



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106456339 B

(45)授权公告日 2020.02.07

(21)申请号 201580026745.8

(22)申请日 2015.04.10

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106456339 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(30)优先权数据
61/978,721 2014.04.11 US
62/042,687 2014.08.27 US
62/106,085 2015.01.21 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.11.18

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2015/025461 2015.04.10

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/157723 EN 2015.10.15

(73)专利权人 奥索有限责任公司
地址 冰岛雷克雅维克

(72)发明人 阿林比约恩·V·克劳森
比亚尼·安德雷森
拉格纳·奥恩·冈纳森
克里斯多弗·盖伊·勒孔特
玛利亚·古德龙·斯韦恩比约恩斯
多特瑞
大卫·萨德哈尔
阿特利·奥恩·斯维里森
大卫·兰洛伊斯

(74)专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理
有限责任公司 11204
代理人 王达佐 王艳春

(51)Int.Cl.
A61F 2/50(2006.01)
A61F 2/66(2006.01)
审查员 苏蔷薇

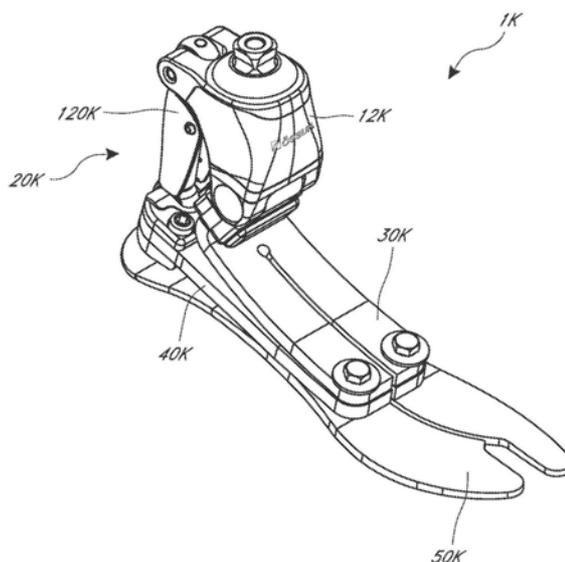
权利要求书2页 说明书24页 附图57页

(54)发明名称

具有可去除柔性构件的义肢脚

(57)摘要

义肢脚可包括附接构件、至少一个第一支具、至少一个第一柔性构件、非动力致动器、至少一个第二支具以及至少一个第二柔性构件。附接构件可包括配置成将附接构件连接至用户或另一义肢装置的连接器。至少一个第一支具可安装至附接构件，至少一个第一柔性构件可通过至少一个第一支具连接至附接构件，以使得地面与附接构件之间的力可由至少一个第一柔性构件来支承。非动力致动器可安装至附接构件，至少一个第二支具可安装至致动器。至少一个第二柔性构件可通过至少一个第二支具连接至附接构件，以使得地面与附接构件之间的力可由至少一个第二柔性构件来支承。



1. 一种义肢脚,包括:
附接构件,包括配置成将所述附接构件连接至用户或另一义肢装置的连接器;
至少一个第一支具,安装至所述附接构件;
至少一个第一柔性构件,通过所述至少一个第一支具连接至所述附接构件,以使得地面与所述附接构件之间的力能够由所述至少一个第一柔性构件来支承,所述至少一个第一支具连接至所述附接构件的前部;
非动力致动器,在所述附接构件的后部安装至所述附接构件;以及
至少一个第二支具,安装至所述致动器;以及
至少一个第二柔性构件,通过所述至少一个第二支具连接至所述附接构件,以使得地面与所述附接构件之间的力能够由所述至少一个第二柔性构件来支承,所述第二支具安装在所述第二柔性构件的更具柔性部分的远端周围。
2. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述第一柔性构件和所述第二柔性构件能够去除地联接至所述第一支具和所述第二支具。
3. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述致动器配置成调整所述义肢脚的后跟高度。
4. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述致动器包括螺丝扣型调整器。
5. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述致动器包括摩擦锁。
6. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述致动器包括定位螺钉。
7. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述致动器包括棘轮机构。
8. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述致动器包括锁和销。
9. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述至少一个第一支具通过螺纹连接部附接至所述至少一个第一柔性构件。
10. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述至少一个第一支具通过可旋转接头附接至所述附接构件。
11. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述至少一个第一支具包括槽和分隔件,所述槽接纳所述第一柔性构件,所述分隔件将所述槽分成两半。
12. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述至少一个第二支具通过螺纹连接部附接至所述至少一个第二柔性构件。
13. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述至少一个第二支具通过可旋转接头附接至所述致动器。
14. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述至少一个第二支具包括槽和分隔件,所述槽接纳所述第二柔性构件,所述分隔件将所述槽分成两半。
15. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述至少一个第二支具包括楔形形状。
16. 如权利要求1所述的义肢脚,其中,所述至少一个第一柔性构件和所述至少一个第二柔性构件在可调整位置处沿脚部彼此附接。
17. 如权利要求16所述的义肢脚,其中,沿脚部附接的所述至少一个第一柔性构件和所述至少一个第二柔性构件包括槽,所述槽配置成接纳紧固件,以使得所述紧固件能够沿所述槽的长度定位在各种位置处,以改变沿脚部附接的所述至少一个第一柔性构件和所述至少一个第二柔性构件之间的附接的位置,从而改变所述义肢脚的刚度。

18. 如权利要求1所述的义肢脚,还包括联接至所述第二柔性构件的底部的至少一个第三柔性构件,所述第三柔性构件从所述义肢脚的后跟部延伸至脚趾部。

具有可去除柔性构件的义肢脚

[0001] 优先权要求

[0002] 本申请依照35U.S.C.§119(e)要求于2014年4月11日提交的且标题为“具有可去除柔性构件的义肢脚”的第61/978,721号美国临时专利申请系列的优先权;于2014年8月27日提交的且标题为“具有可去除柔性构件的义肢脚”的第62/042,687号美国临时专利的优先权;以及于2015年1月21日提交的且标题为“义肢脚”的第62/106,085号美国临时申请优先权;此处每个申请的整体通过引用清楚地并入本文。

技术领域

[0003] 本申请涉及包括弹簧的义肢脚及其他义肢装置,更具体地,涉及具有位于两个或更多接头(例如,枢转)之间的一个或多个柔性构件并且在使用期间允许可变的刚度的义肢脚及其他义肢装置。

背景技术

[0004] 在义肢领域,具体地,在义肢脚领域,期望提供具有可靠性能的高级功能。另外,由于每个用户都不同,所以期望提供可适于每个单独用户的具体需求的义肢。

发明内容

[0005] 具体地,在义肢脚领域中,期望提供这样的义肢,该义肢在整个步态周期以及在诸如站立的其他活动中提供稳定性。另外,在运动期间,通常期望义肢脚吸收和返回弹性能量,同时在行走期间保存更高的能量。更进一步地,期望义肢脚可针对可能具有各种重量、高度、步长等的个体进行调整,并且期望义肢脚设计根据被截肢者的活动水平允许可变的刚度。

[0006] 根据一个实施方式,提供一种义肢脚,该义肢脚具有一个或多个柔性构件,该一个或多个柔性构件位于两个或更多接头之间(例如,枢转件),以在步态周期的站立阶段期间提供改进的控制和稳定性(例如,在站立期间提供更多运动)。在一个实施方式中,义肢脚是纯机械脚。在另一实施方式中,义肢脚可包括致动器。在一些实施方式中,致动器可以是有源致动器(例如,电动马达,诸如具有在约60W与100W之间的功率的马达),该活动致动器可选择性地进行致动(例如,通过电控制器),以为义肢脚赋予机械动作(例如,以在步态周期的迈步阶段期间,将义肢踝的定向改变成背屈并且之后改变成跖屈)。在另一实施方式中,致动器可以是无源致动器(例如,回弹构件、弹簧或刚性梁)。

[0007] 在另一实施方式中,义肢脚配有可变刚度控制件,可变刚度控制件允许针对不同类型步态调整义肢脚的刚度。在一些实施方式中,可变刚度控制件是可机械致动的(例如,由用户人工地致动),以改变义肢脚的一个或多个柔性元件的刚度(例如,通过改变柔性元件的杠杆臂的长度,或通过改变相邻的柔性元件之间的间隙)。在另一实施方式中,可由用户例如基于用户的活动水平或步态周期的阶段,在行走期间自动地或主动地调整可变刚度控制件(例如,自动调整柔性元件的杠杆臂、或主动改变相邻的柔性元件之间的间隙)。在一

些实施方式中,可基于感测的步态参数(例如,利用义肢装置上的一个或多个传感器所感测的参数),自动地调整可变刚度控制件。

[0008] 在又一实施方式中,义肢脚或装置可包括壳体或接合器(例如,用于将义肢脚或装置联接至另一义肢部件),该壳体或接合器具有在一个或多个平面(例如,矢平面、冠平面、横平面)中提供柔性动作的机构,以便允许壳体或接合器在中间-侧部、前后或扭转方向上的动作。在一个实施方式中,在义肢装置是义肢脚的情况下,壳体或接合器可大体位于与自然人体踝相关联的位置处,并且提供与自然人体踝的动作类似的动作。在一些实施方式中,该机构可包括位于壳体或接合器的一个或多个表面中的一个或多个槽或开口(例如,位于壳体或接合器的中间表面和侧部表面上的槽),该槽或开口可移动地接纳使壳体或接合器与义肢脚的其他部件(例如,柔性元件或脚板)相连接的一个或多个销、轴或接头构件。

[0009] 在另一实施方式中,提供一种义肢脚,该义肢脚允许站立期间义肢脚的踝部中的中间-侧部运动和/或扭转运动,从而在站立期间提供改进的稳定性。

[0010] 在一个实施方式中,义肢脚可包括接合器构件,该接合器构件包括配置成将接合器构件连接至用户或另一义肢装置的连接器。义肢脚可还包括在脚后跟端与脚趾端之间延伸的底板以及设置在底板上方并且在近端与远端之间延伸的中间板。义肢脚还可以包括支承构件,该支承构件在中间构件的近端与接合器构件的近端部分之间延伸,并且使中间构件的近端和接合器构件的近端部分互连,该支承构件枢转地联接至中间构件的近端。义肢脚还可以包括在近端与远端之间延伸的顶板组件,顶板组件包括从近端延伸至远端以将顶板组件分成中间叶片和侧部叶片的裂缝。接合器构件的远端设置在中间叶片与侧部叶片之间,并且在顶板组件的近端处枢转地联接至中间叶片和侧部叶片,从而,当底板与支承表面接触时,促进站立期间义肢脚的中间-侧部运动和/或扭转运动。

[0011] 在一个实施方式中,义肢脚包括附接构件和两个或更多柔性构件。附接构件可包括配置成将附接构件连接至用户或另一义肢装置的连接器。两个或更多柔性构件可通过可旋转接头可旋转地附接至附接构件,使得在义肢脚接触地面时,柔性构件既可相对于附接构件旋转又可相对于附接构件折曲。

[0012] 在另一实施方式中,义肢脚可包括附接构件、两个或更多柔性构件以及可调整的紧固构件。附接构件可包括配置成将附接构件连接至用户或另一义肢装置的连接器。两个或更多柔性构件可附接至附接构件。另外,两个或更多柔性构件可从附接构件延伸至义肢脚脚部,并且大致可沿其长度相对于彼此运动。可调整的紧固构件可配置成沿义肢脚脚部紧固两个或更多柔性构件。另外,可沿两个或更多柔性构件的长度在多个位置处设置紧固,以改变两个或更多柔性构件的柔性和阻力。

[0013] 在其他实施方式中,义肢脚可包括附接构件、两个或更多柔性构件以及可变的刚度控制构件。附接构件可包括配置成将附接构件连接至用户或另一义肢装置的连接器。两个或更多柔性构件可附接至附接构件,并且可从附接构件延伸至义肢脚脚部。柔性构件可沿其长度相对于彼此大致活动。然而,可变的刚度控制构件可配置成沿义肢脚脚部,调整两个或更多柔性构件的杠杆臂的长度。例如,可变刚度控制构件可限制柔性构件之间的相对动作。

[0014] 在其他实施方式中,义肢脚可包括一个或多个柔性脚板、附接构件以及用于改变义肢脚的刚度的器件。一个或多个柔性脚板可配置成沿其长度弯曲。附接构件可包括配置

成将附接构件连接至用户或另一义肢装置的连接器。用于改变义肢脚的刚度的器件可在使用之前或在使用期间改变柔性脚板中的一个或多个的弯曲长度。

[0015] 在其他实施方式中,义肢脚可包括一个或多个柔性元件以及附接构件。一个或多个柔性元件可配置成沿其长度弯曲。附接构件可包括配置成将附接构件连接至用户或另一义肢装置的连接器。另外,附接接合器可通过至少两个可枢转接头连接至一个或多个柔性元件。柔性元件中的至少一个可在至少两个可枢转接头之间延伸。

[0016] 在其他实施方式中,义肢脚可包括附接构件、至少一个第一支具、至少一个第一柔性构件、非动力致动器、至少一个第二支具以及至少一个第二柔性构件。附接构件可包括配置成将附接构件连接至用户或另一义肢装置的连接器。至少一个第一支具可安装至附接构件,且至少一个第一柔性构件可通过至少一个第一支具连接至附接构件,使得地面与附接构件之间的力可由至少一个第一柔性构件支承。非动力致动器可安装至附接构件,至少一个第二支具可安装至致动器。至少一个第二柔性构件可通过至少一个第二支具连接至附接构件,使得地面与附接构件之间的力可由至少一个第二柔性构件支承。

[0017] 在其他实施方式中,义肢脚系统可包括义肢脚和多个替换柔性构件。义肢脚可包括附接构件、至少一个第一支具以及至少一个第一柔性构件。附接构件可包括配置成将附接构件连接至用户或另一义肢装置的连接器。至少一个第一支具可安装至附接构件,至少一个第一柔性构件可通过至少一个第一支具可释放地连接至附接构件,使得地面与附接构件之间的力可由至少一个第一柔性构件支承。多个替换柔性构件可具有不同的柔韧特性,并配置成替换至少一个柔性构件,以为用户提供不同的柔性特性。

[0018] 在其他实施方式中,可提供调整义肢脚的方法。可将义肢脚安装至用户,并且在行走期间使用该义肢脚来支承用户,其中该义肢脚包括至少一个致动器和至少一个第一柔性构件。然后,可将至少一个第一柔性构件替换为具有与至少一个第一柔性构件不同的柔性特性的至少一个第二柔性构件。然后,可在行走期间使用具有至少一个第二柔性构件的义肢脚来支承用户。

[0019] 在其他实施方式中,义肢脚包括附接构件、至少一个柔性构件、至少一个电致动器以及至少一个脚构件。附接构件可包括配置成将附接构件连接至用户或另一义肢装置的连接器。至少一个柔性构件可连接至附接构件,使得地面与附接构件之间的力可由至少一个第一柔性构件支承。至少一个电致动器可连接至附接构件,使得地面与致动器之间的力可由至少一个致动器支承。至少一个脚构件可连接至至少一个柔性构件和至少一个电致动器,至少一个脚构件配置成接触地面。至少一个致动器的运动可使义肢脚的接头角度改变。另外,致动器可配置成在步态周期的大致整个站立阶段锁定。

[0020] 在又一实施方式中,可提供操作义肢脚的方法。义肢脚可包括至少一个电致动器和至少一个柔性构件。可在步态周期的站立阶段的第一部分期间锁定至少一个电致动器,使得能量存储在至少一个柔性构件中。可在站立阶段的第二部分期间将致动器解除锁定并且对该致动器提供动力,使得致动器提供用于脚趾离地的动力且柔性构件释放所存储的能量以用于脚趾离地。

附图说明

[0021] 下面参考优选实施方式的附图来描述本文所公开的本发明的这些及其他特征、方

面和有益效果,优选实施方式的附图旨在例示本发明而不限制本发明。另外,各图之间,相同的参考标记用于表示所示实施方式的相同部分。以下是每个附图的简要说明。

- [0022] 图1是义肢脚的实施方式的立体图。
- [0023] 图2是图1的义肢脚的主视图。
- [0024] 图3是图1的义肢脚的后视图。
- [0025] 图4是图1的义肢脚的侧视图。
- [0026] 图4A是与图1的义肢脚类似的义肢脚的另一实施方式的侧视图。
- [0027] 图5是图1的义肢脚的俯视图。
- [0028] 图6是图1的义肢脚的仰视图。
- [0029] 图7是图1的义肢脚的横截面侧视图。
- [0030] 图8是具有附加紧固件的图1的义肢脚的视图。
- [0031] 图9是义肢脚的另一实施方式的立体图。
- [0032] 图10是图9的义肢脚的主视图。
- [0033] 图11是图9的义肢脚的后视图。
- [0034] 图12是图9的义肢脚的侧视图。。
- [0035] 图13是图9的义肢脚的俯视图。
- [0036] 图14是图9的义肢脚的仰视图。
- [0037] 图15是图9的义肢脚的横截面侧视图。
- [0038] 图15A是与图9的义肢脚类似的义肢脚的另一实施方式的横截面剖视图。
- [0039] 图16是义肢脚的另一实施方式的立体图。
- [0040] 图17是图16的义肢脚的主视图。
- [0041] 图18是图16的义肢脚的后视图。
- [0042] 图19是图16的义肢脚的侧视图。
- [0043] 图20是图16的义肢脚的俯视图。
- [0044] 图21是图16的义肢脚的仰视图。
- [0045] 图22是图16的义肢脚的横截面侧视图。
- [0046] 图23是具有附加紧固件的图16的义肢脚的视图。
- [0047] 图24是与图1的义肢脚类似的义肢脚的另一实施方式的侧视图。
- [0048] 图25是图24的义肢脚的横截面侧视图。
- [0049] 图26是与图1的义肢脚类似的义肢脚的另一实施方式的侧视图。
- [0050] 图27是图26的义肢脚的横截面侧视图。
- [0051] 图28是与图1的义肢脚类似的义肢脚的另一实施方式的侧视图。
- [0052] 图29是图28的义肢脚的横截面侧视图。
- [0053] 图30和图31是图29的义肢脚的柔性构件和支具的立体图和分解立体图。
- [0054] 图32和图33是图30和图31的侧视图。
- [0055] 图34和图35是图30至图33的支具的立体图。
- [0056] 图36是与图1的义肢脚类似的义肢脚的另一实施方式的侧视分解图。
- [0057] 图37是图36的义肢脚处于组装形式的侧视图。
- [0058] 图38是义肢脚的、与前述附图中所讨论的实施方式类似的实施方式的一部分的立

体图,该实施方式包括间隙测量传感器。

[0059] 图39是义肢脚的另一实施方式的侧视图。

[0060] 图40是义肢脚的另一实施方式的侧视图。

[0061] 图41是与图40的义肢脚类似的义肢脚的另一实施方式的侧视图。

[0062] 图42是义肢脚的另一实施方式的立体俯视图。

[0063] 图43是图42的义肢脚的局部立体后视图。

[0064] 图44是图42的义肢脚的局部侧视图。

[0065] 图45是图42的义肢脚的局部立体主视图。

[0066] 图46是义肢脚的另一实施方式的立体图。

[0067] 图47是图46的义肢脚的主视图。

[0068] 图48是义肢脚的另一实施方式的侧视图。

[0069] 图49是义肢脚的另一实施方式的立体图。

[0070] 图50是权利要求49的义肢脚的侧视图。

[0071] 图51是图1的义肢脚的侧视图,示出各传感器的可能位置。

[0072] 图52A和图52B是示出在水平地面上行走期间义肢脚的行为的图形。

[0073] 图52C是示出在水平地面上行走期间义肢脚的后跟部以及义肢脚的脚趾部上的相对负载的图形。

[0074] 图53A和图53B是示出上楼梯期间义肢脚的行为的图形。

[0075] 图54A和图54B是示出下楼梯期间义肢脚的行为的图形。

[0076] 图55A和图55B是示出上坡期间义肢脚的行为的图形。

[0077] 图56A和图56B是示出下坡期间义肢脚的行为的图形。

[0078] 图57A和图57B是示出当从水平地面行走转变为为楼梯时义肢脚的行为的图形。

[0079] 图58A和图58B是示出当从水平地面行走转变为下楼梯时义肢脚的行为的图形。

[0080] 图59A和图59B是示出当从上楼梯转变为水平地面行走时义肢脚的行为的图形。

[0081] 图60A和图60B是示出当从下楼梯转变为水平地面行走时义肢脚的行为的图形。

[0082] 图61和图62是示出当内侧脚或外侧脚任一地作U形转弯时义肢脚的行为的图形。

具体实施方式

[0083] 图1至图8示出义肢脚1的实施方式。义肢脚1可利用附接构件10附接至用户或附接至另一义肢装置。附接构件10示出为包括第一连接部分12,该第一连接部分12示出为角锥形连接器。角锥形连接器可附接至用户上的残肢、附接至另一义肢装置或附接至任何其他适当的对象。此外,应理解,第一连接部分12可包括除了角锥形连接器之外的附接特征,诸如螺纹孔或螺丝、闩扣、磁性构件、管夹或其他特征。

[0084] 附接构件10还可包括第二连接部分14和第三连接部分16(参见图4、图7)。附接构件10可用于在连接部分12、14、16之间提供刚性连接。例如,附接构件10可包括基本为刚性的材料,诸如铝、钢、钛、其他金属或金属合金、碳纤维、合成物、或基本为刚性的塑料。然而,在其他实施方式中,附接构件10可配置成可能在多个平面中提供柔性。因此,在一些实施方式中,附接构件10可包括更具柔性的材料,或可包括位于附接构件10的分离部件之间的柔性接头。例如,在一些实施方式中,附接构件10可具有与第一连接部分12连接的柔性连接

件,从而允许在居中/侧向和/或向前/向后的方向上的动作。此外,连接件可利用第一连接部分12而允许扭转柔性。在其他实施方式中,如下面进一步描述,附接构件10可包括与第二连接部分14和第三连接部分16中的一个或两者连接的柔性连接件。

[0085] 此外,在一些实施方式中,附接构件10可包括义肢脚的其他特征,诸如传感器,所述传感器配置成测量例如义肢脚的位置和运动、义肢脚上各接头和部件的位置和运动(诸如,如下面进一步讨论的连接部分14、16和致动器20处的旋转位置和运动)、义肢脚1的各部件(诸如如下面进一步讨论的附接构件10、致动器20或柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50)上的压力和力以及义肢脚的其他可测量特性。传感器还可配置成测量义肢脚的环境,诸如义肢脚1在上面移动的地形。应理解,这些传感器可位于义肢脚1的其他元件上,诸如位于下面进一步讨论的致动器20、柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50及其他元件上。在一些实施方式中,柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50中的一个或多个可以是脚板(例如,通常为平面的或扁平的,或具有大体为矩形的横截面)。

[0086] 在一些实施方式中,当柔性构件30、40由于脚上承受负载而弯曲时,位于连接部分14、16、22中的传感器可在站立阶段期间(例如,当用户依靠脚1时)提供负载测量。例如,传感器可测量柔性构件30、40在连接部分16、22处的弯曲,然后该弯曲被用于估算柔性构件上的负载。因此,在站立阶段中,可通过将这些测量结果与正好在脚后跟着地之前所感测到的角度(和可选的估算负载)相比较,而使用这些测量结果来确定用户是否在脚后跟或脚趾上施加负载。

[0087] 在一些实施方式中,传感器可包括旋转传感器,诸如旋转霍尔效应传感器(例如,由Austria Micro Systems制造的AS5048型传感器)。该传感器可测量连接部分14、16、22处的旋转,所述旋转可指示施加至柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50上的负载。还可使用诸如间隙测量传感器的其他传感器。间隙测量传感器通常可包括彼此间隔开的两个部件以创建间隙。随着两个传感器之间的距离增加或减小,可以产生指示该距离的信号。例如,间隙测量传感器可以是线性霍尔效应传感器(例如,由霍尼韦尔(Honeywell)国际公司制造的SS49E-L型传感器)。间隙测量传感器可置于柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50中或置于柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50上,以直接测量柔性构件沿其长度的弯曲。

[0088] 在一些实施方式中,旋转传感器可设置在义肢脚1的旋转接头处。例如,间隙测量传感器可设置在连接部分14、16和22中的任意一个或多个处。如图1中的义肢脚1所示,间隙测量传感器然后可在连接部分14、16、22处测量元件之间(诸如附接构件10与第一柔性构件30之间、附接构件10与致动器20之间以及致动器20与第二柔性构件40之间)的旋转位置。

[0089] 在其他实施方式中,间隙测量传感器可沿着柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50中的一个或多个设置。例如,图38中示出一些实施方式的传感器。

[0090] 义肢脚1可包括其他传感器,诸如加速计、陀螺仪、负载传感器或其他传感器。这些传感器可检测各个方面,包括义肢脚接头的角位置和义肢脚相对于地的角位置、义肢脚上的轴向或扭转负载或其他变量。例如,如图51所示,诸如角编码器的旋转传感器可定位在连接部分14、16和22处的可旋转接头处。诸如上述间隙测量传感器的接近传感器可定位在连接部分16、22附近以及定位在第二柔性构件40和第三柔性构件50接触的地方,以测量这些接头处的旋转和弯曲。应变传感器也可位于柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50中的任意构件上,以测量这些构件的弯曲。

[0091] 附接构件10还可包括电子器件(例如,计算机处理器)。例如,附接构件10可包括配置成从上述传感器接收信息的电子器件。此外,在一些实施方式中,附接构件10可包括配置成将信息(例如,来自传感器的信息)通信至其他电子器件的电子器件,诸如通信至其他义肢装置或外部计算机(例如,通过有线通信或诸如RF通信的无线通信)。这些电子器件还可配置成从其他义肢装置或外部计算机接收信息,该信息可能包括来自其他传感器的信息和/或用于义肢脚1的操作命令。

[0092] 电子器件可选择性地处理(例如,利用存储器中所存储的一种或多种算法)来自传感器的信息,以确定某些步态模式、地形以及用于本文所述的义肢脚的适当对准设置。例如,在具体类型的行走期间,脚可具有具体的平移动作、旋转弯曲、负载模式及其他特性。图52A至图62示出在具体步态模式期间以及在步态模式之间的转变期间的运动模式的多种示例。

[0093] 图52A和图52B示出通过义肢脚进行的水平地面行走的数据特性。如图所示,一条线指示义肢脚的旋转弯曲角度。旋转弯曲角度可利用多种传感器来测量,诸如图51所示以及如上所述的传感器。在具体实施方式中,角度可由在脚的后跟处所测量的负载与在脚的脚趾处所测量的负载的比率来确定。图52C中示出在水平地面行走期间该负载测量结果,可见,所测量的负载图形与图52A中的角度图形大致类似。脚后跟上的高负载可表示跖屈,而脚趾上的负载高可表示背屈。也可使用其他方法来测量旋转弯曲,诸如利用位于连接部分中的一个处的旋转传感器来测量。

[0094] 另一条线指示在与矢状面垂直的轴上测量的陀螺仪的角度测量结果,该结果指示义肢脚的壳体或罩18的旋转位置。因此,陀螺仪的角度测量结果可指示第一连接部分12(诸如角锥形连接器)以及小腿构件或义肢脚所连接的截断残肢相对于环境的旋转位置(与通过上述负载传感器所测量的接头的弯曲相反)。

[0095] 另一条线指示所确定的、步态周期的不同部分之间的转变,诸如站立中前期、站立中后期、迈步中前期以及迈步中后期(如图上的步骤函数所示)。步态周期的这些部分可基于所测量的数据来确定。然而,还可使用其他数据,诸如来自加速计(可测量相对于重力的旋转角度,从而测量相对于环境的旋转角度)、旋转编码器或本文所述的其他传感器的数据。

[0096] 最后,图表还示出了义肢脚在向前方向(与冠平面垂直)和向上竖直方向(与横平面垂直)二者上的加速度数据。可见,在站立阶段期间加速度基本为零。另外,应注意的是,由于重力加速度的影响,竖直方向偏移至零之下。

[0097] 如图52A所示,在水平地面行走期间,在站立中前期阶段期间,义肢脚上的脚后跟负载可主导脚趾负载,从而指示跖屈。然后,随着脚逐渐转变至站立中后期和背屈,负载可朝向脚趾负载主导转变。然后,在迈步阶段期间,这些负载之间的比率可返回至基线水平(指示中性角),因为脚没有利用地面传递负载。还可使用其他角度测量结果来确定步态的阶段。另外,在水平地面行走期间,义肢脚可在迈步阶段向上加速然后向下加速。该加速度数据的积分可指示类似的、向上然后向下的速度。

[0098] 如图53A所示,在爬楼梯期间,在大致整个站立中,脚趾负载(和背屈)会始终占主导。负载比率(以及弯曲角度)可具有两个峰值,从而指示与地面的首次接触以及脚趾离地。如图54A所示,在大致整个站立中,下楼梯可类似地具有脚趾负载占主导的行为。然而,在下

楼梯期间,在站立开始时可能存在微小的脚后跟负载(跖屈)主导部分以及存在单个脚趾负载峰值。爬楼梯期间的竖直加速度数据(图53B)和下楼梯期间的竖直加速度数据(图54B)可指示大体向上或向下的速度,其还可用于指示动作的类型。

[0099] 图55A至图55B和图56A至图56B分别示出爬坡和下坡。在爬坡期间(参见图55A),脚后跟负载(跖屈)会在站立早期中稍微占主导,并且在站立中期期间,重量朝向脚趾负载(背屈)转移放慢。这种重量转移(以及角度变化)放慢也可视为脚后跟与脚趾负载之间的比率中的转折点。在下坡期间(参见图56A),站立中前期的脚后跟负载可更大,并且在站立中期期间,朝向脚趾负载的转变可更快。再者,还可使用竖直加速度数据(参见图55B和图56B),如上面关于爬楼梯和下楼梯所讨论的那样。

[0100] 这些特性的检测可向义肢脚上电子器件内部的模块指示用户行走所采用的步态类型(从而,例如指示地形类型)。例如,站立中前期大的脚后跟负载(跖屈)、站立中后期大的脚趾负载(背屈)以及从脚后跟负载到脚趾负载(或接头角度)的相对稳定的转变可指示水平地面行走。两个峰值模式和/或一致主导的脚趾负载(背屈)可指示爬楼梯。站立中前期具有非常微小的脚后跟负载(跖屈)的一个峰值脚趾负载模式可指示下楼梯。站立中前期具有非常微小的脚后跟负载(跖屈)的一个峰值脚趾负载(背屈)以及站立中期期间朝向脚趾负载的重量转移(角度变化)放慢可指示爬坡。最后,站立中前期大的脚后跟负载(跖屈)、站立中后期大的脚趾负载(背屈)以及站立中期期间的加速转变可指示下坡。另外,可使用加速度数据来确定竖直速度是否大体向上、向下或水平。这些仅是一些示例。还可检测其他步态模式,并且还可使用附加传感器。然后,可根据所检测的步态模式来操作致动器。

[0101] 更进一步地,如图57A至图60B所示,可检测从一个步态模式到另一步态模式的转变。例如,脚中的传感器可使用来自加速计的加速度数据来检测迈步阶段期间脚的速度和运动方向。更具体地,在一些实施方式中,该装置可使用该数据在落地到新地形上之前在迈步中期检测地形改变。来自第一半迈步阶段的数据可潜在提供足够的信息来预期到来的地形转变。然而,来自第二半迈步阶段的数据也可用于或确定地形转变或确定地形的附加方面并调整接头角度。

[0102] 例如,可将在前向方向上和向上方向上的速度分量进行比较,以确定动作的总方向(例如,使用双输入反正切函数)。当在水平地面上行走时,脚在迈步中期通常向下移动。然而,如果脚在迈步中期在向上的方向上移动,则脚有可能向上运动(在楼梯或斜坡上)。因而,当脚在迈步中期在向上的方向上移动时,可指示从水平地面到爬楼梯或爬坡的转变,并且可相应调整脚的行为(例如,通过将踝角度调整到所需爬楼梯位置)。这种加速度的改变在图57B中可见,图57B示出在从水平地面行走转变到爬楼梯的情况下迈步阶段期间,向上加速度异常高。类似地,在图58A和图58B中示出了从水平地面行走到下楼梯的转变,示出迈步中后期期间向下加速度延长。图59A、图59B、图60A和图60B示出从爬楼梯/下楼梯到水平地面行走的反向转变。这种转变可以以类似的方式进行检测。当检测到爬坡/下坡时,义肢脚还可使用附加步骤来确定坡的倾斜。类似地,当脚在迈步中期在向下的方向上移动时,可指示从爬楼梯或爬坡到水平地面行走的转变,并且可相应地调整脚的行为(例如,踝角度)。

[0103] 传感器还可以指示义肢脚将要退出诸如坐或“椅”位置的放松状态的时间。测量矢平面内的旋转的陀螺仪可通过测量义肢脚相对于环境的角度变化,来指示用户准备退出坐位置中正在向后移动义肢脚的时间。在其他实施方式中,该向后运动可通过加速计或其他

传感器来测量。然后,在准备退出坐位置时,该装置可退出放松模式并促进运动到达翻脚位置或为运动到达翻脚位置提供动力。该运动可潜在发生在义肢脚向后迈步期间,从而使得可在脚触及地面之前进行朝向背屈的调整。更进一步地,在一些实施方式中,义肢脚可为活动使用作准备,以帮助用户退出坐位置。

[0104] 如图61和图62所示,传感器还可指示用户改变方向的时间,图61和图62示出在义肢脚是内侧脚(图61)或外侧脚(图62)的情况下,在U形转弯期间,角速度在矢平面、冠平面和横平面的陀螺仪测量结果。如U形转弯之前和之后的步态周期所示,在常规行走期间,矢平面中的旋转占主导。然而,当正在进行转弯时,脚在冠平面和横平面中均经历显著的旋转。因而,矢平面与冠平面/横平面之间的角速度的比较可用于指示转弯事件。例如,如果横平面或冠平面中的角速度相对高,或更具体地,高于矢平面中的角速度,则这可指示用户正在改变方向(或许在楼梯末端时或拐角周围或进行U形转弯)。然后,该装置可转变至水平地面行走或保持水平地面行走,并且还可选择地将接头角度设定为零。将接头角度设定为零可通过消除装置的附加动作而将复杂动作期间(诸如转弯)掉落的风险将至最低。

[0105] 对于具体用户及关联装饰品、鞋或与脚相关的其他辅助装置,传感器还可用于促进义肢脚的对齐。例如,可将义肢脚的动作范围(诸如,最大背屈位置和最大跖屈位置)与理想的动作范围相比较。另外,可测量水平地面行走期间脚后跟与脚趾负载的比率,并且将该比率与理想比率相比较(例如,针对每一个脚类别和尺寸)。如果没有对齐,则可提升或降低(通过动力致动器,或通过诸如螺丝或如本文中进一步描述的其他非动力装置)脚后跟高度,从而调整对齐(例如,改变动作的范围或中性角度)。

[0106] 另外,可记录通过这些传感器以及本文所描述的其他传感器所测量的活动以供后续查看。另外,可对数据进行时间标记。可通过有线或无线连接在以后对数据进行检索,并且将该数据传输至辅助装置。可替代地,可诸如利用无线连接向用户的移动装置实时传输数据。

[0107] 附接构件10还可包括或限定罩18。罩18可保护义肢脚1的各部件,诸如电子器件(如上所述)、致动器20(如下所述)或其他部件。在一些实施方式中,罩18可包括位于冠平面中的开口部,从而使动作在中间-侧部方向上具有柔性。在其他实施方式中,罩18可包括位于矢平面中的开口部,从而使动作在前后的方向上具有柔性。在一些实施方式中,开口部可以是形成于罩18中的竖直槽或水平槽,以允许与连接部分12、14、16中的任一个相关联的枢转轴运动。

[0108] 如图1所示,附接构件10可在第三连接部分16处连接至第一柔性构件30。在一些实施方式中,第三连接部分16可提供可旋转的连接,尽管也可使用不可旋转的连接。在一些实施方式中,旋转可由稳固地安装至附接构件10的轴来提供,第一柔性构件30可绕该轴旋转。在其他实施方式中,第一柔性构件30可固定至该轴,并且可允许该轴与附接构件30之间的相对旋转。在一个实施方式中,第一柔性构件30可包括或限定套管或开口,轴穿过该套管或开口延伸。第一柔性构件30可由诸如碳纤维的足够柔性的材料形成,尽管也可使用其他合适的材料或材料组合(例如,碳和玻璃纤维)。在其他实施方式中,第一柔性构件30可大致无弹性,以便提供刚性连接。应理解的是,其他柔性构件40、50(下面进一步描述)可由类似的材料形成,并且可具有与第一柔性构件30类似的连接。

[0109] 另外,应理解的是,柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50可包括至少位于其外表

面上的多种膜或涂层。膜可提供各种功能,诸如在柔性构件抵靠彼此或抵靠其他对象运动时减小柔性构件上的磨损、减小摩擦力、增加与地面或与位于柔性构件和地面之间的中间结构的牵引力、减小来自柔性构件摩擦的噪声以及其他功能。例如,在一些实施方式中,柔性构件的、旨在接触地面或接触位于构件与地面之间的中间结构的底表面可具有韧化膜和/或涂层。类似地,底表面可包括提高与地面或中间结构(诸如鞋、袜子或装饰品)的牵引力的膜和/或涂层。可使用的膜的示例包括但不限于,包含诸如石墨和二硫化钼的干润滑剂的膜(具体地,杜邦(Dupont)的干膜(DryFilm)以及道康宁(Dow Corning)的摩力克(Molykote))、软金属、聚四氟乙烯(PTFE)、乙烯基、聚酯、尼龙与环氧树脂。

[0110] 另外,第一柔性构件30可形成为配置成提供所需柔性或刚性的形状。如图1所示,柔性构件30包括位于第一柔性构件的上部(近端部分)处靠近第三连接部分16的C形部32。C形部32示为包括面向前的开口(例如,C形部32向前弯曲,使得其朝向义肢脚的前方凹入),虽然在其他实施方式中,C形部可具有面向后的开口(例如,C形部可向后弯曲,使得其朝向义肢脚的后方凹入)。在一些实施方式中,当未承受负载时,C形部32可弯曲超过90度、超过110度、超过130度、超过150度、或超过170度。C形部32的弯曲可影响第一柔性构件30的阻力或柔性。值得注意地,如下所述,该阻力或柔性可调整。在其他实施方式中,该部32可具有其他适当的形状,诸如大体为L形的形状或相对于义肢脚1的脚趾部成角度。

[0111] 在图1所示的实施方式中,柔性构件30可从C形部32的下部延伸至脚部34中。柔性构件30的脚部34可大致为平坦的,并且从义肢脚1的后部朝向义肢脚1的脚趾区域延伸。脚部34还可包括狭缝36。如图1所示,狭缝36纵向地延伸至柔性构件30的脚趾端,以将脚部34分成可独立地折曲的两个或更多脚构件,尽管在一些实施方式中,狭缝36可在脚趾端处闭合(例如,其中,柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50中的至少一个在脚趾部处是实体,使得狭缝在至少一个柔性构件结束之前终止)。如下面将进一步讨论的是,狭缝36可允许更改柔性构件30的柔性和阻力。在另一实施方式中,柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50可以是整体而无任何狭缝。

[0112] 如图4中进一步示出的是,附接构件10可在第二连接部分14处连接至致动器20。如第三连接部分16那样,第二连接部分14可以是可旋转的或不可旋转的。值得注意地,在图4中,第三连接部分16处于附接构件10的前部,而第二连接部分14处于附接构件10的后部。类似地,致动器20位于义肢脚1的后部处。然而,在其他实施方式中,致动器20可定位在义肢脚1的前部中,如下面进一步描述的那样。

[0113] 致动器20可呈各种形式,并且可以各种方式操作,例如,如于2011年3月1日公布为第7,896,927号美国专利的第11/367,049号美国专利申请以及于2010年12月23日公开为U.S.2010/0324698的第12/816,968号美国专利申请中所描述的那样,这些专利中的每一个均通过引用整体地并入本文,并且应当被认为是本说明书的一部分。例如,致动器20可以是诸如螺杆马达的动力致动器、或诸如柔性构件(例如,弹簧)的无源构件或具有磁流变流体的腔室,或可以是液动统或气动系统。在一些实施方式中,致动器20可具有电动马达。电动马达可具有大约在60W与100W之间的功率。另外,致动器20可配置成以各种方式操作,如附件A和B中另外讨论的那样。例如,致动器20可配置成在步态周期期间伸展或收缩以协助用户。例如,致动器20可在步态周期的迈步阶段期间,将义肢脚1的定向改变成背屈并且然后改变成跖屈,从而使得义肢脚1的脚趾部在迈步阶段的初始部分期间提升。在另一实施方式

中,致动器20可在用户处于放松(例如,坐)位置时,将义肢脚1的定向改变成跖屈。另外,如下面进一步描述,致动器20的这种动作可改变柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50的柔性或阻力。在一些实施方式中,致动器20还可进入低功率模式(例如,休眠模式),诸如放松模式或不活跃模式。例如,由于本文所描述的实施方式可在站立期间提供更好的稳定性,所以致动器20可在站立期间进入低功率模式,如下面进一步描述。有利地,低功率模式允许保存用于为致动器20提供动力的电池功率,从而允许致动器20在电池充电之间操作较长时间。

[0114] 例如,还可通过存储在行走期间产生的能量来保存动力。在一些实施方式中,可在站立期间利用用户的体重令弹簧承受负载。然后,可通过锁、棘爪、闸、或类似机构令弹簧保持在承受负载的位置。然后,可在脚趾离地期间,通过义肢脚使用弹簧中的能量(例如,在脚趾离地期间为跖屈动作提供动力)。在其他实施方式中,可在行走的迈步阶段期间通过致动器令弹簧承受负载,保持。

[0115] 致动器20被示为在第四连接部分22处连接至第二柔性构件40。如第二连接部分14和第三连接部分16那样,第四连接部分22可以是可旋转的或不可旋转的。在一个实施方式中,第二柔性构件40可包括或限定套管或开口,轴延伸穿过该套管或开口,以在第二柔性构件40与致动器20之间提供可旋转连接或枢转轴。第二柔性构件40可以以与第一柔性构件30的脚部34类似的方式延伸到脚部中。在一个实施方式中,第二柔性构件40可延伸至义肢脚1的远端,使得第一柔性构件30和第二柔性构件40在义肢脚1的远端处延伸至大体相同位置。另外,第二柔性构件40可包括与第一柔性构件30的狭缝36类似的狭缝。更进一步地,第二柔性构件40可由与用于第一柔性构件的材料相似的材料(诸如碳纤维)构成。如图所示,第二柔性构件40设置在第一柔性构件30下方,并且沿第一柔性构件30的脚部34向前且朝向第一柔性构件相切地延伸,以邻接第一柔性构件30。虽然第一柔性构件30和第二柔性构件40被示为在义肢脚的脚趾部处的近似同一点结束,但是,在一些实施方式中,第一柔性构件30可进一步延伸,或第二柔性构件40可进一步延伸。例如,如图4A所示,第一柔性构件30和第三柔性构件50可比第二柔性构件40延伸得更远,从而在第一柔性构件30与第三柔性构件50之间生成间隙。在其他实施方式中,如图8所示,可在义肢脚的脚趾区域中,在第一柔性构件30与第二柔性构件40之间设置间隙。作为又一示例,例如如图12所示,第三柔性构件50(例如,下面描述的构件50A)可在义肢脚1的脚趾部之前结束,诸如在脚的跖骨区域处结束。然后,第一柔性构件30和/或第二柔性构件40(例如,仅图12中的第二柔性构件40A)可延伸经过第三柔性构件50到达脚趾部。

[0116] 义肢脚1还可包括第三柔性构件50。如图所示,第三柔性构件50可从位于义肢脚1的底部或后部处的脚后跟部56(例如,悬空端或自由端)延伸。如图所示,该脚后跟部56可与致动器20和第二柔性构件40间隔开,从而朝向和远离致动器20向下弯曲。第三柔性构件50可从脚后跟部56延伸至义肢脚1的脚趾部,并且可大体邻接脚部第二柔性构件40,如同该构件邻接第一柔性构件30那样。另外,第三柔性构件50可沿该脚部具有狭缝,该狭缝大体与第一柔性构件30和第二柔性构件40中的狭缝相匹配。另外,如图所示,第三柔性构件50可包括位于柔性构件的脚后跟部56中的脚后跟狭缝54。

[0117] 如图所示,在脚部34中,第一柔性构件30中的狭缝36可与第二柔性构件40中的狭缝以及第三柔性构件50的狭缝52对齐。在一个实施方式中,义肢脚1可具有刚度控制构件60,该刚度控制构件60可进行致动以改变义肢脚的刚度。在一些实施方式中,刚度控制构件

60可以是将柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50中的两个或更多彼此联接的紧固构件60(例如,螺栓和螺母、夹、螺钉、铆钉等),其中,紧固构件60可沿至少部分由狭缝限定的槽或狭缝36行进,在图8中最佳示出,或沿柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50中的槽行进,其中柔性构件不具有狭缝。可在柔性元件30、柔性元件40、柔性元件50之间设置附接件,例如,大体在义肢脚1的跖骨区域中设置附接件。有利地,在一些实施方式中,紧固构件60的位置可沿狭缝36的长度进行调整。例如,当紧固构件60是螺栓和螺母时,可沿狭缝36将螺栓移动至任何所需位置,然后通过把紧螺母而紧固至适当位置。在一些实施方式中,可在柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50中提供下切部或凹陷部,以防止螺栓和螺母向外突出。值得注意的是,紧固构件沿狭缝36的位置可改变柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50的柔性和阻力。在柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50未保持在一起(例如,通过紧固构件)的情况下,柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50可分离并且充当不同的柔性构件,而不是在保持于一起的情况中结合成单个柔性构件。因而,如果紧固构件60向前运动,则柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50在较短的范围上保持在一起,从而使它们之间间隔程度更大,因而使柔性更大(例如,第二柔性构件40的杠杆臂相对较长,从而导致义肢脚1的柔性更大)。可替代地,如果紧固构件向后运动,则柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50在较长的范围上保持在一起,从而减小所允许的间隔和柔性(例如,第二柔性构件40的杠杆臂相对短,从而导致义肢脚1的刚度增加)。有利地,可调整紧固构件60来改变义肢脚1的刚度。

[0118] 在一些实施方式中,刚度控制构件60可由用户人工地机械致动,或在用户行走期间自动地(例如,主动调整)致动(例如,基于用户的活动水平或步态周期的阶段)。

[0119] 值得注意的是,如以上所讨论的,在一些实施方式中,柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50的柔性和阻力还可通过致动器20来更改(独立于刚度控制构件60或与刚度控制构件60结合)。因此,应理解的是,柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50的柔性和阻力可人工进行更改和/或通过致动器进行更改。在另外的示例中,可由致动器来移动刚度控制构件60(例如,自动地移动),以调整柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50的阻力和柔性。

[0120] 在一些实施方式中,可优选的是,调整柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50的柔性和阻力,以当在水平地面上移动时,降低阻力并增加柔性。因而,例如,当在水平地面上移动时,刚度控制构件60可向前运动,从而在脚后跟着地后提供更迅速的跖屈。在其他步态模式期间,诸如行走下楼梯,个体可通过向后移动刚度控制构件60来降低柔性并增加阻力。在一些实施方式中,可由设置在义肢脚1上或与义肢脚1通信的传感器和处理器来检测这些步态模式。然后,可控制致动器来根据所检测的步态模式调整柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50的柔性和阻力。

[0121] 可以对图1至图8中的实施方式进行变型。例如,在所示的实施方式中,刚度控制构件60(例如,紧固构件60)可沿狭缝36移动至多种位置,使得可改变柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50的阻力和柔性。然而,在其他实施方式中,可优选的是,去除狭缝36,使得柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50更坚固,并提供更均匀的阻力。另外,在一些实施方式中,可优选的是,以另一方式(诸如利用胶粘剂)结合柔性元件30、柔性元件40、柔性元件50,使得柔性元件30、柔性元件40、柔性元件50保持永久附接。除了可调整的紧固构件60之外,还可用附加紧固构件62将柔性元件30、柔性元件40、柔性元件50保持在一起,该附加紧固构件62被示为图8中的螺母和螺栓。在其他实施方式中,柔性元件30、柔性元件40、柔性元件50

中的一个或多个可一起形成单个件。例如,在一些实施方式中,第二柔性构件40和第三柔性构件50可形成单个件。

[0122] 在其他实施方式中,可通过其他方法来改变该阻力。例如,在一些实施方式中,刚度控制构件可以是能够插入柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50中的两个或更多相遇之处的楔或插入件。例如,可在第一柔性构件30与第二柔性构件40之间(例如,在第二柔性构件40上方以及第一柔性构件30下方)插入楔。类似地,可在第二柔性构件40与第三柔性构件50之间插入楔,诸如在图4所示的楔位置64处。楔可限制柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50相对于彼此的运动范围,从而增加阻力。楔的尺寸和形状可选择成导致具体的所需阻力。另外,楔可向前或向后运动,以改变柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50之间的柔性和阻力。楔还可提供附加的结构支承,从而防止柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50在过负载或震动负载时破坏。有利地,这些楔还可以是可去除的,使得用户可根据他们的期望活动容易地放入楔或拿出楔。

[0123] 所示实施方式还结合了各自提供单独功能的三个单独的柔性元件30、柔性元件40、柔性元件50。例如,第一柔性元件30充当与致动器20并联的弹簧。另外,第二柔性元件40充当与致动器20串联的弹簧。因而,柔性元件30、柔性元件40二者均可配置成在步态周期的不同阶段与致动器20一起工作或对抗致动器20工作。另外,柔性元件30、柔性元件40可通过致动器20而承受负载或不承受负载。并联地提供一个弹簧且串联地提供另一弹簧允许每个弹簧在运动期间对义肢脚1的动态特性产生不同的影响。例如,在脚后跟着地期间,致动器20和第二柔性构件40可串联地作用,从而除了通过第三柔性构件所存储的能量之外,为义肢脚1提供某一水平的柔性(例如,在脚后跟着地处刚性相对较低);而在脚趾离地期间,致动器20和第一柔性元件30可并联工作,从而为义肢脚提供不同水平的柔性(例如,在脚趾离地处刚性相对较高)。因而,可单独选择柔性元件30、柔性元件40的柔性和阻力,以优化义肢脚1的行为。

[0124] 值得注意地,在所示实施方式中,第一柔性构件30和第二柔性构件40二者均沿脚部34朝向脚趾延伸。然而,第一柔性构件30和第二柔性构件40没有朝向义肢脚1的脚后跟延伸。第三柔性构件50包括脚后跟部56。因而,脚后跟部56在脚后跟着地期间向义肢脚1提供柔性和阻力。因为第三柔性元件50是与第一柔性元件30和第二柔性元件40分离的件,所以在步态周期期间,可独立于脚趾着地或脚趾离地期间的柔性和阻力来确定脚后跟着地期间的这种反应。因而,例如,单独的柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50的系统可包括具有改变的柔性和阻力的每个柔性构件的变体。然后,个体可根据具体用户的需求来选择每个柔性构件30、柔性构件40、柔性构件50,从而在步态周期期间的不同时间提供所需的柔性和阻力。

[0125] 在其他实施方式中,可去除致动器20或可将致动器20替换为刚性构件。例如,在一些实施方式中,第二柔性构件40可直接连接至第二连接部分14。在这些实施方式中,第一柔性构件30和第二柔性构件40二者均能可旋转地连接至附接构件10。另外,在第二柔性构件40没有直接连接至第二连接部分14的实施方式中,第二柔性构件40依然能在第四连接部分22(如上所述)处可旋转地连接至中间构件(诸如替带致动器20的刚性构件)。在这些实施方式中,三个可旋转连接部分14、16、22可在第四连接部分22与第三连接部分16之间形成具有至少一个柔性部的三角形,柔性部是第一柔性构件30和第二柔性构件40二者。

[0126] 与柔性构件30、柔性构件40连接的可旋转连接部分14、16、22可为附接构件10的旋转提供柔性阻力。有利地,使用第一柔性构件30和第二柔性构件40二者可提供站立期间的自然摆动动作,该自然摆动动作可为义肢脚1提供改进的稳定性。在包括致动器20的实施方式中,例如当致动器20锁定在具体位置或大致非活动时,也可提供这种稳定性。

[0127] 图9至图15示出了义肢脚1A的第二实施方式。应理解的是,在这些附图中,义肢脚1A的特征与如上所述的义肢脚1相似,因而,将就二者的区别进行描述。如图所示,义肢脚1A包括具有C形部32A的第一柔性构件30A,该C形部32A与前述实施方式中的C形部类似。然而,在该实施方式中,C形部32A可以是反向的,以具有面向后的开口(例如,C形部32A具有面向义肢脚1的后部的凹入形状)。另外,如图所示,第一柔性构件30A可包括两个平行的柔性件。另外,如图所示,第一柔性构件30A可在不可旋转的第二连接部分14A处附接至附接构件10A,尽管在其他实施方式中第二连接部分14A可以是可旋转的(例如,如先前实施方式所示,通过枢转位置)。另外,如图所示,第一柔性构件30A可缩短成不包括脚部,如先前实施方式中的脚部34。替代地,第一柔性构件30A还可通过不可旋转的连接附接至第五连接体38A。然而,如附图中所示,第五连接体38A可通过辅助连接体39A向第二柔性构件40A提供可旋转的连接,其中,辅助连接体39A可被视为第五连接体38A的一部分。

[0128] 值得注意地,图9至图15中的实施方式中的特征还形成具有至少一个柔性部和三个可旋转连接部分的三角形,与上面在先前的实施方式中所讨论的那样。例如,如图15中最佳地示出,义肢脚1A包括位于附接构件10A与致动器20A之间的第二连接部分14A。致动器20A可包括第四连接部分22A,以连接至第二柔性构件40A。第二柔性构件40A可利用第五连接体59A连接至第一柔性构件30A。第一柔性构件30A可附接至附接构件10A,从而完成三角形。在一些实施方式中,仅三角形的一部分可具有柔性部。例如,在一些实施方式中,第二柔性构件40A可以是无弹性的或刚性的构件。

[0129] 另外,在一些实施方式中,C形部32A可大致与图9至图15中所示的C形部类似,但是如图15A中最佳示出,包括与C形部32A大体对齐的附加柔性构件66A。附加柔性构件66A可以以与第一柔性构件30A类似的方式连接至附接构件10A。然后,附加柔性构件66A可与第一柔性构件30A相切地沿C形部32A延伸,并且在未附接至第五连接体39A的自由端处终止。然后,可在C形部32A与附加柔性构件66A之间设置与刚度控制构件60类似的刚度控制构件。例如,如图所示,可在C形部32A和附加柔性构件66A中提供狭缝,以接纳紧固构件,该紧固构件可沿狭缝的长度运动,从而调整C形部32A的柔性和阻力。在其他实施方式中,可利用其他适当的机构来提供柔性构件30A、40A、50A的柔性和阻力的这种可调整性。例如,在一些实施方式中,第五连接体38A(包括辅助连接体39A)可在前后方向上沿第二柔性构件40A移动,以改变第五连接体38A在第二柔性构件40A上的位置。例如,在一些实施方式中,第二柔性构件40A可包括槽,该槽可接纳紧固件,以沿第二柔性构件将第五连接体38A紧固在适当位置。然而,可使用其他合适的机构来调整第五连接体38A相对于第二柔性构件40A的位置(例如,轨道和蜗轮装置)。

[0130] 另外,所示义肢脚1A示出了用于附接第二柔性构件40A和第三柔性构件50A的替代方法。如图所示,可通过两个螺栓62A将这些构件附接在狭缝36A的相对侧上。然而,应理解的是,可使用其他附接方法,诸如上面所述的那些方法。另外,如上面所讨论,可在狭缝36A中设置可调整的紧固构件,以改变义肢脚1A的柔性和阻力。

[0131] 图16至图23示出了义肢脚1B的又一实施方式。再次应理解的是,这些附图中的义肢脚1B具有与如上所述的义肢脚1类似的特征,因而将就其区别进行描述。如图所示,义肢脚1B提供了致动器20B在义肢脚的前部中的设计。如图所示,附接构件10B依然可在可旋转的第三连接部分16B处附接至第一柔性元件30B。然而,第三连接部分16B可设置在附接构件10B的上后部处。第二连接部分14B可在附接部10B的下前部处连接至致动器20B。然后,致动器20B可从第二连接部分14B向上延伸,以附接至第二柔性构件40B。然后,第二柔性构件40B可形成C形部,该C形部遵循第一柔性构件30B中面向前的C形部32B。

[0132] 第三柔性构件50B的连接被示为与图9至图15中所示的第三柔性构件50A大体相似。如上面所讨论,还可提供类似的变型。另外,如图所示,第一柔性构件30B可延伸至脚部34A,并且通过相同的螺栓62B附接至第二柔性构件40B和第三柔性构件50B。另外,如图所示,第二柔性构件40B可超过第一柔性构件30B和第三柔性构件50B延伸至义肢脚1B的脚趾部。

[0133] 值得注意地,如该实施方式中所示,第一柔性构件30B和第三柔性构件50B可大致在螺栓62B的位置处结束。这可有助于第二柔性构件40B在义肢脚1B的脚趾区域中折曲。因而,脚趾区域可制造成比义肢脚1B的中间区域和脚后跟区域更有柔性。

[0134] 在其他实施方式中,螺栓62B可在冠平面中成角度(即,螺栓62B可在以一定角度延伸至义肢脚1B的纵轴的平面上对齐)。该成角度可遵循自然跖骨接头的角度,从而促进在使用期间引导义肢脚1B的翻转(例如,朝向中间侧)。可在本文公开的其他义肢脚实施方式中设置螺栓的这种布置(例如,沿相对于义肢脚的纵轴成一定角度并且通常与自然跖骨接头的角度对应的平面对齐)。

[0135] 值得注意地,图16至图23中的实施方式的特征还形成具有至少一个柔性部和三个可旋转连接部分的三角形,与上面在先前实施方式中所讨论的类似。例如,如图22最佳示出,义肢脚1B包括位于附接构件10B与致动器20B之间的第二连接部分14B。致动器20B可包括第四连接部分22B,从而连接至第二柔性构件40B。如上面关于先前实施方式所描述的那样,第二柔性构件40A可变成邻接第一柔性构件30B。第一柔性构件30B可在第三连接部分16B处附接至附接构件10B,从而完成三角形。

[0136] 另外,如图23最佳地示出,第一柔性构件30B和第二柔性构件40B可通过刚度控制构件60B进行连接。在所示实施方式中,刚度控制构件60B是可调整的紧固构件60B,并且可允许以与上述实施方式中的方式类似的方式来改变阻力和柔性。在该实施方式中,可调整的紧固构件60B仅设置在第一柔性构件30B与第二柔性构件40B(而不是第三柔性构件50B)之间,并且设置在义肢脚1B的后部中。可调整的紧固构件60B的向下和向前运动致使第一柔性构件30B和第二柔性构件40B的杠杆臂处于紧固构件60B与相对长的附接构件10B之间,从而导致义肢脚1B的柔性增大。可替代地,可调整的紧固构件60B的向上运动致使第一柔性构件30B和第二柔性构件40B的杠杆臂处于紧固构件60B与相对较短的附接构件10B之间,从而导致义肢脚1B的刚度增加。

[0137] 图24和图25示出了义肢脚1C的又一实施方式。该义肢脚1C可与图1至图8中所示的义肢脚1大致类似。因此,义肢脚1C的类似部件具有与义肢脚1中的对应部件相同的数字标记,除了包括“C”的数字标记之外。如图所示,第一柔性构件30C和第二柔性构件40C可通过紧固构件60C联接在一起,该紧固构件60C不保持第三柔性构件50C。另外,如图25最佳地示

出,罩18C可进一步延伸至义肢脚1C的后部以保护致动器20C的主操作部。这些附加特征或区别特征可选择性地被包括在本文描述的其他实施方式中,而不必与该的附加特征结合地使用。

[0138] 图26和图27示出义肢脚1D的另一实施方式。义肢脚1D可与图1至图8以及图24至图25所示的义肢脚1、义肢脚1C类似。相应地,义肢脚1D中的类似部件具有与义肢脚1、1C中的对应部件相同的数字标记,除了包括“D”的数字标记之外。义肢脚1D可具有与罩18C类似的罩18D。义肢脚1D还可具有比第三柔性构件50D短的第一柔性构件30D和第二柔性构件40D。另外,第二柔性构件40D可比第一柔性构件30D短。随着脚在构件的每个部分上弯曲,柔性构件30D、柔性构件40D、柔性构件50D的长度改变可改变由构件提供的弹性阻力。例如,义肢脚1D在脚趾部处的弯曲提供的阻力可小于在脚的中部处的弯曲提供的阻力。在一些实施方式中,第一柔性构件30D和第二柔性构件40D可大致在螺栓处结束,该螺栓诸如为关于义肢脚1B所描述的螺栓62B。一般来说,在一些实施方式中,数量减少的柔性构件,诸如仅一个或仅两个柔性构件,可延伸超过将这些柔性构件连接在一起的螺栓或其他紧固件。

[0139] 另外,第二柔性构件40D可包括示为楔状件70D的柔性构件支具。楔状件70D可设置在第二柔性构件40D的后部,并且形成连接至致动器20D的第四连接部分22D的一部分。在一些实施方式中,楔状件70D可具有与第二柔性构件40D的其余部分不同的材料。例如,楔状件可以是刚性和弹性更高的材料,诸如铝、钛、钢或其他金属;而柔性构件可以是更柔韧的材料,诸如碳纤维、玻璃纤维、尼龙等。因而,楔状件70D可提供与致动器20D的强连接,而柔性构件40D的其余部分具有柔性(例如,可折曲、弯曲)。如图所示,楔状件70D包括孔,该孔可接纳将楔状件70D连接至致动器20D的轴,以允许可旋转的连接。另外,如图所示,楔状件70D可被其他材料的柔性构件40D大致围绕(例如,完全外切),从而使得楔状件70D安装在柔性构件内部。在一些实施方式中,柔性构件40D可围绕楔状件70D模制、形成层或以其他方式来构造。在另一实施方式中,楔状件70D可插入形成于柔性构件40D中的开口中。

[0140] 这些附加特征或区别特征可选择地包括于本文描述的其他实施方式中,而不需要与该附加特征组合地使用。

[0141] 图28和图29示出了与义肢脚1C、义肢脚1D类似的义肢脚1E的又一实施方式。因此,义肢脚1E中的类似部件具有与义肢脚1C、义肢脚1D中的对应部件相同的数字标记,除了包括“E”的数字标记之外。义肢脚1E包括长度与义肢脚1D的柔性构件类似的柔性构件30E、柔性构件40E、柔性构件50E。值得注意的是,第一柔性构件可具有比上述C形状更尖锐的形状。具体地,在该实施方式中(可选择地,在本文描述的其他实施方式中),该形状可大致为具有尖角的L形。在其他实施方式中,柔性构件30E可具有相对于柔性构件30E的远端部分成角度的近端部分(例如,以锐角在前后方向上延伸、以钝角在前后方向上延伸)。另外,义肢脚1E包括与前面描述的楔状件70D类似的柔性构件支具70E。然而,柔性构件支具70E可安装在柔性构件40E的更具柔性的部分的远端周围(例如,上方),如与缠绕在楔状件70D周围的柔性部相反。如以上类似的实施方式中所描述的那样,支具70E中的孔可有助于利用轴连接至致动器40E。

[0142] 如图34和图35最佳示出,柔性构件支具70E可具有包括接纳柔性构件40E的开口的C形状。柔性构件支具70E可在被制造后通过可接纳于孔72E中的螺丝或其他螺纹紧固件固定至柔性构件40E。在其他实施方式中,柔性构件支具70E可通过其他适当的机构(例如,胶

粘剂、压配合连接件)联接至柔性构件40E。接纳件70E还可包括位于开口的中部中的固体分隔件74E,该开口接纳柔性构件40E,该柔性构件40E可具有对应的槽76E。分隔件74E可向柔性构件支具70E提供附加的强度,从而分隔件在承受负载地弯曲打开。如图31中最佳示出,柔性构件30E、柔性构件40E可包括与上述狭缝类似的对应狭缝36E。狭缝36E可成形为与分隔件74E相匹配,并且如本文在其他实施方式中所讨论的那样,可选择地进一步延伸。狭缝36E可形成两个臂,该两个臂可接纳螺钉或其他螺纹紧固件,从而将柔性构件40E附接至支具70E。

[0143] 值得注意地,第一柔性构件30E可在第三连接部分16E处利用类似的柔性构件支具70E附接至罩18E。柔性构件支具70E在其附接至柔性构件30E、柔性构件40E方面可大致类似。

[0144] 这些附加特征或区别特征可选择地包括于本文描述的其他实施方式中,并且不需要与所描述的附加特征组合使用。

[0145] 图36和图37示出了与图28和图29中的义肢脚1E大致类似的义肢脚1F的又一实施方式。因此,义肢脚1F中的类似部件具有与义肢脚1E中的对应部件相同的数字标记,除了包括“F”的数字标记之外。义肢脚1F可具有较低轮廓和较小的致动器。更具体地,在一些实施方式中,致动器可由静态脚后跟高度调整元件20F替代。如附图所示,脚后跟高度调整元件20F可以是可调整螺钉的形式。螺钉20F可旋转(例如,由用户手动旋转),以调整第二连接部分14F与第四连接部分22F之间的距离,该距离可大致定义义肢脚1F的脚后跟高度(例如,通过令诸如相对于义肢脚的角锥形连接器的轴的接合器轴相对于底部柔性构件50F枢转)。因而,义肢脚1F可选择地是没有任何致动器的纯机械式脚。然而,在其他实施方式中,脚后跟高度调整元件20F还可包括诸如液压阻尼致动器的动态致动器,使得脚后跟高度调整元件20F还可在使用期间提供阻尼力。其他信息可在于2012年9月19日提交的第13/622991号美国申请中找到,该申请的整体通过引用并入本文,且应当被认为是本说明书的一部分。另外,在一些实施方式中,脚后跟高度调整元件20F可使用诸如摩擦锁、定位螺钉、棘轮机构、锁和销等的其他机械调整元件,从而将义肢脚1F的脚后跟高度调整至所需脚后跟高度,并且将元件保持在该所需脚后跟高度处。这些附加特征或区别特征可选择地包括于本文描述的其他实施方式中,并且不需要与描述的附加特征结合使用。

[0146] 图39示出了义肢脚1G的另一实施方式。如图39所示,义肢脚包括第一连接部分12G,该第一连接部分12G可例如为角锥形连接器。第一附接部12G可连接至下部柔性构件50G或安装(例如,夹持、螺栓连接至)在下部柔性构件50G上,下部柔性构件50G可弯曲(例如,具有C形状)。在下部柔性构件50G的上端处,柔性构件50G可在第二连接部分14G处可旋转地连接至上部柔性构件30G。上部柔性构件30G也可弯曲(例如,具有C形状),使得上部柔性构件30G可大致位于下部柔性构件50G内。然后,下部柔性构件50G可在使用期间接触地面。上部柔性构件30G还可在使用期间沿义肢脚1G的中部或脚趾部压靠下部柔性构件50G,从而支承经由第一连接部分12G施加的力。在所示图中,义肢脚1G具有由第二连接部分14G提供的、位于下部柔性构件50G与上部柔性元件30G之间的单个枢转点。

[0147] 图40示出了义肢脚1H的另一实施方式。义肢脚1H可包括第四柔性构件90H,但是也可与图36和图37中的义肢脚1F类似。第四柔性构件90H可在一端连接至罩18H(或类似地连接至与第一连接部分12类似的第一连接部分),以及在义肢脚1H的脚趾区域处连接至另一

柔性构件30H、柔性构件40H、柔性构件50H。如图所示,第四柔性构件90H可在脚趾区域中连接至第二柔性构件40H,而其他柔性构件30H、柔性构件50H可在不到脚趾区域处停止。另外,第二柔性构件40H可包括在跖骨区域处提供附加柔性的柔性区域92H,并且仅经过不延伸至脚趾区域的柔性构件(此处为第一柔性构件30H和第三柔性构件50H)。另外,柔性区域92H可位于从第四柔性构件90H连接至第二柔性构件40H的脚趾部处向内的跖骨区域处。如图所示,第四柔性构件90H可通过可旋转连接部分在两端处连接。另外,如图所示,第四柔性构件90H可安装在穿过第二柔性构件40H的枢转轴处。

[0148] 有利地,当脚设定成高的脚后跟高度时,义肢脚1H可在脚趾区域中提供重大负载支承。例如,当与高跟鞋一起使用时,义肢脚1H可提供在脚趾区域中重大负载支承。第二柔性构件40H可在柔性区域92H处弯曲,使得当位于高跟鞋中时脚趾区域大致平坦。然后,第四柔性构件90H可在脚趾区域与义肢脚1H的、诸如第一连接部分的其余区域之间传递负载。在没有第四柔性构件90H的情况下,来自脚趾部的力会通过其他柔性构件30H、柔性构件40H、柔性构件50H来传递,这些柔性构件30H、柔性构件40H、柔性构件50H可能处于极端弯曲,这可能导致柔性构件的材料失效。

[0149] 图41示出了与义肢脚1H类似的、义肢脚1I的另一实施方式。如图所示,第四柔性构件90I连接至第三柔性构件50I,而不是第二柔性构件40I。另外,第三柔性构件50I与图40中的第二柔性构件40H一样延伸至脚趾区域中,而该实施方式中的第二柔性构件40I与图40中的第三柔性构件50H一样不会延伸至跖骨区域。另外,第三柔性构件50I包括与先前描述的柔性区域类似的柔性区域92I。最后,第三柔性构件50I与第四柔性构件90I之间的连接部分可从第三柔性构件50I上升,并且包括与图30至图33中描述的柔性构件支具70E类似的柔性构件支具94I。

[0150] 图42至图45示出了义肢脚1J的另一实施方式。义肢脚1J包括具有连接器12J的附接构件或接合器10J。在所示的实施方式中,连接器12J是公角锥形。然而,在其他实施方式中,连接器12J可以是其他适当的类型(例如,螺纹孔、管夹等)。连接器12J可附接至截断腿的残肢(例如,经由诸如暂用义肢的另一义肢装置)。

[0151] 义肢脚1J可具有顶板组件30J、中间板40J和底板50J。底板50J可从脚后跟端50J1延伸至脚趾端50J2,脚后跟端50J1和脚趾端50J2大致与义肢脚1J的脚后跟和脚趾端对应。在所示的实施方式中,底板50J可具有至少位于脚后跟端50J1中的裂缝50J3。虽然未示出,但是在一些实施方式中,底板50J可具有至少位于脚趾端50J2的一部分中的裂缝。

[0152] 继续参照图42至图45,中间板40J可设置在底板50J上方,并且可从后端40J1延伸至前端40J2。前端40J2可位于义肢脚1J上接近底板50J的脚趾端50J2的点处,使得底板50J延伸经过中间板40J。然而,在其他实施方式中,中间板40J的前端40J2可与底板50J的脚趾端50J2大致对齐,使得中间板40J和底板50J大体延伸至义肢脚1J的远端处的相同位置。中间板40J的后端40J1可具有连接部分(例如,枢转部),该连接部分包括在冠平面中延伸通过中间板40J(从中间边缘至侧部边缘)的开口,所述开口的尺寸确定成将轴接纳在其中。后端40J1还可具有槽或凹口40J1a,支承构件20J(例如,机械致动器)的连接器20J1(例如,诸如球面轴承的轴承)的至少一部分可延伸至槽或凹口40J1a中,使得所述轴可延伸通过中间板40J中的开口以及通过连接器,从而使中间板40J与支承构件20J互连。支承构件20J的近端部分20J2可联接至接合器10J的后端或近端部分。

[0153] 在一个实施方式中,支承构件20J可以是使中间板40J与接合器10J互连的、设定长度的销连接器,其中,支承构件20J的近端部分20J2经由枢转连接件14J连接至接合器10J。在另一实施方式中,支承构件20J可以是机械致动器(例如,定位螺钉),该机械致动器可机械地进行致动(例如,利用键、经由拉杆、经由棘爪等),以改变支承构件20J的长度。在又一实施方式中,支承构件20J可以是动力致动器,并且可具有电动马达,该电动马达自动进行致动(或远程进行致动),以改变支承构件20J的长度。

[0154] 继续参照图42至图45,顶板组件30J可包括第一板30J1和第二板30J2,其中,第二板30J2设置在中间板40J上方,第一板30J1设置在第二板30J2上方。可选择地,第一板30J1和第二板30J2可以是折叠在自身上并且围绕枢转点16J的一个长型板。顶板组件30J可具有近端32J和远端34J。在所示实施方式中,远端34J与底板50J的脚趾端50J2大体对齐。然而,在其他实施方式中,远端34J可延伸至底板50J的脚趾端50J2的近端或远端的点。如下面进一步讨论的那样,顶板组件30J的近端32J可联接至接合器10J的远端部分10J1。顶板组件30J可以以大体C形的方式从近端32J向后并向下弯曲,然后,沿大体平坦的部分延向前延伸至远端34J。

[0155] 在所示实施方式中,顶板组件30J具有裂缝36J,裂缝36J从顶板组件30J的近端32J延伸至顶板组件30J的远端34J(例如,在与接合器10J的远端部分的连接部延伸通过C形弯曲部分和大体平坦部分)。如注意到的是,顶板组件30J包括第一板30J1和第二板30J2,裂缝36J通过板30J1、30J2二者从近端32J延伸至远端34J,使得将第一板30J1分成中间构件30J1a和侧部构件30J1b,使得将第二板30J2分成中间构件30J2a和侧部构件30J2b。顶板组件30J可通过一个或多个紧固件62(例如,螺栓)联接至中间板40J和/或底板50J。

[0156] 如图45最佳示出,接合器10J的远端10J1可在顶板组件30J的中间部和侧部之间延伸(例如,在顶板组件30J的近端32J处在裂缝36J内延伸)。近端32J中可具有开口(沿冠平面并且与矢平面垂直),该开口的尺寸确定成接纳可从顶板组件30J的中间侧延伸至侧部侧的轴。虽然未示出,但是接合器10J的远端10J1可具有开口,所述轴穿过该开口,使得轴可使顶板组件30J(例如,第一板30J1和第二板30J2)与接合器10J的远端10J1互连(例如,通过远端10J1中的轴承,诸如球面轴承)。顶板组件30J与接合器10J的远端10J1之间的这种连接例如通过允许顶板组件30J的近端32J处的扭转或中间-侧部运动而有利地促进义肢脚1J的中间部和侧部运动。有利地,义肢脚1J可通过允许大体在义肢脚1J(例如,顶板组件30J的近端32J)的位置处中间-侧部或扭转动作,而提高站立期间(例如,当底板50J与地面接触时)的稳定性,该位置通常与自然人体踝的位置对应。

[0157] 在所示实施方式中,顶板组件30J具有从近端32J延伸至远端34J的两个板(第一板30J1和第二板30J2)。如图45所示,第一板30J1和第二板30J2可至少沿顶板组件30J的长度的一部分彼此间隔开,从而在第一板30J1和第二板30J2之间限定间隙G。间隙G可在近端32J处加宽,以有利地在其中接纳和保持轴(例如,轴销)。在一些实施方式中,在第一板30J1与第二板30J2之间设置有一个或多个减震件B2,以促进使板30J1、板30J2彼此间隔开。如图42所示,可在底板50J与中间板40J之间且靠近底板50J的脚后跟端50J1处设置有减震件B1(例如,三角形减震件)。可利用刚度控制构件来调整义肢脚1J的刚度,诸如顶板组件30J的刚度,该刚度控制构件诸如为上面结合图8所描述的刚度控制构件60或上面结合图23所描述的刚度控制构件60B。

[0158] 虽然所示实施方式中的顶板组件30J具有第一板30J1和第二板30J2,但是在其他实施方式中,顶板组件30J可仅具有第一板30J1。在这种实施方式中,第一板30J1的近端32J可限定接纳轴销的开口,或连接器(例如,支具)可连接至第一板30J1的中间构件或侧部构件的近端32J,以允许近端32J联接至接合器10J的远端10J1。

[0159] 图46和图47示出了与图41至图45中的义肢脚1J类似的义肢脚1M,并且该义肢脚1M包含上述义肢脚1J的所有特征,除了第一板30J1和第二板30J2结合成单个板30M从而去除间隙G之外。

[0160] 图48示出了与图1至图8的义肢脚1类似的义肢脚1L的另一实施方式。值得注意地,在所实施方式中,致动器20可去除或由示为线圈弹簧的第一弹性连接件20L替换。因而,第二柔性构件40L可通过线圈弹簧附接至连接构件12L,从而代替致动器提供能量储存和震动吸收。在其他实施方式中,这种弹簧20L还可与本文所描述的致动器串联地设置在类似的位置。

[0161] 如图48中进一步示出,第二柔性构件40和第三柔性构件50的脚后跟部可通过第二弹性连接件21L相连接,该第二弹性连接件21L也示为线圈弹簧。这可提供更直接地接纳和吸收脚后跟着地冲击的结构,因为两个弹性连接件20L、弹性连接件21L可大致沿与地面冲击的方向设置在脚后跟处。在所实施方式中,第一弹性连接件20L和第二弹性连接件21L对齐以共线。

[0162] 弹性连接件20L、弹性连接件21L可提供旋转自由度,使得图1至图8所示的义肢脚1中的连接部分14、22可制造成不可旋转的连接部分。这可降低义肢脚1L中所包括的部件的数量。

[0163] 图49和图50示出了与图1至图8所示的义肢脚1以及本文所示的其他义肢脚类似的、义肢脚1K的另一实施方式。义肢脚1K可包括改变的致动器20K,该致动器20K可由壳体120K保护。致动器20K可以是动力致动器、阻尼器、弹性构件(诸如弹簧),或可以是刚性构件,诸如静态杆或可调整的螺丝构件(诸如图36和图37所示的脚后跟高度调整元件20F)。另外,柔性构件20K、柔性构件30K、柔性构件40K可使用与图28至图35中所示的支具类似的支具附接至罩18K和致动器20K,使得可利用螺钉、螺栓或其他紧固件来附接柔性构件。另外,如图8中所示,柔性构件中的每个均可通过紧固件在脚中间部分处进行附接。

[0164] 在所实施方式中,第三柔性构件50K可沿义肢脚1K的整个长度延伸(例如,从脚后跟延伸至脚趾)。第三柔性构件50K还可包括与图5所示的狭缝36类似的狭缝36K。狭缝36K可以向内弯曲,并且扩张脚趾区域,以限定“大脚趾”或大拇趾部。另外,第三柔性构件50K可随着朝向脚趾部延伸而大体向内弯曲并大体加宽,使得前脚区域比脚后跟区域宽。于2014年6月30日提交的第62/019,233号美国临时专利中提供了进一步描述,该专利通过引用整体并入本文。第二柔性构件40K可设置在第三柔性构件50K上方,并且从可操作地联接至致动器20K的近端延伸至位于接近第三柔性构件50K的脚趾端位置处的远端。第一柔性构件30K可具有与图28中的第一柔性构件30E类似的大体L形形状,并且可从联接至连接构件12K的底端的近端延伸至与柔性构件40K的远端对齐的远端。

[0165] 另外,还可以对义肢脚的设计进行进一步的变型。例如,上述柔性构件可针对各个用户进行定制。然后,每个柔性构件的厚度均可横跨每个柔性构件的长度变化,从而对抗构件每个部分处的弯曲提供所需量的柔性和阻力。柔性构件的厚度可通过以下因素的任意组

合来确定：诸如用户的重量、腿长、行走风格、所需活动、残肢强度、截肢点等。

[0166] 类似地，在一些实施方式中，可通过改变柔性构件中的、诸如狭缝（上述）的特征来改变柔性构件的柔性。例如，在所示实施方式中，狭缝仅在任意柔性元件的一部分上延伸。然而，在一些实施方式中，狭缝可横跨整体柔性元件延伸，从而将柔性元件分成两个侧部件。然后，可例如通过将两个侧部件附接至其他柔性元件，而将两个侧部件保持在一起。另外或可替代地，一些实施方式中的狭缝在柔性构件的脚趾区域附近可以不对称。例如，狭缝可在脚趾区域附近向内（例如，朝向中间侧）弯曲，以促进行走期间更自然的翻转。狭缝的范围和方向可改变中间-侧部方向上的柔性，因而，潜在地提高义肢的中间-侧部稳定性。更进一步，在一些实施方式中，柔性构件中可存在明显的大脚趾切除部，以提供柔性以及还允许与凉鞋相配。

[0167] 如另一变型，在一些实施方式中，第一柔性构件和第二柔性构件二者均可沿其长度大致笔直（例如，平坦、扁平）。例如，图28中的义肢脚1E可改变，使得第一柔性构件30E是笔直的，且关联的柔性构件支具70E可旋转，以在适当的位置和角度保持柔性构件。扁平柔性构件可促进低轮廓或对称的义肢脚。另外，在低轮廓义肢脚的实施方式中，可用脚后跟高度调整元件替代致动器，以进一步促进低轮廓设计。

[0168] 有利地，所公开的义肢脚实施方式可为步态的站立阶段期间的自然摆动动作做准备，这可为义肢脚提供改进的稳定性（例如，在站立期间，附接构件可相对于柔性构件中的一个或多个运动）。在包括致动器的实施方式中，例如当致动器锁定在具体位置或大致不活跃时，也可提供这种改进的稳定性。例如，在一些实施方式中，在站立阶段的至少一部分期间，或可替代地，在整个或大致整个站立阶段期间，致动器（例如，包括电动马达的电致动器）可锁定。在站立阶段期间锁定致动器可允许柔性构件折曲，从而在站立阶段期间为存储提供阻尼和能量吸收。因而，如本文进一步讨论的，在站立期间可通过由用户施加至柔性构件上的力而令弹簧承受负载，从而存储能量。然后，可在脚趾离地时释放所存储的能量。另外，在一些实施方式中，在步态周期中，致动器可解锁并致动（例如，通过致动器的电动马达），以在脚趾离地期间令脚板脚背伸直，从而在此刻向前推动脚。值得注意地，如果致动器在站立阶段期间没有锁定，则义肢脚与地面之间的力可传递至致动器的动作中，而不是传递至柔性构件的所需弯曲。然而，如果期望减小柔性构件中的弯曲，则可允许致动器提供一些边缘运动。类似地，可通过激活致动器而增加柔性构件中的弯曲，从而使构件弯曲（例如，在站立阶段期间脚趾离地时）。

[0169] 义肢脚可利用各种传感器来检测时间，以解除锁定致动器，并可选择地致动致动器（例如，通过电动马达），从而提供动力跖屈（诸如在脚趾离地处）。例如，负载传感器可检测义肢脚上力的变化，这与脚趾离地的开始一致。另外或可替代地，陀螺仪可指示义肢脚相对于地面的角度或脚相对于地面的角度的动作的路径，这再次与脚趾离地的开始一致。在其他实施方式中，义肢脚可以是可调整的，使得可选的动力跖屈和致动器的解锁定时可调整。另外，致动器（例如，具有电动马达的电致动器）可在脚趾离地结束之前停止提供动力跖屈，使得仅弹簧或柔性构件在脚趾离地结束时提供推力，以向前推动脚并使脚迈步。

[0170] 类似地，跖屈的强度也可以是可调整的。这些调整可以各种方式进行，诸如利用对该装置或计算机、移动装置或与义肢脚有线或无线通信（例如，通过Rf或IR通信）并且具有诸如app的相关软件的其他装置进行各种控制。另外，跖屈的强度可由用户根据行走的速度

进行调整(例如,通过电子控制器自动调整)。

[0171] 另外,在一些实施方式中,致动器的锁定可取决于用户在上面行走的地形。例如,如果义肢脚检测到在斜坡上运动,则致动器可配置成不锁定,使得致动器可在站立阶段期间提供动力,以使下坡更容易。在另一示例中,致动器可配置成当在楼梯上运动时不锁定,使得可获得充足的动作范围。

[0172] 另外,在一些实施方式中,义肢脚可包括刚度控制构件,该刚度控制构件可机械地进行致动(例如,人工地或自动地),以改变义肢脚的一个或多个柔性构件的刚度,从而提供不同水平的刚度(例如,在不同类型的步态期间)。

[0173] 试验显示,本文所描述的设计可将通过第一连接部分12传递的冲击减小至常规义肢脚中生成的冲击的约三分之一。这种减小的冲击可减缓被截肢者的残肢或连接至义肢脚的、诸如义肢膝的附加义肢装置上的压力。

[0174] 真空管座附接

[0175] 在一些实施方式中,本文所示并描述的各种脚和/或踝模块可配置成与真空悬吊系统相配。这种系统在义肢管座内生成负压,以改进管座相对于残肢的配合和稳定性。与更靠近膝的区域相比,残肢的远端通常具有较多的软组织。因此,远端对一整天的体积波动更敏感,这会妨碍管座的稳定和悬吊。因此,可与本文所述的脚一起使用的真空悬吊系统可对残肢的远端应用真空,以改进稳定性和悬吊。该系统可包括联接至脚的框架以及设置在框架的各部分上或各部分之间的膜。在用户将重量置于脚的后跟上时,膜扩张,这导致将空气从管座抽出,从而创建并保持真空。与该系统有关的其他细节在美国公开2013/0289742、2013/0289741和2013/0221544以及第D711,510号和第D718,861号美国外观设计专利中示出和描述,这些公开和外观设计专利通过引用整体并入本文,并且应当被认为是该说明书的一部分。

[0176] 本文所使用的条件限制表述,诸如“可(can)”、“可(could)”、“可(might)”、“可(may)”、“例如”等,除非有具体另外阐述,否则,在如所使用的上下文内进行理解,通常旨在传达某些实施方式包括而其他实施方式不包括某些特征、元件和/或状态。因而,这些条件限制表述通常不旨在暗示特征、元件和/或状态是一个或多个实施方式以任何方式所需求的,并且一个或多个实施方式不一定包括用于在具有或不具有作者输入或提示的情况下判定这些特征、元件和/或状态是否包括在任意具体实施方式中或要在任意具体实施方式中执行的逻辑。

[0177] 虽然以上具体说明在应用于各实施方式时示出、描述并指出了新颖的特征,但是可理解的是,在不脱离本公开的精神的情况下,可以对包括传感器部件的地面接触感测系统、对逻辑框、模块以及所示过程的形式和细节进行各种省略、置换和改变。如可意识到的是,因为一些特征可与其他特征分开使用或实施,所以本文描述的系统的某些实施方式可体现在不提供本文阐述的所有特征和有益效果的形式内。另外,即使本文没有清楚地讨论,结合一个实施方式描述的特征也可并入所公开的另一实施方式中,并且具有各特征的组合的义肢装置依然落入本发明的范围内。例如,以上关于一个实施方式所讨论的特征可与本文描述的不同实施方式一起使用,并且这些组合依然落入本公开的范围。应理解的是,所公开的实施方式各特征和方面可与另一特征和方面结合、或由另一特征和方面替代,以形成本公开实施方式的修改模式。因而,其意图是,在本文中本公开的范围不应受限于上述

具体实施方式。因此,除非另外阐述,或除非明确地相矛盾,否则本发明的每个实施方式均可包括附属于本文该本发明基本特征的、来自于本文公开的发明的每个其他实施方式的、如本文所描述的一个或多个特征。

[0178] 结合具体方面、实施方式或示例描述的特征、材料、特性或组应理解成可适应于本说明书中的该部分中或其他地方描述的任何其他方面、实施方式或示例,除非二者彼此矛盾。本说明书(包括任何所附权利要求、摘要及附图)中公开的所有特征和/或这样公开的任何方法或过程的所有步骤可以以任意组合进行结合,除了这些特征和/或步骤中的至少一些相互排斥的组合之外。保护范围不限于任意前述实施方式的细节。保护范围扩展至本说明书(包括任何所附权利要求、摘要和附图)中公开的特征中的任意一个新颖的特征或任意新颖的特征组合,或扩展至这样公开的任何方法或过程的步骤中的任意新颖的一个或任意新颖的组合。

[0179] 另外,在本公开中在单独实施例的上下文中所描述的某些特征还可在单个实施例中组合地实现。反之,单个实施例的上下文中讨论的各特征也可单独地在多个实施例中或在任何适当的子组合中实现。另外,虽然特征可在上面描述为在某些组合中作用,但是来自要求保护的组合的一个或多个特征有时可从该组合中删除,并且该组合可作为子组合或子组合的变型要求保护。

[0180] 另外,虽然可按具体顺序在附图中示出或在说明书中描述操作,但是为了实现期望结果,这些操作不需要按所示的具体顺序或按连续的顺序执行,或不需要执行所有操作。没有示出或描述的其他操作可并入示例性方法和过程中。例如,可在该操作中的任意操作之前、然后、与之同时或在任意操作之间执行一个或多个附加操作。另外,在其他实施例中操作可重新排列或重新排序。本领域技术人员应理解的是,在一些实施方式中,所示和/或所公开的过程中所采用的实际步骤可与附图中所示的步骤不同。根据实施方式,可去除上述步骤中的一些,或可添加其他步骤。另外,以上公开的具体实施方式的特征和属性可以不同的方式组合以形成另外的实施方式,所有的这种实施方式均落入本公开的范围。另外,上述实施例中各系统部件的分离不应理解为要求在所有的实施例中均如此分离,而是应理解成该部件和系统通常可与单个产品集成在一起或包装在多种产品中。

[0181] 出于本公开的目的,在本文中描述了某些方面、有益效果和新颖特征。根据任意具体实施方式,不一定可实现所有这些有益效果。因而,例如,本领域技术人员将意识到的是,本公开可实现或执行成使得实现如本文所教授的一个有益效果或一组有益效果,而不一定实现如本文可能教示或建议的其他有益效果。

[0182] 受条件限制的表述,诸如“可(can)”、“可(could)”、“可(might)”或“可(may)”,除非另外明确阐述,否则在如所使用的上下文内进行理解,通常旨在传达某些实施方式包括而其他实施方式不包括某些特征、元件和/或步骤。因而,这些受条件限制的表述通常不旨在表示特征、元件和/或步骤以任任方式被一个或多个实施方式所需要,或不旨在表示一个或多个实施方式一定包括用于在具有或没有用户输入或提示的情况下判定这些特征、元件和/或步骤是否包括在任意具体实施方式中或要在任意具体实施方式中执行的逻辑。

[0183] 连接词表述,诸如短语“X、Y和Z中的至少一个”,除非另外明确阐述,否则以所使用的上下文理解为通常传达:项目、术语等可任一地为X、Y或Z。因而,诸如连接词的表述通常不旨在暗示某些实施方式需要存在至少一个X、至少一个Y和至少一个Z。

[0184] 本文所使用的程度表述,诸如本文所使用的术语“近似”、“约”、“大体”和“大致”表示值、量或特性接近所阐述的值、量或特性,依然执行期望的功能或实现期望的结果。例如,术语“近似”、“约”、“大体”和“大致”可表示处于所阐述的量的10%以内、5%以内、1%以内、0.1%以内、0.01%以内。如另一示例,在某些实施方式中,术语“大体相同”或“大致相同”表示值、量或特性背离确切平行等于或小于15%的程度、10%的程度、5%的程度、3%的程度、1%的程度、0.1%的程度或其他。

[0185] 本公开的范围不旨在受限于该部分中或本说明书任何地方的优选实施方式的具体公开内容,而是可由在该部分或该说明书其他地方或如未来将提出的权利要求限定。权利要求的表述要基于权利要求中应用的表述宽泛地解释,而不局限于本说明书中或在执行本申请期间描述的示例,这些示例要解释成非排他的。

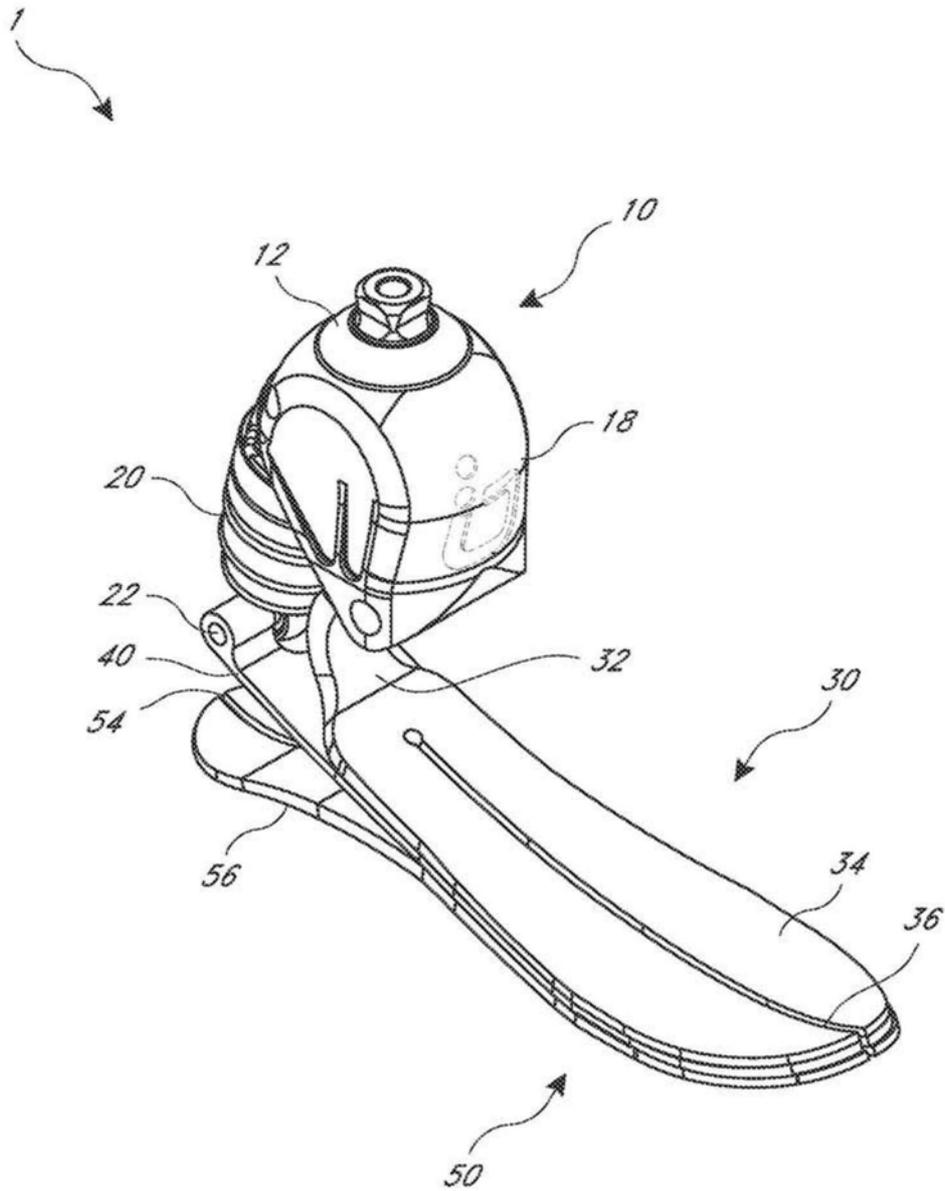


图1

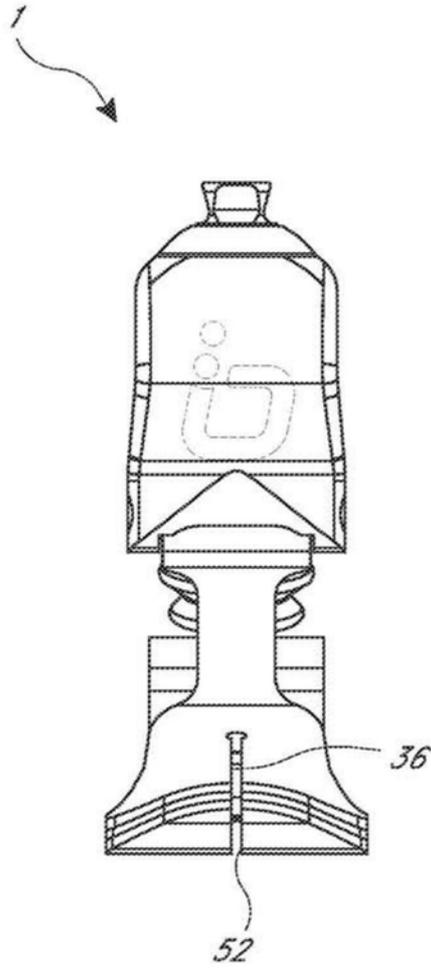


图2

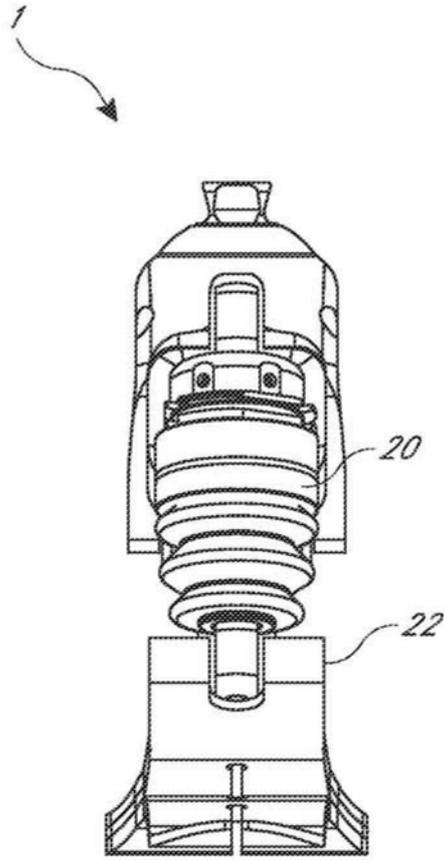


图3

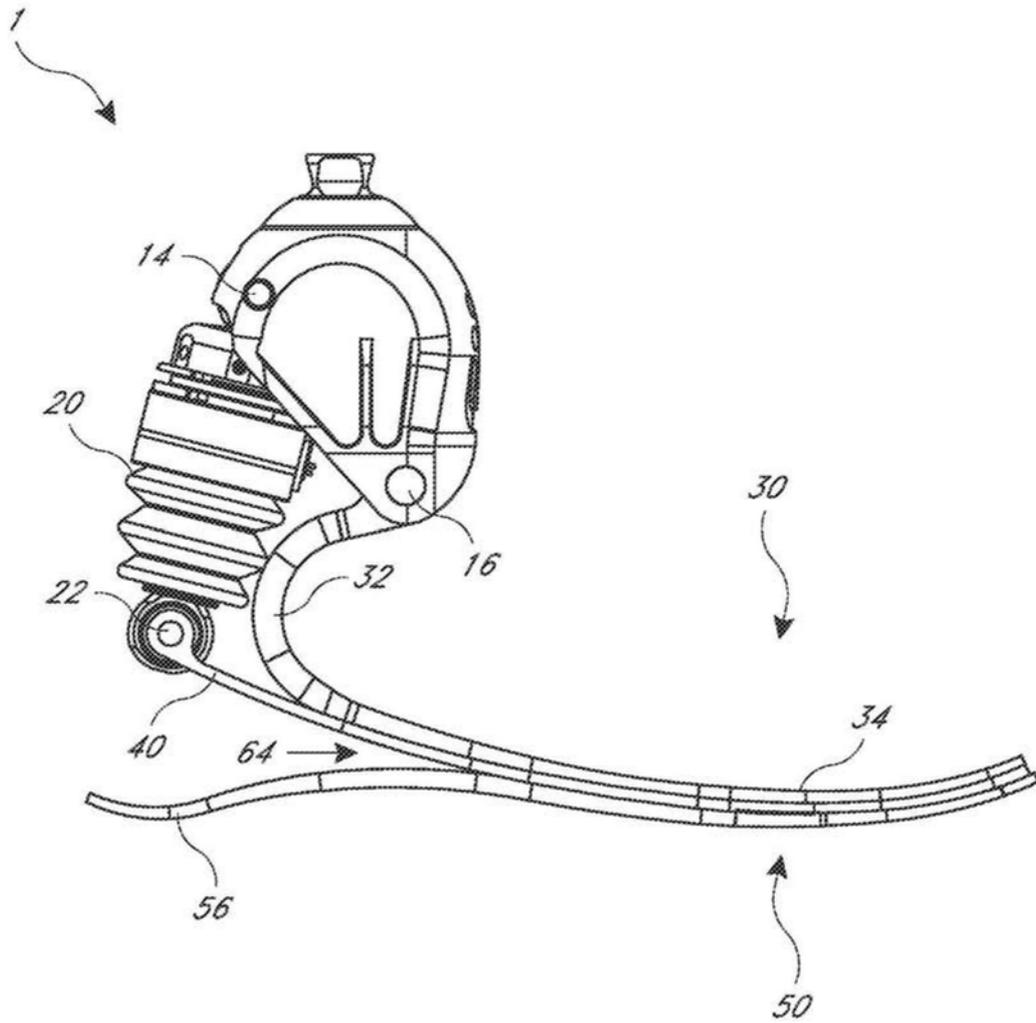


图4

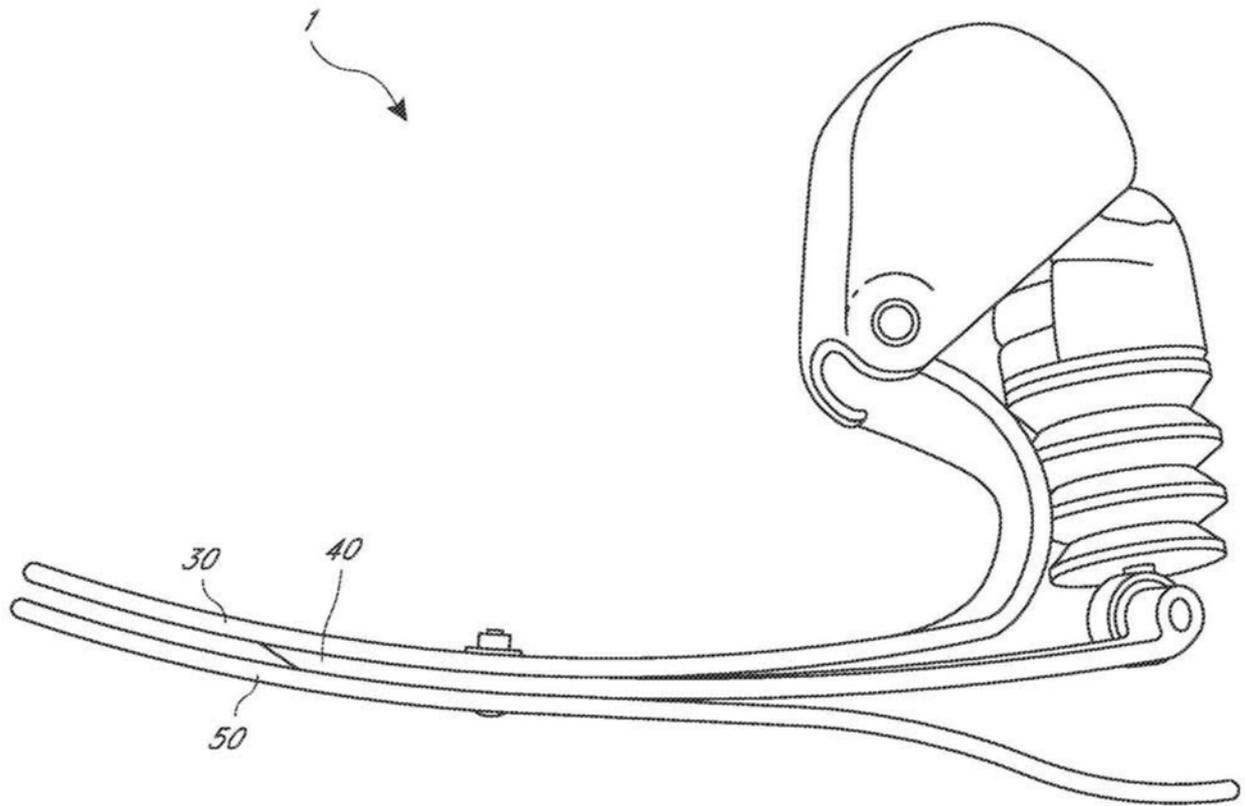


图4A

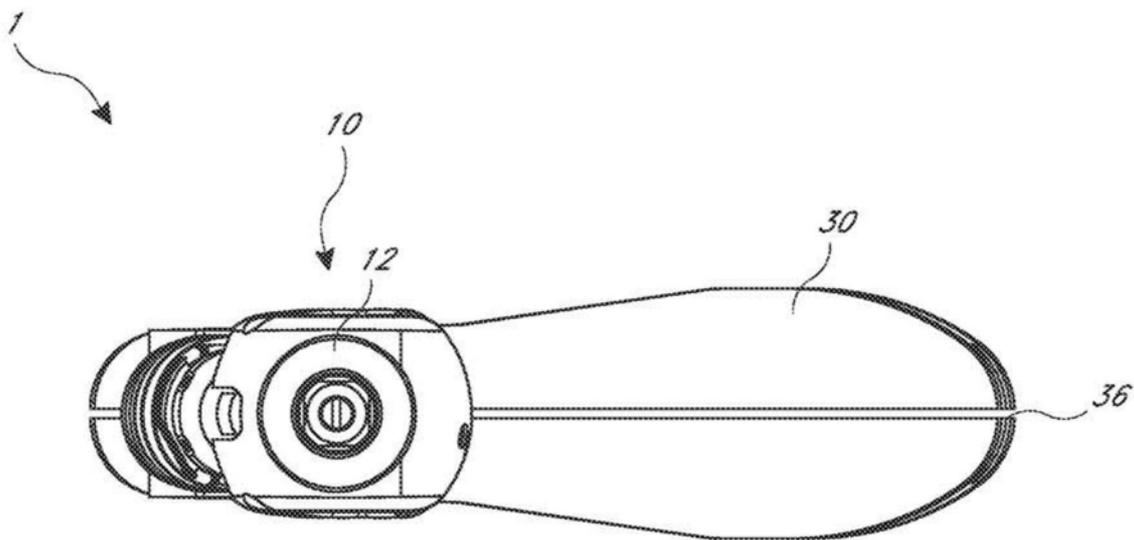


图5

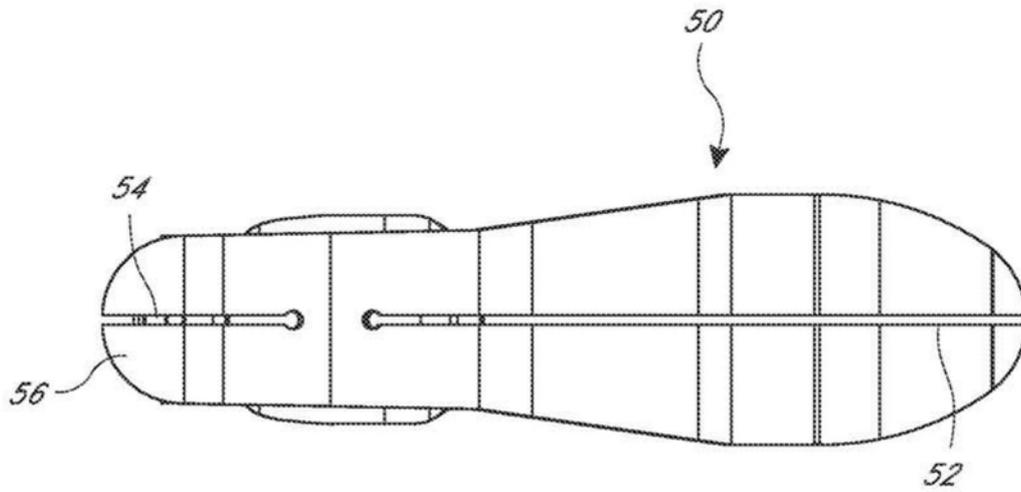


图6

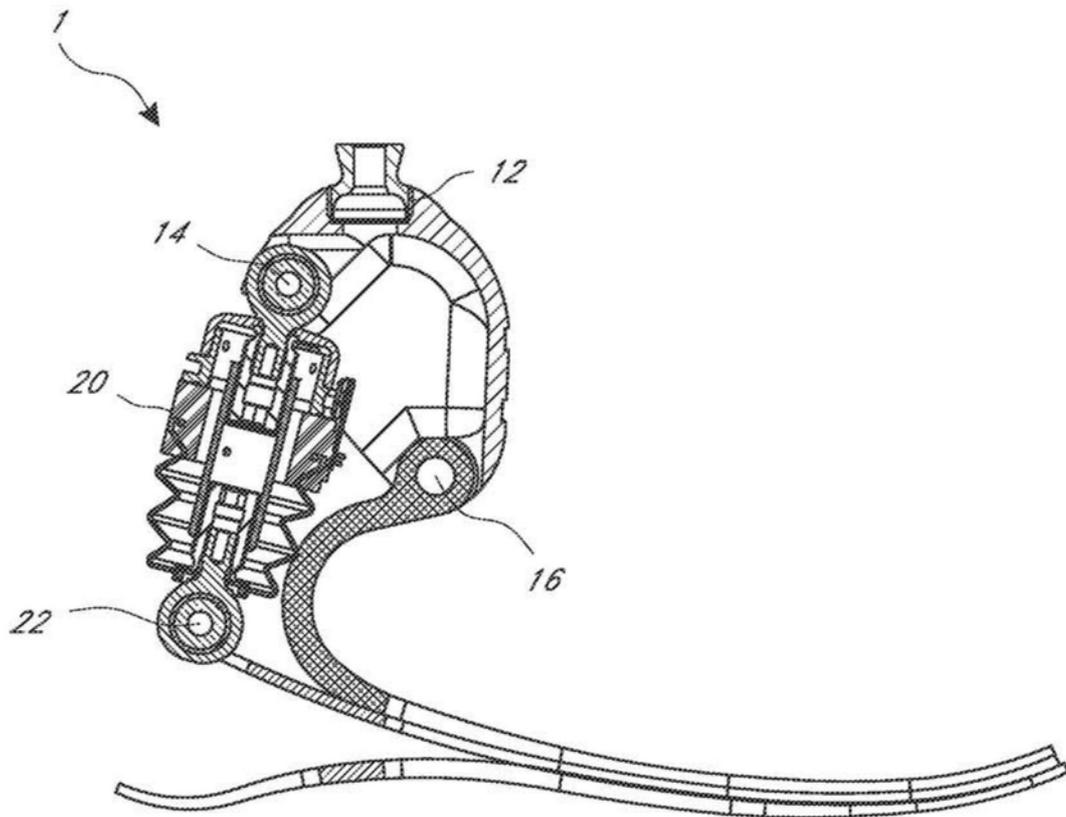


图7

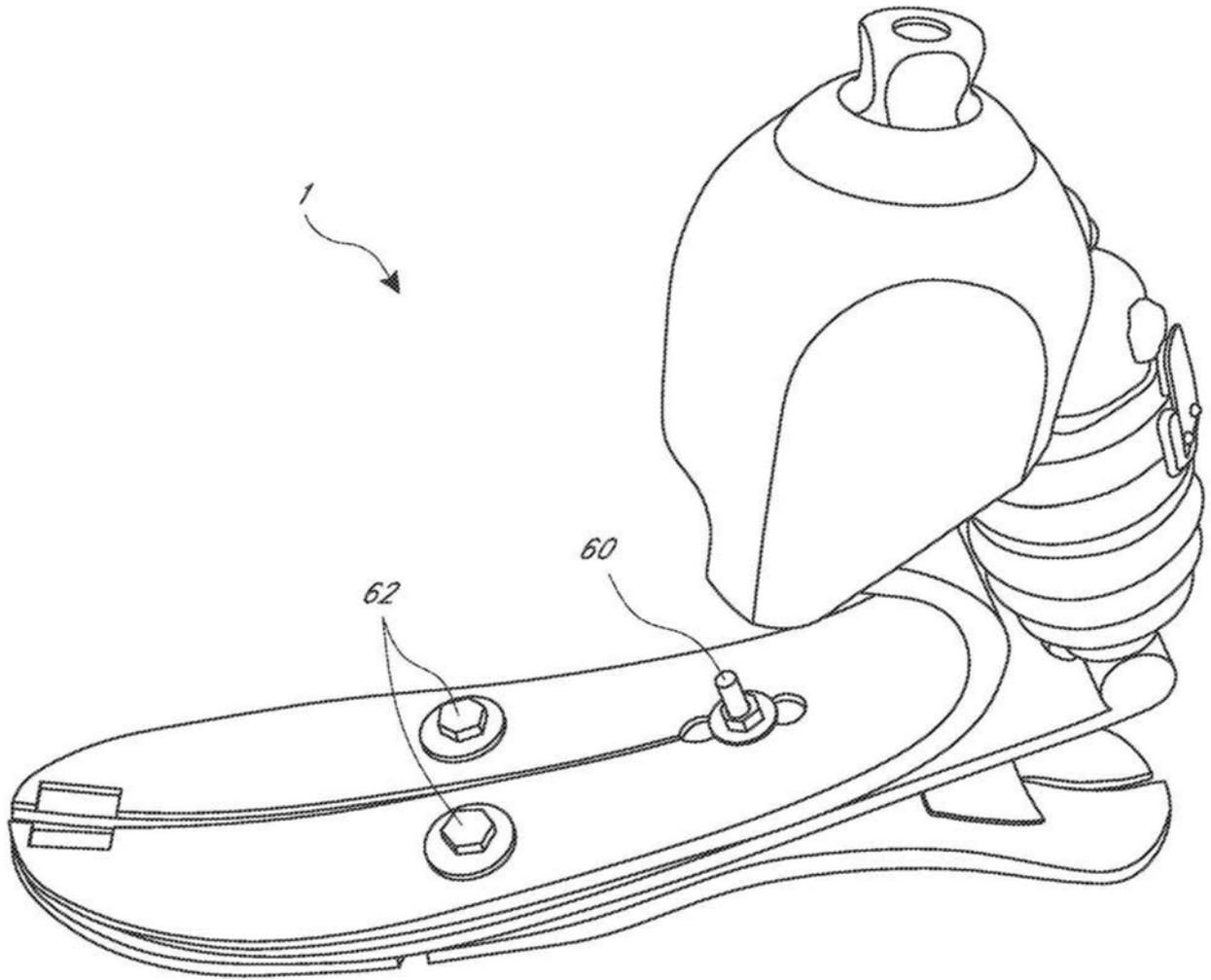


图8

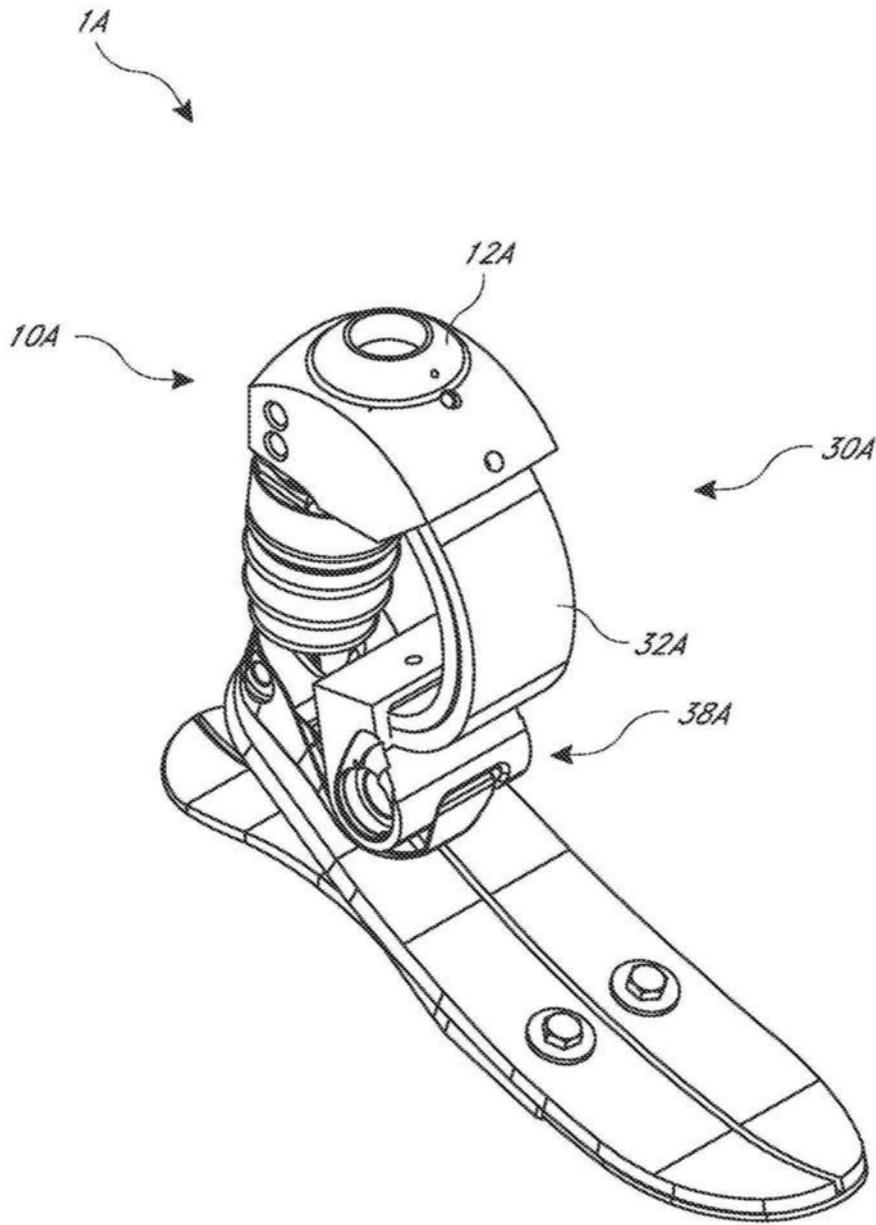


图9

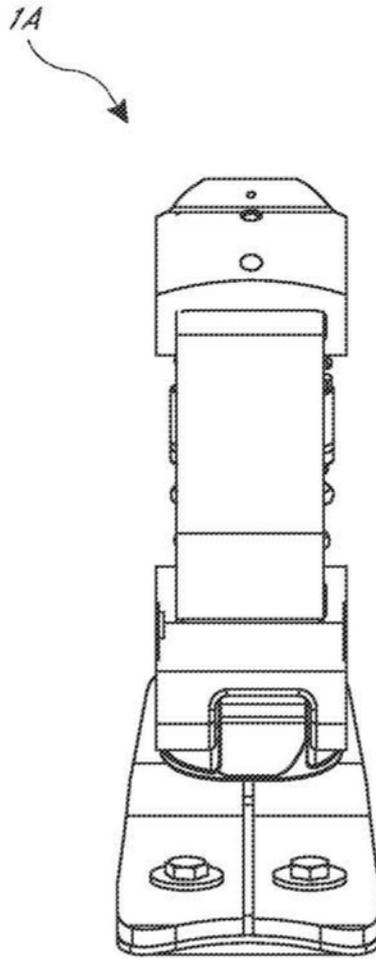


图10

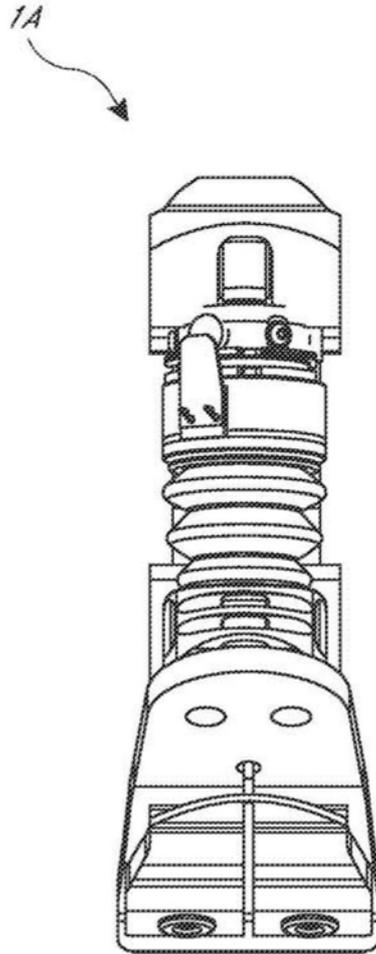


图11

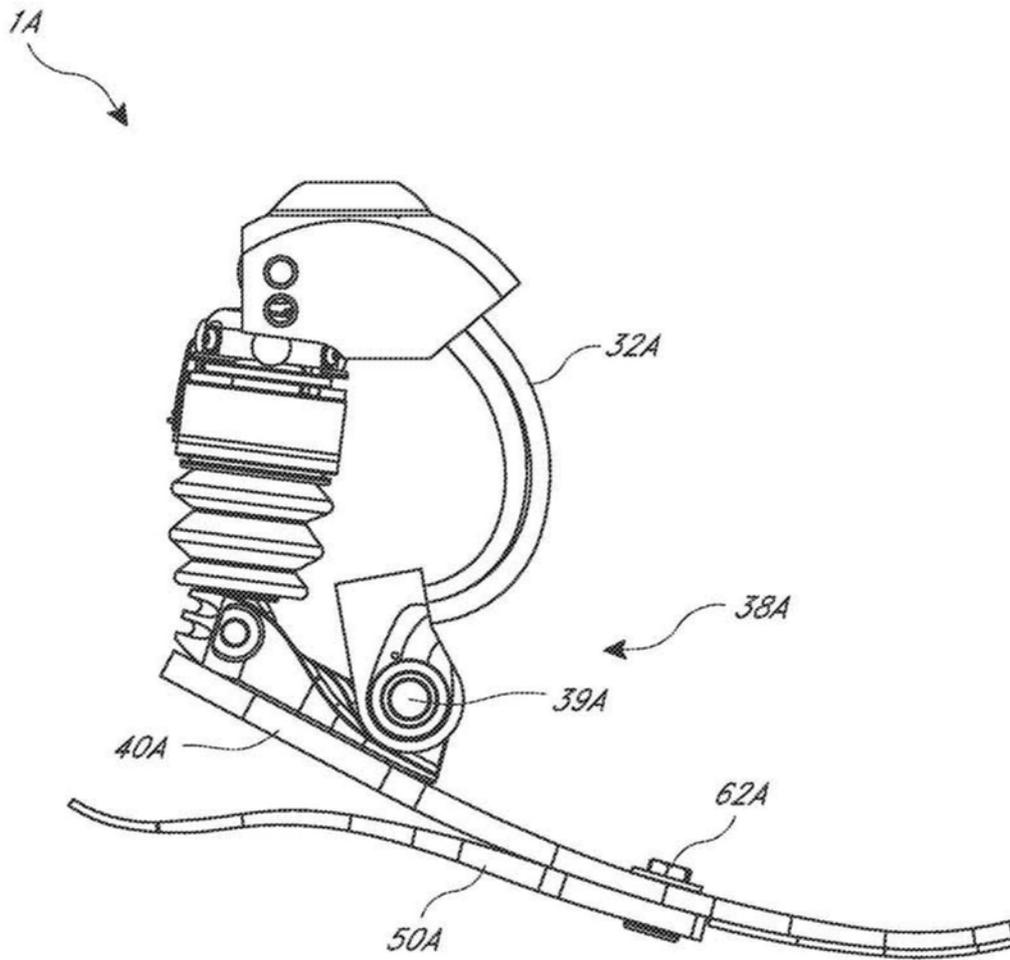


图12

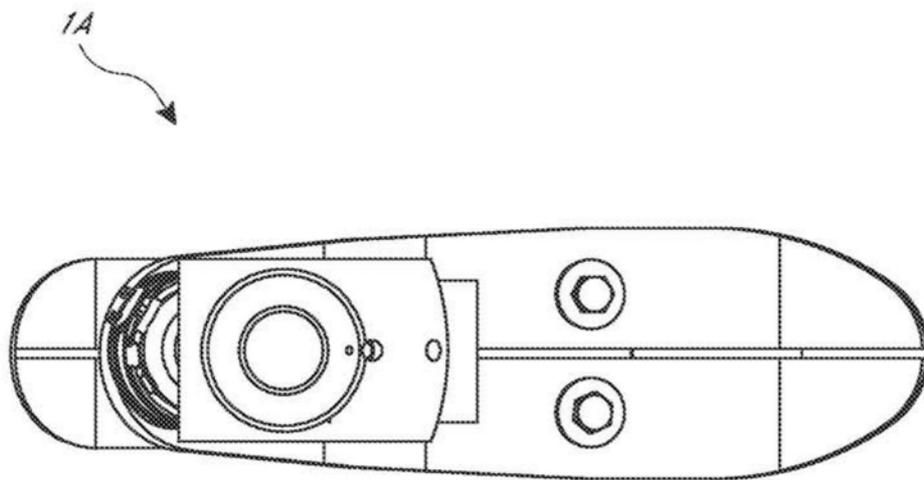


图13

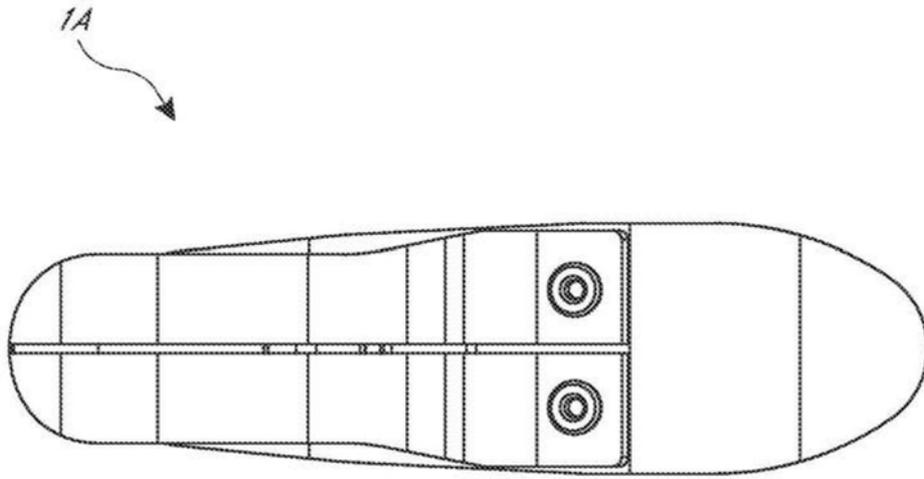


图14

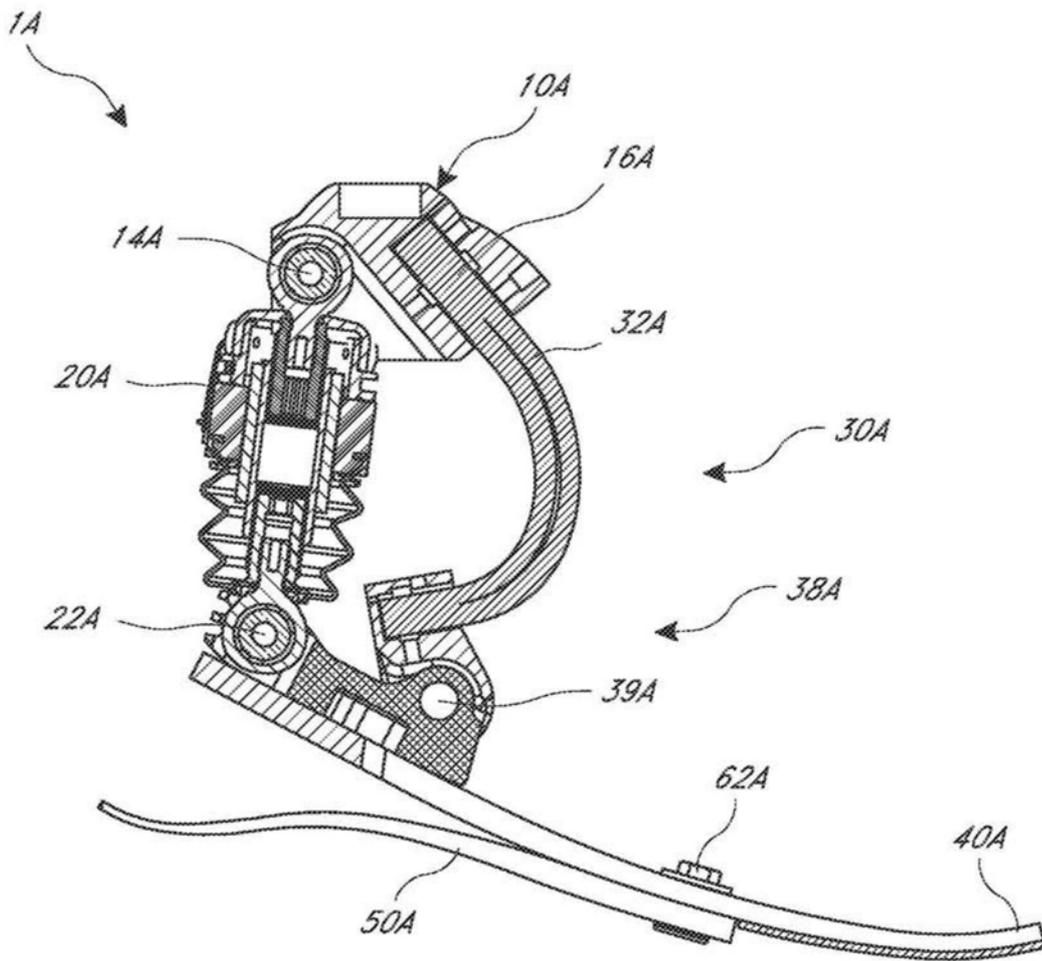


图15

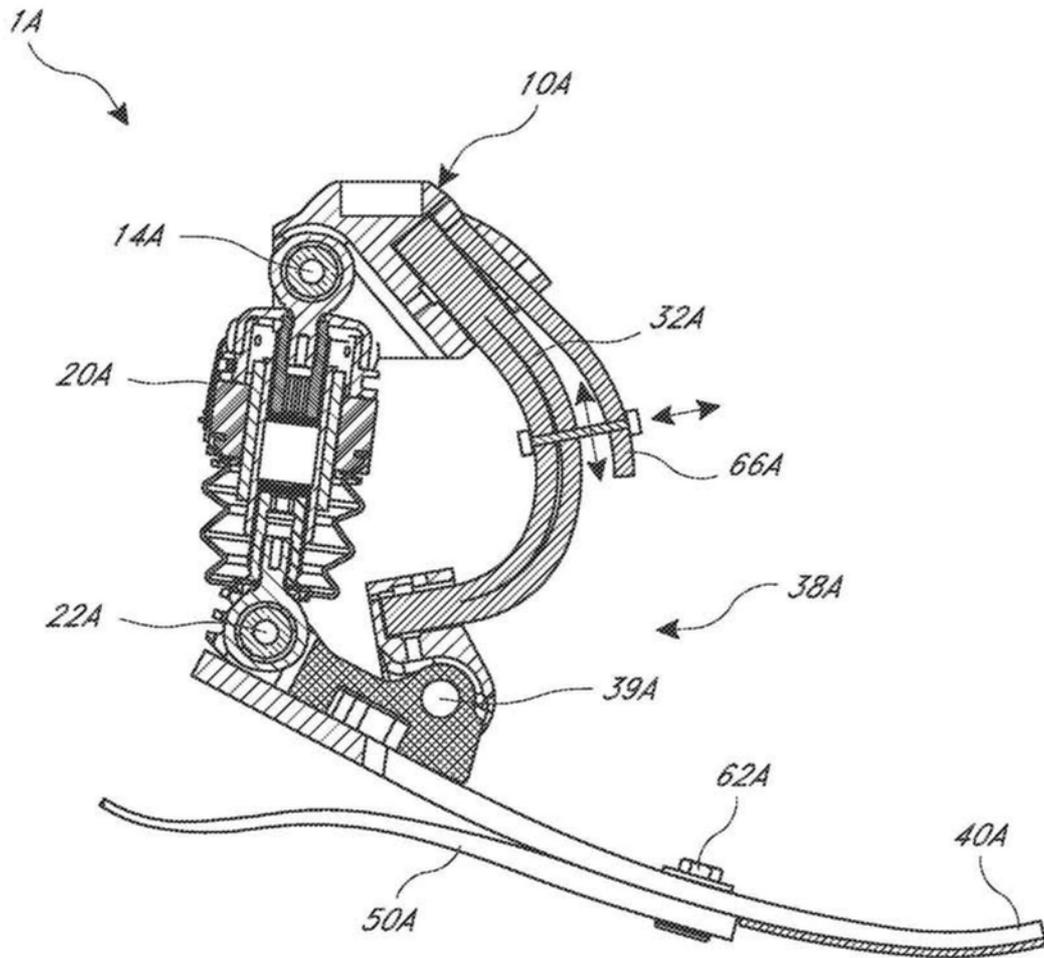


图15A

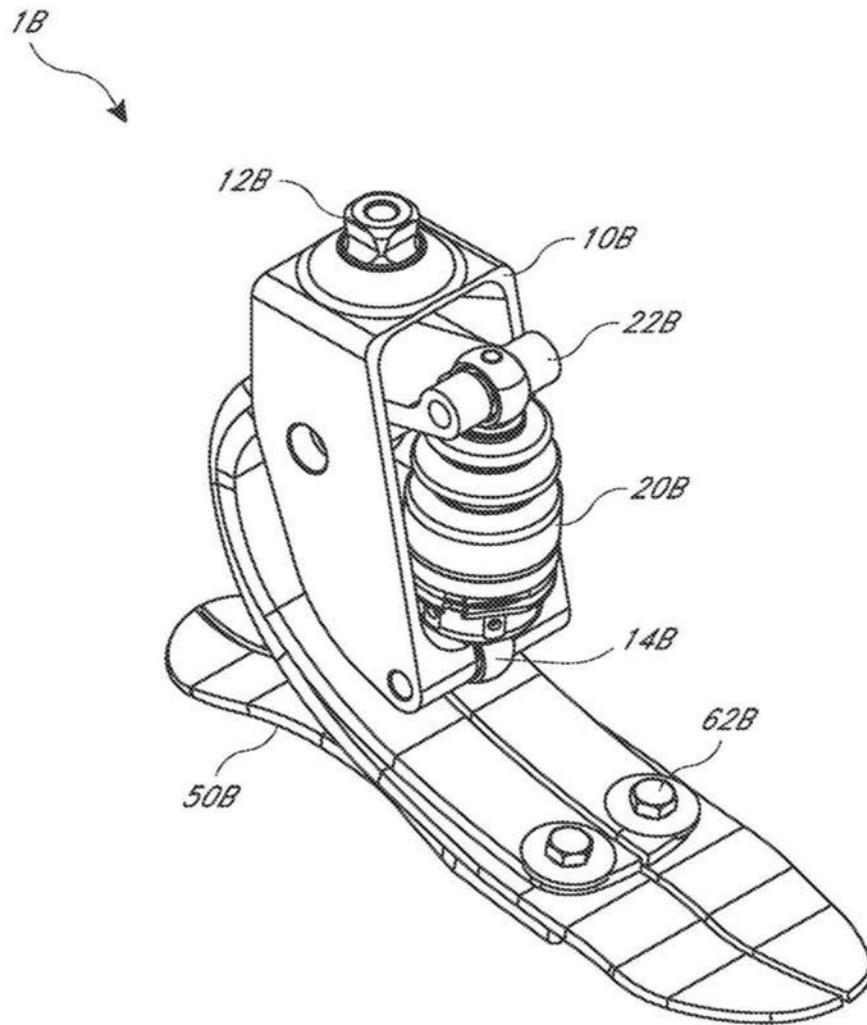


图16

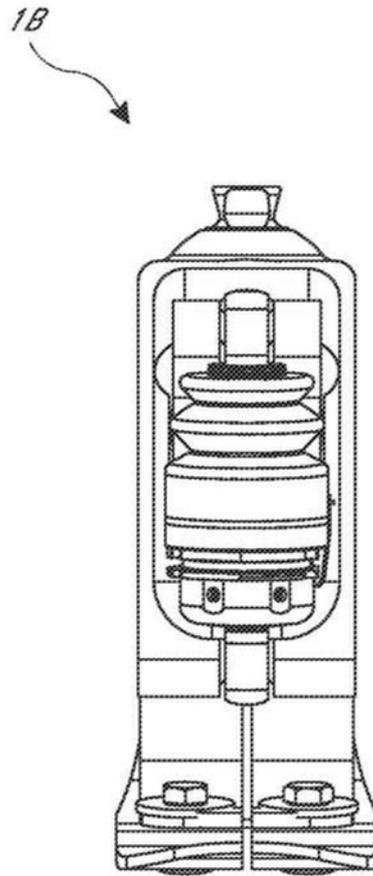


图17

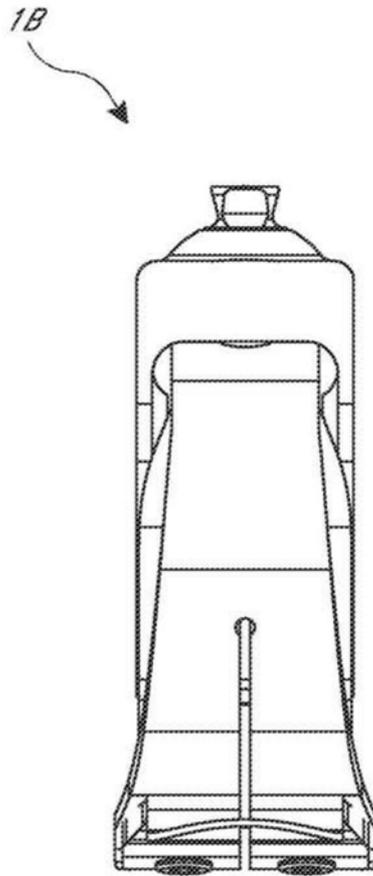


图18

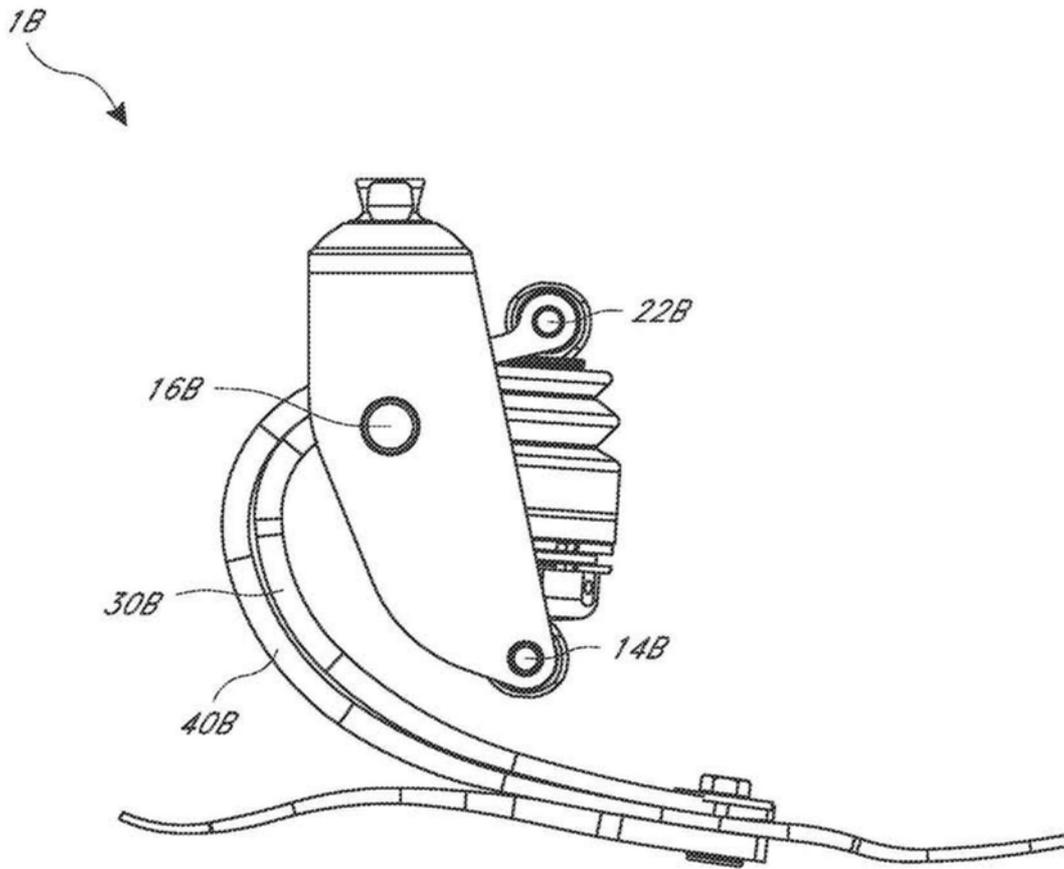


图19

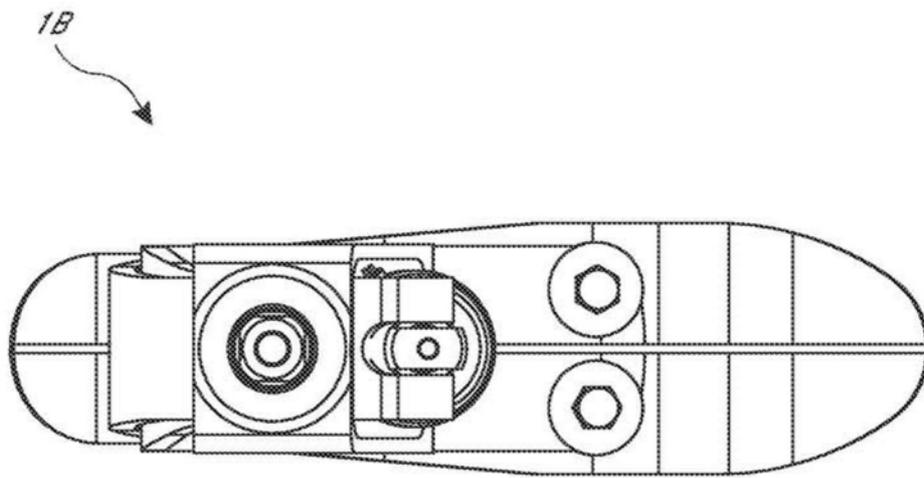


图20

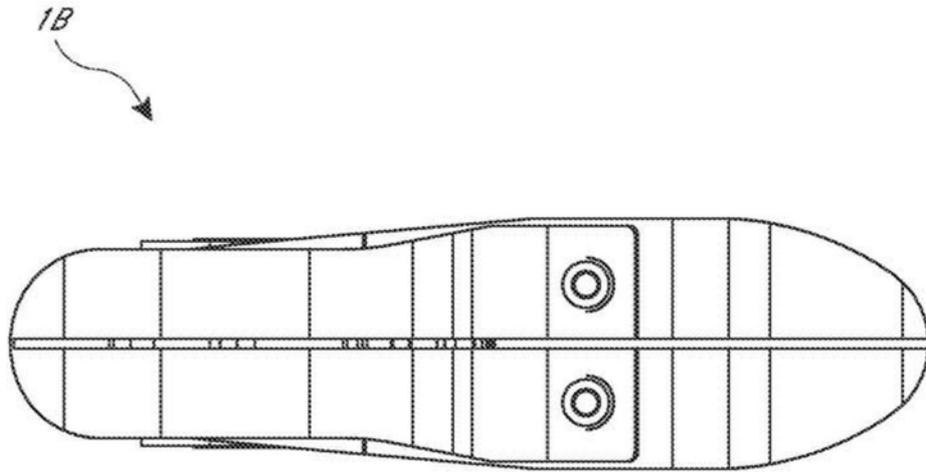


图21

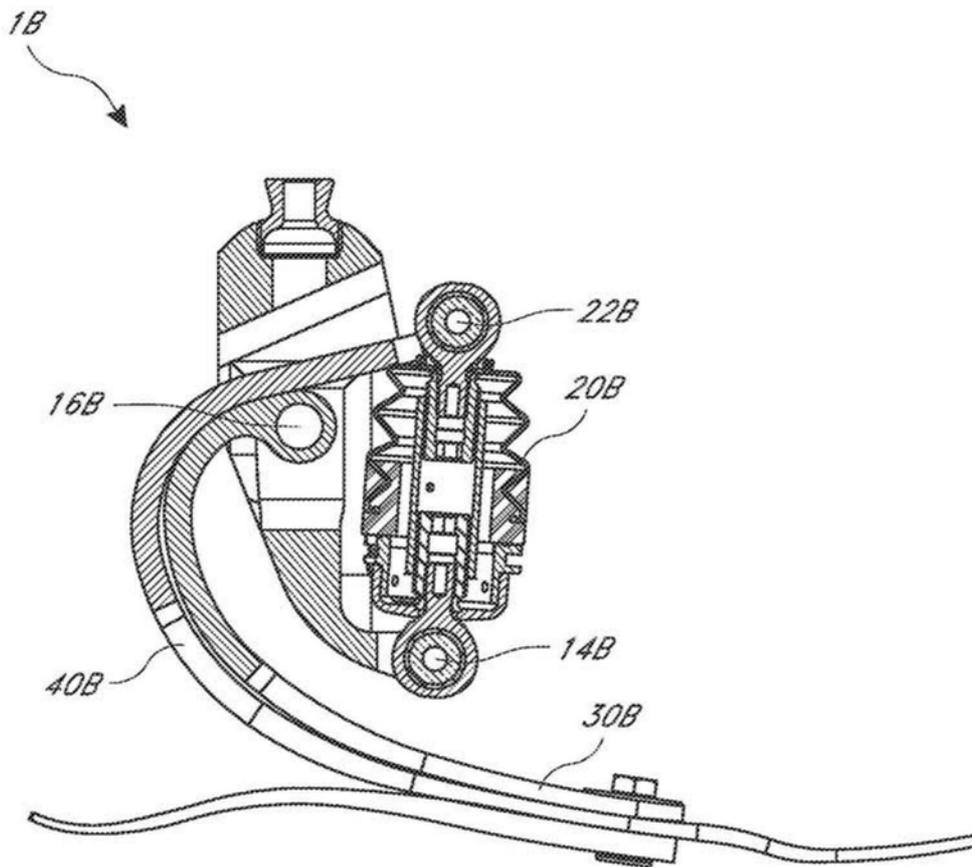


图22

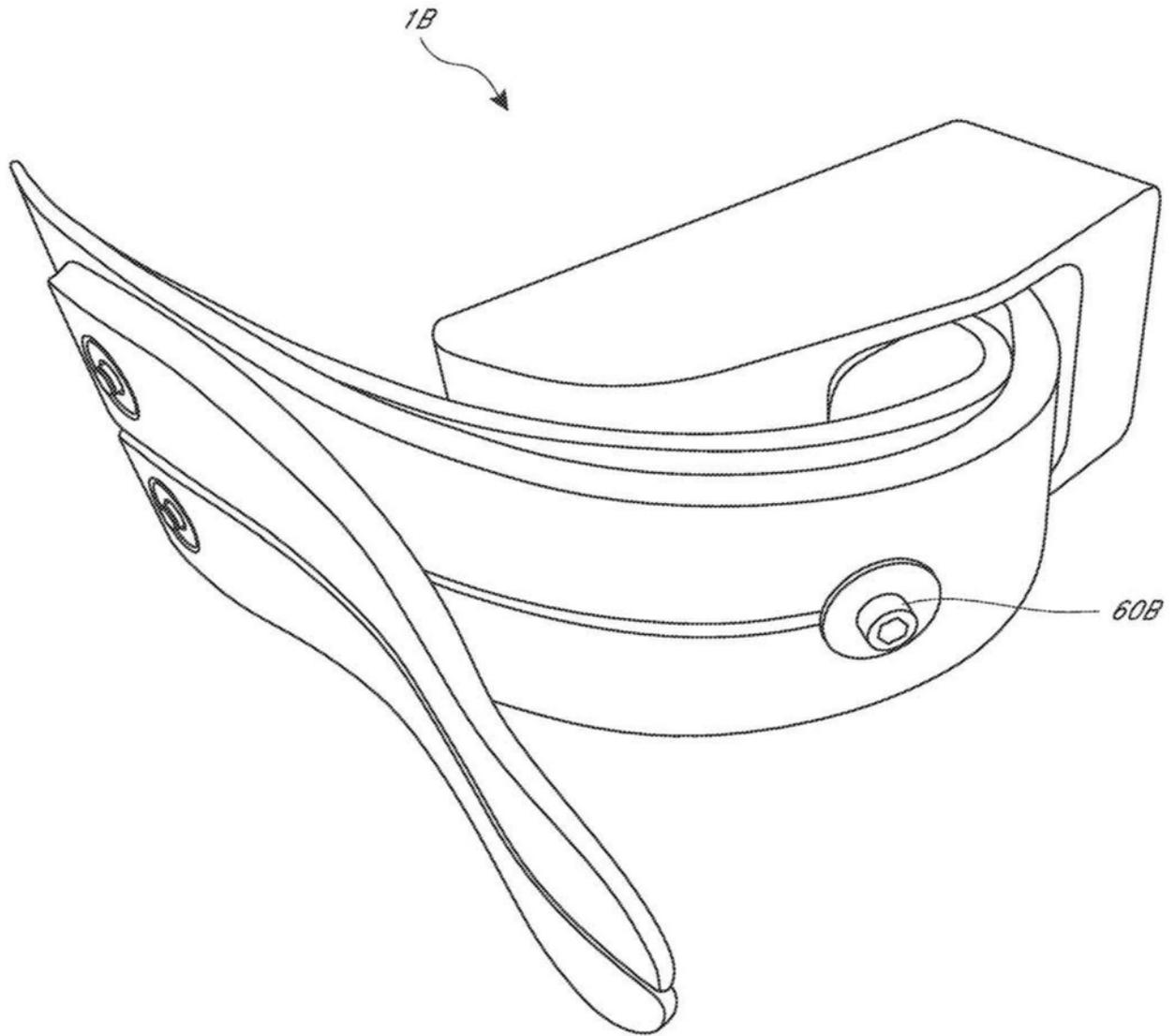


图23

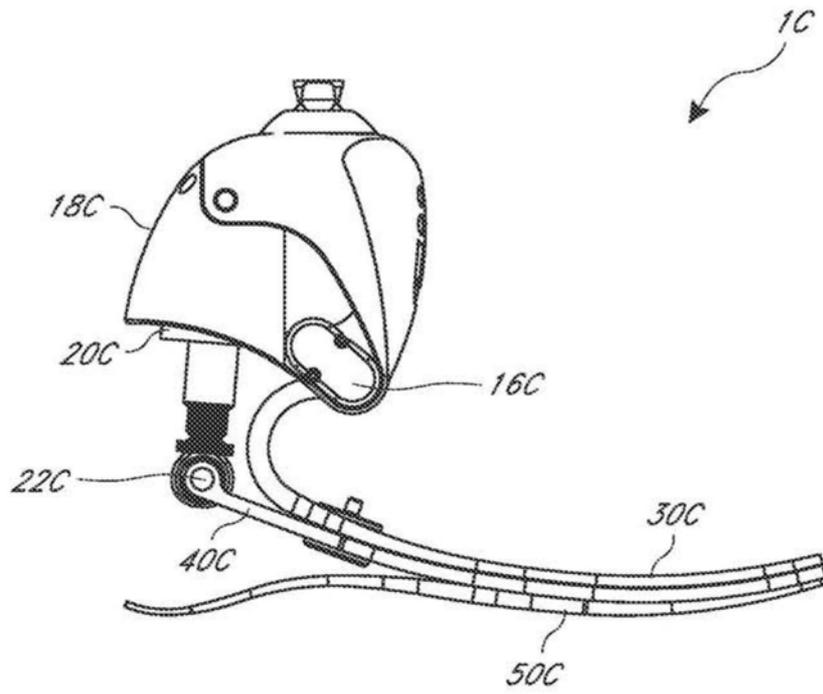


图24

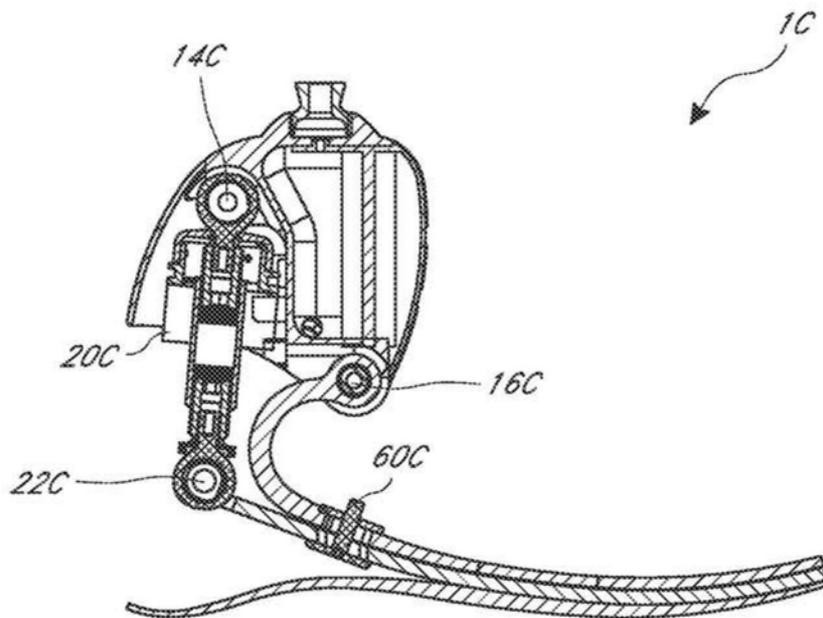


图25

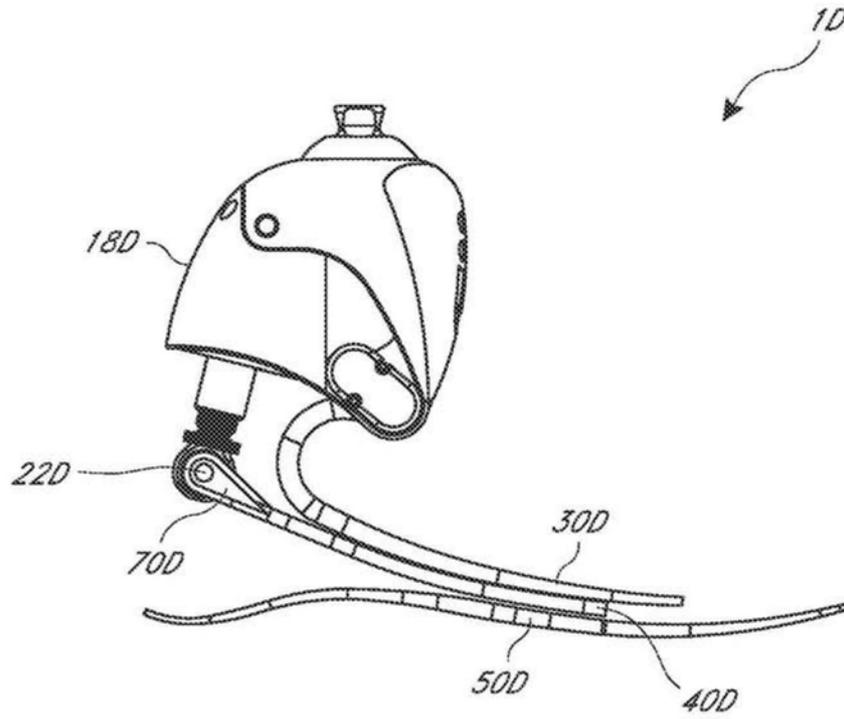


图26

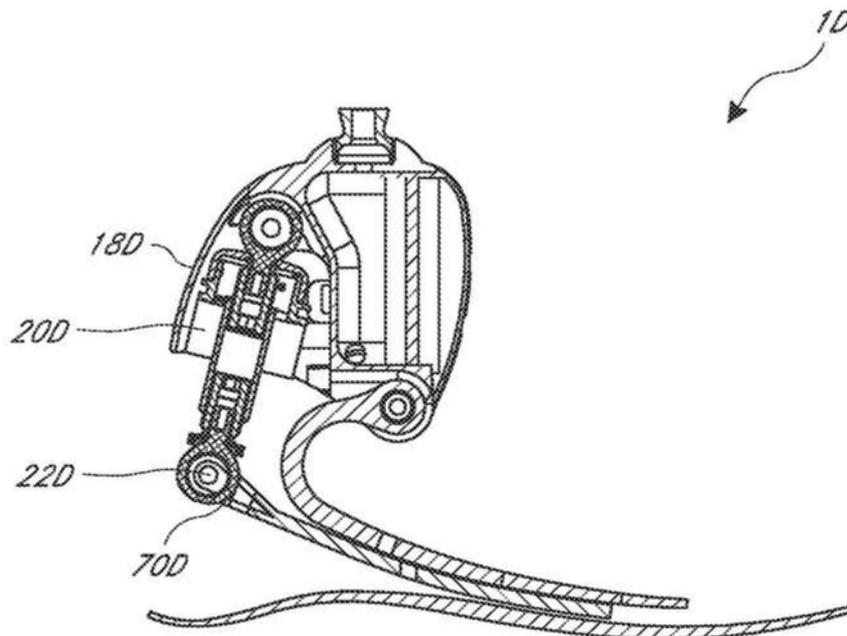


图27

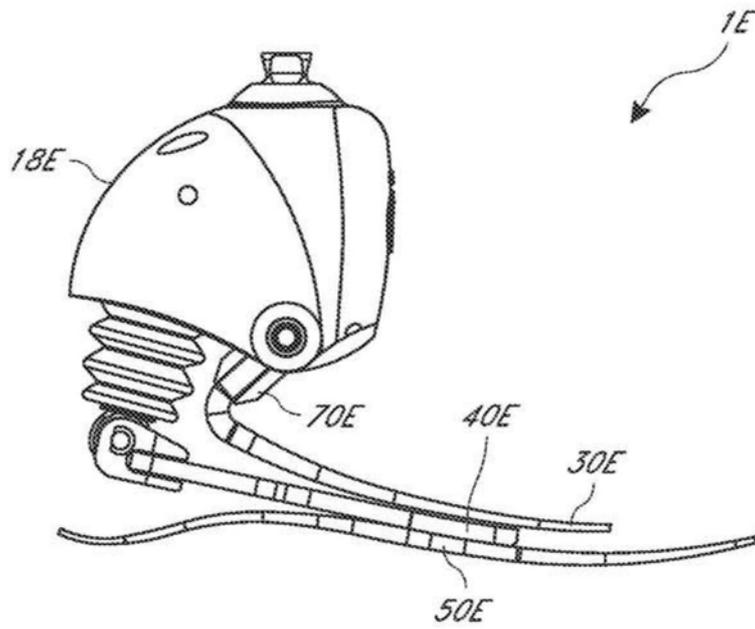


图28

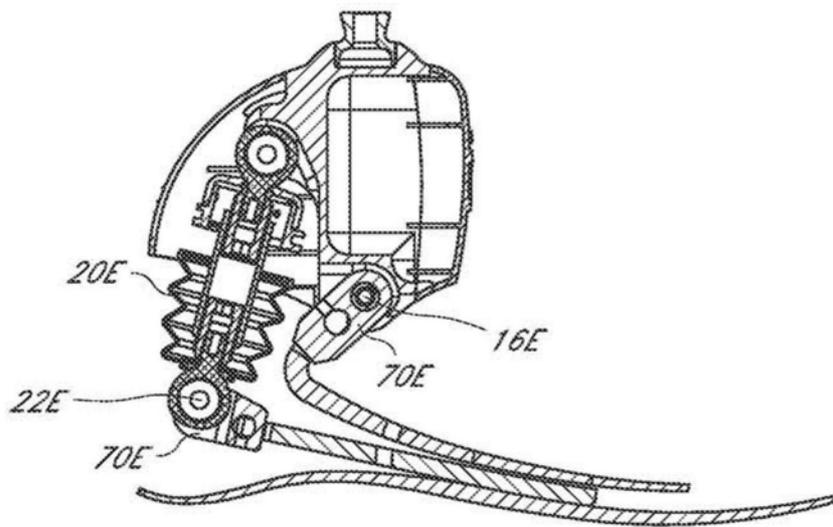


图29

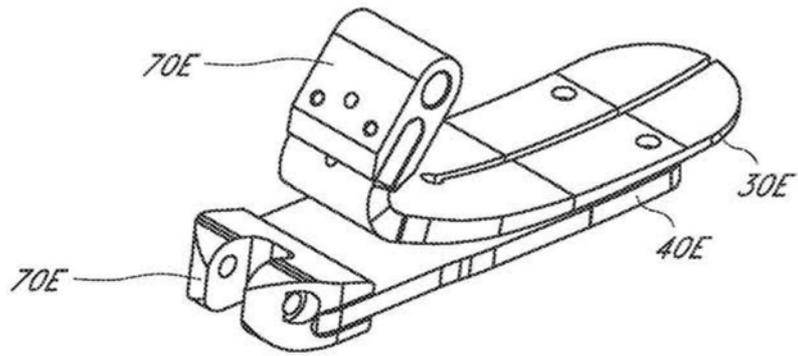


图30

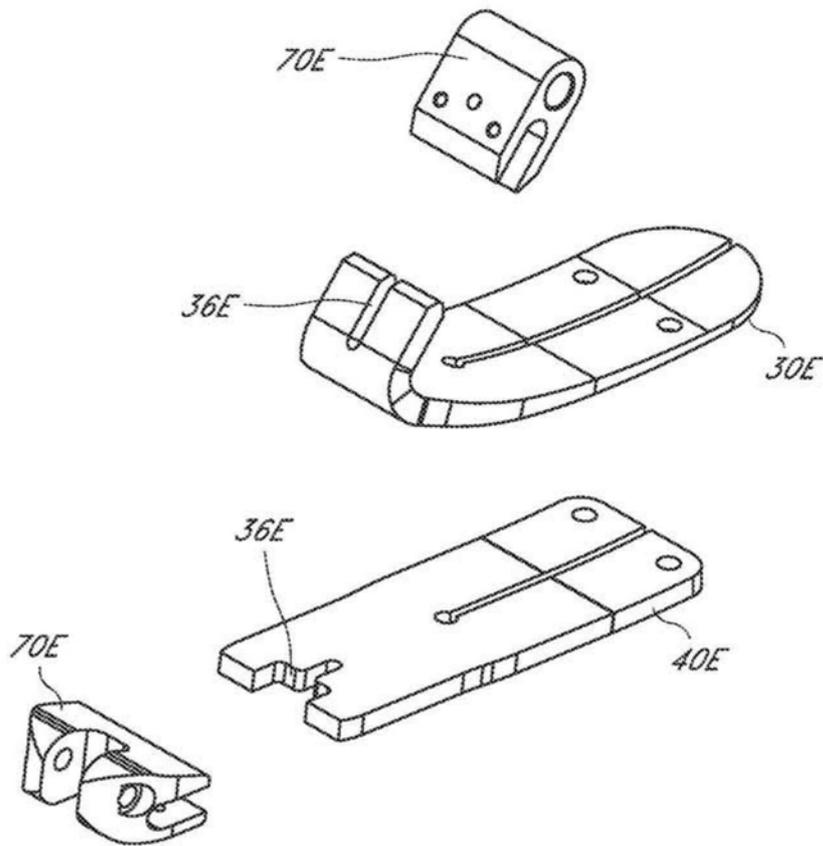


图31

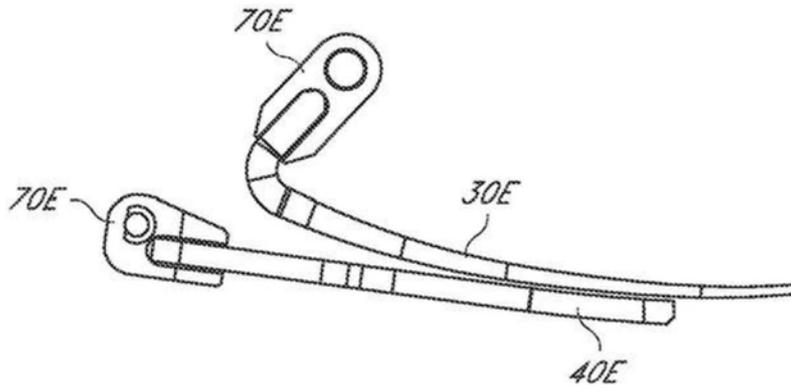


图32

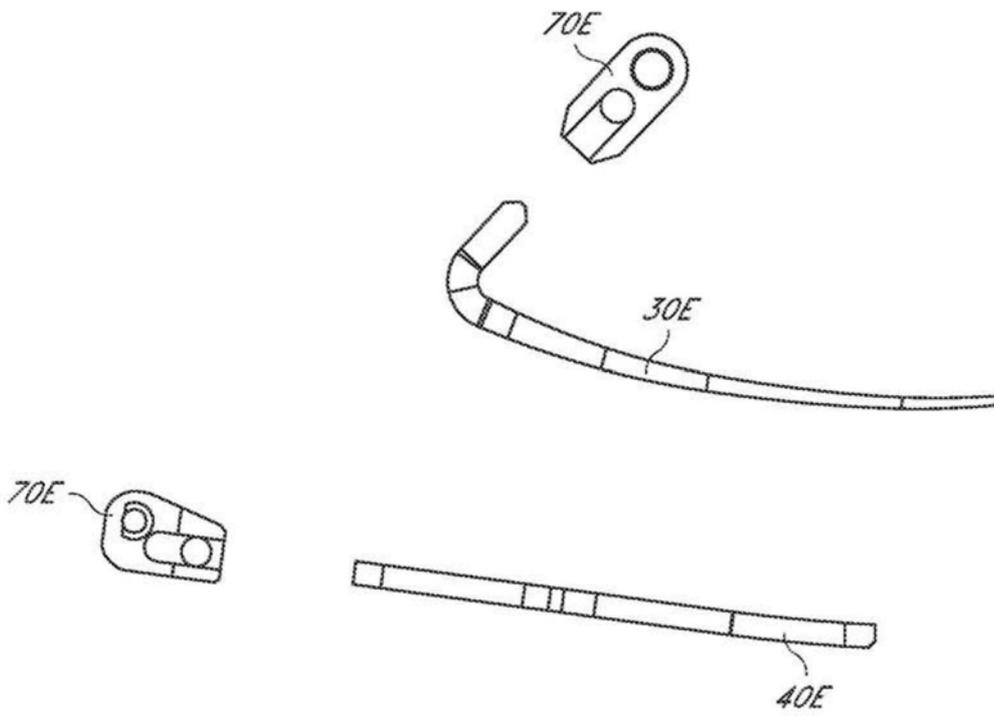


图33

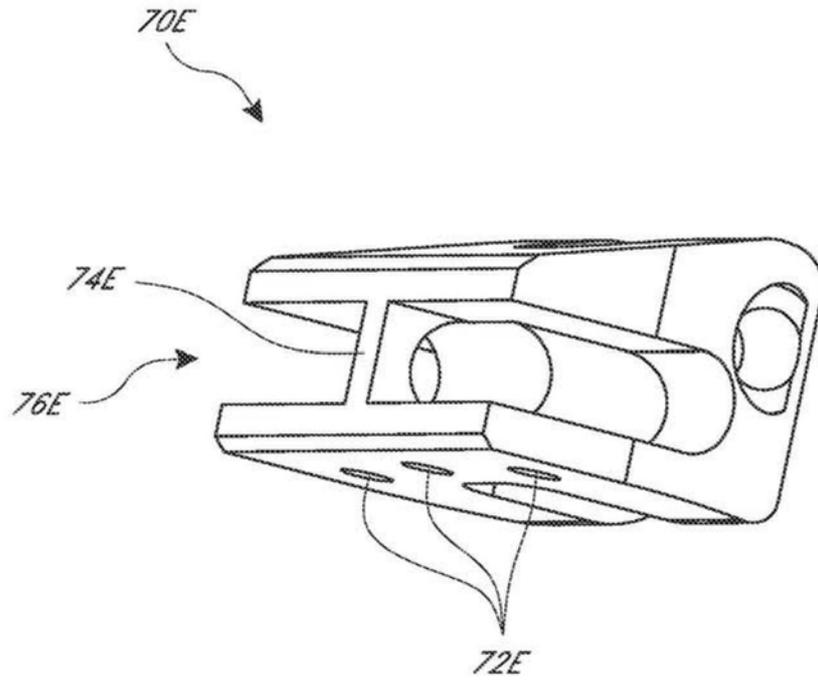


图34

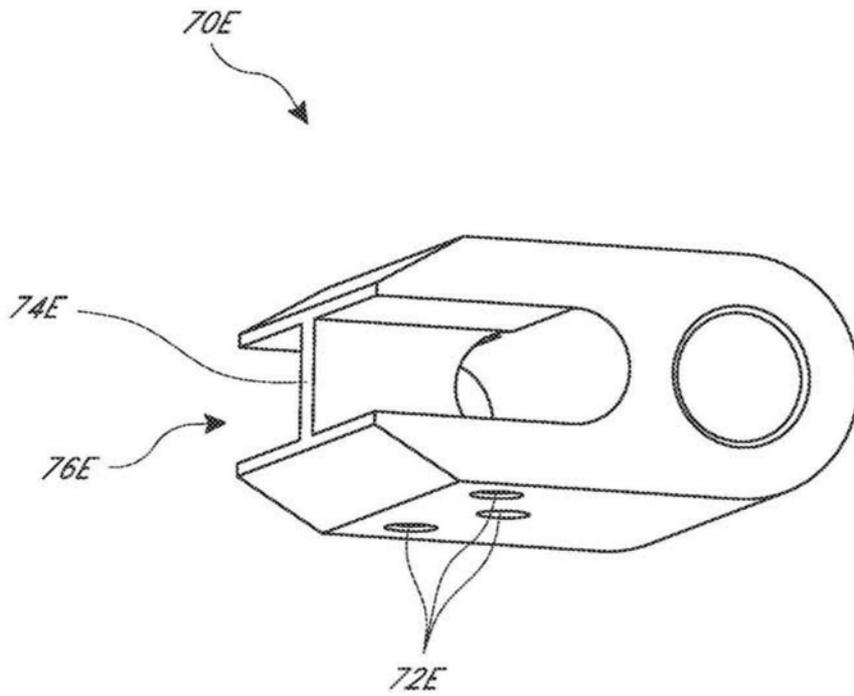


图35

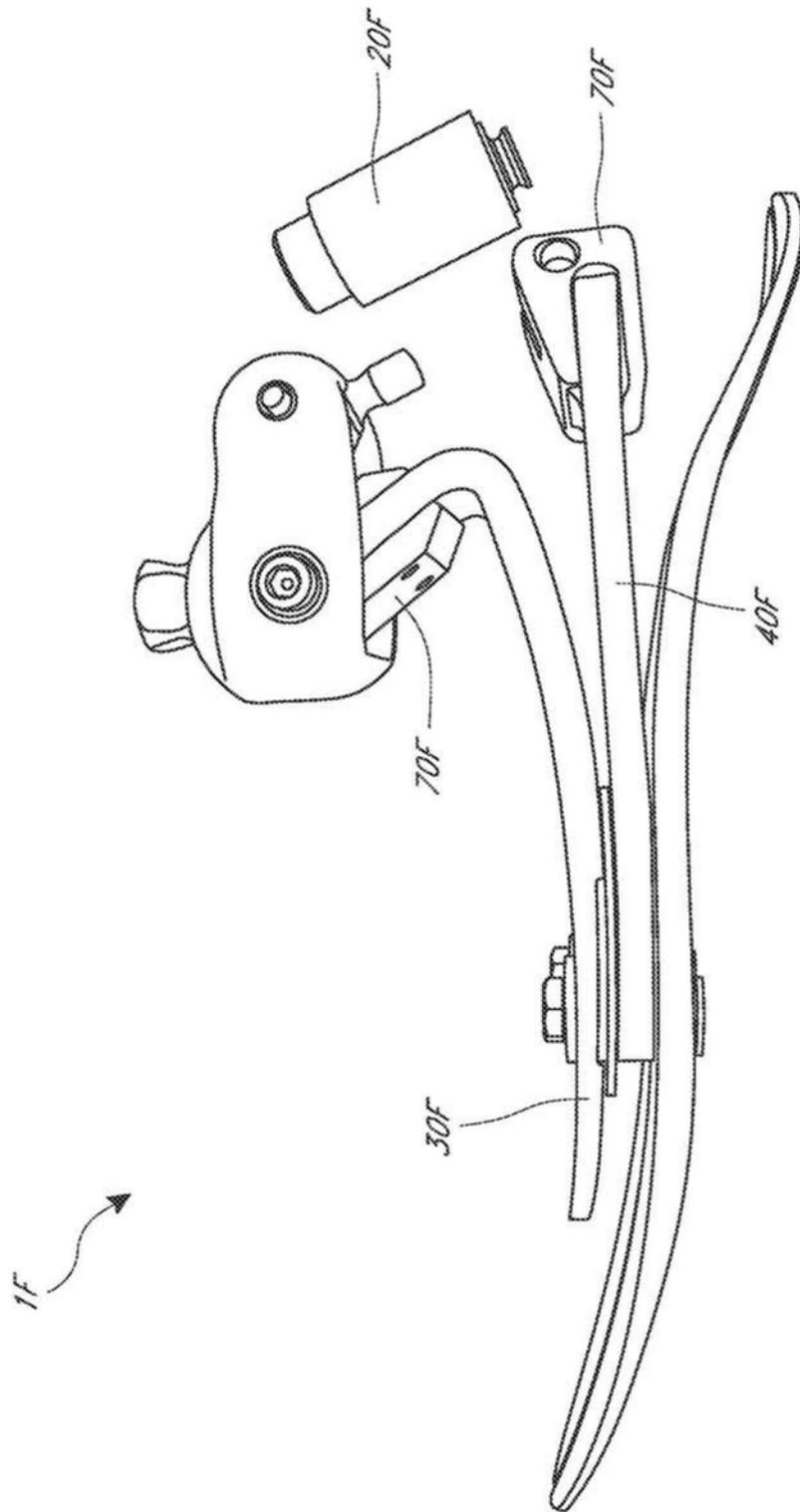


图36

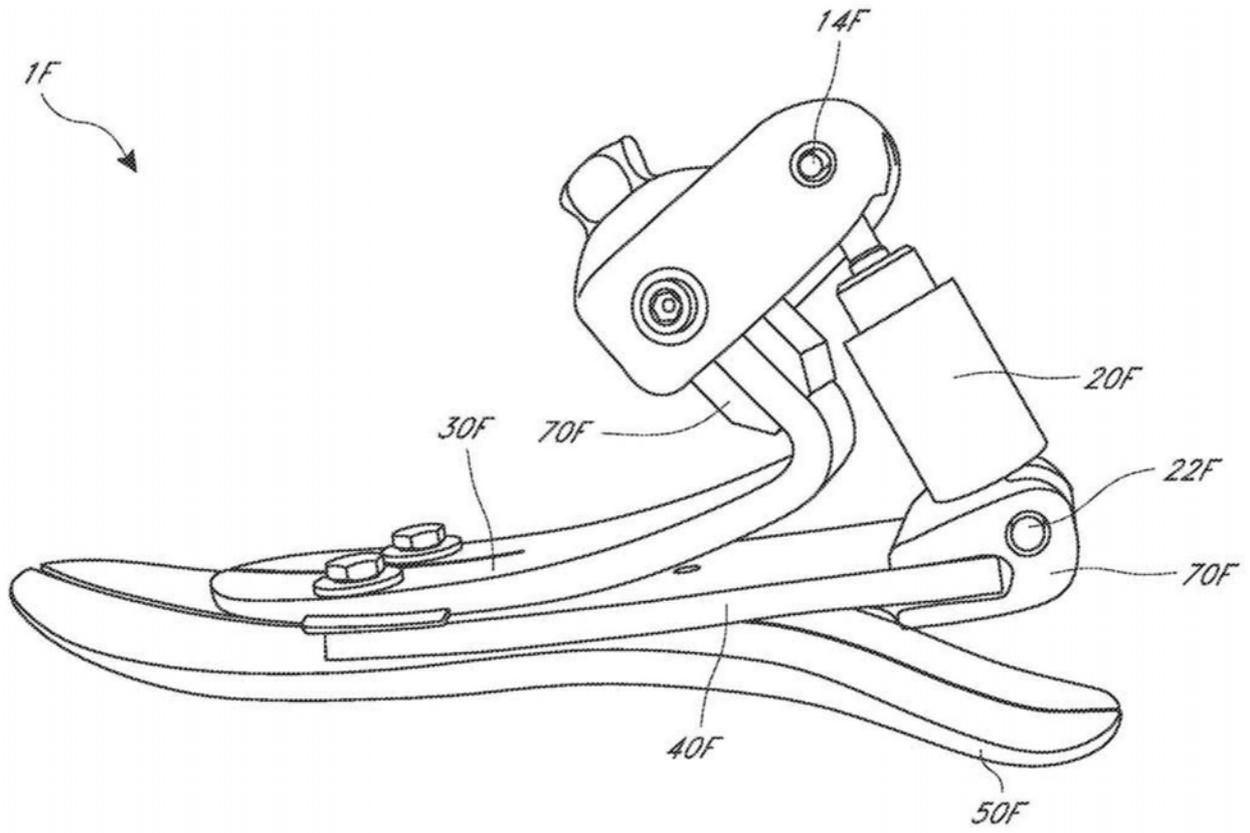


图37

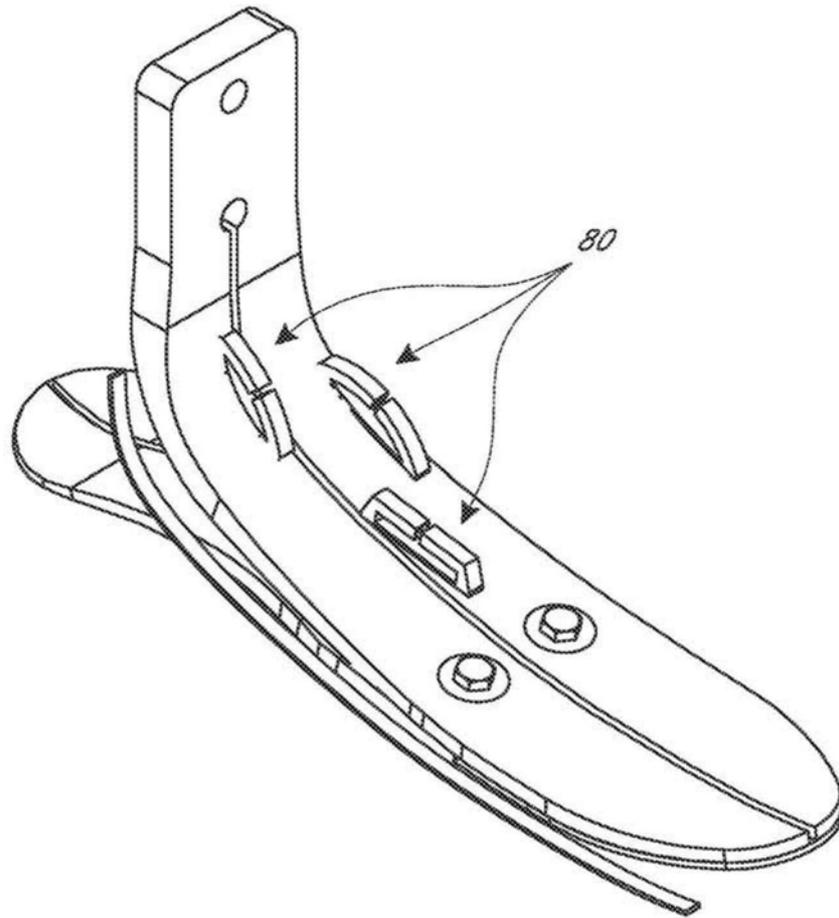


图38

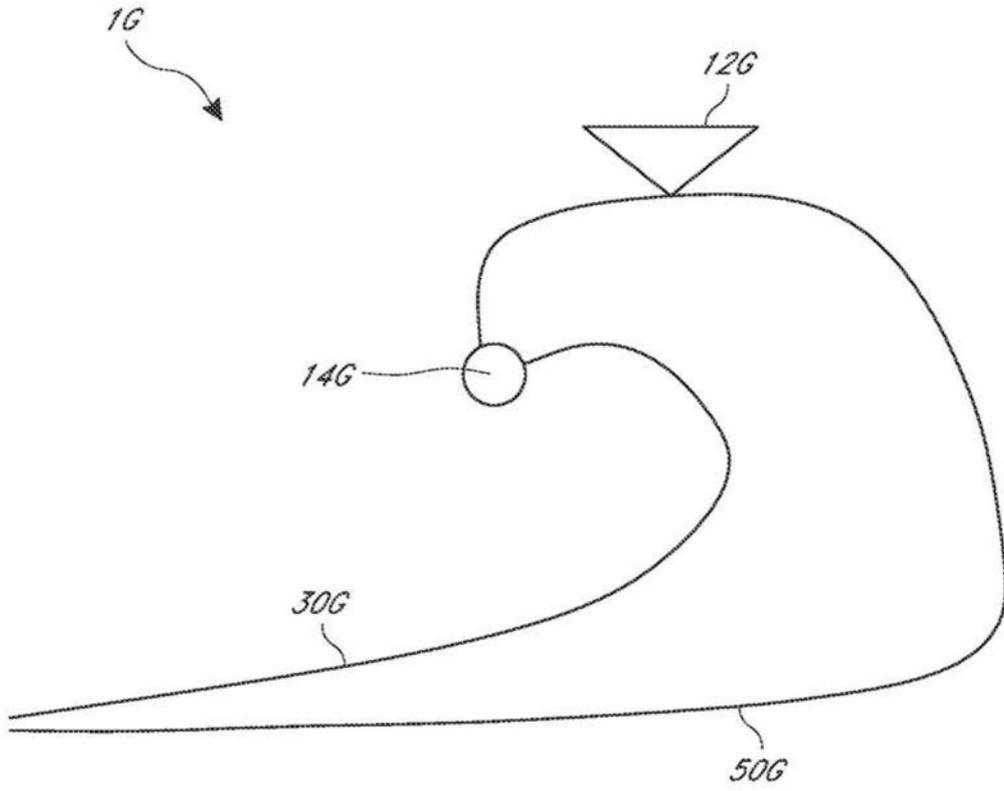


图39

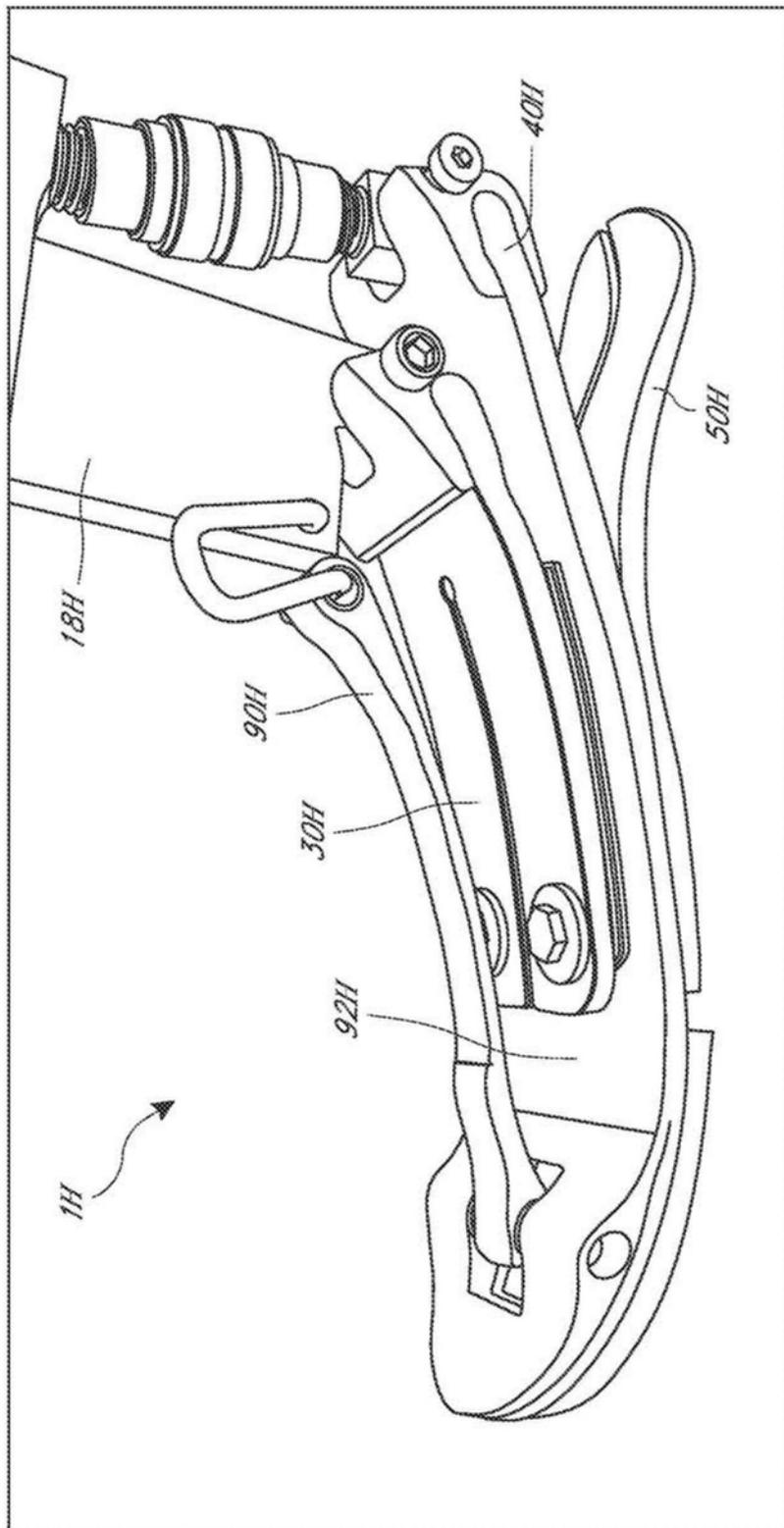


图40

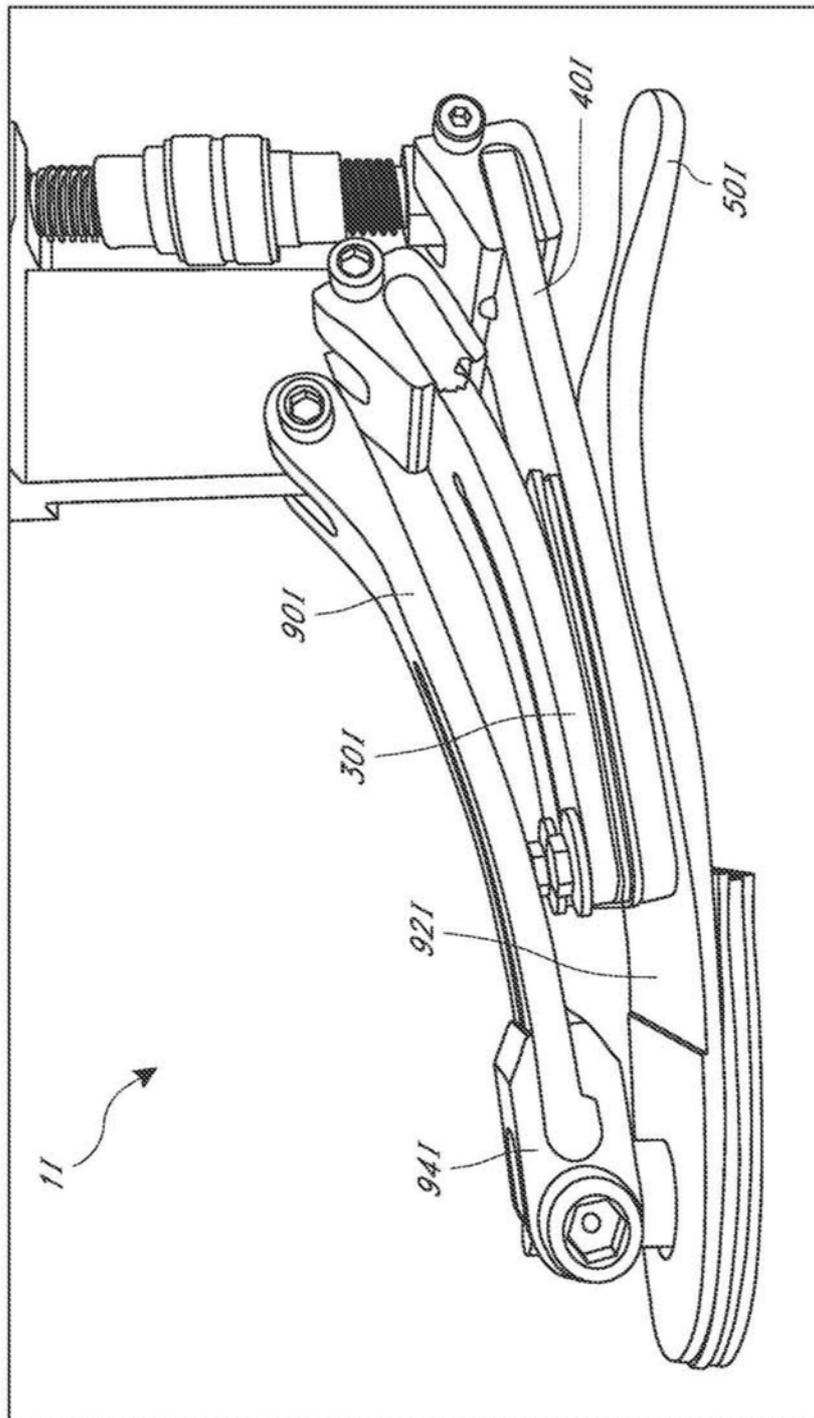


图41

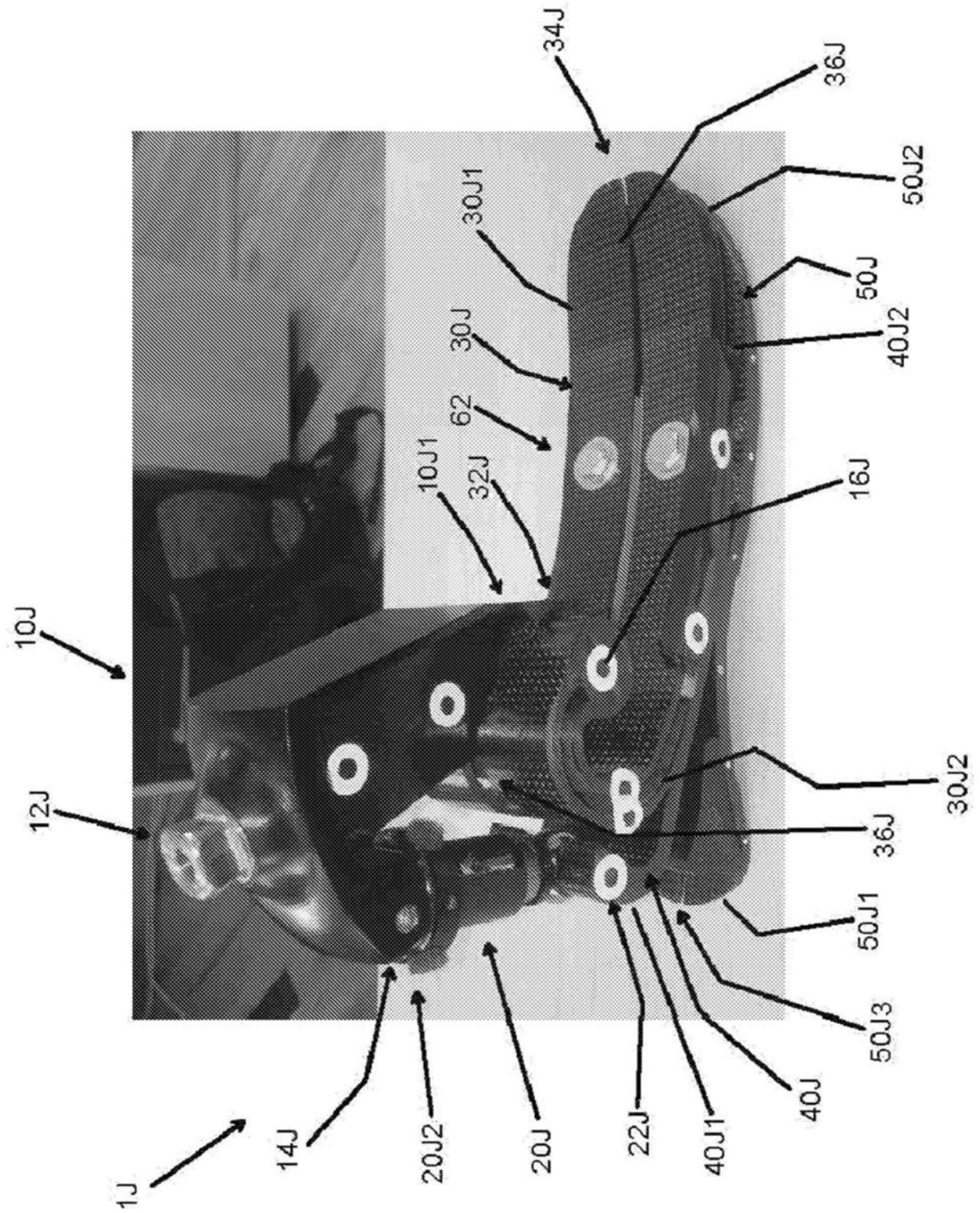


图42

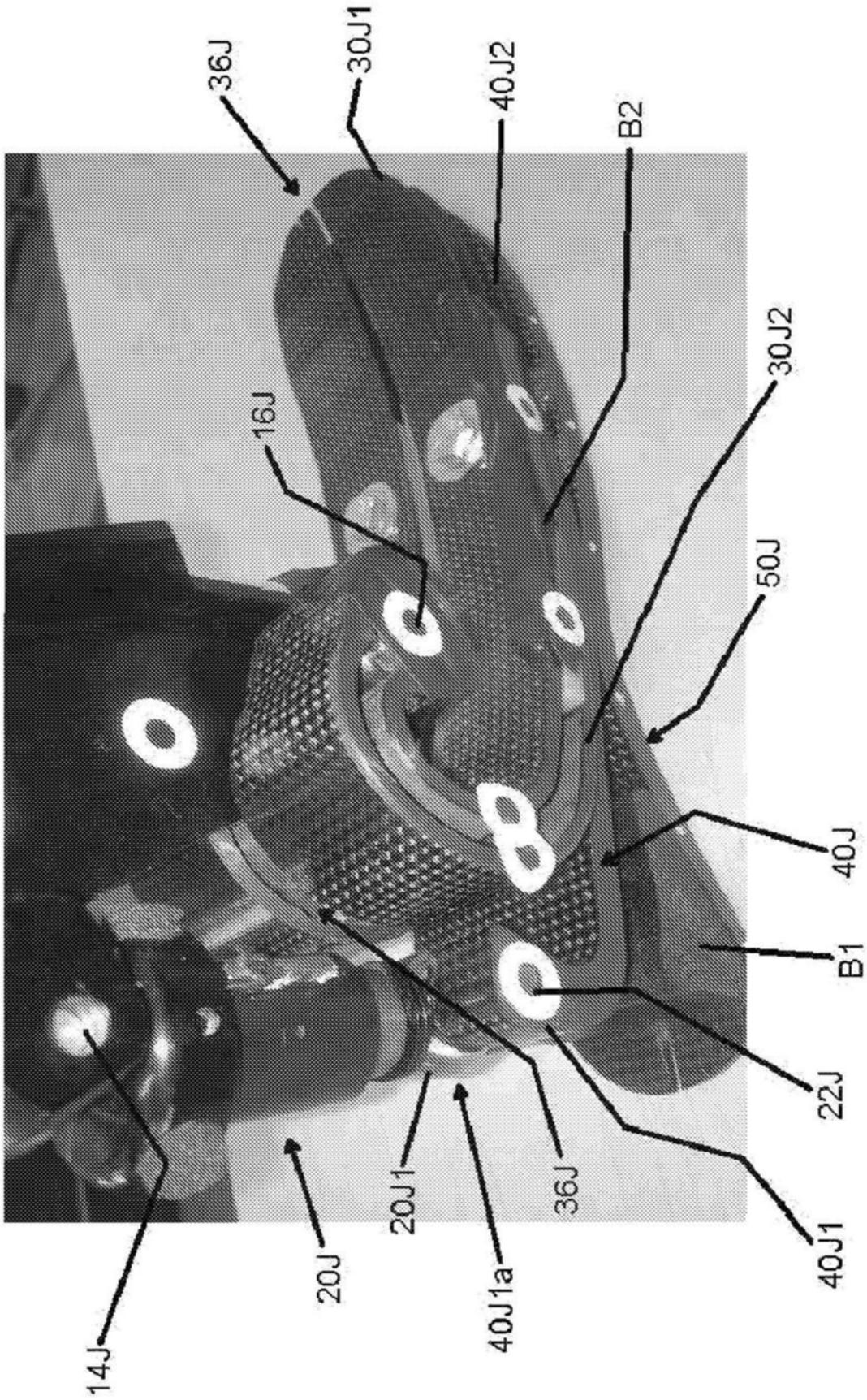


图43

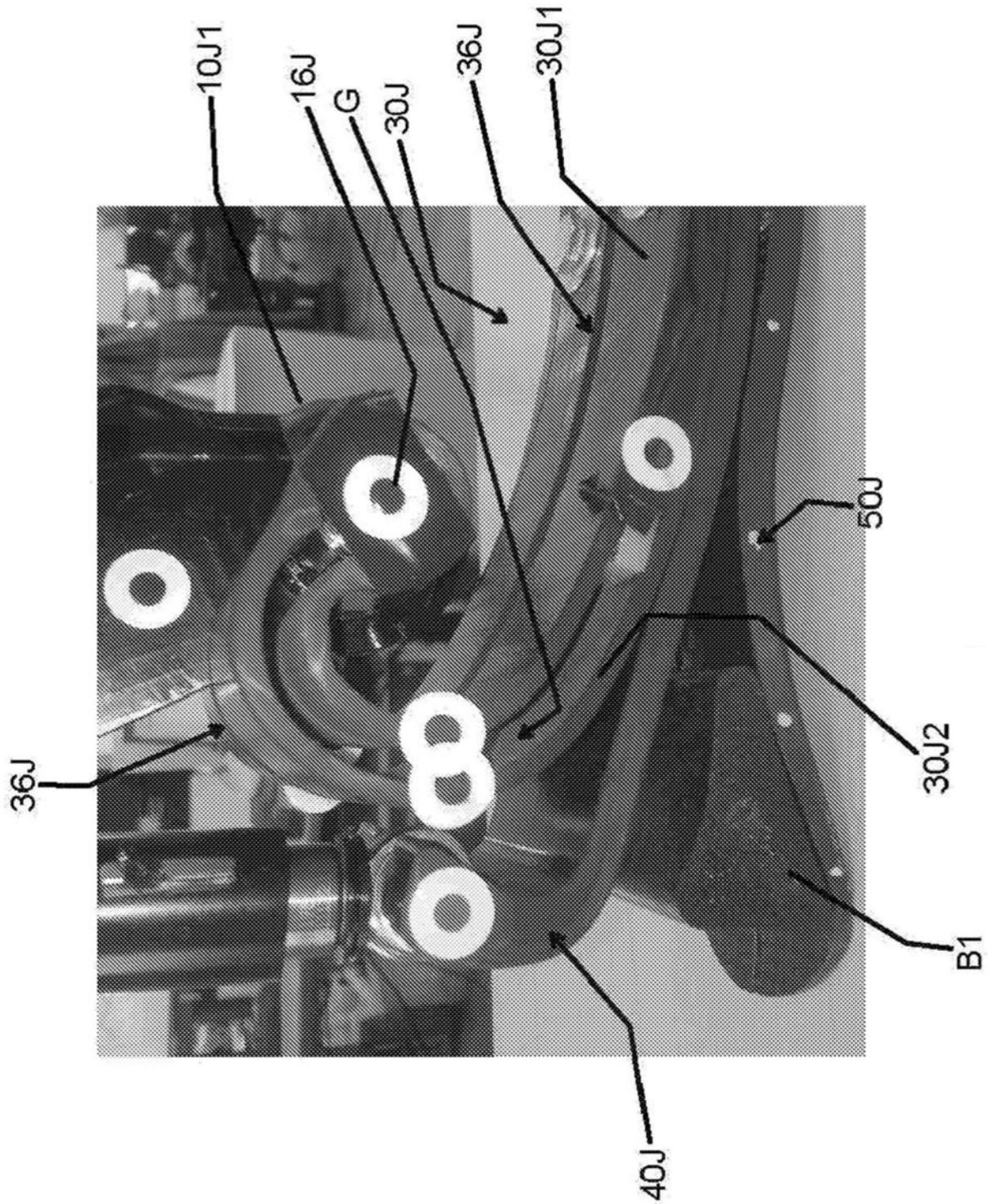


图44

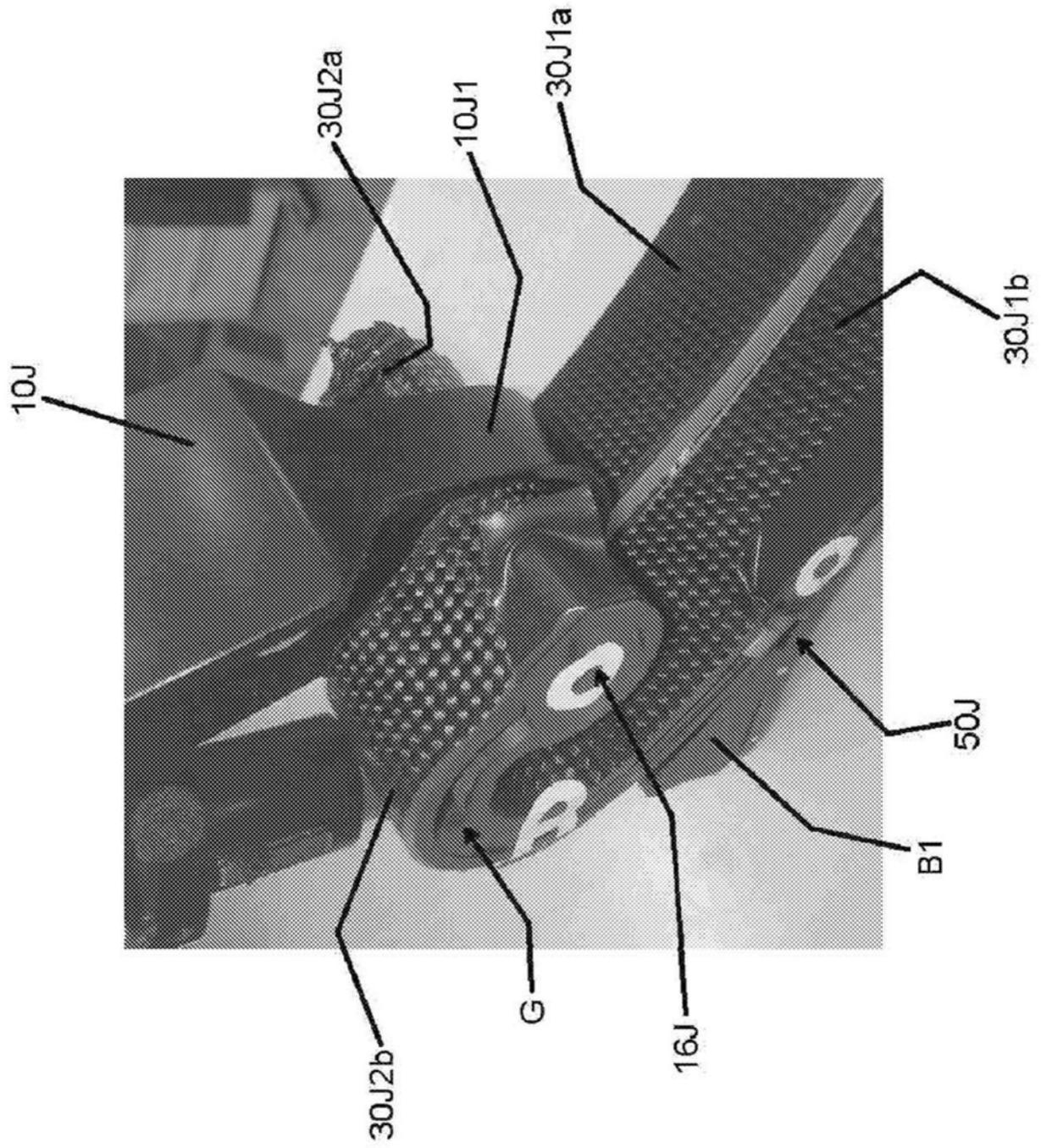


图45

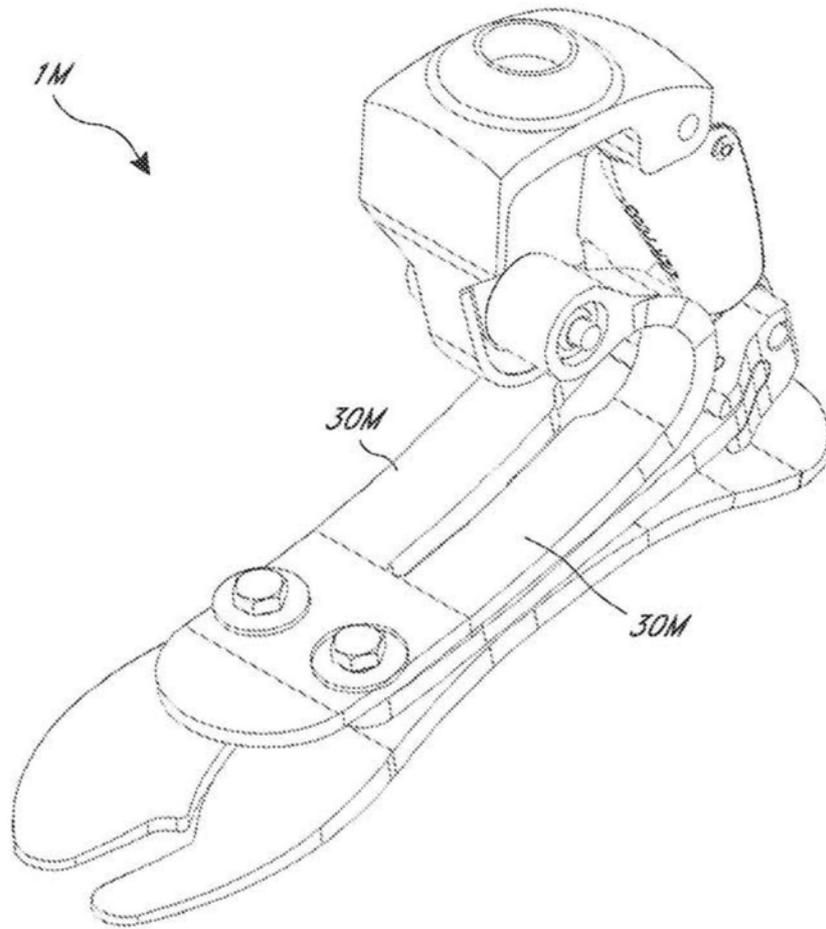


图46

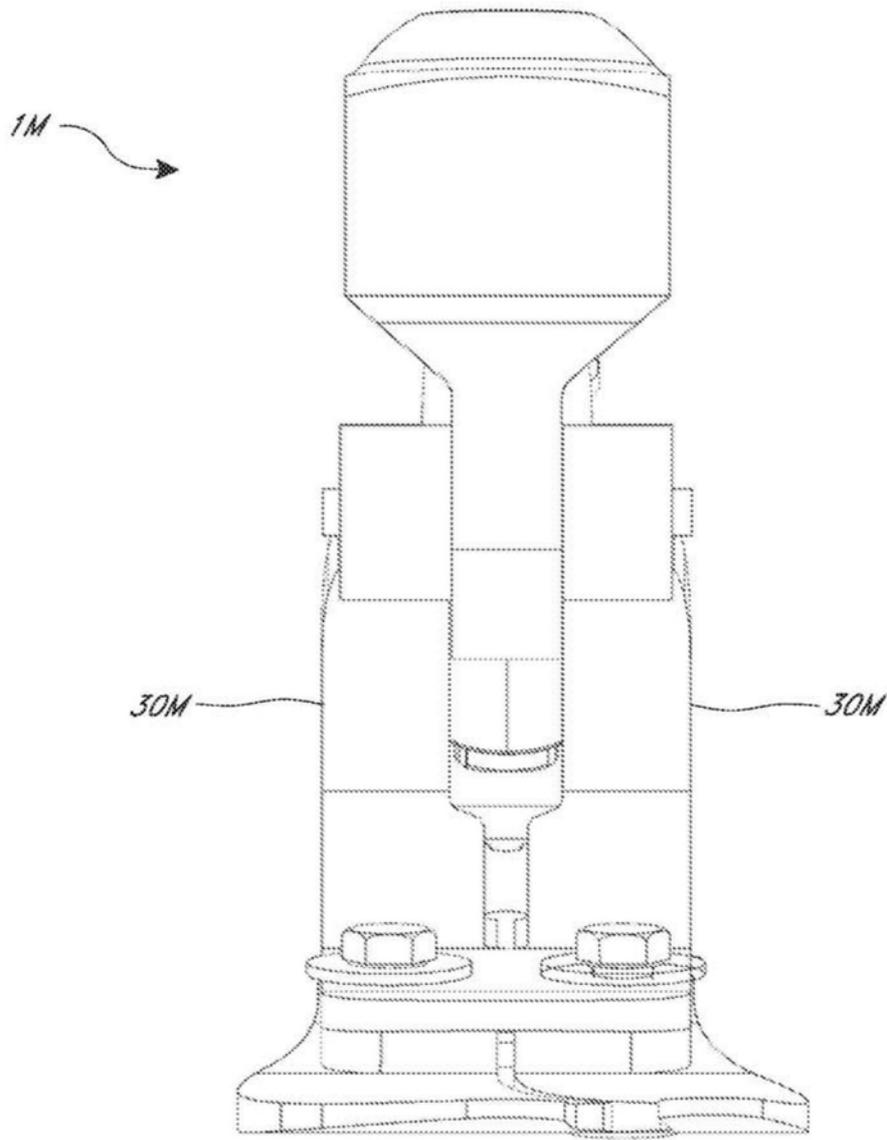


图47

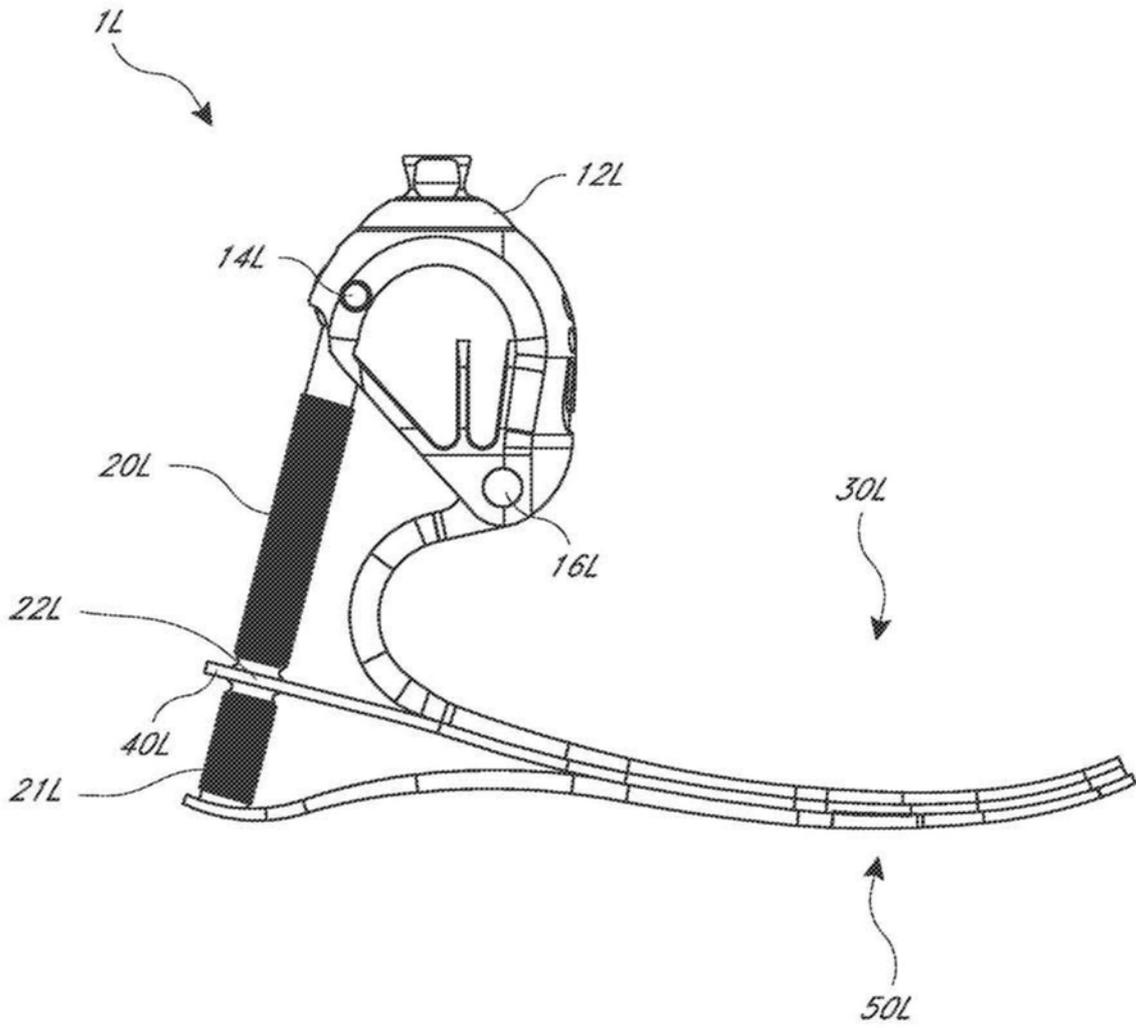


图48

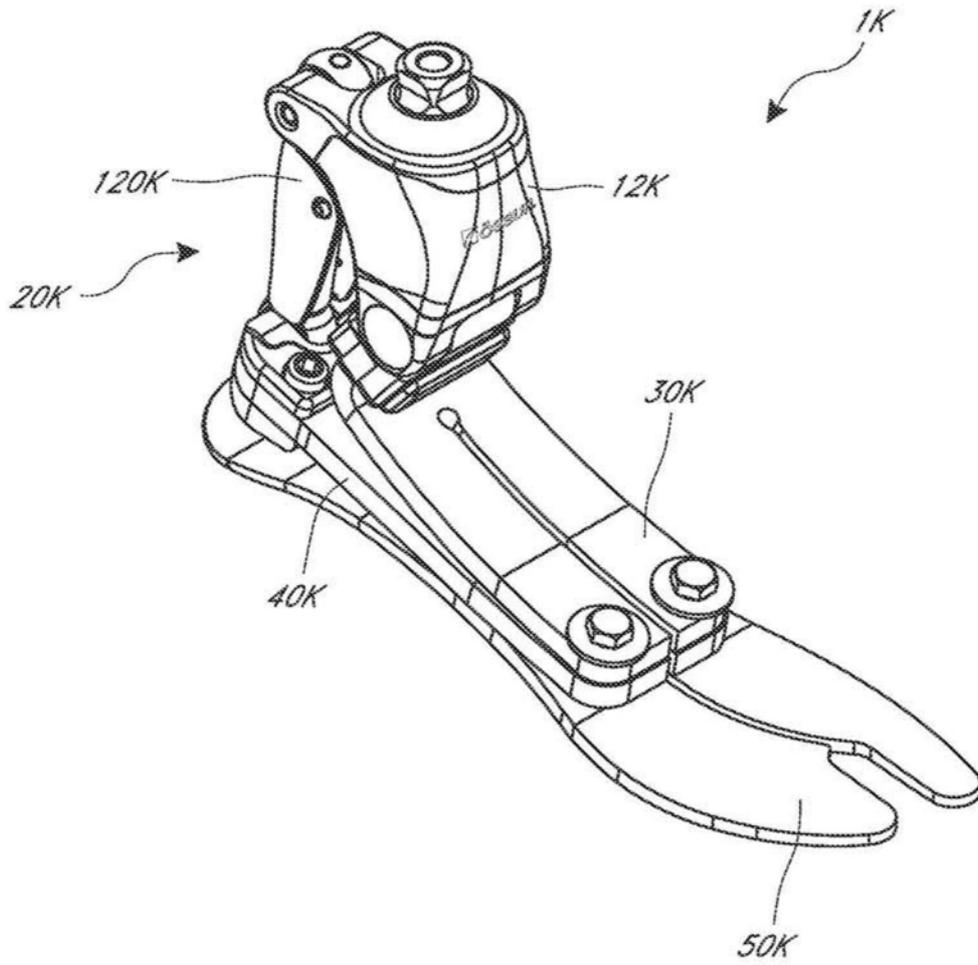


图49

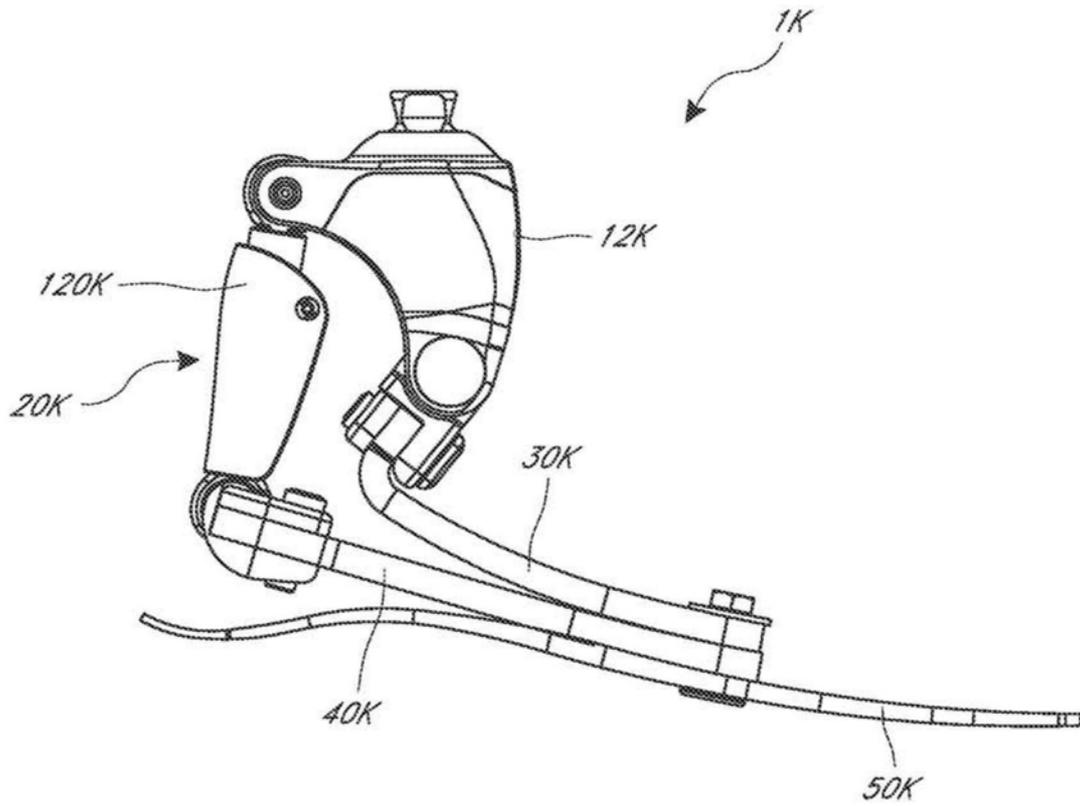


图50

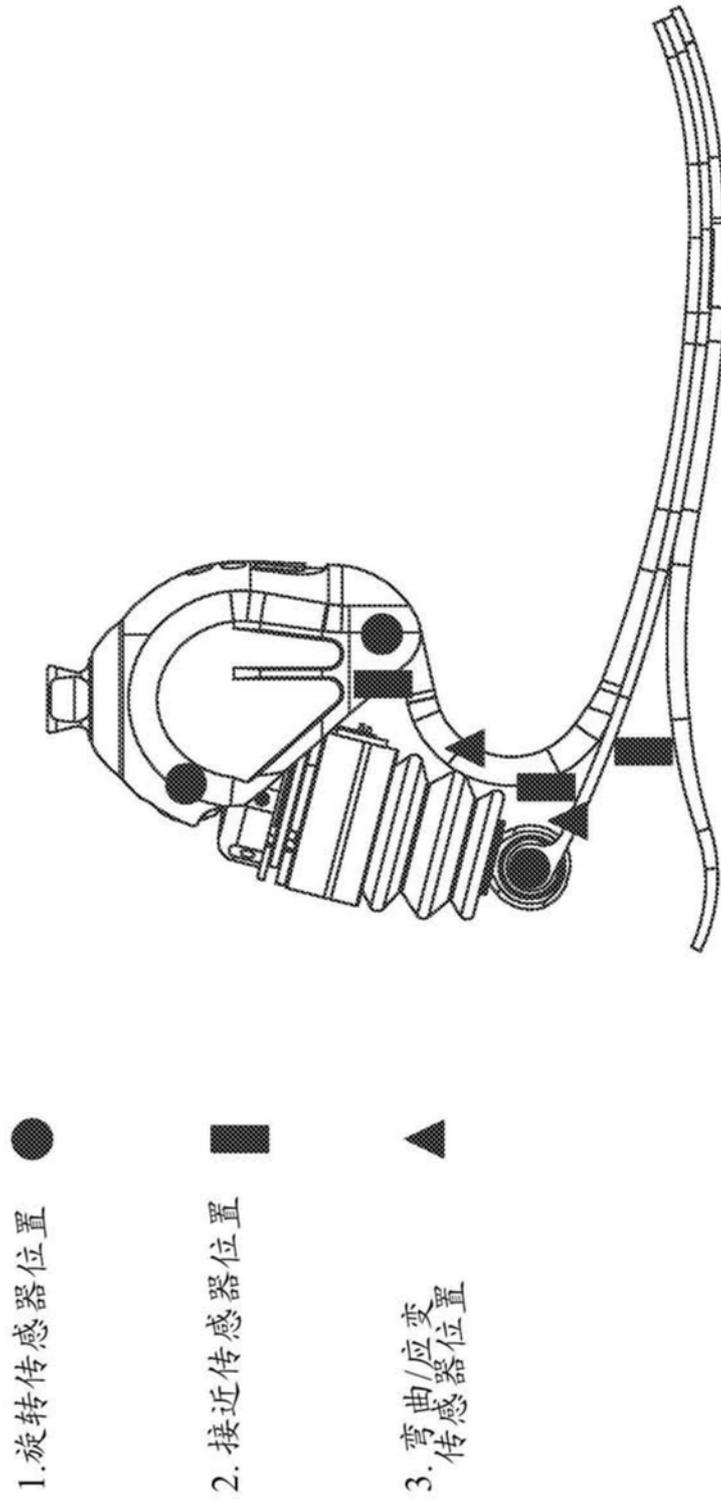


图51

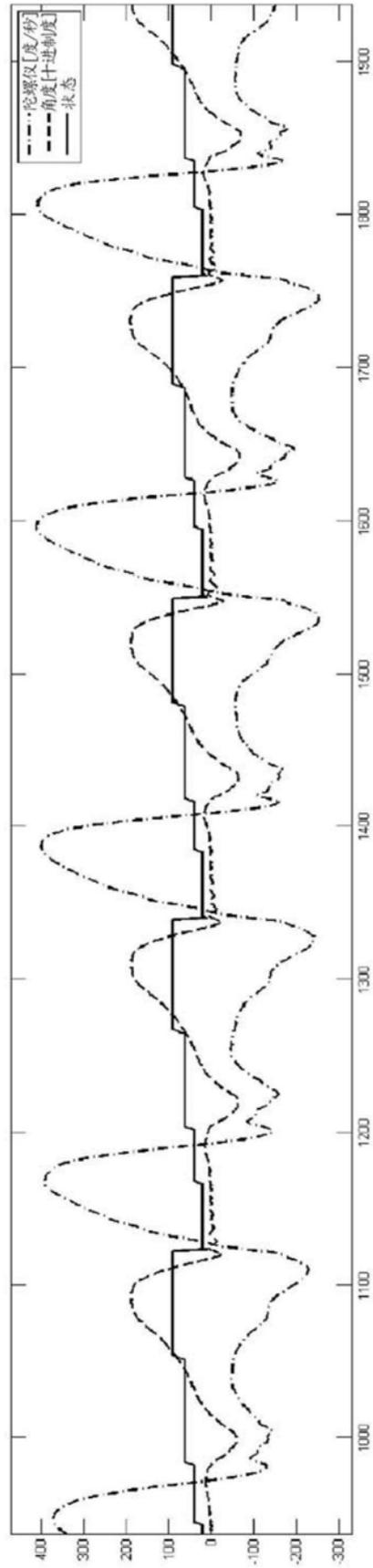


图52A

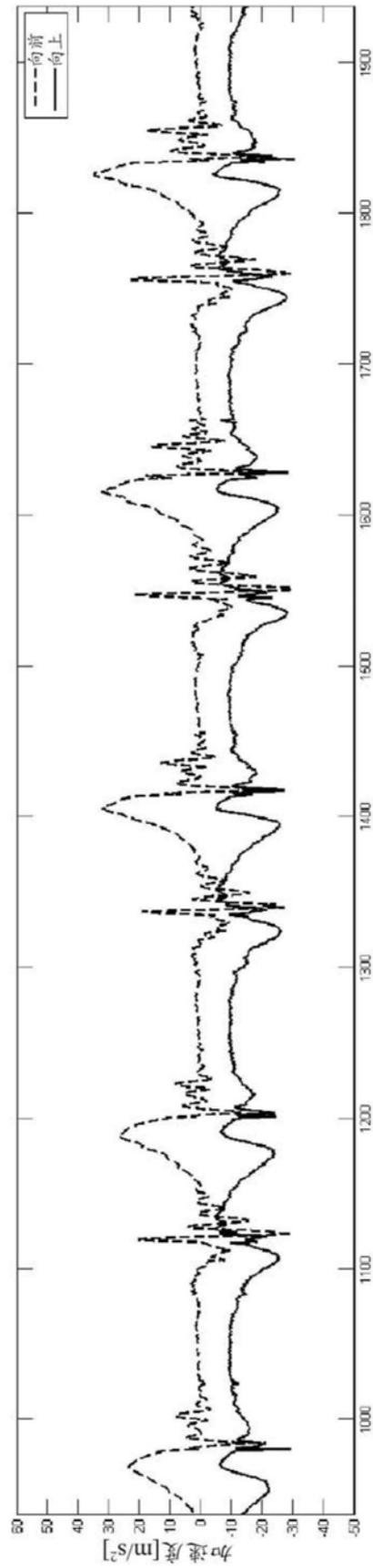


图52B

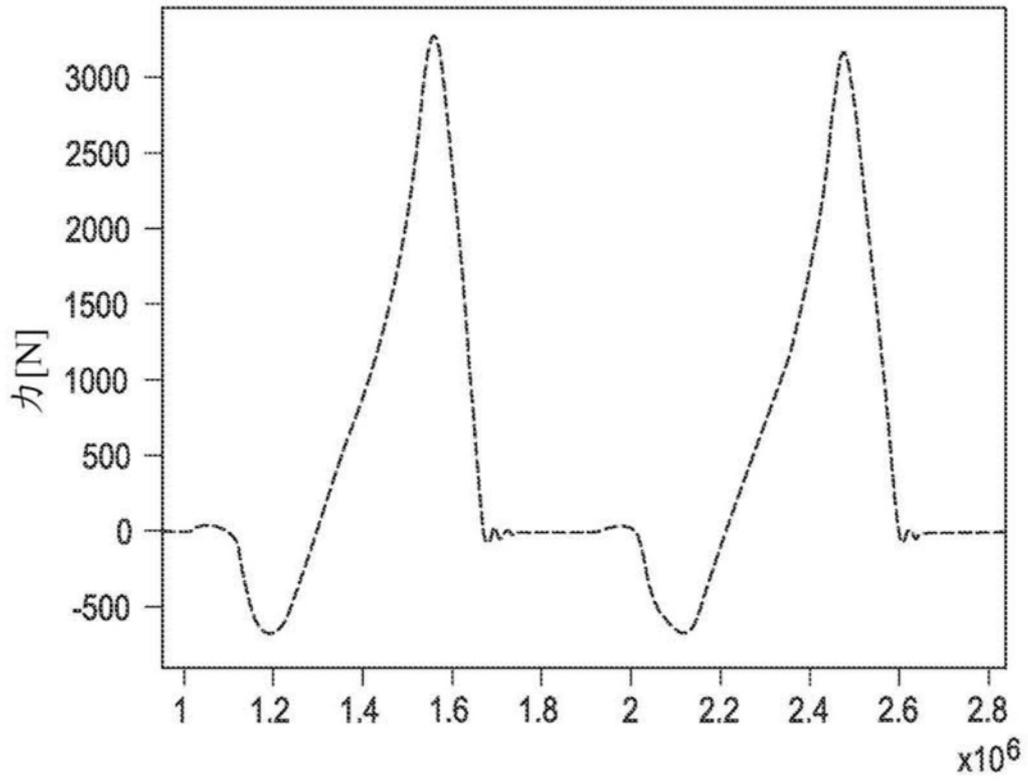


图52C

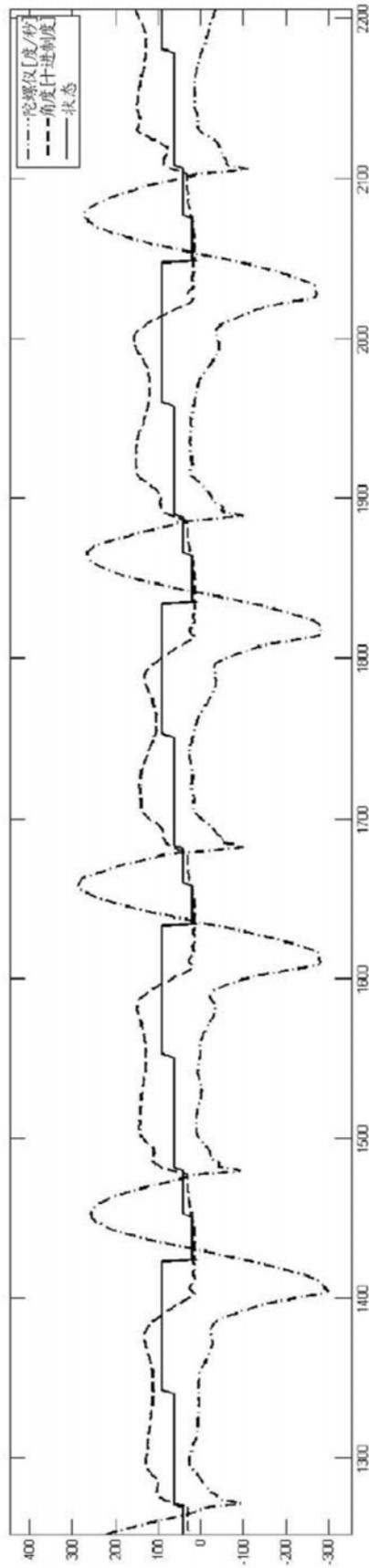


图53A

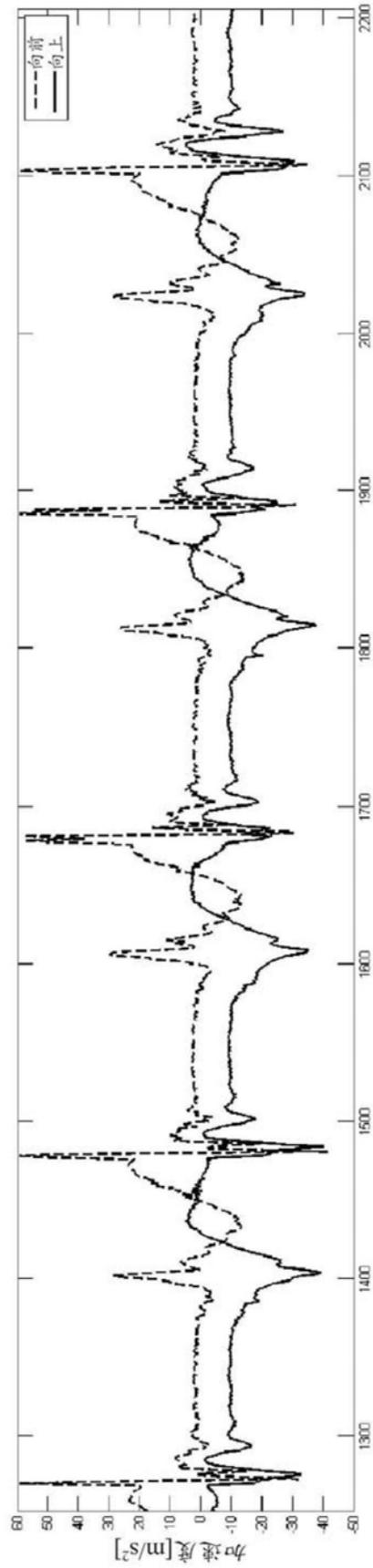


图53B

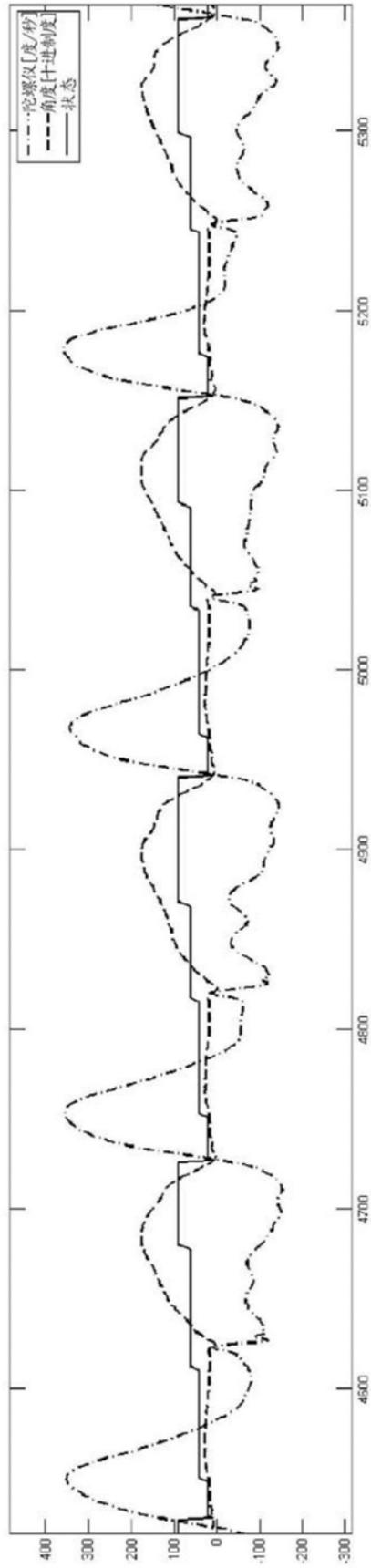


图54A

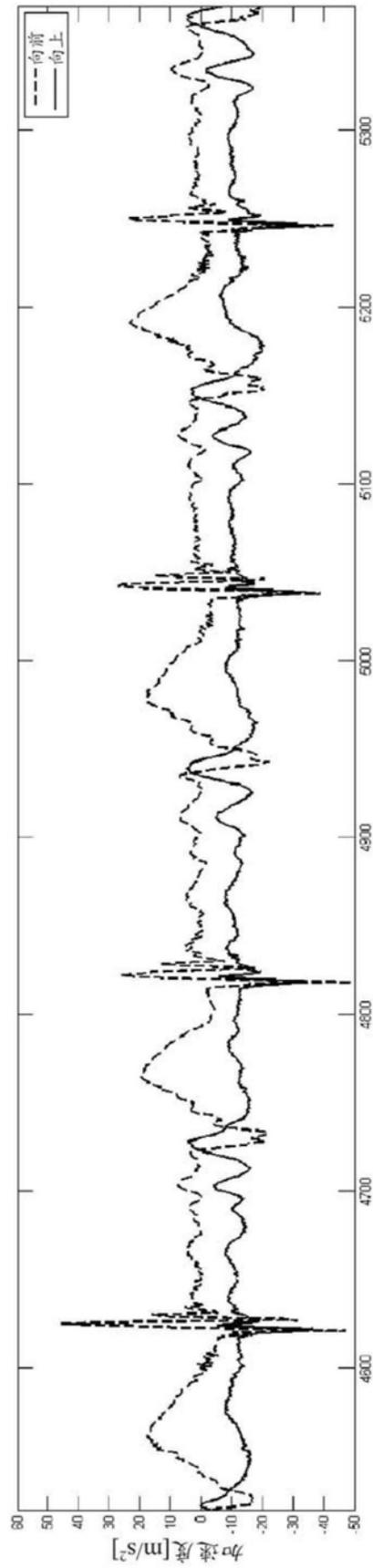


图54B

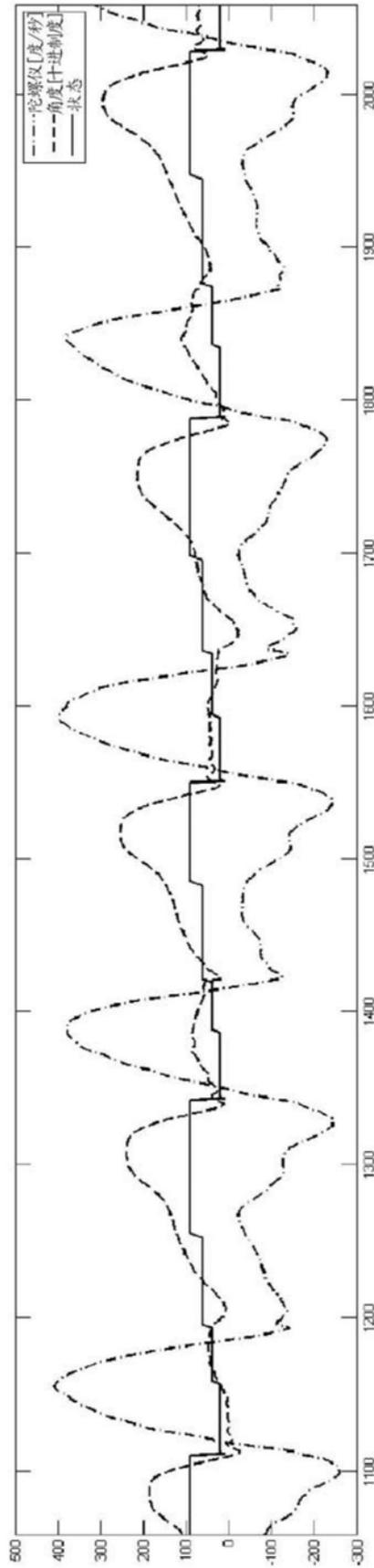


图55A

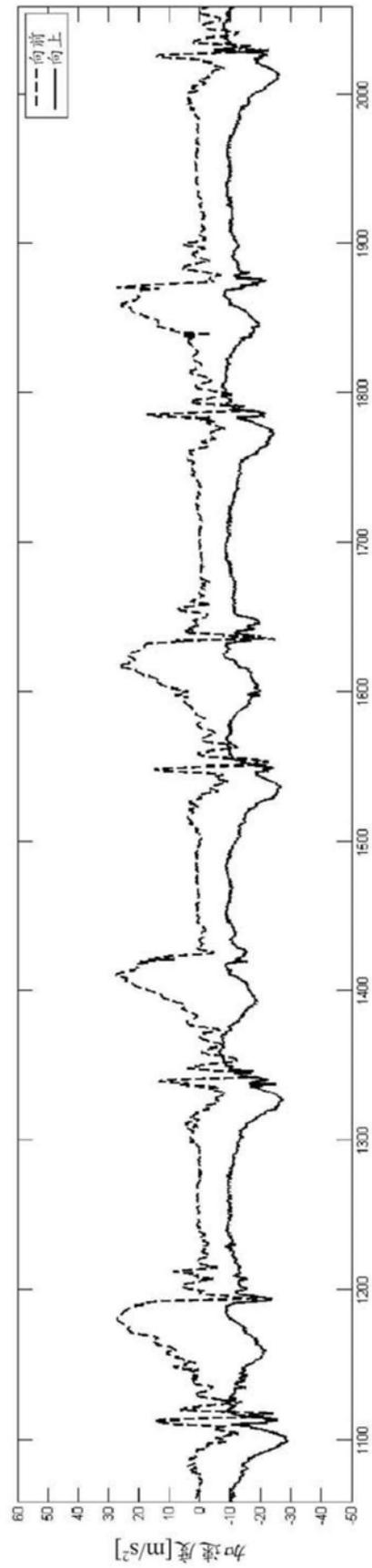


图55B

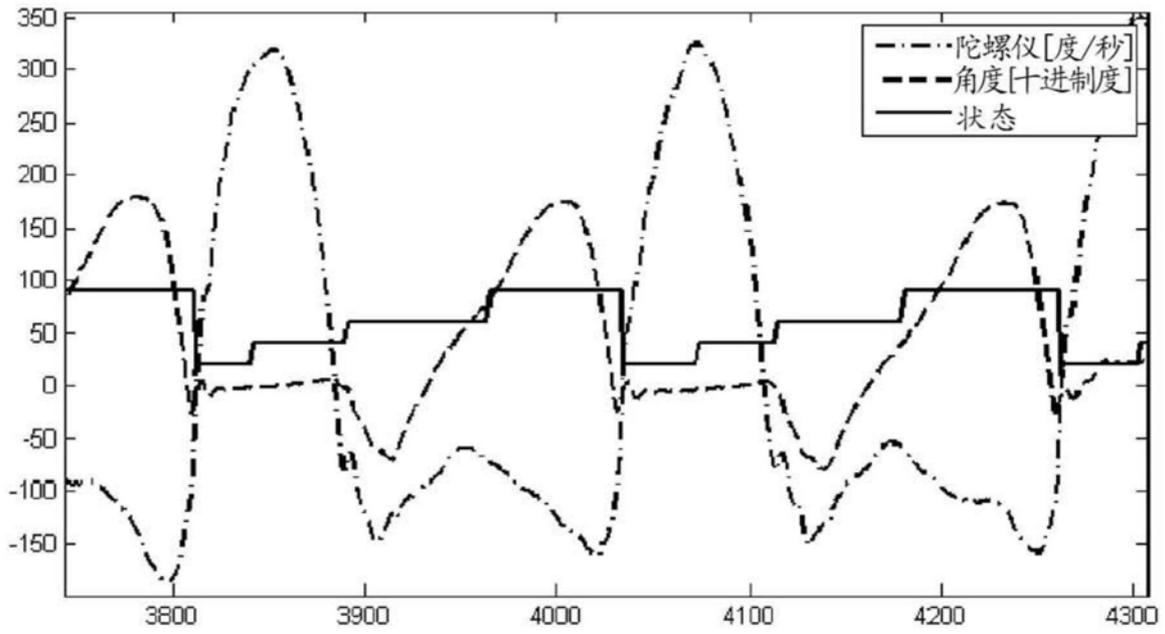


图56A

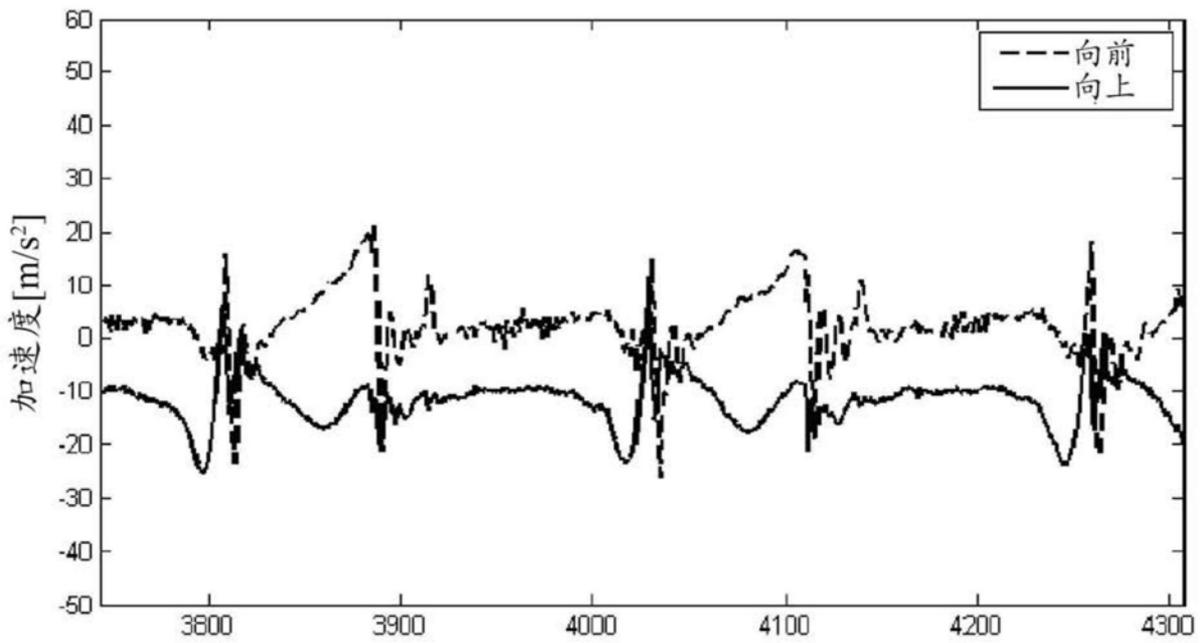


图56B

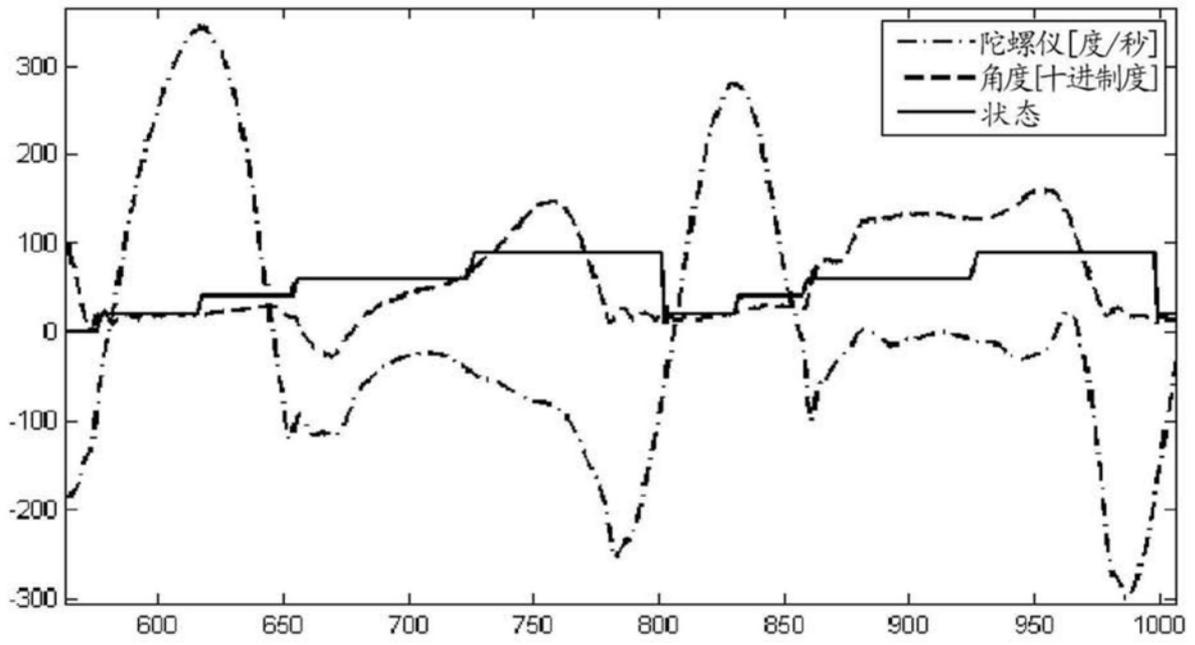


图57A

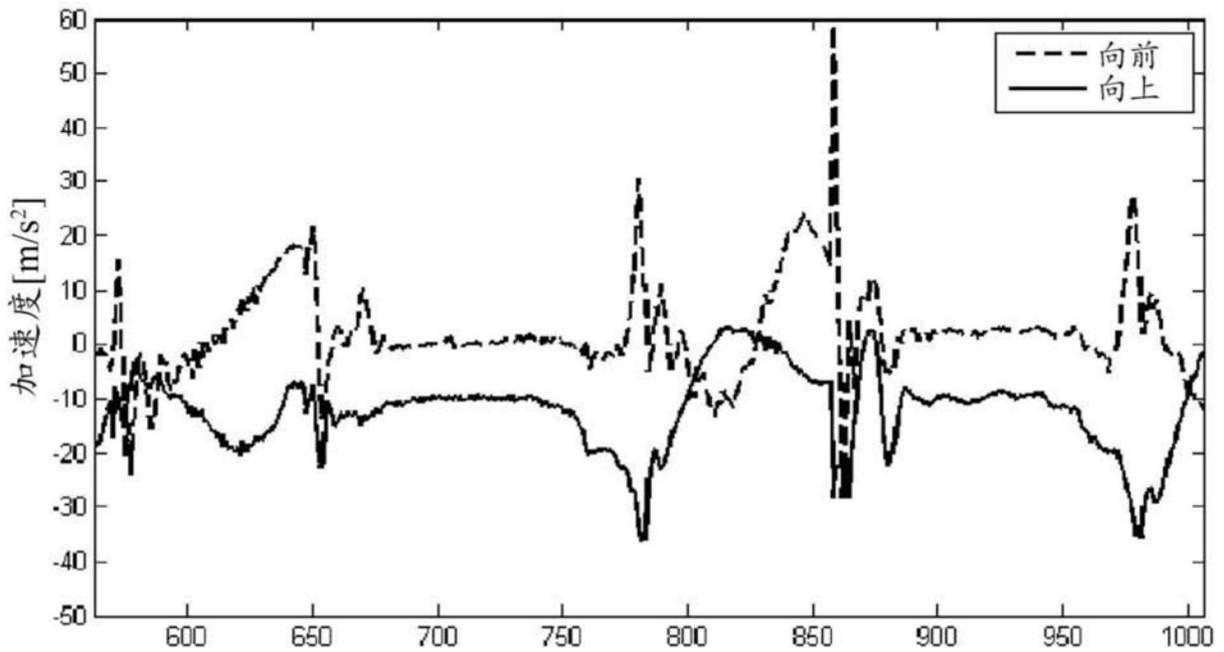


图57B

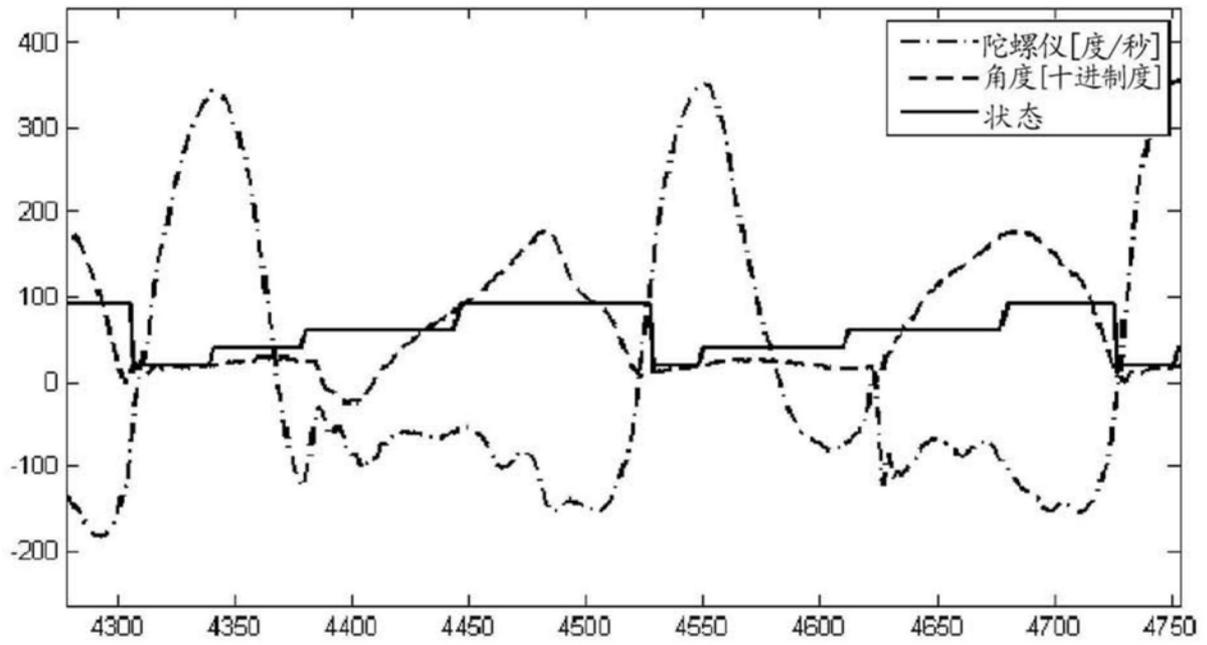


图58A

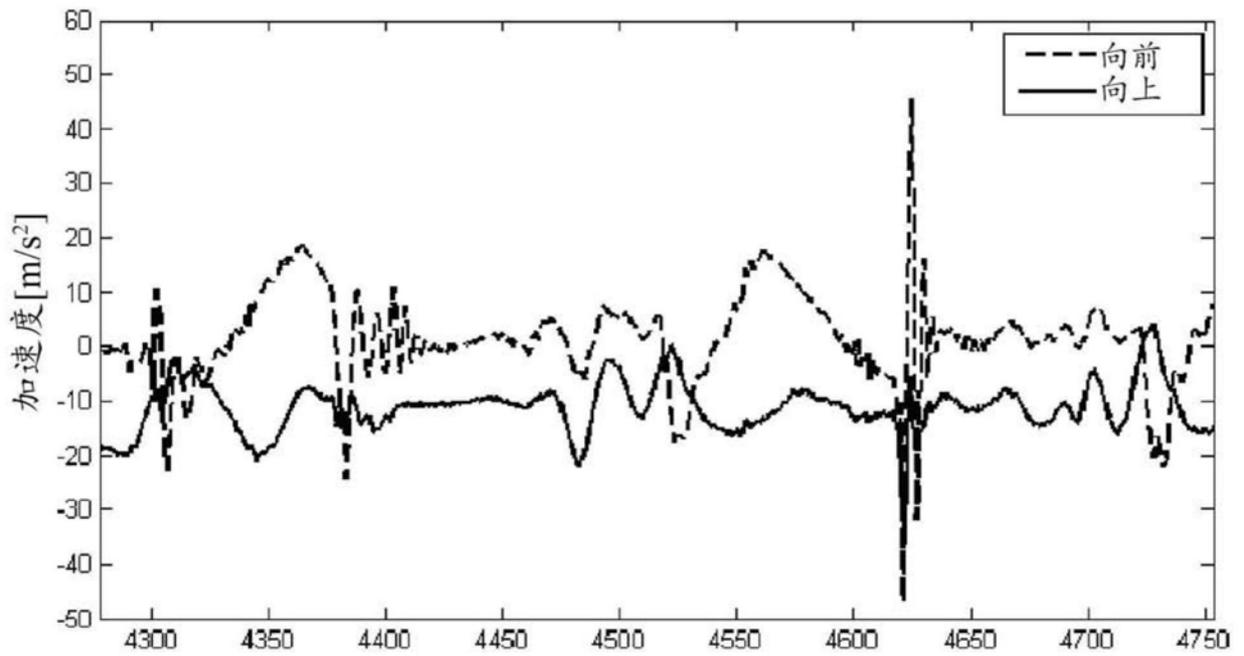


图58B

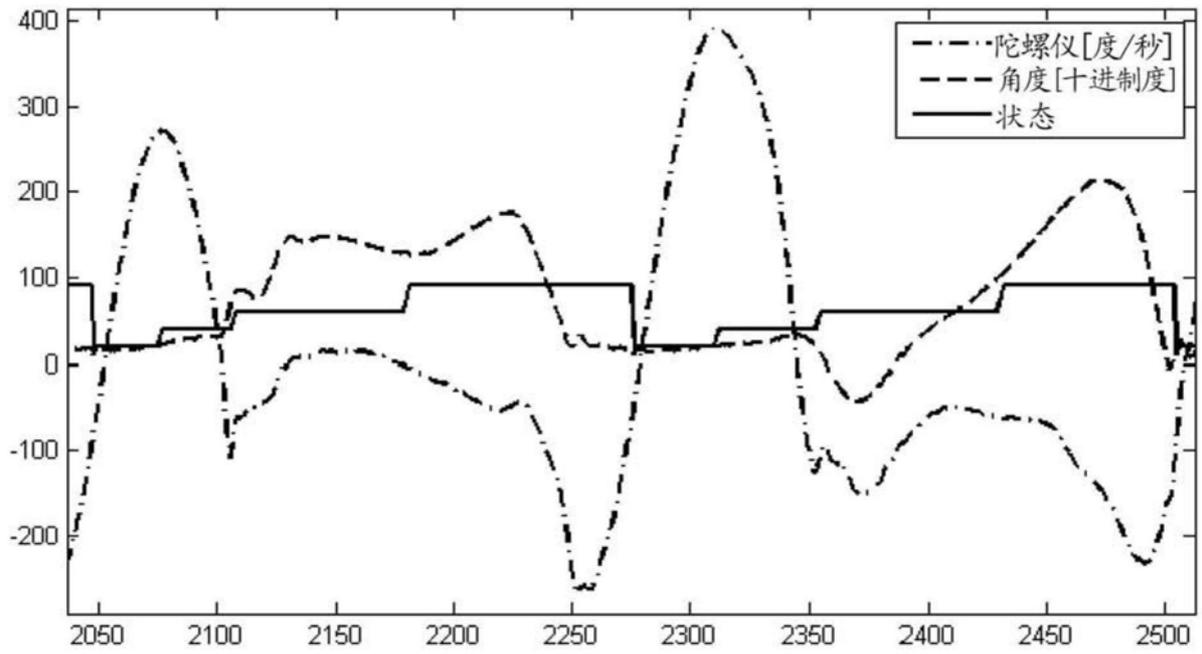


图59A

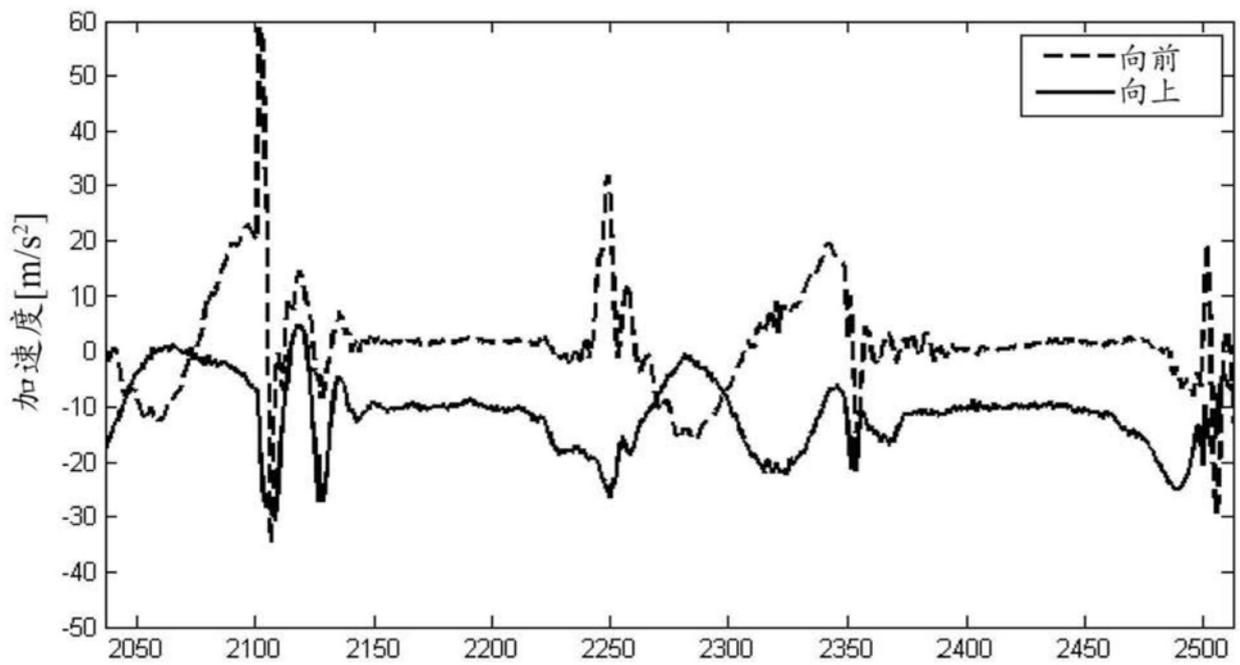


图59B

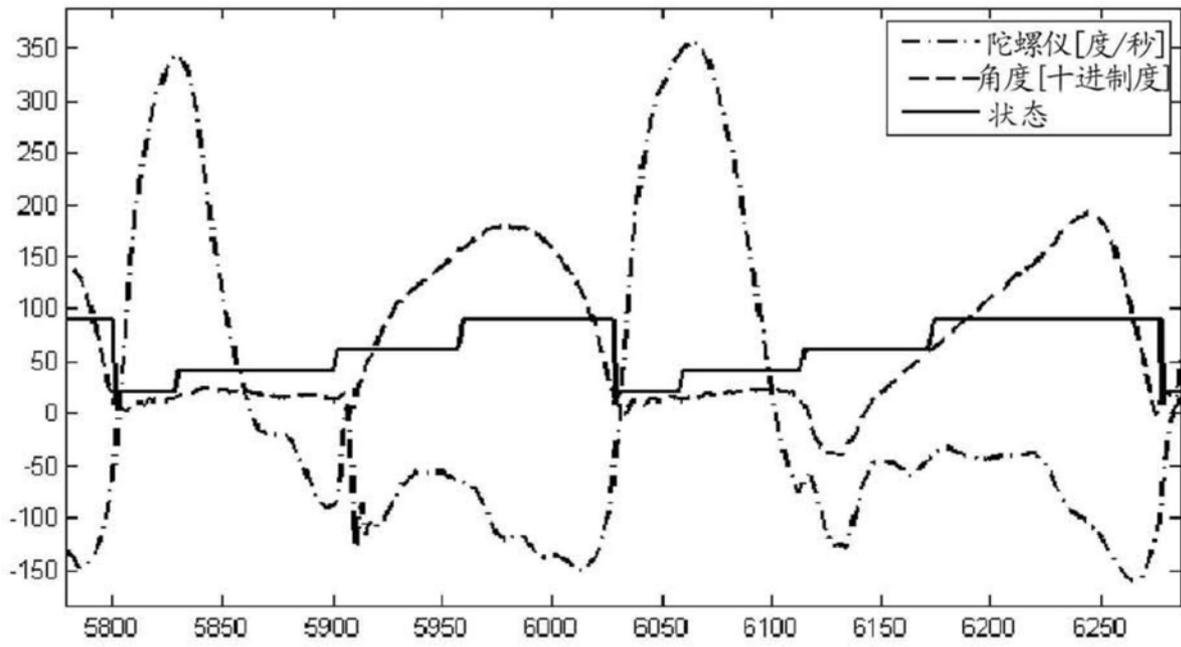


图60A

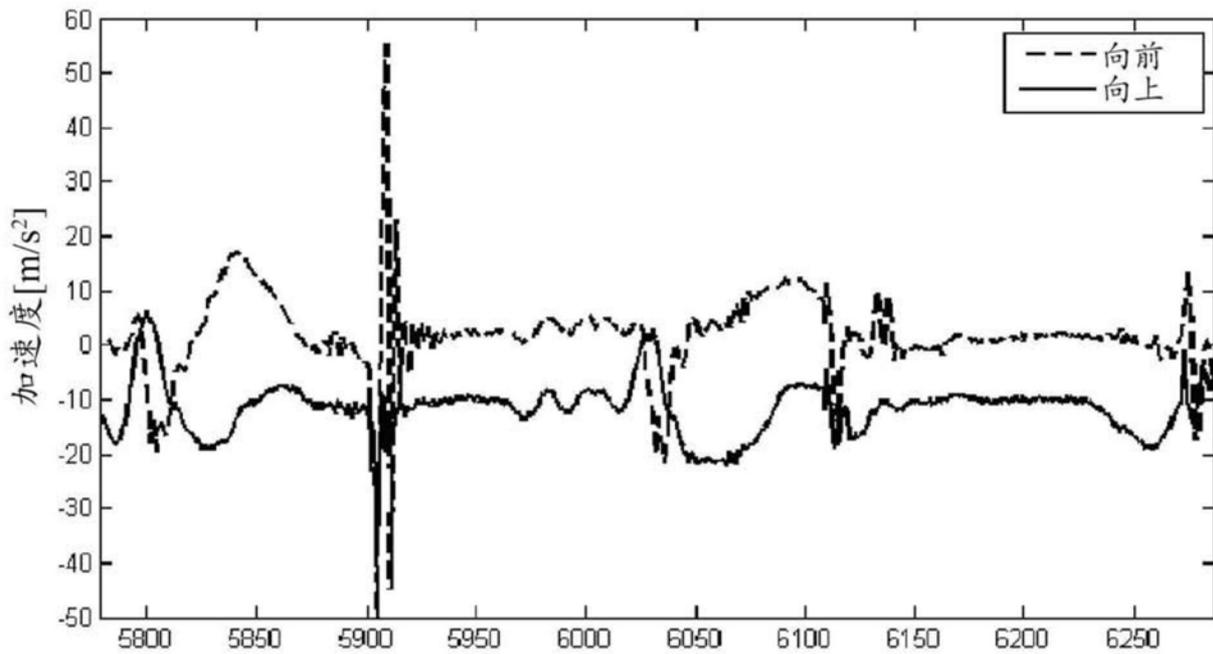


图60B

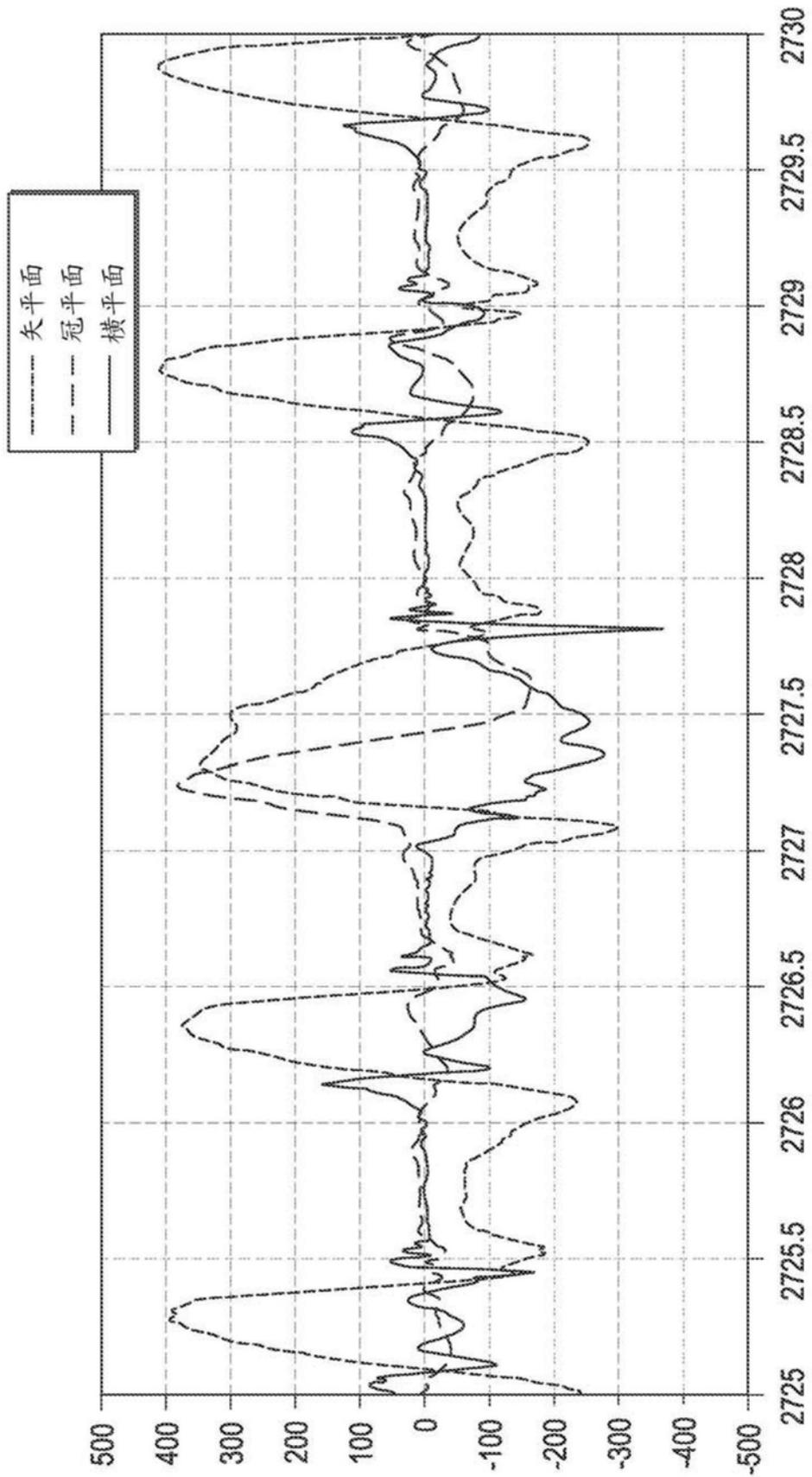


图61

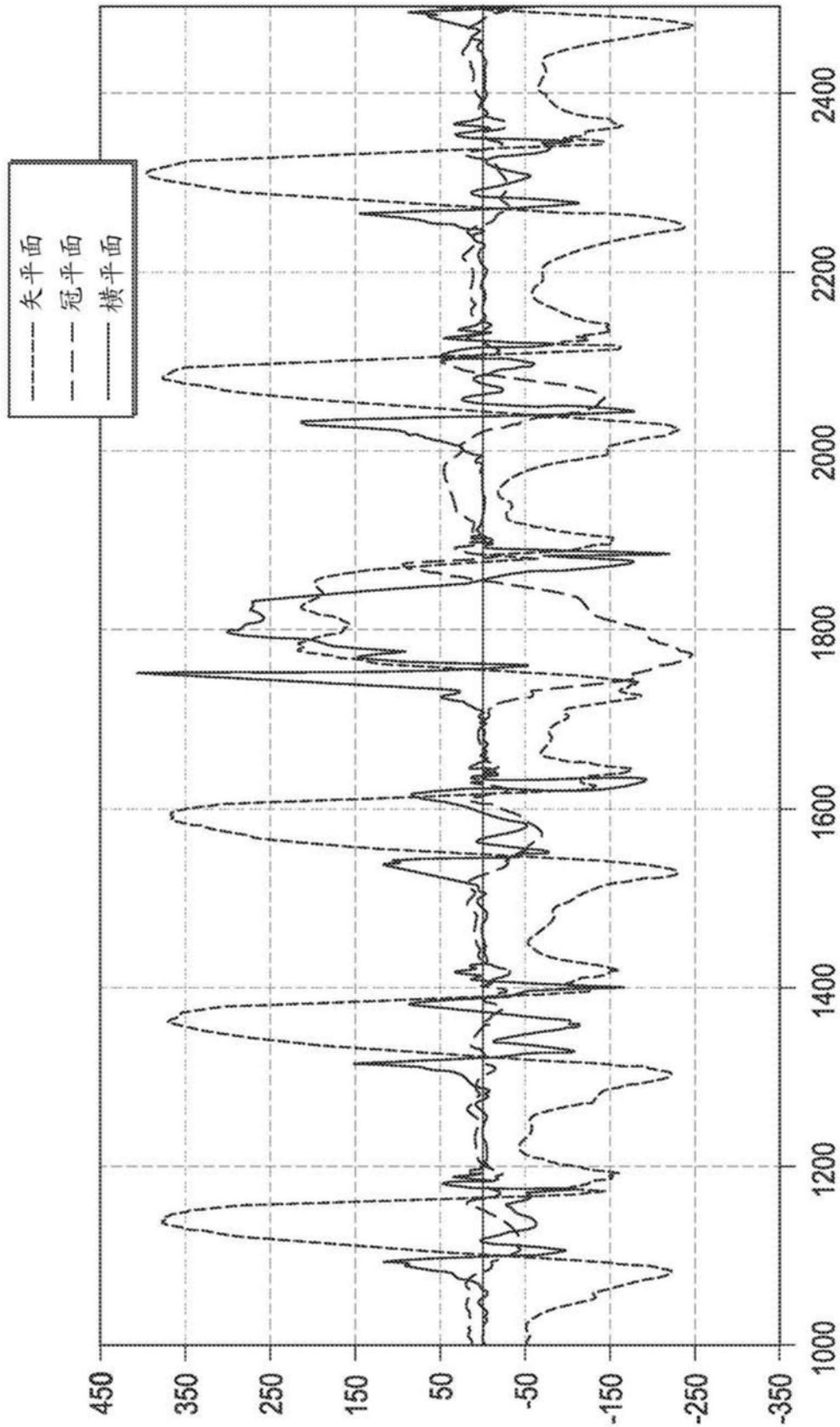


图62