旋转峰值时刻的样本大小,或者在初始冲击瞬间之前、当时或之后的任何其它适当时间的样本大小。在另一实施例中,用于分析的时窗可在初始冲击之前角速度为零的时间打开,或者在观察到局部最小角速度之后角速度从负过渡到正的时间闭合。

[0072] 在一实施例中,可通过根据以下方程式比较在样本时窗内的最大值与最小值来计算脚撞击部位的确定:

$$\text{脚撞击部位额定值 (F)} = |(\text{局部最小值} * 100) / \text{局部最大值}|$$

这个计算结果产生从 F_{\min} 至 F_{\max} 的无量纲值(例如,在 $F_{\min} = 0$ 与 $F_{\max} = 100$ 之间的值),并且 F_{\min} 指示严重脚跟撞击, F_{\max} 指示严重前脚撞击,并且在这个范围中部的值指示中脚撞击。识别每个范围的具体值对于一个示例使用者而言可为:

X_1 至 X_2 = 脚跟撞击(并且“ X_1 ”指示更严重的脚跟撞击并且更接近 X_2 的值指示更缓和的脚跟撞击)

X_2 至 X_3 = 中脚撞击

X_3 至 X_4 = 前脚撞击(其中“ X_4 ”指示更严重的前脚撞击并且更接近 X_3 的值指示更缓和的前脚撞击)。

[0073] 用于 X_3 或 X_4 的值可为预设的或者校准和/或选择为用以确保具体使用者的准确度。 X_2 的值的示例范围可为约 15-40,或者更特定而言约 20-30 或 20-25,或者更特定而言约 20。 X_3 的值的示例范围可为约 60-80,或者更特定而言约 65-75 或 65-70,或者更特定而言约 70。

[0074] 若适当,可执行额外处理以提供准确脚撞击位置信息。例如,可采用高斯乘数(Gaussian multiplier)或其它适当二阶乘数来辅助分析结果。作为补充或替代,设定的结果时窗外(例如,在 F_{\min} 至 F_{\max} 范围外)的结果可被丢弃或转移为预设默认值。例如,大于 F_{\max} 的任何结果可转移以指示值“ F_{\max} ”或者可完全丢弃。

[0075] 在一替代实施例中,曲线 565 的负部的积分与曲线 570 的正部的积分的比(即,从曲线 565 的负部和曲线 570 的正部下方的面积计算)可用于产生脚撞击部位额定值,而不是最小局部峰值与最大局部峰值的绝对值的比。可在任何适当时窗大小取得数据的积分。利用积分的结果可例如适用于在陀螺传感器的取样速率不足以确保能得到准确局部最大峰值和最小峰值的情形下产生准确的读数。此外,旋转速度的积分涉及脚的角度变化,而这可产生关于使用者的脚撞击的重要的表现特征信息。在有益的情况下,各种其它实施例可利用用于处理数据的其它适当算法来确定脚撞击信息。

[0076] 在一实施例中,传感器单元可被设置成在不活动期间进入到“睡眠模式”(即,减小电力消耗模式)。这个睡眠模式可被设置为自动开启(当传感器保持闲置持续一定给定时段时)和关闭(当传感器移动时)。作为替代或作为补充,传感器单元可包括使用者界面(例如,由来自 RTF 的无线信号起始的硬件开关或软件“开关”)从而允许使用者手动开关所述传感器。

[0077] 在一实施例中,陀螺传感器在整个步态循环连续地取得数据。但是,在一替代实施例中,陀螺传感器可在步态循环期间开启和关闭从而使得其仅在步态循环的脚撞击事件阶段取得数据。例如,这可减小由传感器单元的电力消耗和/或减小由传感器单元存储和/或处理的原始数据量。例如,除了陀螺传感器之外,单独传感器(例如,加速度计)可用于传感器单元中,并且加速度计用于指示何时发生脚撞击事件,并且当加速度计数据指示发生脚撞击事件时陀螺传感器仅在由系统所触发时采集角速度数据。作为补充或作为替代,可使用加速度计数据来计算步调信息(其中陀螺传感器数据仅用于脚撞击部位计算),和/或加速度计可用于判断使用者是站着不动、走路或跑步,并且仅在使用者跑步时启动陀螺

传感器。加速度计可例如基于在冲击时所测量的加速度量值来判断脚撞击事件是走路脚撞击还是跑步脚撞击（其中例如由更高量值的加速度测量指示了跑步脚撞击）。

[0078] 可以用多种方式处理表现特征信息（例如，脚撞击部位信息）并且传达给使用者。例如，在一实施例中，如图 29(a) 所示，可处理原始数据以产生在 F_{\min} 与 F_{\max} 之间的脚撞击部位额定值（例如，在 0 与 100 之间），其中该值被存储并且传达给使用者。在此示例中，可向使用者提供关于脚上发生初始脚撞击冲击中心的精确位置的准确计算，且进一步指示基于 X_2 和 X_3 的设置值而计算的这个值是否表示脚跟撞击、中脚撞击或前脚撞击。

[0079] 在一实施例中，如图 29(B) 所示，脚撞击部位额定值可放置于多个“二进制文件 (bin)”之一内，其中该系统向使用者传达特定脚撞击（或平均脚撞击）属于哪个二进制文件。在图 29(B) 的实施例中，脚撞击信息被分成九个二进制文件（严重脚跟撞击 605、中度脚跟撞击 610、缓和脚跟撞击 615、在中脚后部处的中脚撞击 620、在中脚中心处的中脚撞击 625、在中脚前部处的中脚撞击 630、缓和的前脚撞击 635、中度前脚撞击 640，或严重前脚撞击 645），但若适当可使用更多或更少量的二进制文件。在另一替代实施例中，脚撞击部位额定值可用于仅指示是否已发生了脚跟撞击 650、中脚撞击 655 或前脚撞击 660，如图 29(C) 所示。

[0080] 通过利用在传感器单元内的微处理器来执行上文所描述的分析，传送到接收单元的表现特征数据可仅限于表示脚撞击部位额定值的小包或数据或者给定值所属的适当“二进制文件”。步调信息也可随着脚撞击信息一起传送，或者可固有地从传送每个脚撞击值的时间来确定。最小化需要从感测单元发送到 RTF 的数据可降低系统所需的功率并且由此延长系统的运行时间。

[0081] 在各种实施例中，信息可通过视觉信号、听觉信号和 / 或触觉信号向使用者传达。例如，RTF 可生成声音（例如，嗡嗡声），造成振动和 / 或仅当发生特定事件（例如，脚跟撞击）时使视觉指示器闪烁。作为替代，不同的声音、视觉信号和 / 或振动可分配给不同的事件，由此根据所发生的具体事件向使用者提供不同指示。可例如通过不同的声音或者通过给定声音的音量、音调、音质或其它声参数的变化来指示事件的严重性（例如，严重、中度或缓和的脚跟撞击）。同样，强度或颜色变化和 / 或振动强度的振荡可用于区分给定脚撞击事件的不同的严重性。在一实施例中，与具体脚撞击位置相关联的听觉、视觉和 / 或触觉信号可为预设的，或者由使用者根据他 / 她的特定偏好和所用 RTF 的功能来选择。

[0082] 在一实施例中，感测单元可包括外壳单元，其适于容纳传感器、电源、处理器和 / 或传送器。外壳单元可例如提供用于传感器和其它电子器件的保护壳和 / 或提供安装器件，可利用安装器件将传感器安装到使用者的鞋上。外壳单元可适于可释放地可附连到使用者的鞋底和 / 或使用者鞋上部，或者固定地附连到，或嵌入于鞋的上部和 / 或鞋底内。在一实施例中，外壳单元可释放地可附连到鞋的紧固部（例如，鞋带部或钩环紧固部）或鞋的脚跟部中的至少一个上。外壳单元可具有整合的安装元件用于将该装置安装到鞋上。替代地，外壳单元和安装单元可为单独、可附连的元件，其能联接在一起以将传感器包安装到鞋上。示例外壳单元 700 和安装元件 705 在图 30a 至图 33c 中示出。

[0083] 在图 30a 示出的实施例包括外壳单元 700，外壳单元 700 固定地或可分离地附连到弹性或非弹性安装元件 705，该安装元件 705 包括钩形端 710 用于接合鞋带。图 30b 包括外壳单元 700，外壳单元 700 具有从外壳单元 700 延伸以用于接合鞋带或鞋的孔眼的多个

弹性或非弹性钩 715。图 30c 包括外壳单元 700, 外壳单元 700 具有柔性或非柔性基体单元 720, 基体单元 720 可放置于鞋带下方并且固定地或可分离地连接到外壳单元 700。

[0084] 图 30d 和图 30e 包括柔性或非柔性基体单元 725, 其能在鞋的脚跟上滑动或者滑入到鞋脚跟上的袋内 (如图 30d 所示) 或者滑入到鞋带下方 (在图 30e 中示出)。基体单元 725 可包括用于将基体单元 725 钉入到鞋上部的一层或多层内的销。同样, 基体单元 725 可固定地或可分离地附连到外壳单元 700 上。图 30f 和图 30g 示出了类似配置但具有闩锁元件 730 允许基体单元 725 的端部闩锁到外壳单元 700 上以在安装到鞋上时将其锁定就位。

[0085] 在一实施例中, 如图 31a 所示, 磁性元件 730 可用于将外壳单元 700 可释放地附连到鞋 735 上部, 而在图 31b 中, 销 740 可穿过鞋 735 的上部插入以可释放地或者固定地将外壳单元 700 保持在销 740 上。在另一实施例中, 具有多个闩锁元件 750 的可分离的安装单元 745 可放置于鞋带 755 下方, 如图 32a 和图 32b 所示, 由此允许外壳单元 700 可分离地安装到鞋的鞋带部上。

[0086] 在一实施例中, 如图 33a 所示, 外壳单元 700 可与安装单元 760 可滑动地连接。安装单元 760 可包括柔性臂 765, 柔性臂 765 可夹入以允许臂 765 的端部 770 钩在鞋带下方或者鞋上部的鞋带部的侧部。臂 765 可被替代地固定地安装到外壳单元 700 上。在另一实施例中, 如图 33b 所示, 外壳单元 700 可由柔性细长长度的材料形成, 具有保持于内部的传感器、电源、处理器和 / 或传送器。这个柔性外壳可例如滑入带下方并且由带施加到鞋上的闭合力而保持就位。在又一实施例中, 外壳单元 700 可被可释放地或固定地安装到夹子 775 上, 夹子 775 可夹到鞋上部上的脚跟部 (如图 33c 所示) 或者鞋的鞋带部上, 或者通过粘合性附连件、钩与圈附连件、钉住附连件或任何其它适当附连器件而附连到鞋上部。

[0087] 在一实施例中, 来自联接到例如身体的上部身体的陀螺传感器的数据可用于在运行期间提供姿势和 / 或倾斜信息。例如, 在智能电话中或绑到使用者的上部身体 (例如, 在使用者的躯干或上臂上) 的其它 RTF 中的陀螺传感器可用于测量可与脚撞击和步调信息有关联的姿势和 / 或倾斜信息以向跑步者提供其跑姿的更完整分析。然后智能电话可充当传感器单元和 RTF。在一实施例中, 使用者能在使用之前校准在智能电话或其它 RTF 内的陀螺传感器, 例如通过简单地将智能电话绑到人身上并且然后在跑步之前站直 (例如, 抵靠墙) 以将传感器“调整为零”。

[0088] 在一实施例中, 可由 GPS 数据或其它适当数据来支持脚撞击位置信息, GPS 数据或其它适当数据可用于确定特定脚撞击的使用者的高度和更具体而言高度变化。更特定而言, 高度数据可用于判断跑步者每个脚撞击是否跑在平坦或基本上平坦的地段上、或者上坡或下坡跑步。这可有益地提供每个脚撞击的情形以确保准确的数据和指令传达给跑步者, 因为即使跑步良好的跑步者在顺着较大斜坡向下跑时倾向于脚跟撞击和当沿着较大斜坡向上跑时前脚撞击。

[0089] 在一实施例中, 鞋可具有嵌入于其中的一个或多个控制元件以调整鞋的元件。例如, 控制元件可嵌入于鞋底中以响应于从远程源接收的信号来调整鞋底刚度、柔性和 / 或厚度。这样, 生物反馈系统可适于将由鞋中的一个或多个传感器所测量的生物反馈信息发送到远程接收器, 分析数据以确定跑步者在跑步期间的一个或多个表现特征, 并且向鞋中的控制元件发送控制信号来调整鞋的特征以补偿跑步者技术的缺点和 / 或辅助训练跑步者以适当形式跑步。在一替代实施例中, 可由嵌入于鞋内的或者附连到鞋上的控制元件来

执行分析和控制步骤,而不需要远程接收器。

[0090] 虽然上文的讨论有关于使用传感器来测量以在慢跑或跑步期间提供与跑步者形式有关的反馈。在一替代实施例中,本文所描述的系统和方法可用于测量与并非跑步的运动活动有关的一个或多个表现特征。例如,本文所描述的系统和方法可适用于在体育运动的训练目的,其需要运动员做出快速方向变化(例如,英式足球、美式足球、篮球、棒球、垒球、网球、壁球、羽毛球、排球、长曲棍球、陆上曲棍球、极限飞盘等),其中对于转身或“穿入”期间运动员脚撞击的分析可提供有价值的表现信息。同样,当跳跃时需要良好跳跃形式的体育运动(例如,跨栏赛跑、篮球、排球等)也可受益于提供与推动和/或降落期间运动员的脚位置有关的准确信息。此外,提供关于使用者的脚位置和旋转的准确信息的装置可向打高尔夫球的人提供摆动期间的有价值的训练信息,向板球投球手提供在投掷动作期间的有价值的信息,向棒球投手提供在投掷期间的有价值的信息,或者用于需要高度可重复性的其它体育运动。

[0091] 应当指出的是替代实施例和/或在实施例或替代实施例的构造中的材料可适用于本文所描述的所有其它实施例。

[0092] 在不偏离本发明的精神或基本特征的情况下,本发明可以以其它具体形式来实施。因此前文的描述在所有方面被认为是说明性的而不限本文所描述的本发明。本发明的范围因此由所附权利要求而非前文的描述指示,并且属于权利要求的等效物的意义和范围内的所有变化预期涵盖于其中。

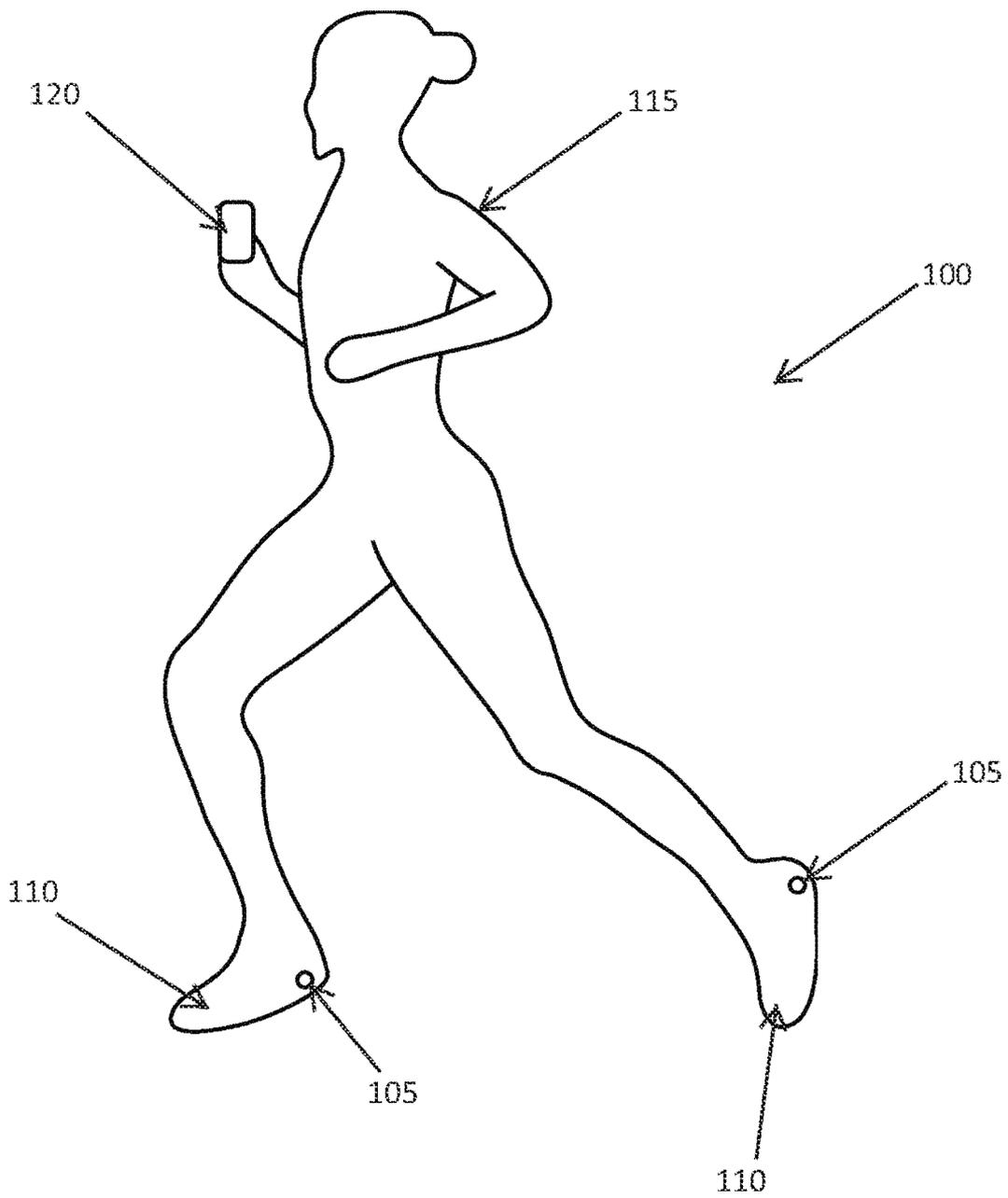


图 1

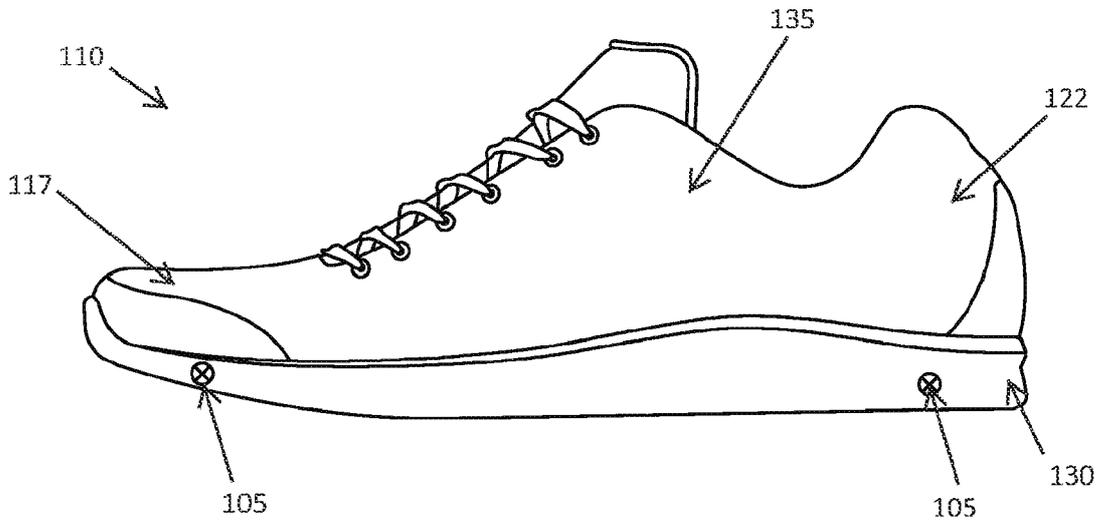


图 2

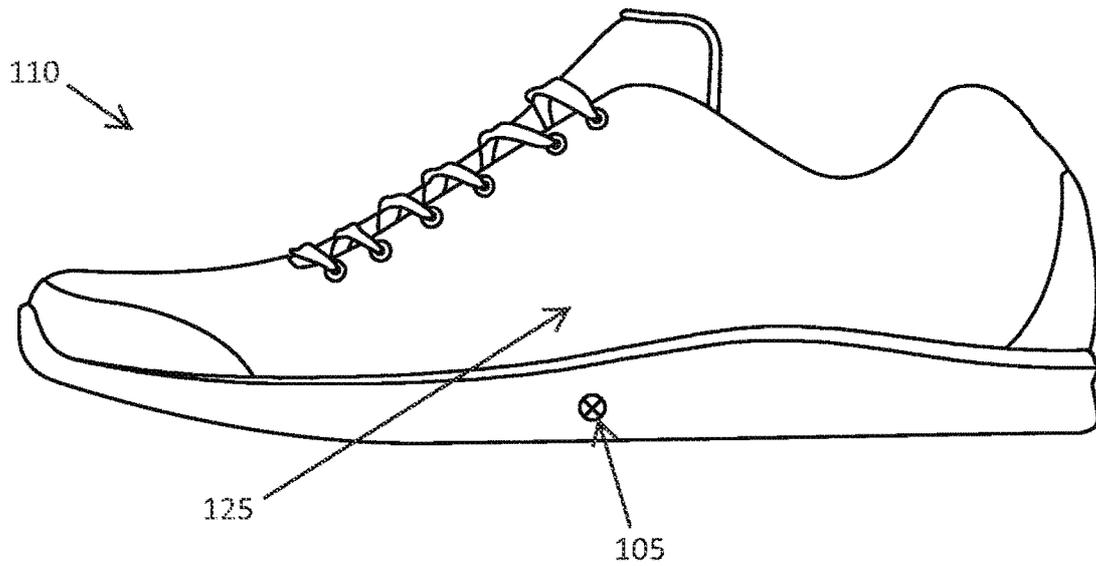


图 3

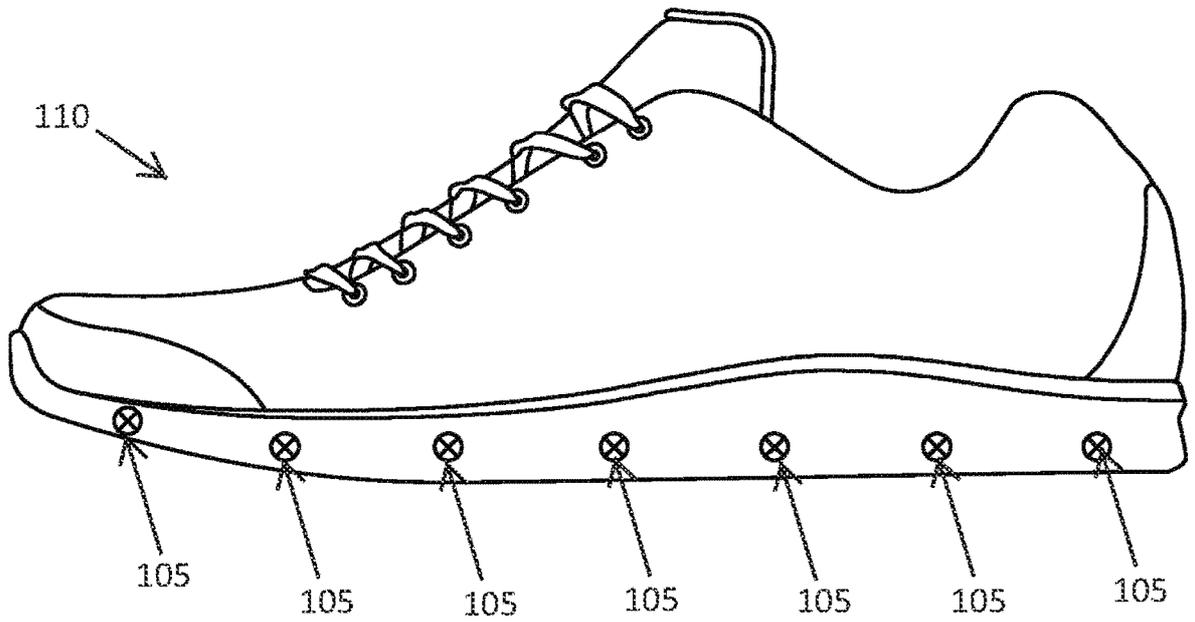


图 4

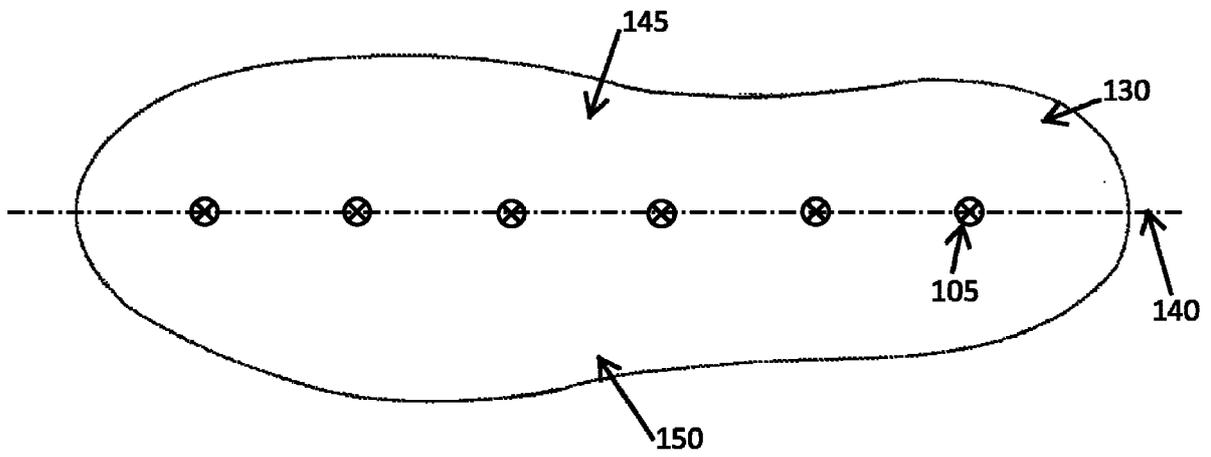


图 5

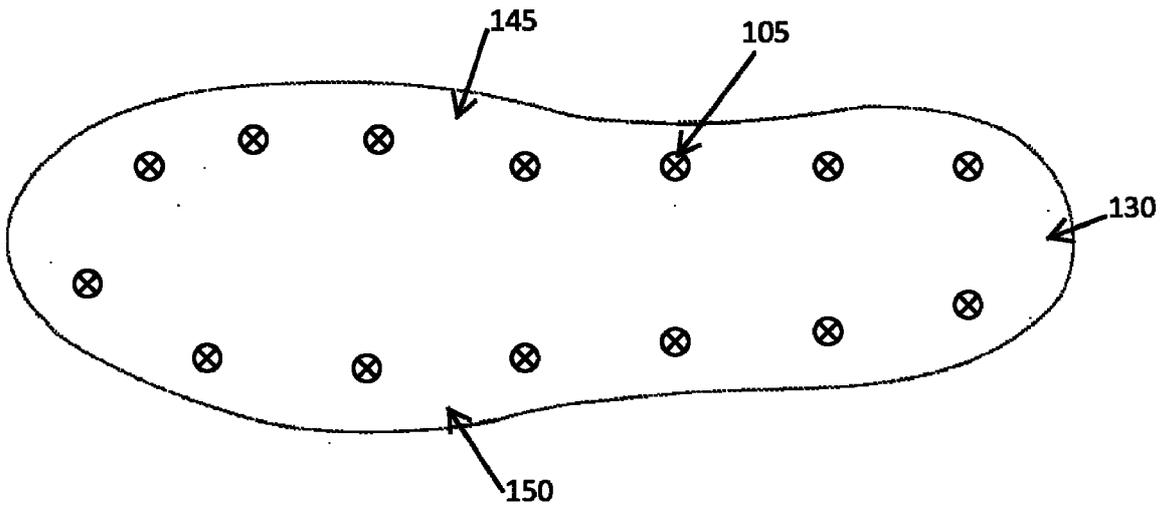


图 6

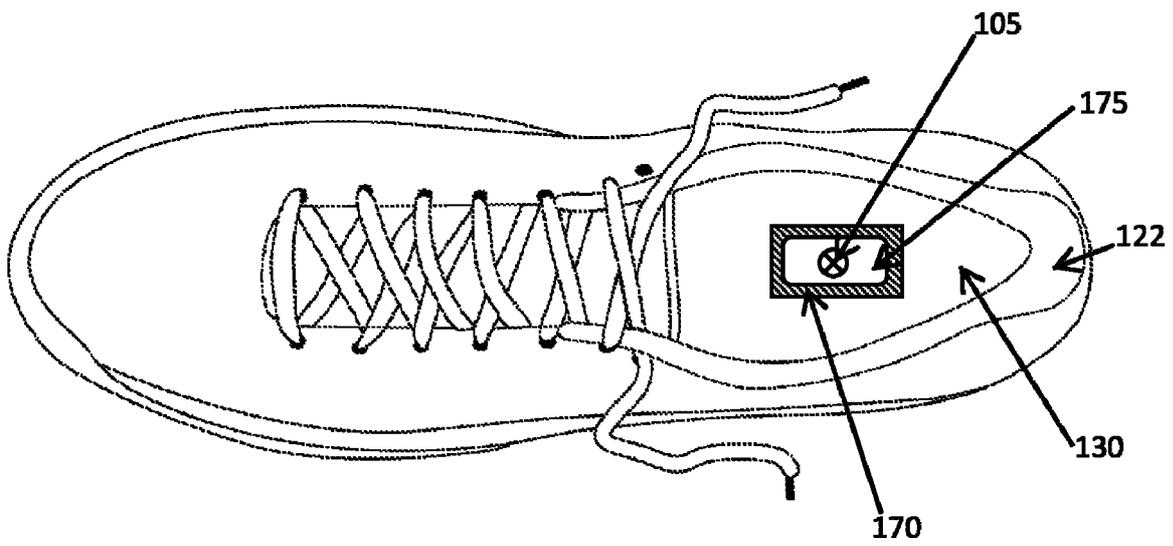


图 7

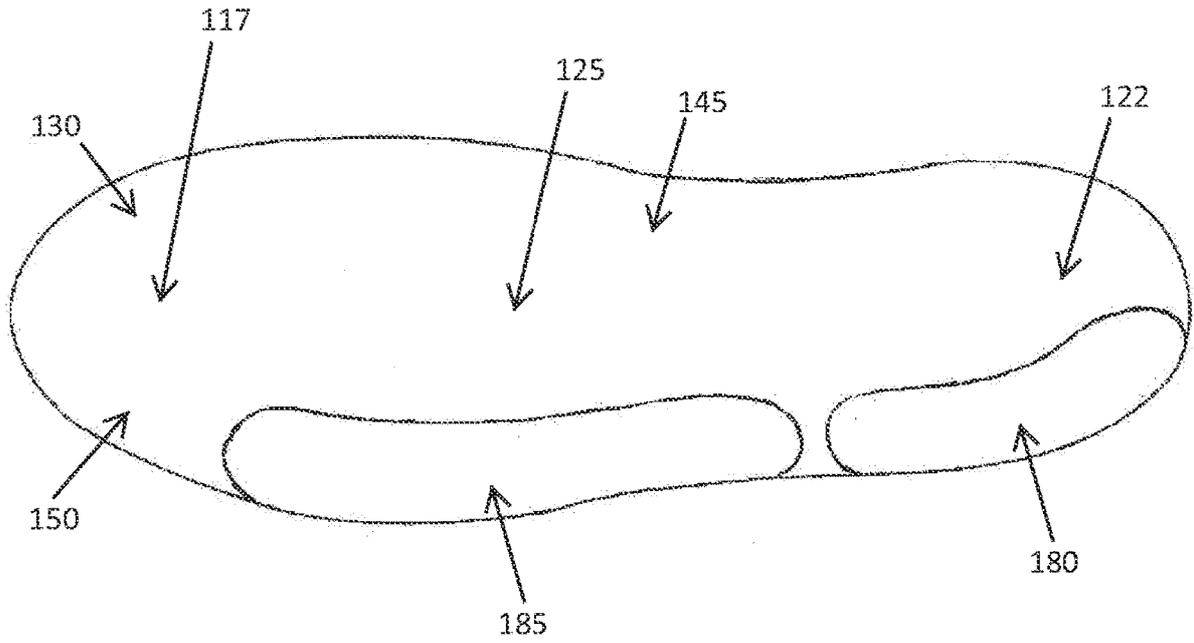


图 8

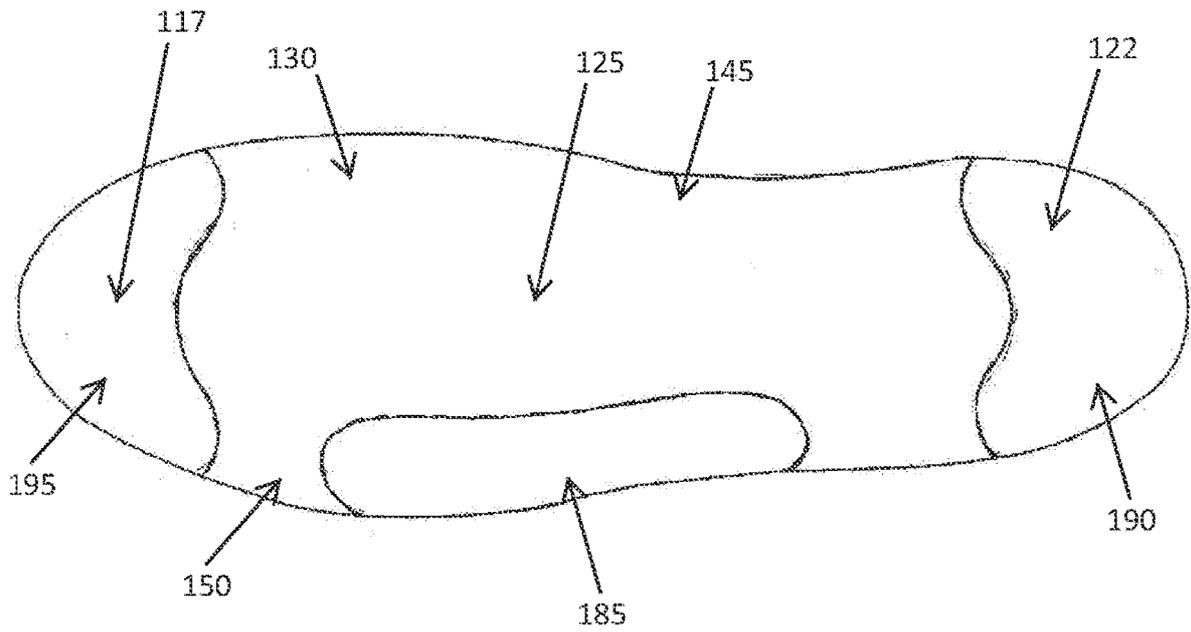


图 9

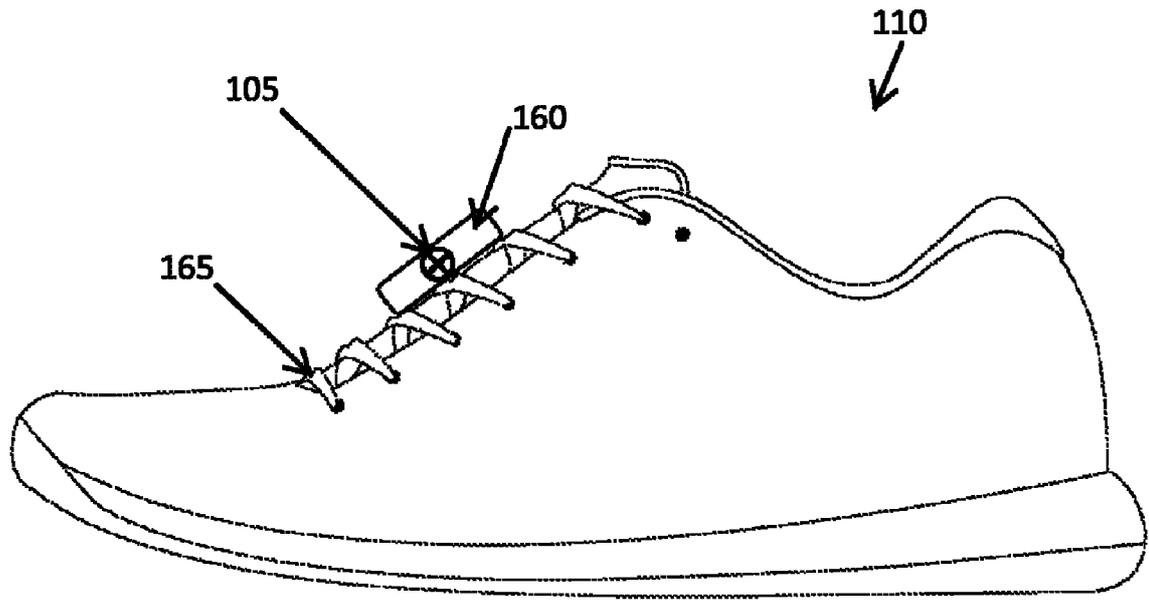


图 10

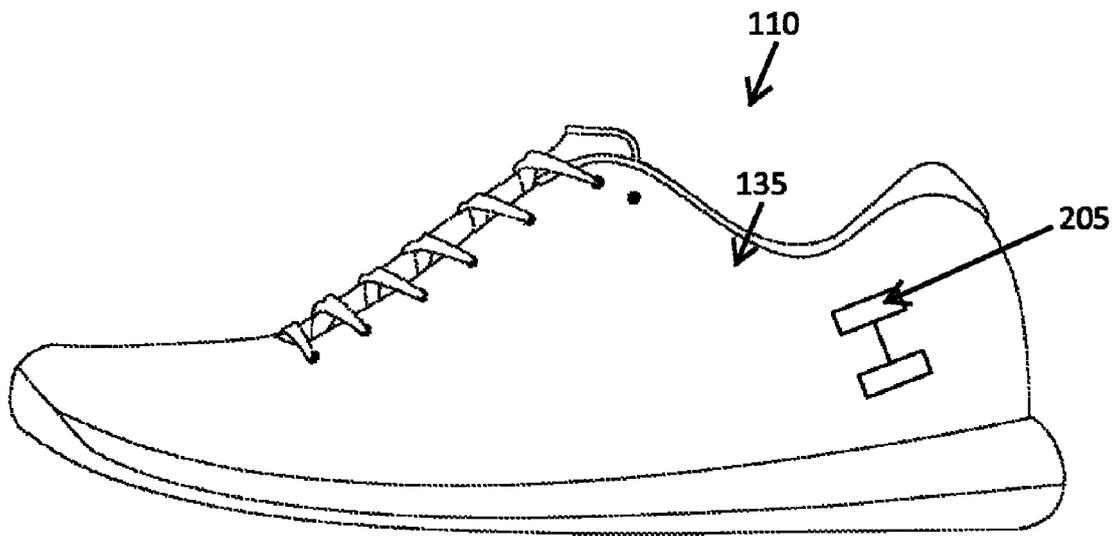


图 11

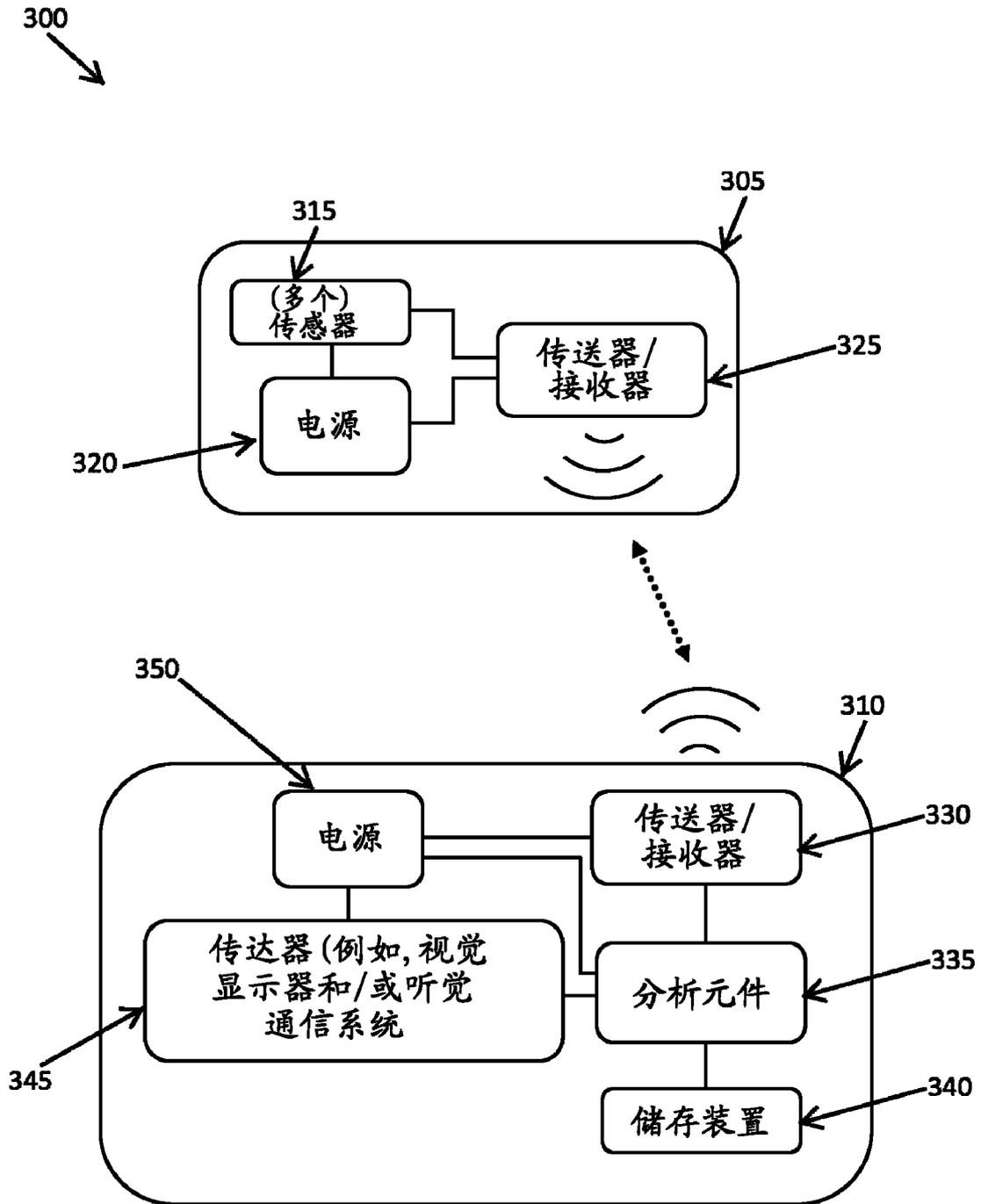


图 12

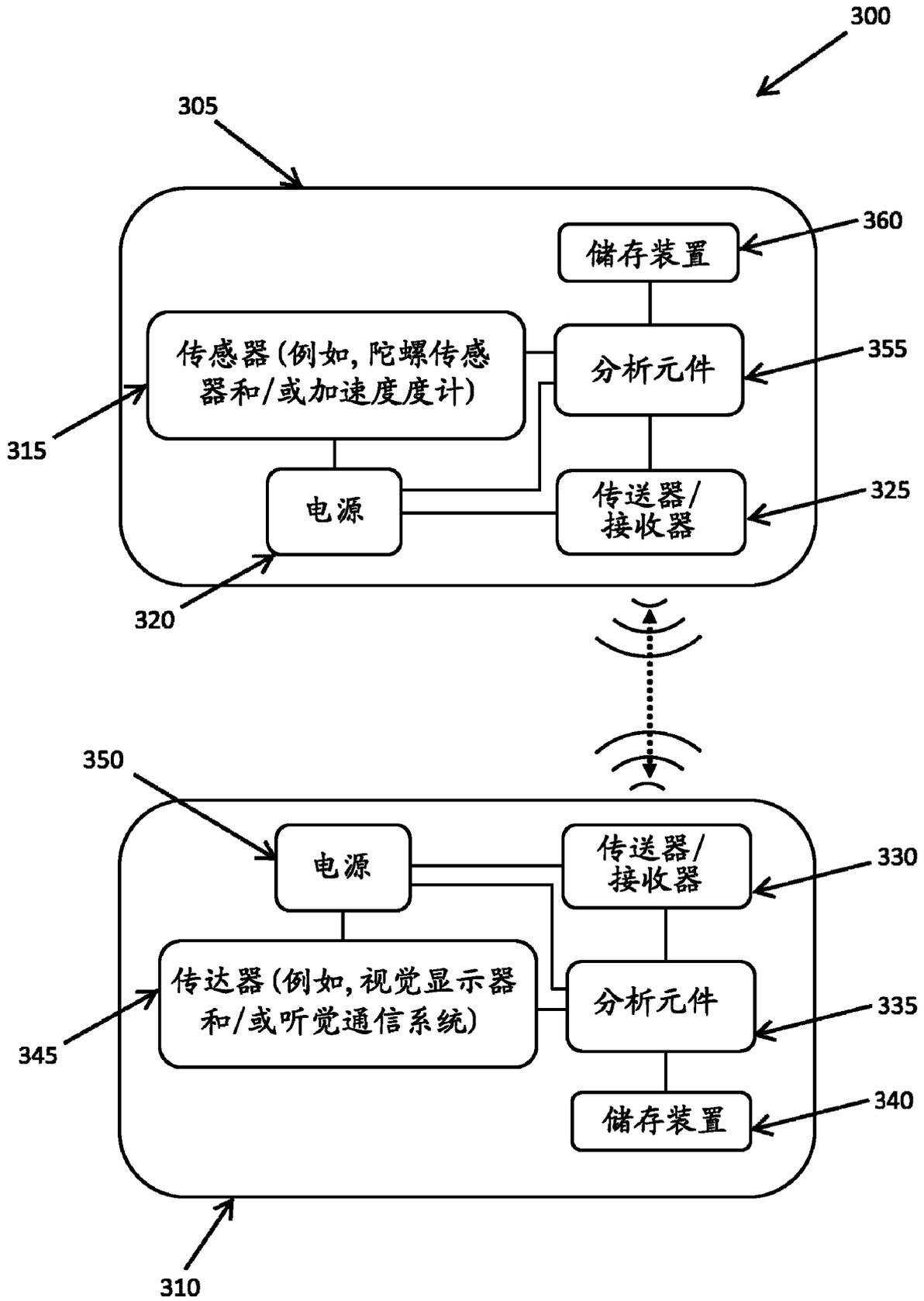


图 13

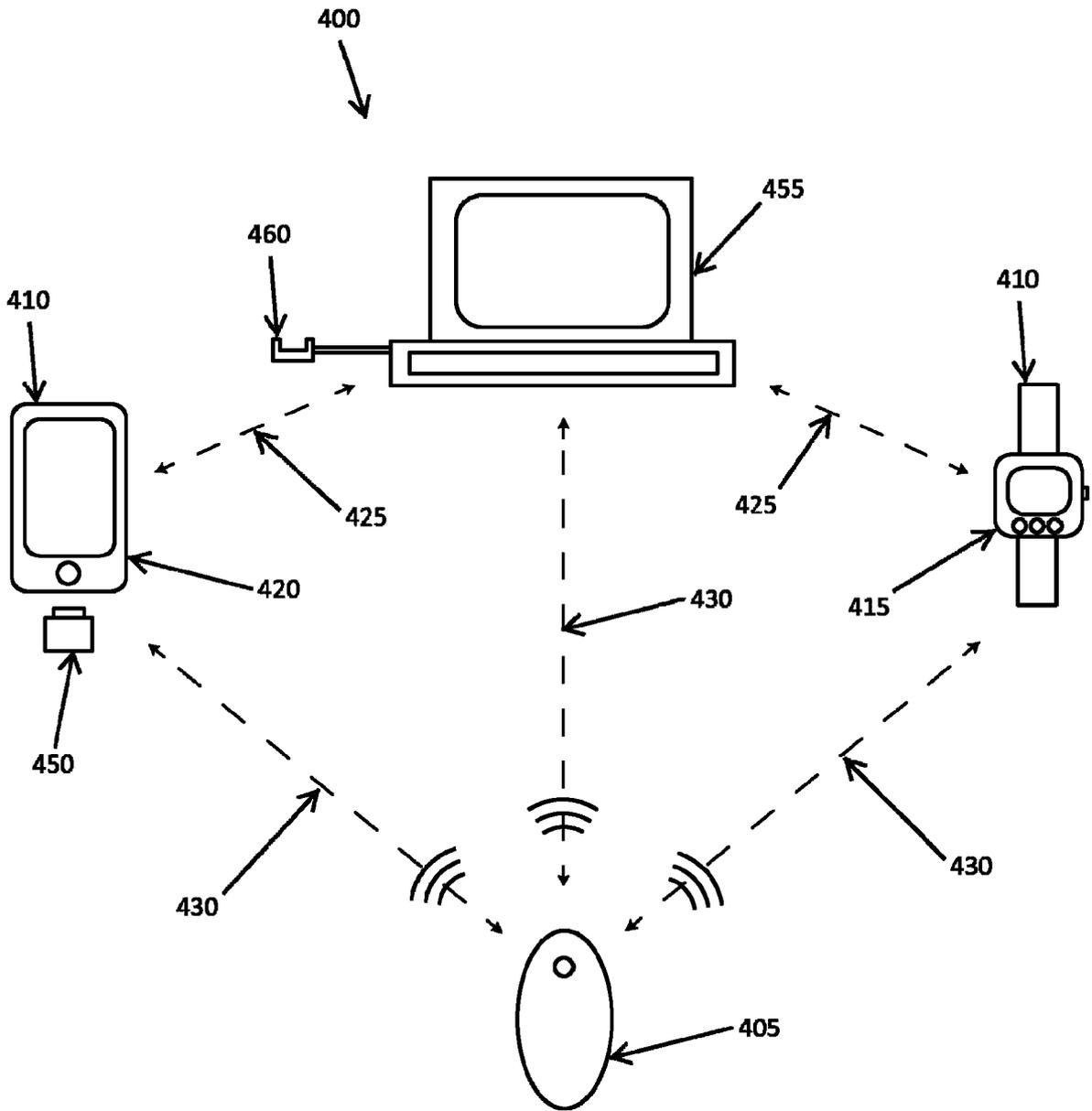


图 14

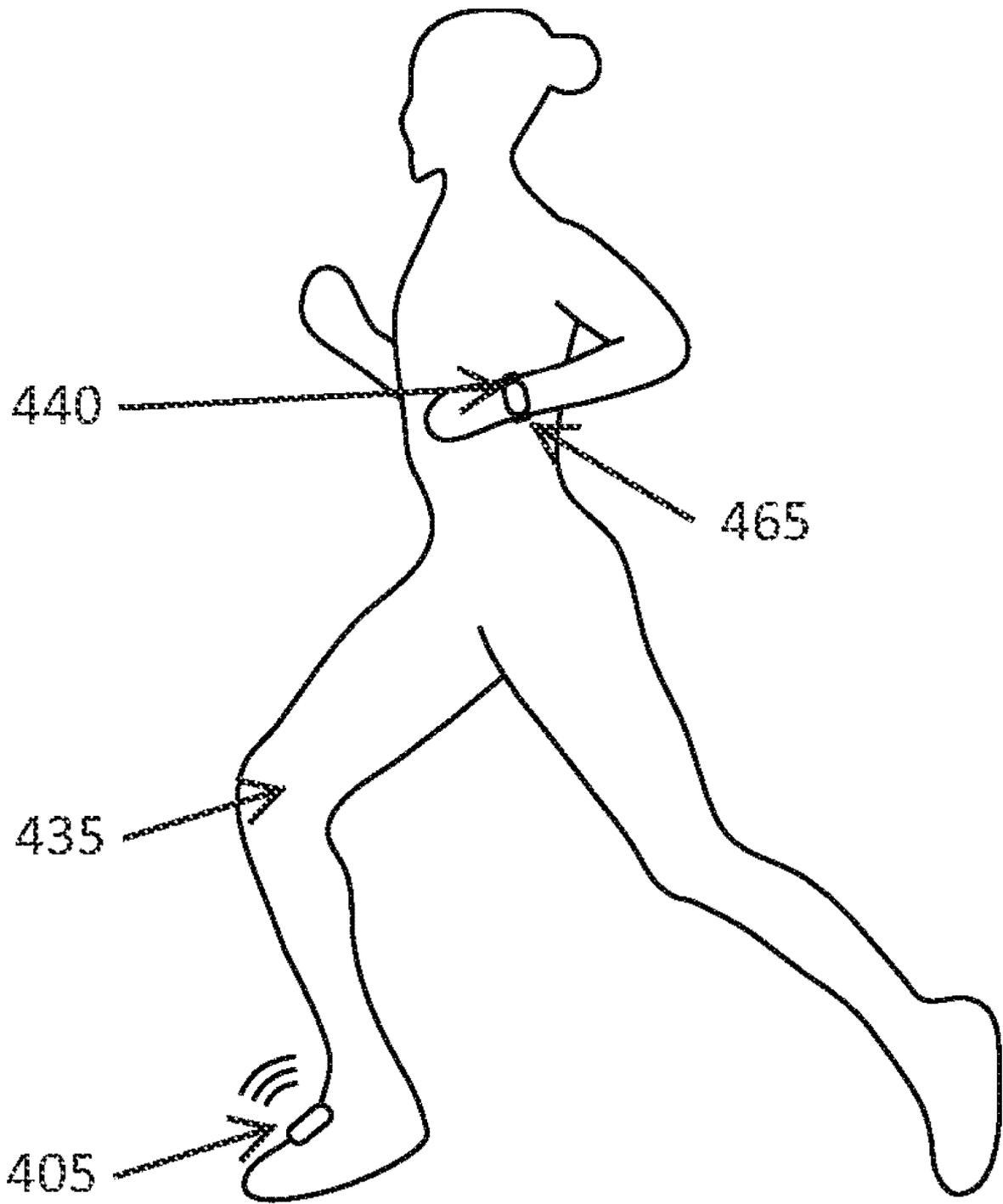


图 15

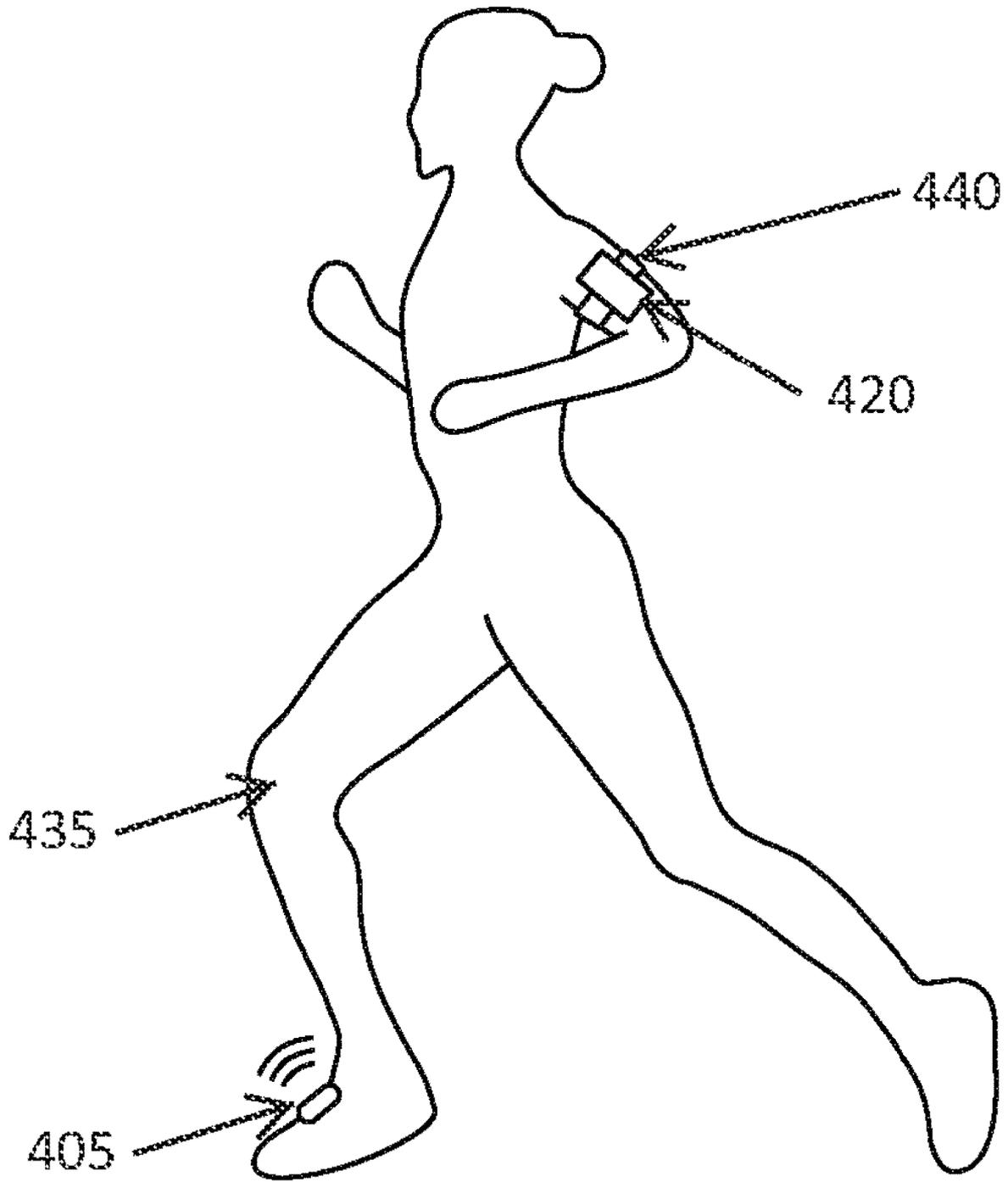


图 16

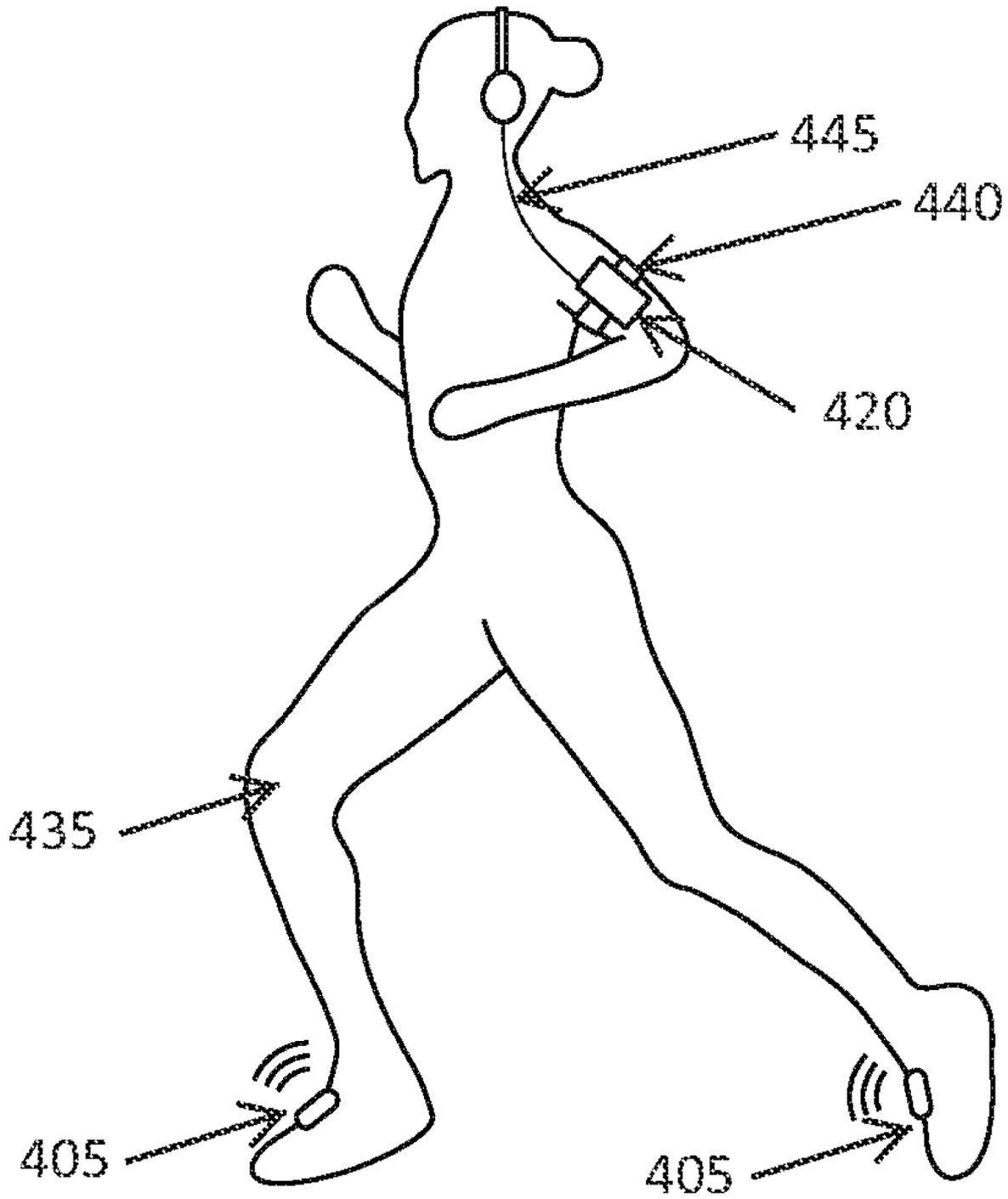


图 17

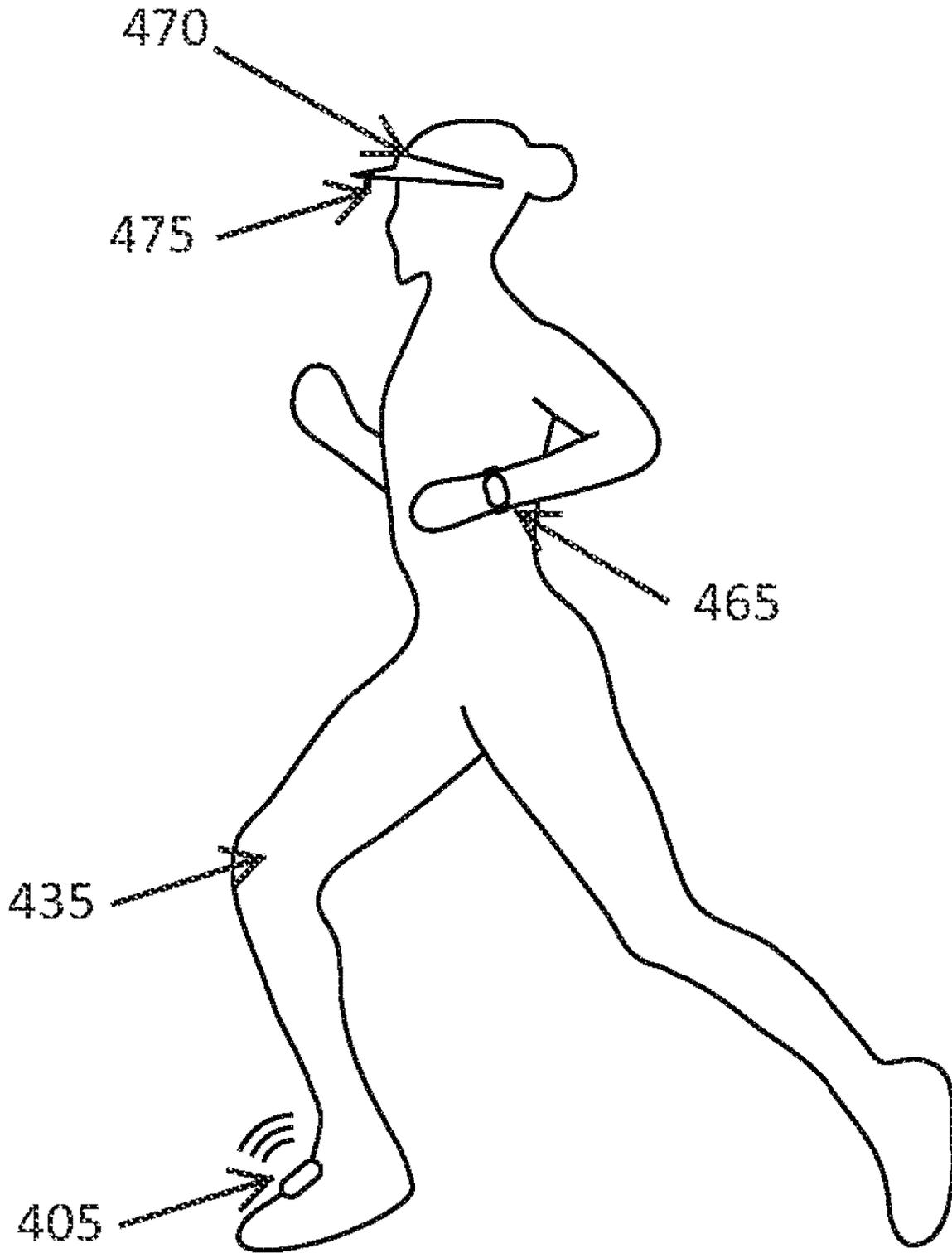


图 18

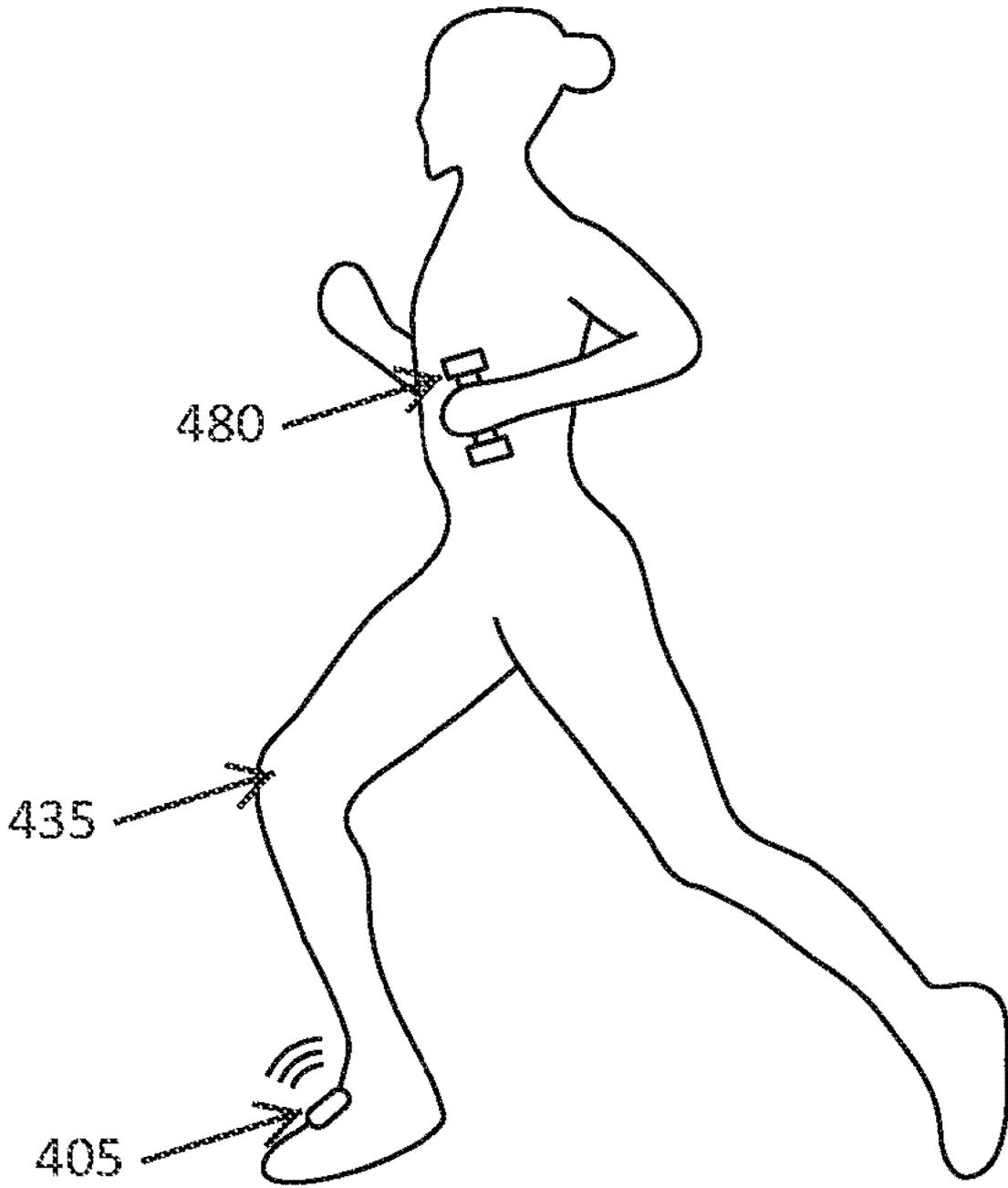


图 19

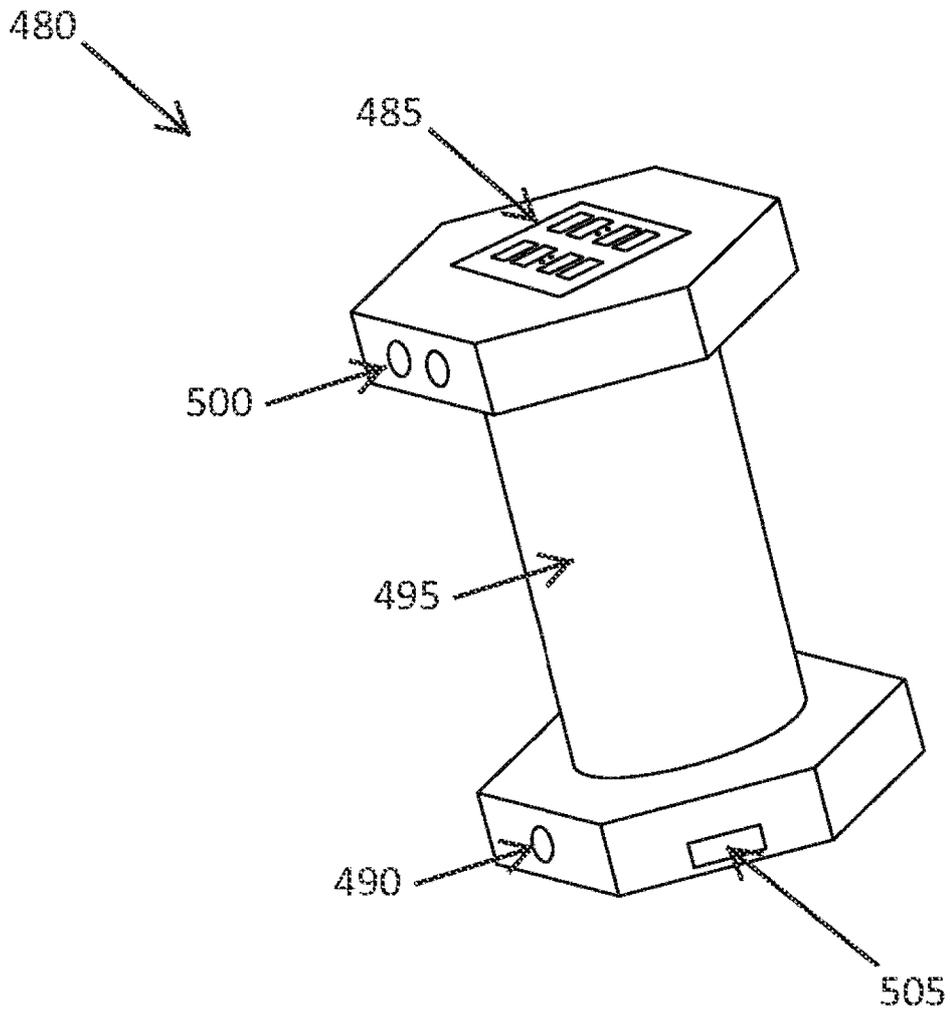


图 20

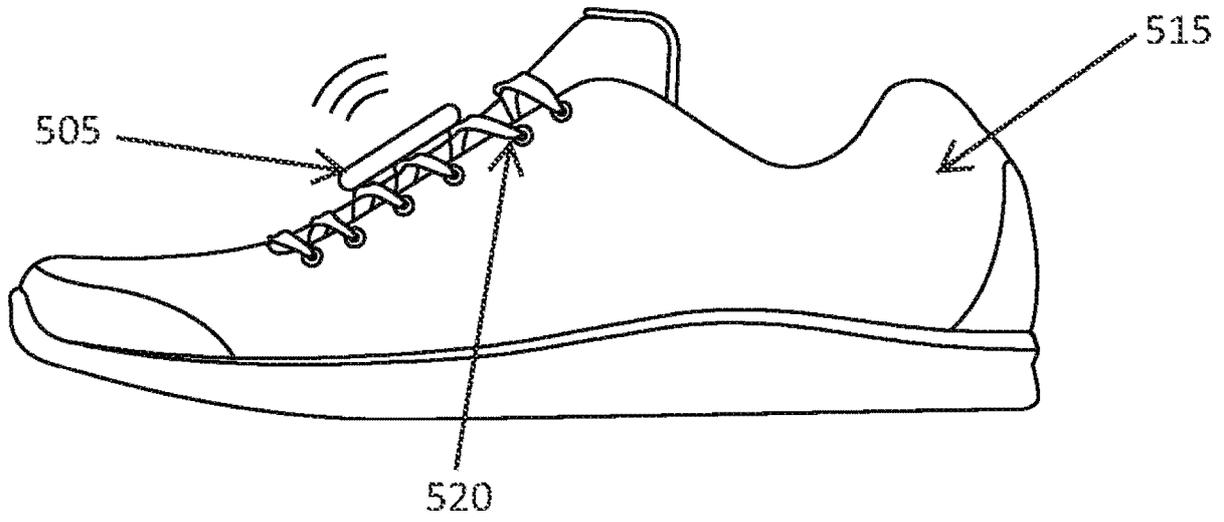


图 21

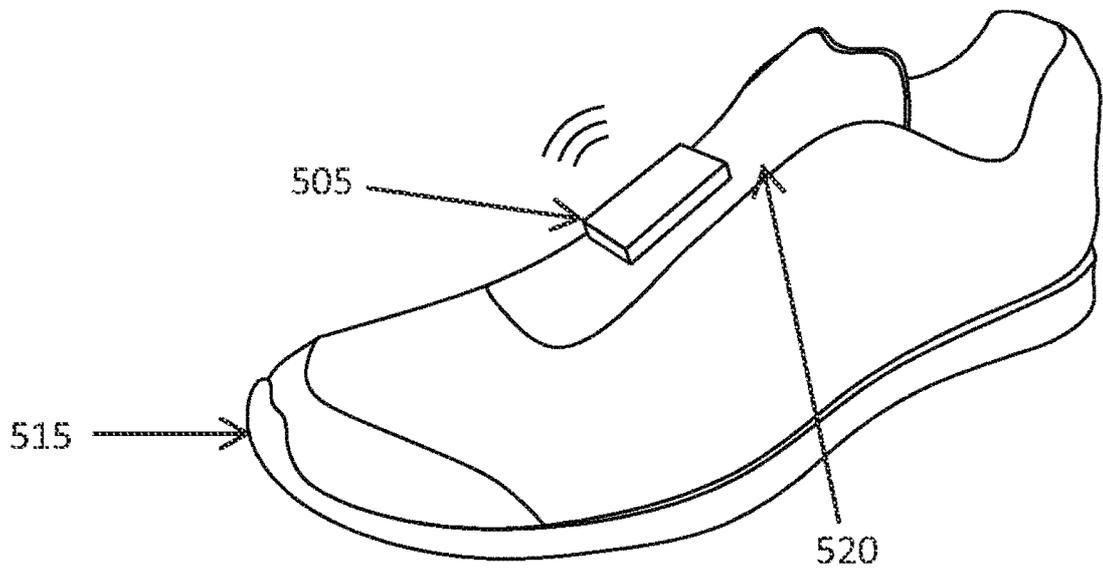


图 22

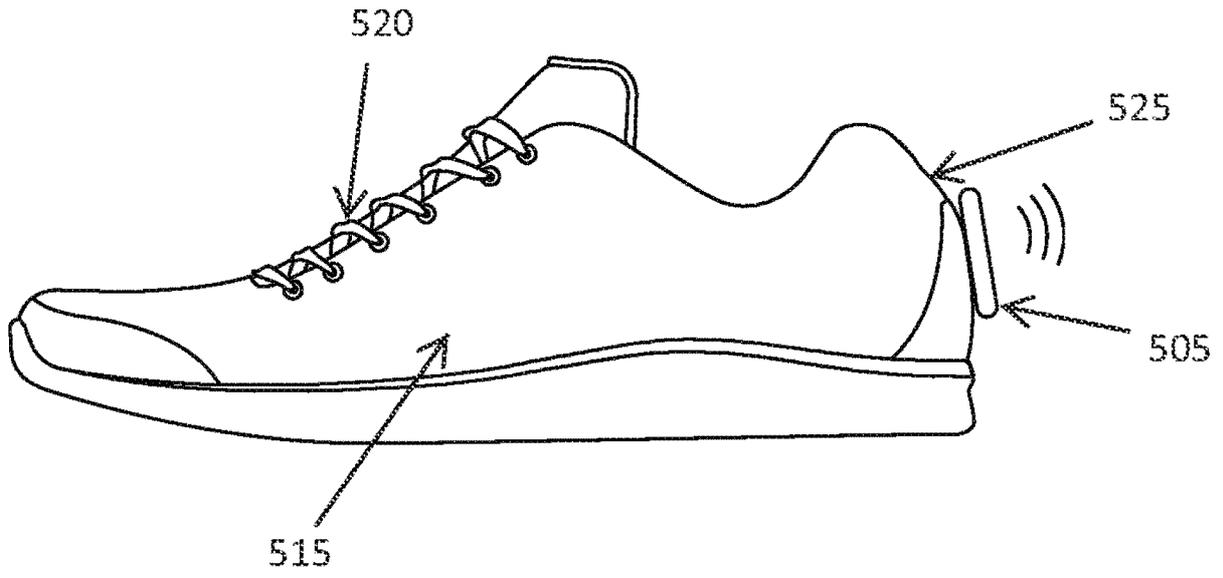


图 23

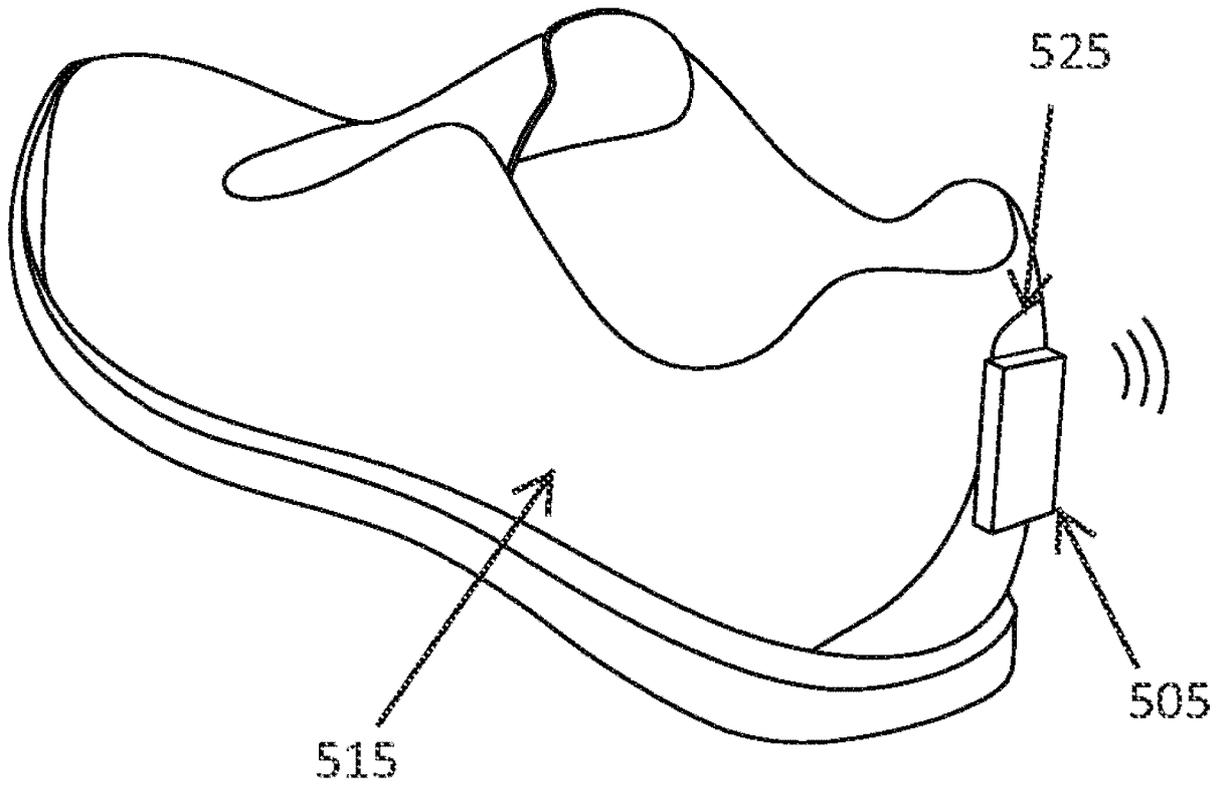


图 24

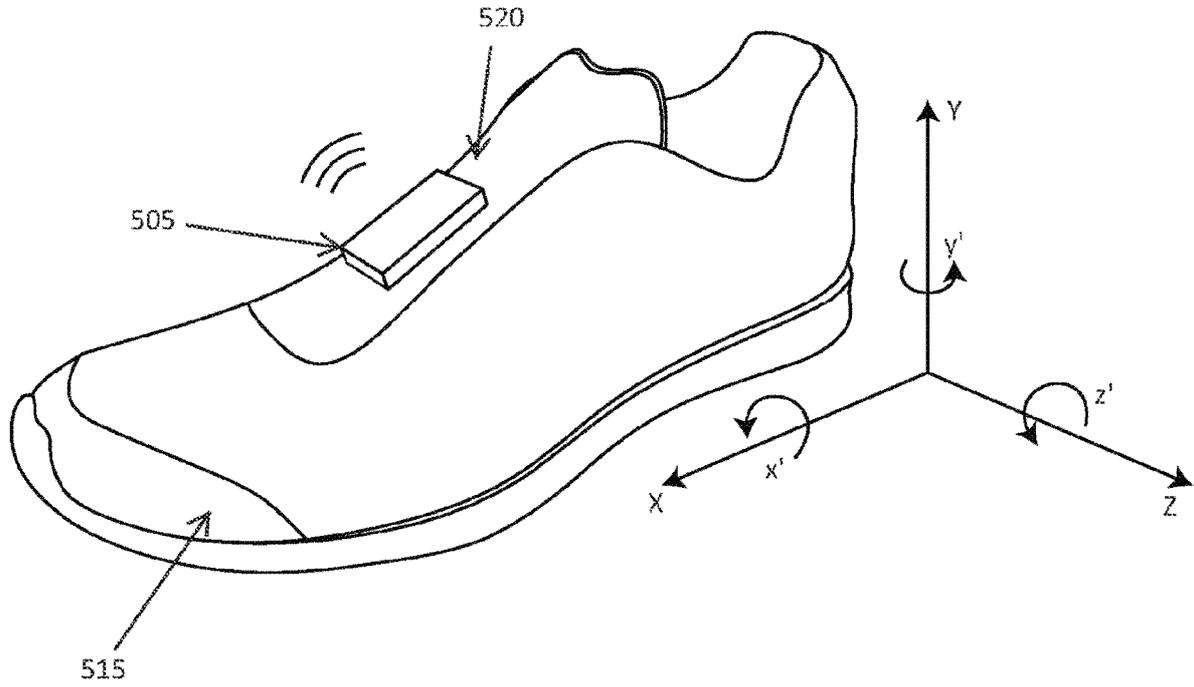


图 25

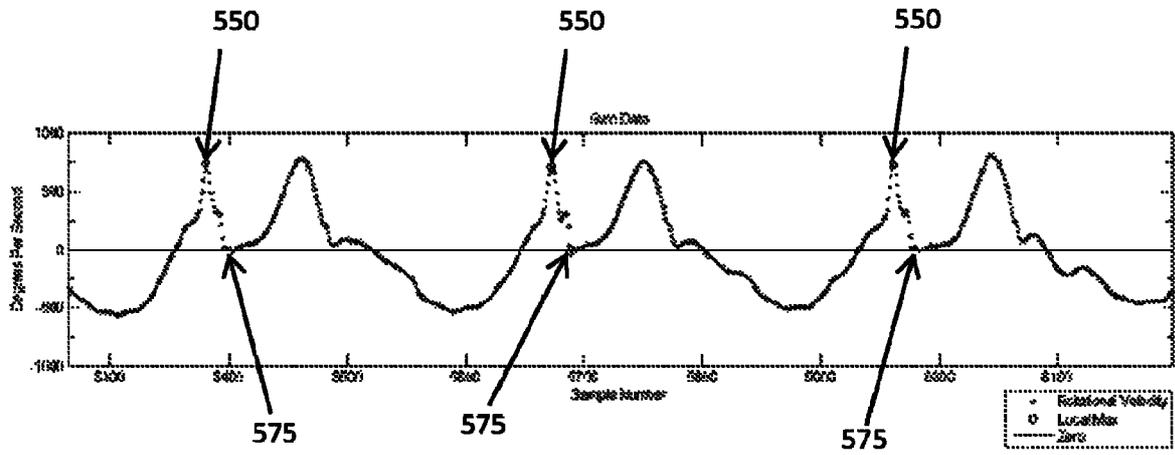


图 26

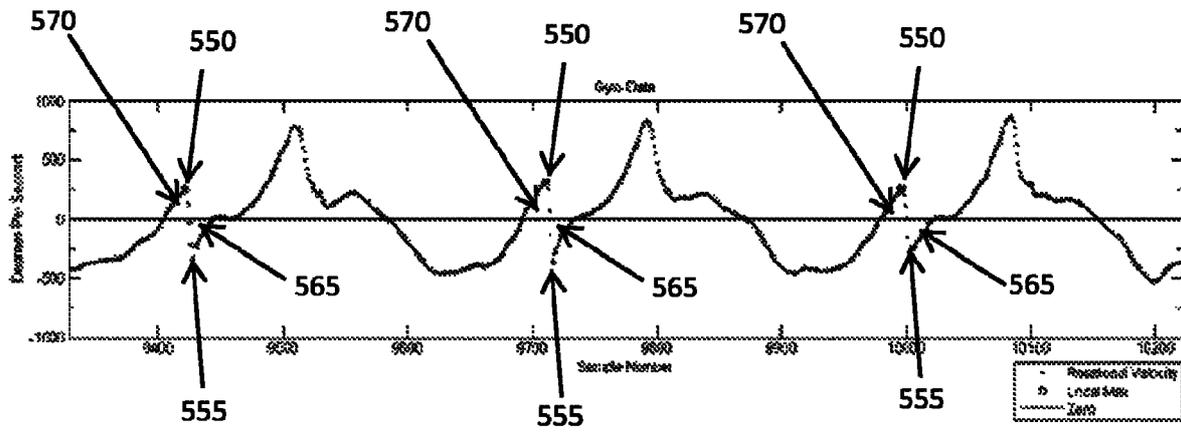


图 27

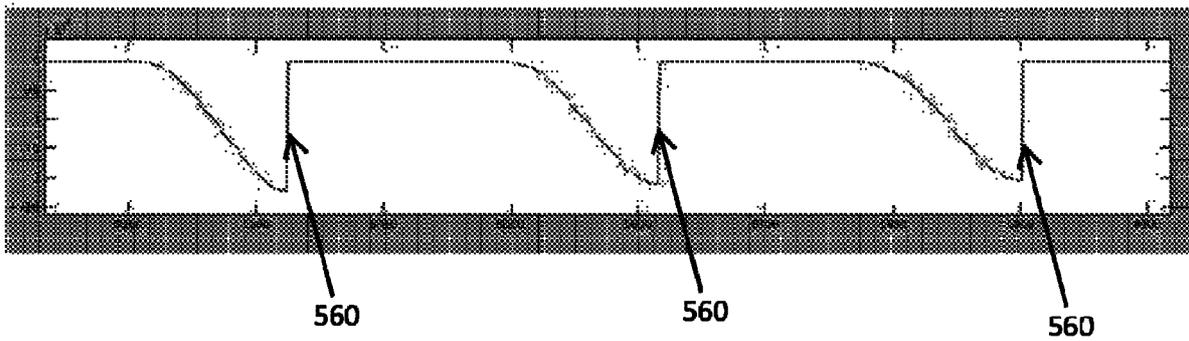


图 28

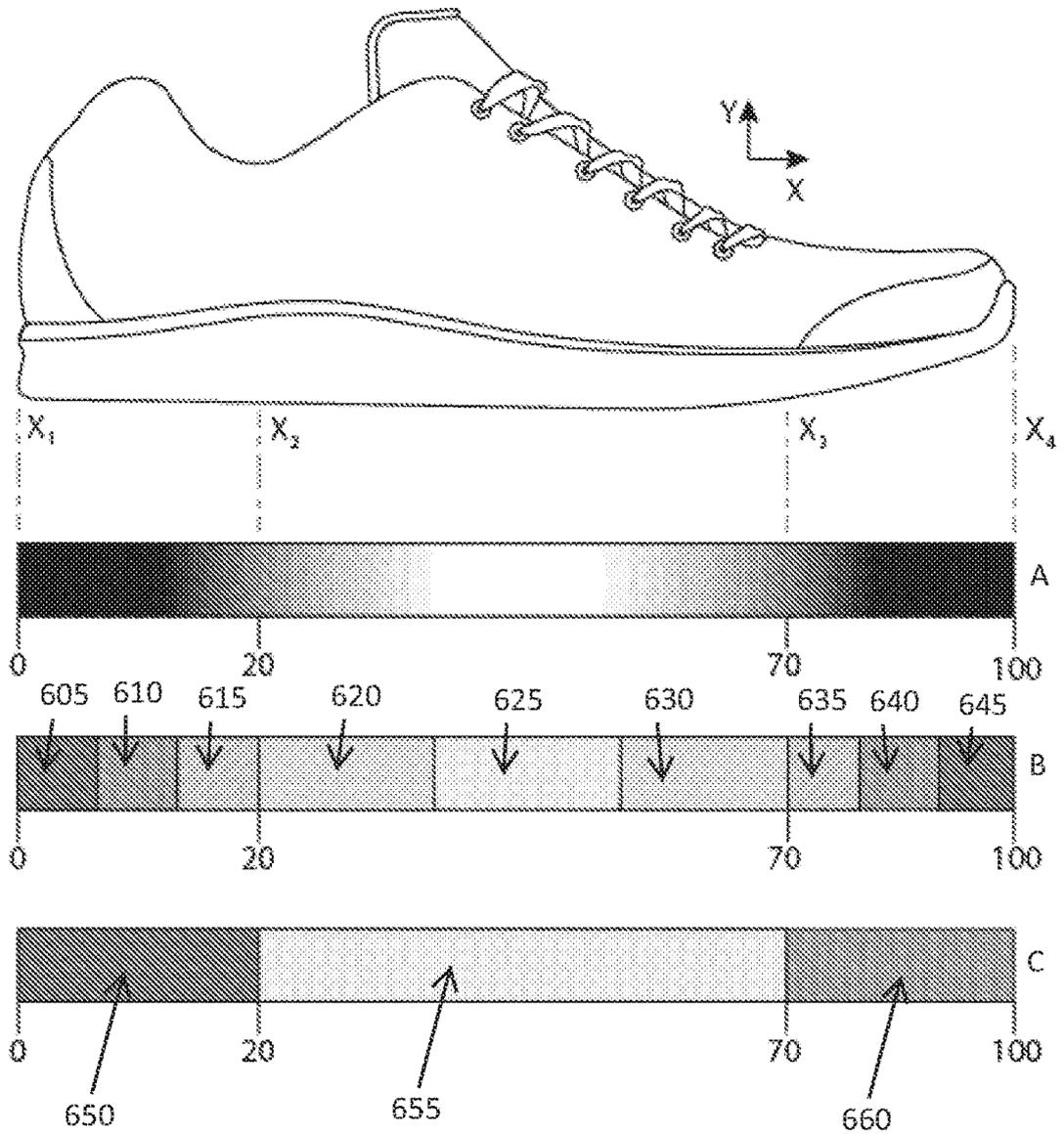


图 29

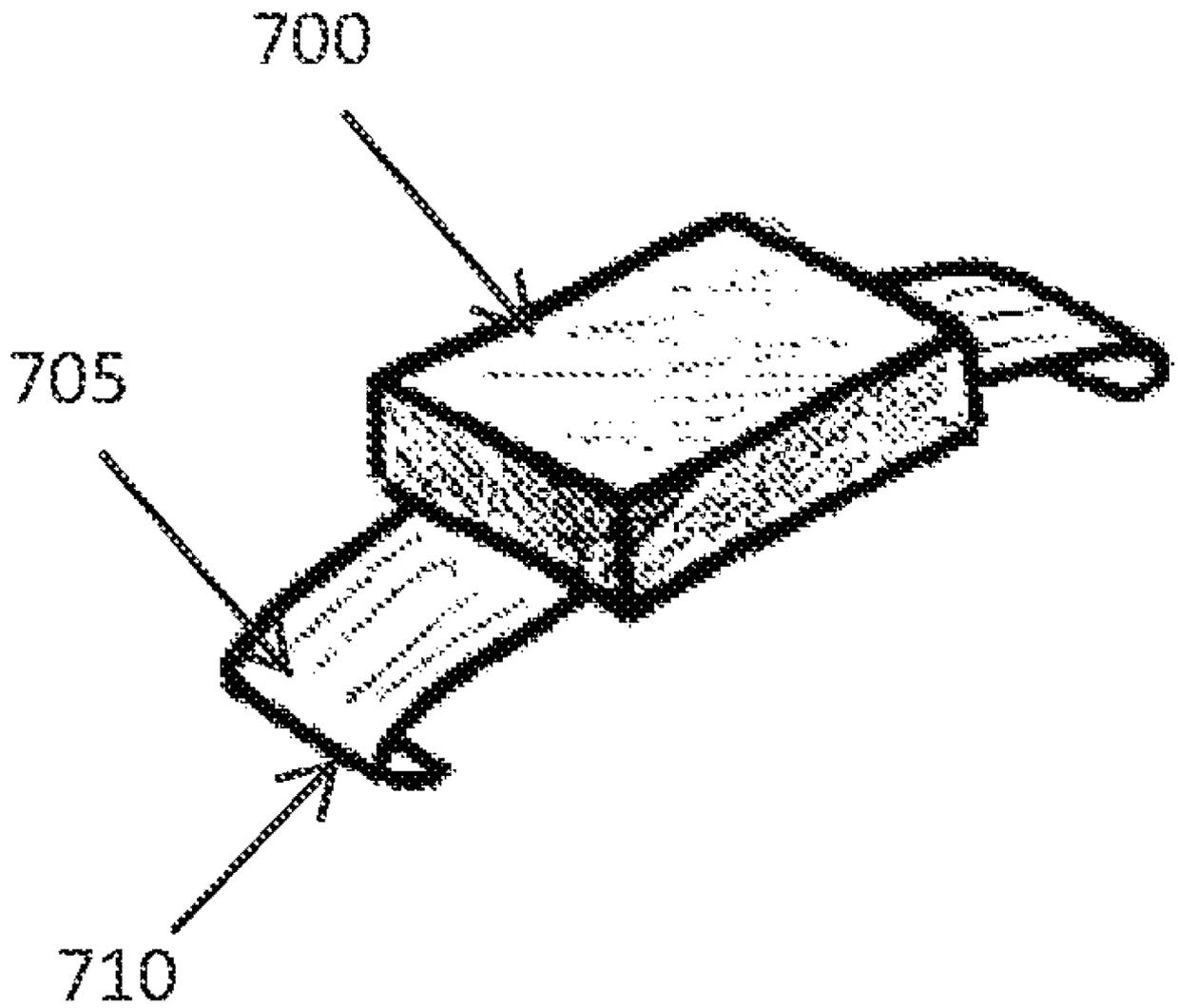


图 30a

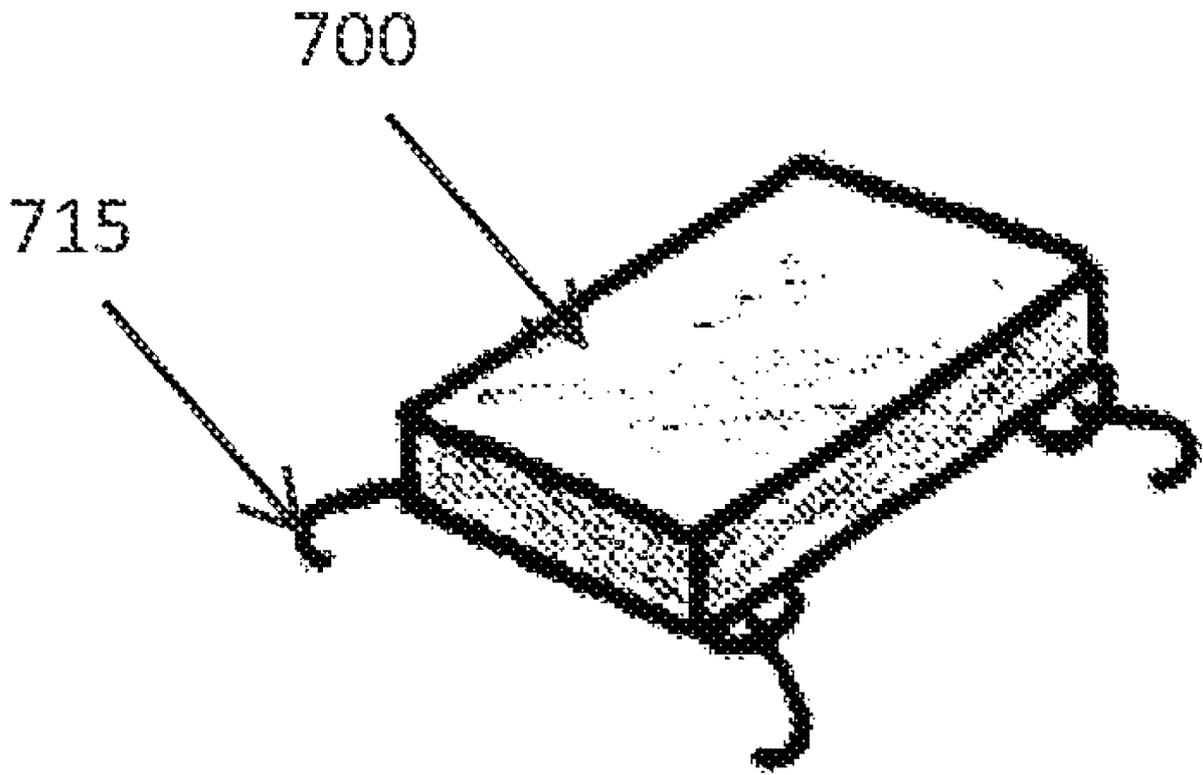


图 30b

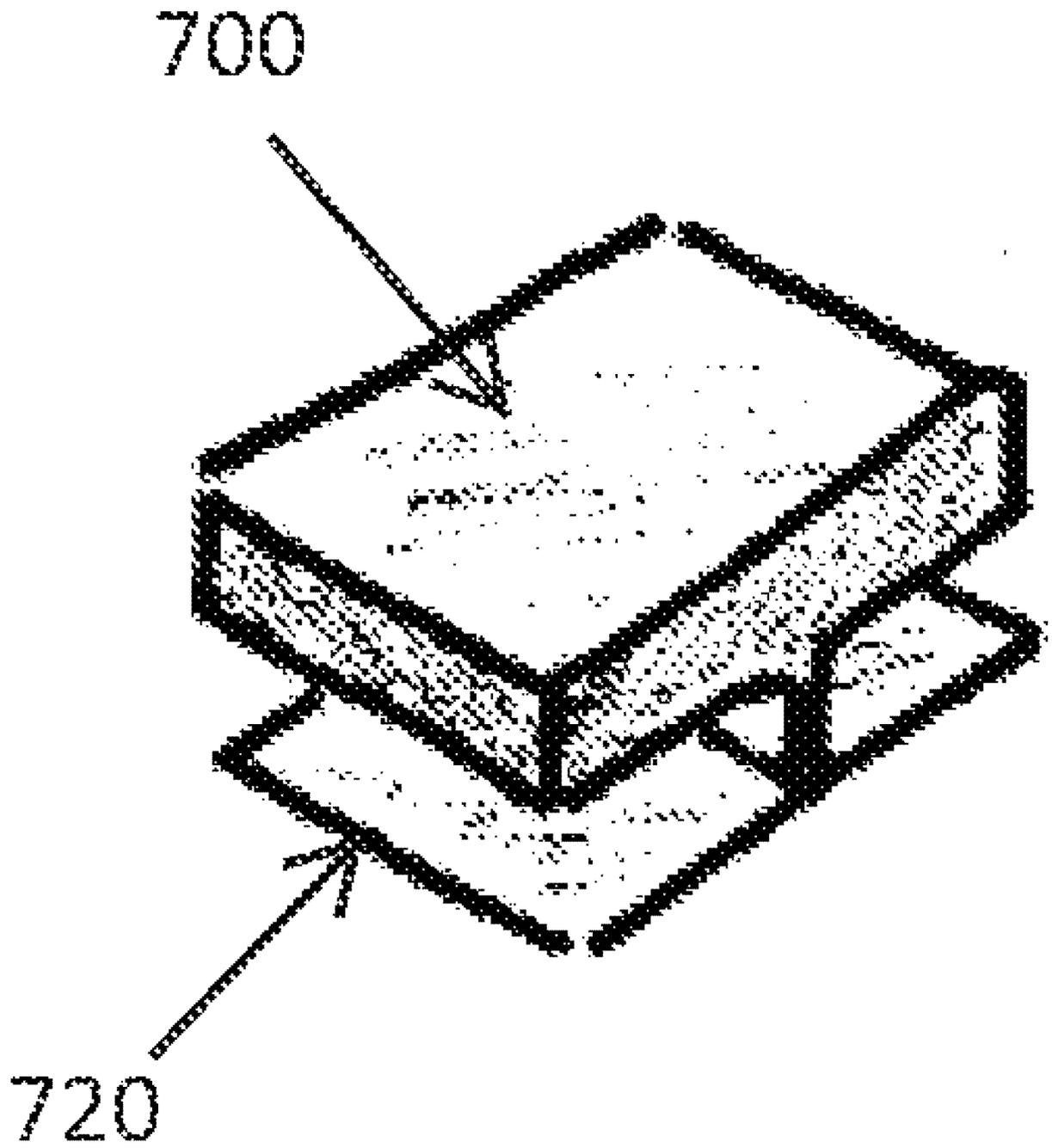


图 30c

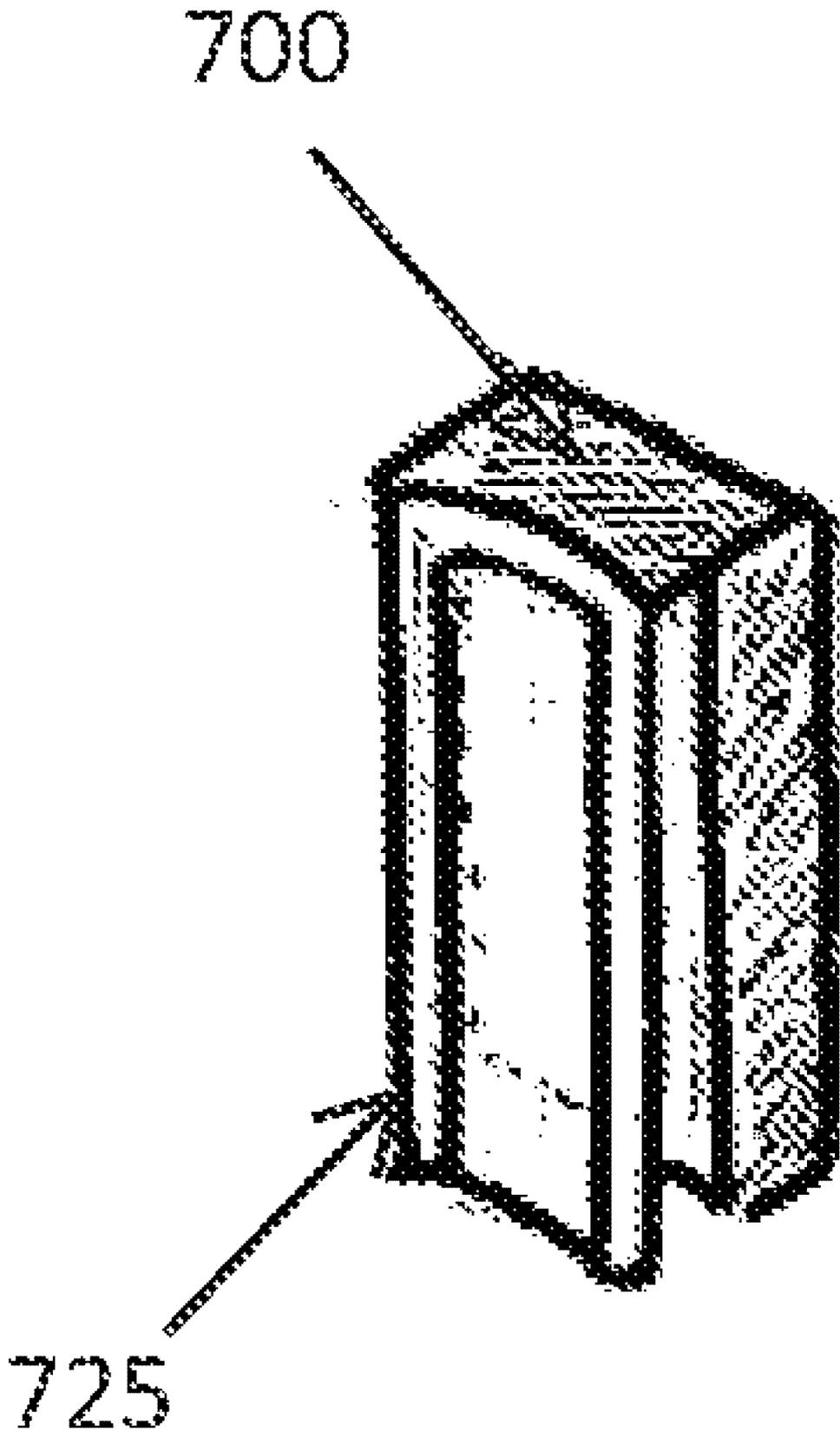


图 30d

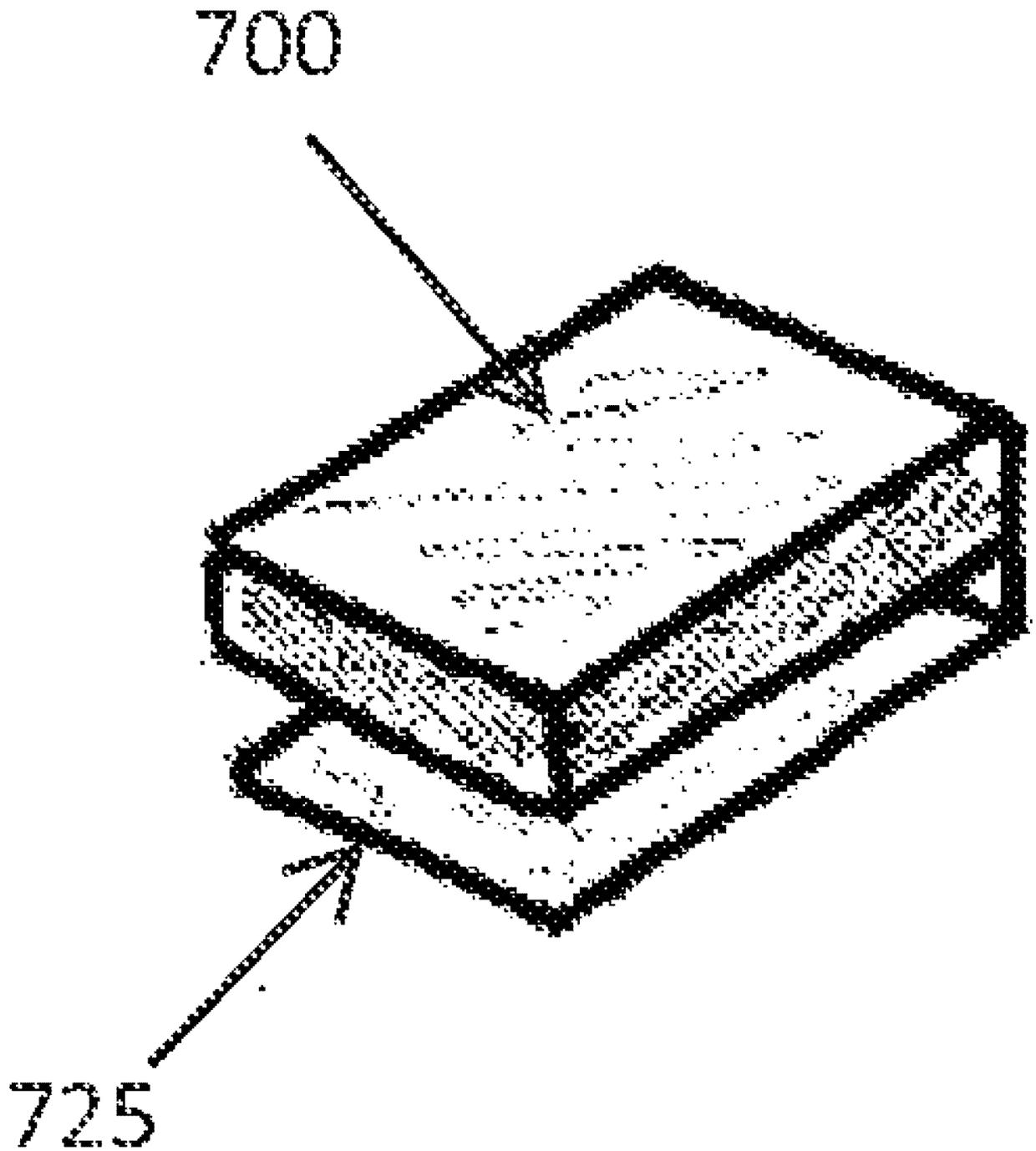


图 30e

700

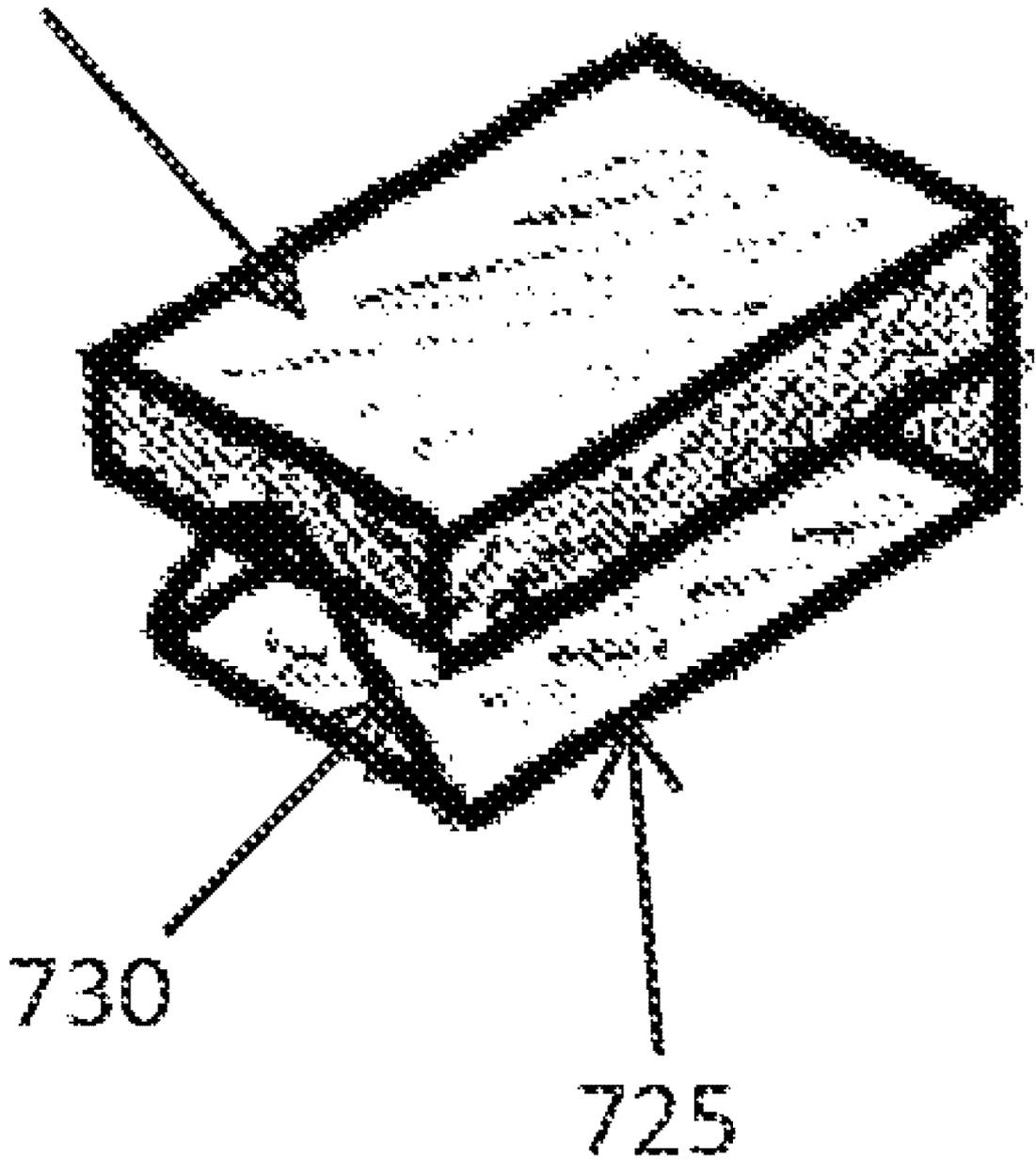


图 30f

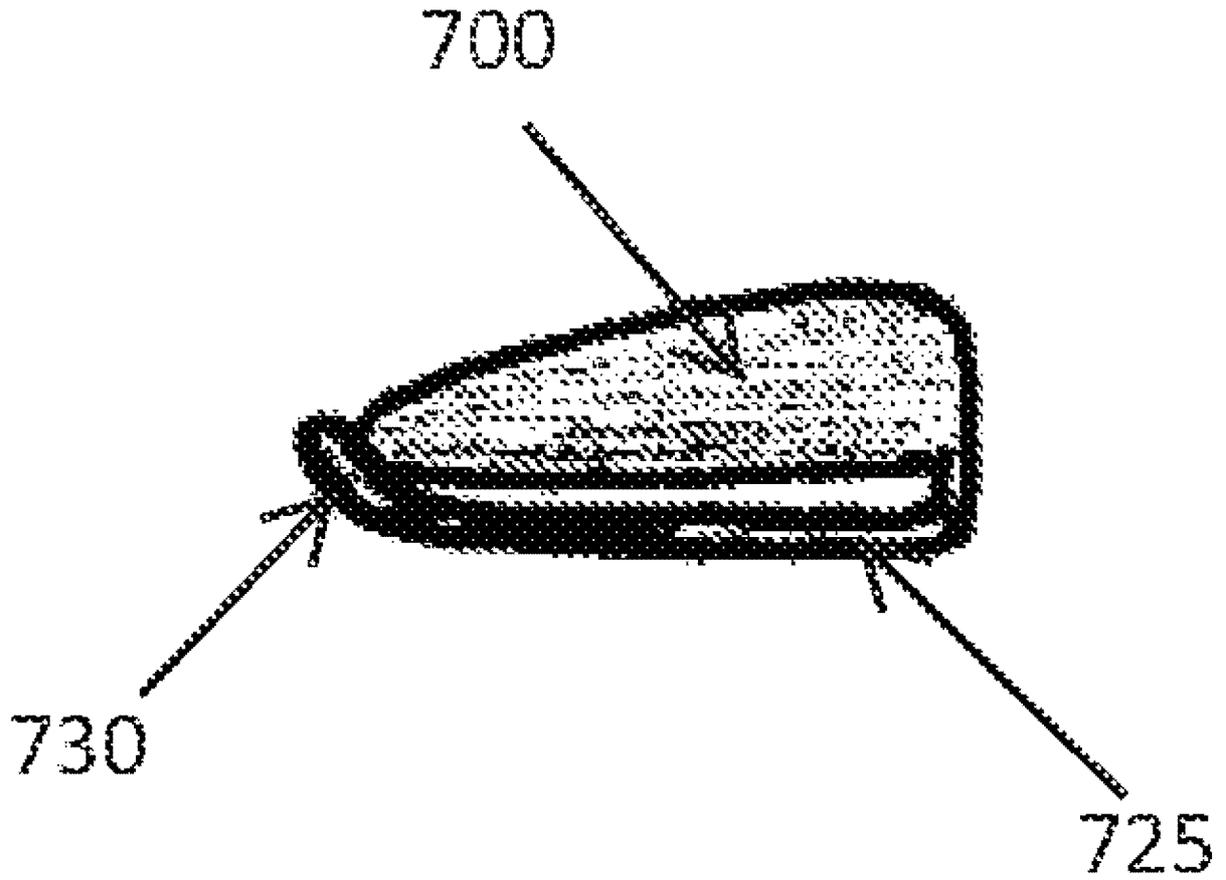


图 30g

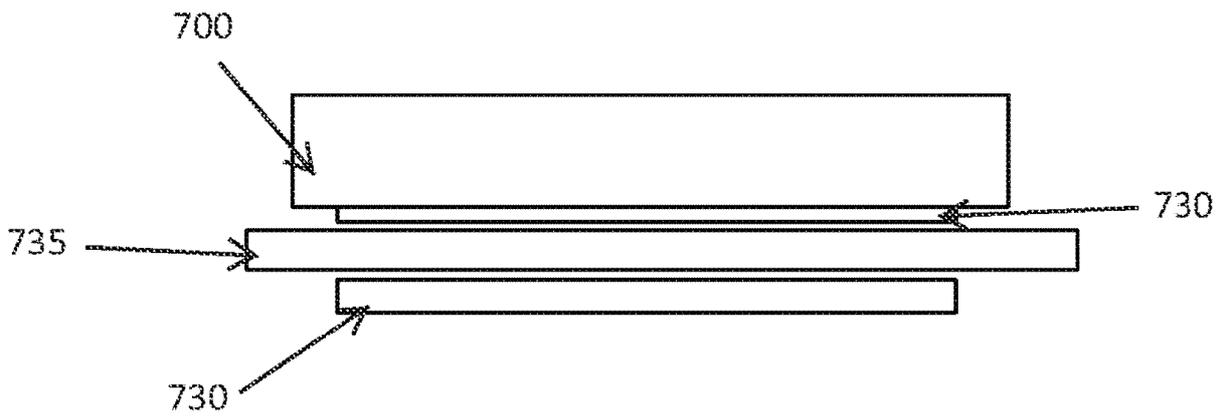


图 31a

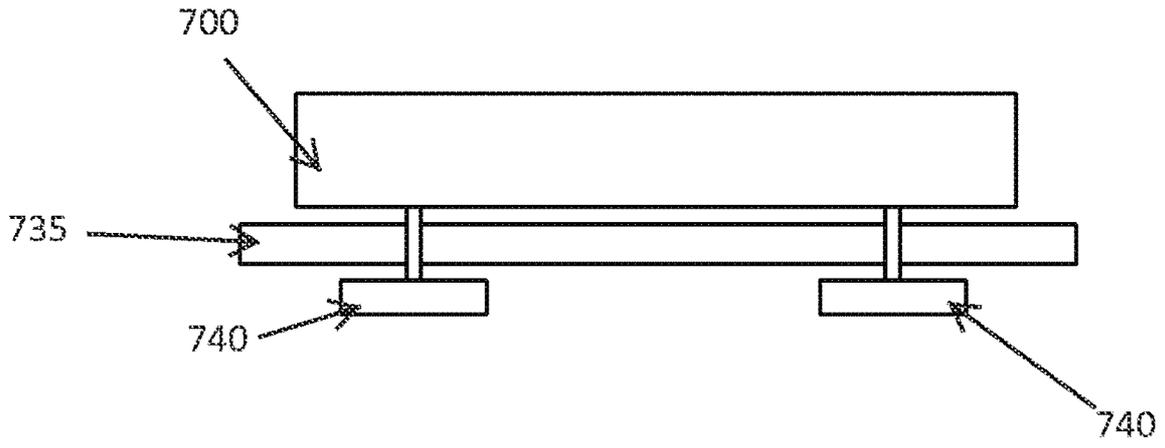


图 31b

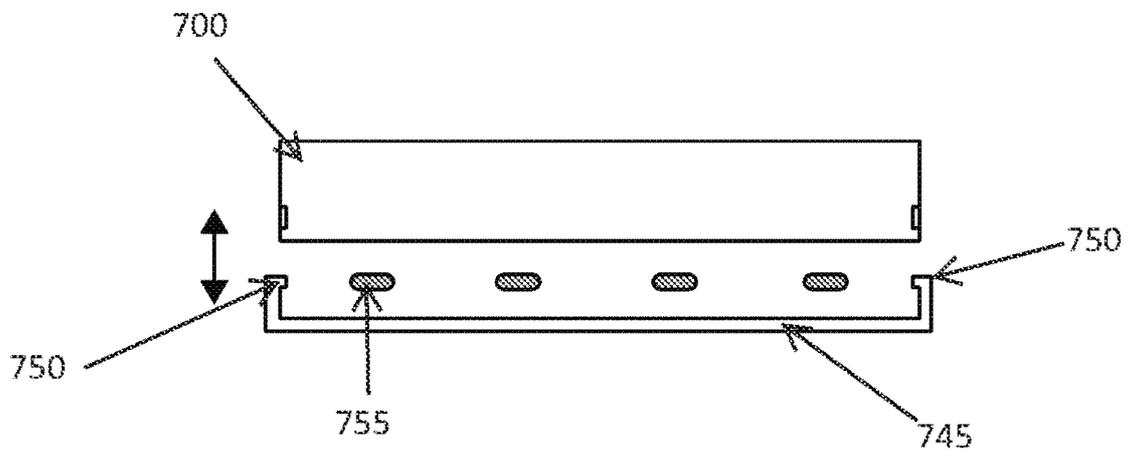


图 32a

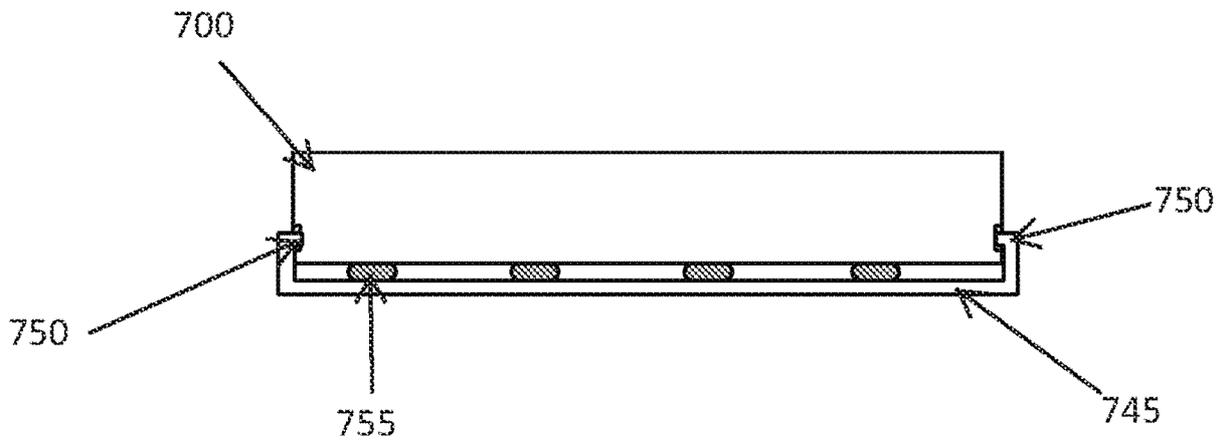


图 32b

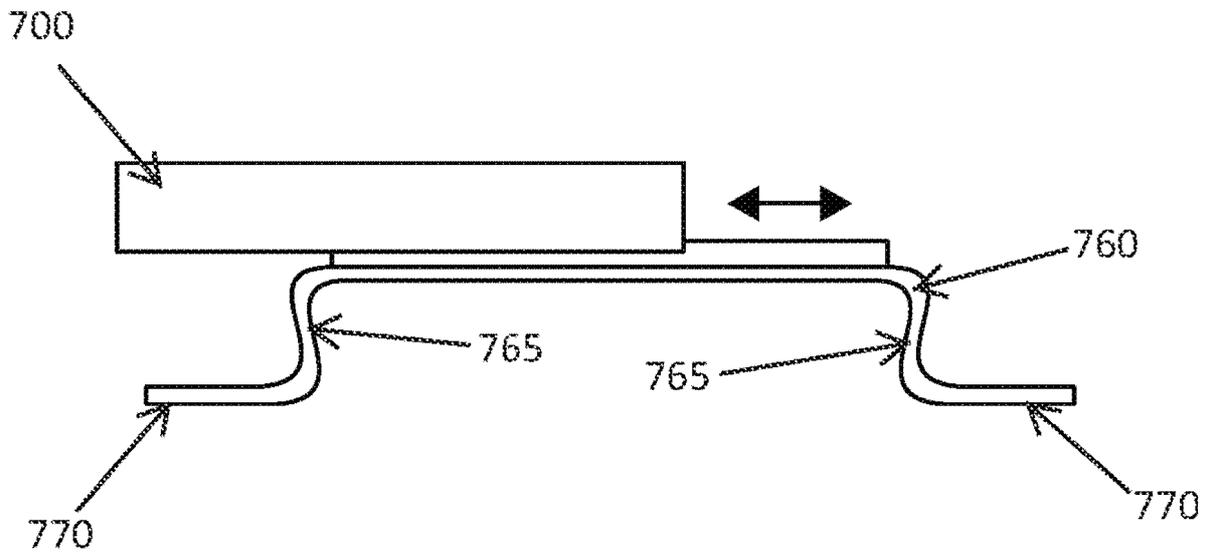


图 33a

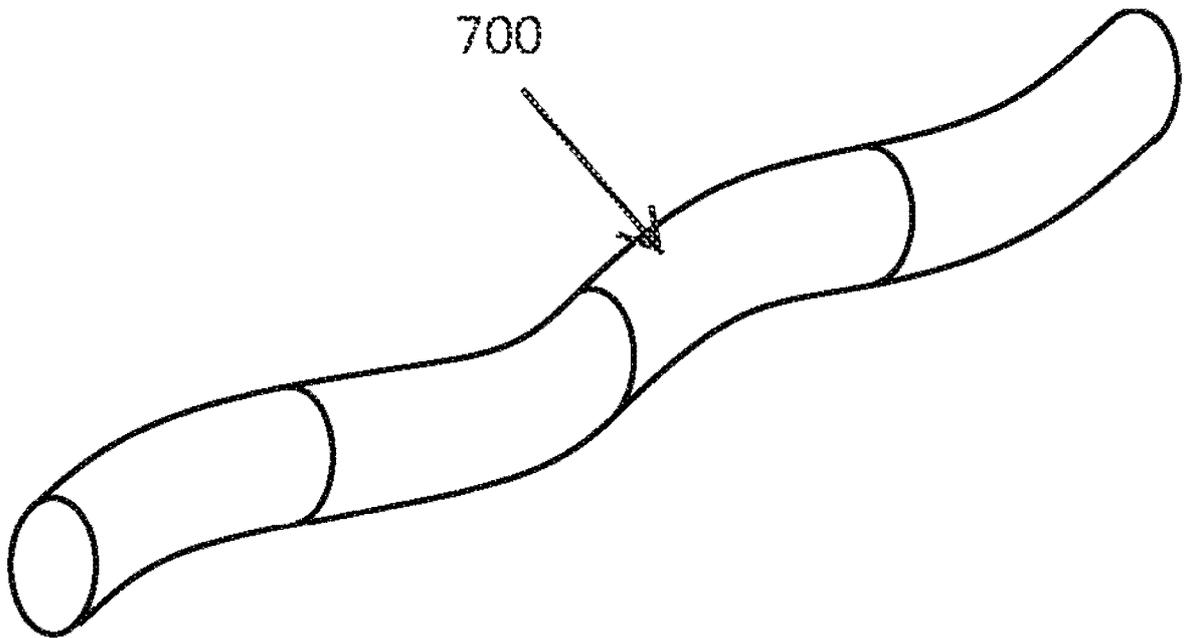


图 33b

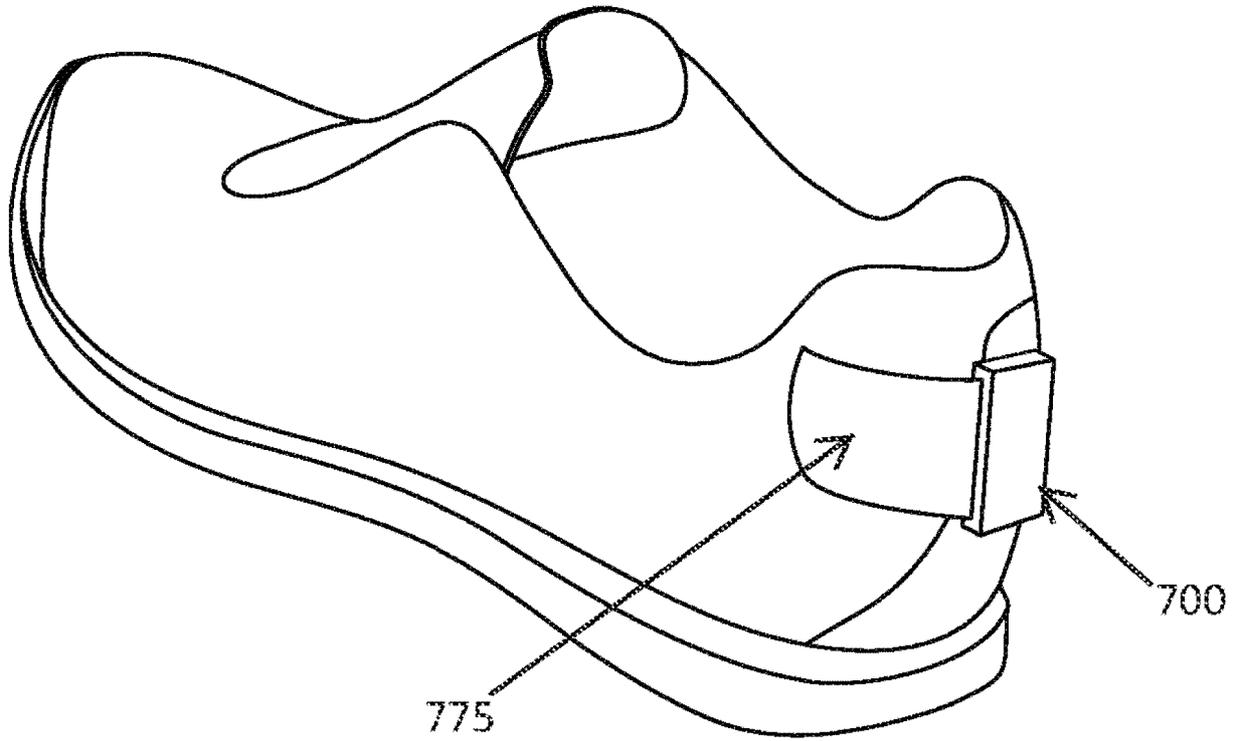


图 33c