



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102973338 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201210525570. 3

(22) 申请日 2012. 12. 07

(73) 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 殷跃红 张健军 朱剑英

(74) 专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限公司

公司 31220

代理人 郑立

(51) Int. Cl.

A61F 2/66(2006. 01)

A61F 2/70(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201752444 U, 2011. 03. 02, 说明书第 3 段, 说明书附图 2-5.

US 2011/0224803 A1, 2011. 09. 15, 说明书第 38 至 46 段、第 75 段至 77 段, 说明书附图 1A-5.

CN 101234045 A, 2008. 08. 06, 全文.

CN 202568540 U, 2012. 12. 05, 全文.

审查员 方懿

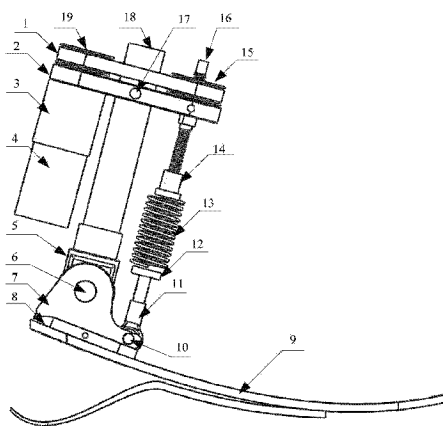
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

主被动式踝关节假肢及其运动方式

(57) 摘要

本发明公开了一种主被动式双自由度踝关节假肢, 包括碳纤维储能脚板、电机、减速器、电机固定支座、带轮传动装置、碳纤维管、滚珠丝杠、储能弹簧、关节轴承、储能橡胶圈、关节支撑座; 所述碳纤维储能脚板通过所述关节支撑座与所述碳纤维管连接; 所述电机固定支座通过活动销与所述碳纤维管连接; 所述电机固定支座一端固定所述电机, 一端固定所述滚珠丝杠, 两端通过所述带轮传动装置连接; 所述储能弹簧与所述滚珠丝杠螺母连接; 所述储能橡胶圈通过轴与所述关节轴承以及所述关节支撑座连接。本发明中的踝关节假肢不仅可以完全提供人体步态所需的能量, 还可以适应不同的地形地貌。此外, 该踝关节假肢可以完全模拟人体踝关节在矢状面以及冠状面上的活动角度, 因此可以更好的满足截肢患者的正常行走要求。



1. 一种主被动式踝关节假肢,其特征在于,包括碳纤维储能脚板、电机、减速器、电机固定支座、带轮传动装置、碳纤维管、滚珠丝杠、储能弹簧、关节轴承、储能橡胶圈、关节支撑座;

所述碳纤维储能脚板通过所述关节支撑座与所述碳纤维管连接;所述电机固定支座通过活动销与所述碳纤维管连接;所述电机固定支座一端固定所述电机,一端固定所述滚珠丝杠,两端通过所述带轮传动装置连接;所述储能弹簧与所述滚珠丝杠螺母连接;所述储能橡胶圈通过轴与所述关节轴承以及所述关节支撑座连接;所述关节轴承为三自由度关节轴承;

所述关节轴承为前关节轴承和后关节轴承,且两者并联设置;所述关节轴承以及所述滚珠丝杠装置通过轴相连接组成四连杆机构,用以实现踝关节假肢的双自由度;其中矢状面上的背屈趾屈运动由电机主动驱动的所述四连杆结构实现,而冠状面上的内翻外翻则由两个并联的所述关节轴承实现;

所述储能橡胶圈为四个,所述储能橡胶圈包括前左橡胶圈、前右橡胶圈、后左橡胶圈和后右橡胶圈,所述前左橡胶圈和所述前右橡胶圈分布于所述前关节轴承的两端,所述后左橡胶圈和所述后右橡胶圈分布于所述后关节轴承的两端。

2. 一种如权利要求 1 所述的主被动式踝关节假肢的运动方式,其特征在于,

所述踝关节假肢具有两个自由度,分别是可以实现矢状面的脚板的背屈趾屈以及冠状面的内翻外翻;所述矢状面的脚板的背屈趾屈是主动运动,所述冠状面的内翻外翻是被动运动。

3. 如权利要求 2 所述的主被动式踝关节假肢的运动方式,其特征在于,所述假肢在矢状面上的背屈趾屈直接驱动力来源于所述碳纤维储能脚板和所述储能弹簧:

1) 在步态前期,脚跟着地时,身体重心的下移和前倾将重力势能转换成所述碳纤维脚板的弹性势能;

2) 在步态中期,所述电机转动带动带轮及所述滚珠丝杠压缩所述储能弹簧,在步态后期,脚尖离地之前,储存在所述碳纤维储能脚板和储能弹簧的能量同时瞬间释放,提供给假肢足够的蹬地能量;

3) 在步态后期,假肢摆动过程中,所述电机恢复初始状态,为下一步脚跟着地做准备,从而实现循环主动步态。

4. 如权利要求 2 所述的踝关节假肢的运动方式,其特征在于,所述假肢在所述冠状面上的内翻/外翻通过假肢关节以及所述储能橡胶圈的缓冲实现:

假肢关节两侧分别垫有大小不同的所述储能橡胶圈,当假肢内翻或者外翻时,处于内侧或者外侧的所述储能橡胶圈受到挤压并存储能量,假肢离地时,所述储能橡胶圈恢复原状,假肢亦恢复原状。

5. 如权利要求 2 所述的主被动式踝关节假肢的运动方式,其特征在于,所述矢状面的关节转角达到正负 20 度。

6. 如权利要求 2 所述的主被动式踝关节假肢的运动方式,其特征在于,所述冠状面的关节转角达到正负 10 度。

主被动式踝关节假肢及其运动方式

技术领域

[0001] 本发明涉及人体假肢,尤其涉及一种能够模拟人体踝关节肌肉群驱动和储能功能的主被动式双自由度踝关节假肢及其运动方式。

背景技术

[0002] 假肢是截肢患者日常生活的必备装置。以下肢踝关节假肢为例,其主要功能是代替残缺肢体,辅助患者正常行走。人体踝足不仅具有主动驱动功能,还具有储能和缓冲功能。最为理想的踝关节假肢应该能充分模拟人体踝足的主动驱动、储能特性,以及人体踝关节步态特性。然而,到目前为止市场上绝大多数踝关节假肢都是被动的。尽管碳纤维脚底板的引入可以实现步态过程中的能量存储和释放,但是依旧不能满足人体正常步态中所需的能量。此外,人体踝关节是多自由度关节。起主要作用的是矢状面的背屈/趾屈和冠状面的内翻/外翻。多自由度的关节保证了人体步态的灵活性和环境适应性。现在市场上大多数踝关节假肢均为单自由度或者类单自由度,只能保证截肢患者在矢状面的运动,因此环境适应性较差。

[0003] 主动式踝关节假肢的研究目前最具有代表性的是美国麻省理工学院 H. Herr 课题组研发的主动式踝足假肢, (S. Au, J. Weber, and H. Herr, "Powered ankle-foot prosthesis improves walking metabolic economy," IEEE Trans. Robotics, vol. 25, no. 1, pp. 51-66, Feb. 2009.), 此外, Össur 公司也开始研究主动式踝足假肢。尽管他们的假肢可以提供人体步态时所需的能量,但是他们的踝关节假肢也都是单自由度。

[0004] 到目前为止,电机驱动依旧是实现主动式假肢的有效且成熟的手段,然而由于电机的大质量,大体积,实现双自由度主动踝关节假肢将很困难和笨重。

[0005] 因此,本领域的技术人员致力于开发一种主被动式双自由度踝关节假肢。

发明内容

[0006] 有鉴于现有技术的上述缺陷,本发明所要解决的技术问题是提供一种主被动式双自由度踝关节假肢。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了一种主被动式踝关节假肢,包括碳纤维储能脚板、电机、减速器、电机固定支座、带轮传动装置、碳纤维管、滚珠丝杠、储能弹簧、关节轴承、储能橡胶圈、关节支撑座;

[0008] 所述碳纤维储能脚板通过所述关节支撑座与所述碳纤维管连接;所述电机固定支座通过活动销与所述碳纤维管连接;所述电机固定支座一端固定所述电机,一端固定所述滚珠丝杠,两端通过所述带轮传动装置连接;所述储能弹簧与所述滚珠丝杠螺母连接;所述储能橡胶圈通过轴与所述关节轴承以及所述关节支撑座连接。

[0009] 所述关节轴承为三自由度关节轴承。

[0010] 所述关节轴承为前关节轴承和后关节轴承,且两者并联设置。

[0011] 所述储能橡胶圈为四个。

[0012] 所述关节轴承以及所述滚珠丝杠装置通过轴相连接组成四连杆机构,用以实现踝关节假肢的双自由度。

[0013] 所述踝关节假肢具有两个自由度,分别是可以实现矢状面的脚板的背屈趾屈以及冠状面的内翻外翻;所述矢状面的脚板的背屈趾屈是主动运动,所述冠状面的内翻外翻是被动运动。

[0014] 所述假肢在矢状面上的背屈趾屈直接驱动力来源于所述碳纤维储能脚板和所述储能弹簧:

[0015] 1) 在步态前期,脚跟着地时,身体重心的下移和前倾将重力势能转换成所述碳纤维脚板的弹性势能;

[0016] 2) 在步态中期,所述电机转动所述带动带轮及所述滚珠丝杠压缩所述储能弹簧,在步态后期,脚尖离地之前,储存在所述碳纤维储能脚板和储能弹簧的能量同时瞬间释放,提供给假肢足够的蹬地能量;

[0017] 3) 在步态后期,假肢摆动过程中,所述电机恢复初始状态,为下一步脚跟着地做准备,从而实现循环主动步态。

[0018] 所述假肢在所述冠状面上的内翻/外翻通过假肢关节以及所述储能橡胶圈的缓冲实现:

[0019] 假肢关节两侧分别垫有大小不同的所述储能橡胶圈,当假肢内翻或者外翻时,处于内侧或者外侧的所述储能橡胶圈受到挤压并存储能量,假肢离地时,所述储能橡胶圈恢复原状,假肢亦恢复原状。

[0020] 所述矢状面的关节转角达到正负 20 度。

[0021] 所述冠状面的关节转角达到正负 10 度。

[0022] 本发明中的踝关节假肢不仅可以完全提供人体步态所需的能量,还可以适应不同的地形地貌。此外,该踝关节假肢可以完全模拟人体踝关节在矢状面以及冠状面上的活动角度,因此可以更好的满足截肢患者的正常行走要求。

附图说明

[0023] 图 1 是本发明的踝关节假肢的主视图;

[0024] 图 2 是本发明的踝关节假肢的左视图;

[0025] 图 3 是本发明的踝关节假肢的俯视图。

具体实施方式

[0026] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明,以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

[0027] 如图 1 所示,本发明的主被动式双自由度踝关节假肢包括碳纤维脚板 9、电机 4、减速器 3、电机固定座 2、主动带轮 19、从动带轮 15、传送带 1、滚珠丝杠 16、储能弹簧 13、碳纤维管 18、碳纤维管支撑座 5、关节左支撑座 7、关节右支撑座 24、脚板连接座 8。电机固定座 2 分别固定电机和滚珠丝杠 15,固定座 2 通过活动销与碳纤维管 18 连接。储能弹簧 13 分别固定在滚珠丝杠传动螺母 14 和关节轴承连接座 12 之间。前关节轴承 11 一端与关节轴承连接座 12 固定连接,另一端通过轴 10 固定于关节左支撑座 7 和关节右支撑座 24 之间。

碳纤维支撑座 5 与后关节轴承一端 25 连接,轴关节轴承另一端通过轴 6 固定于关节左支撑座 7 和关节右支撑座 24 之间。关节左支撑座 7 和关节右支撑座 24 分别固定于脚板连接座 8 上,脚板连接座 8 固定于碳纤维脚板 9 上。

[0028] 如图 2 以及图 3 所示,前左橡胶圈 22 和前右橡胶圈 23 分别紧扣在轴 10 上,分布于前关节轴承 11 两端。后左橡胶圈 20 和后右橡胶圈 21 分别紧扣在轴 6 上,分布于后关节轴承 25 两端。所有橡胶圈均分布并固定在左支撑座 7 和关节右支撑座 24 之间。该假肢具有双自由度,通过两个并联的三自由度关节轴承(前关节轴承和后关节轴承)、轴 17 以及滚珠丝杠装置所组成的四连杆机构所实现。其中矢状面上的背屈趾屈运动由电机主动驱动四连杆机构实现,而冠状面上的内翻外翻则有两个并联的关节轴承实现。矢状面上的运动属于主动运动,冠状面上的运动属于被动运动

[0029] 此外,主动运动能量不仅来自于电机驱动,还来自于碳纤维储能脚和储能弹簧的能量释放。在步态前期,电机 4 运动依次带动带轮 19、15 和滚珠丝杠 16,螺母 14 以及弹簧 13,调整脚板的方位保证脚跟着地。步态中期,人体重心的下移将重力势能转变成脚板的弹性势能,此外,电机反转压缩储能弹簧 13,将电机产生的机械能转变成储能弹簧 13 的弹性势能。在步态后期脚尖离地之前,存储在弹簧以及脚板的弹性势能同时释放,从而为脚板离地提供足够的蹬离能量,从而完成整个步态循环。

[0030] 在假肢矢状面的背屈趾屈运动中,其驱动能量分别来自于碳纤维储能脚版 9 和储能弹簧 13。在步态前期,电机 4 运动依次带动带轮 19、15 和滚珠丝杠 16,螺母 14 以及弹簧 13,调整脚板的方位保证脚跟着地。步态中期,人体重心的下移将重力势能转变成脚板的弹性势能,此外,电机反转压缩储能弹簧 13,将电机产生的机械能转变成储能弹簧 13 的弹性势能。在步态后期脚尖离地之前,存储在弹簧以及脚板的弹性势能同时释放,从而为脚板离地提供足够的蹬离能量,从而完成整个步态循环。此外,矢状面的关节转角达到正负 20 度,远远大于常规假肢的关节转角。

[0031] 假肢冠状面的内外翻被动运动通过关节轴承 11 和 25 以及弹性橡胶圈 20、21、22、23 实现。当脚板处在不平整的道路环境中,比如上下坡,脚板 9 内翻时,前左橡胶圈 22 和后左橡胶圈 20 同时受压储能,起到一定的缓冲作用,从而保证了环境的适应性以及步态的稳定性。当脚板 9 外翻时,前右橡胶圈 23 和后右橡胶圈 21 同时受压储能,同样能起到缓冲作用,此外,冠状面的关节转角达到正负 10 度,保证了脚步移动的灵活性。

[0032] 本发明的主被动式双自由度踝关节假肢,包括碳纤维储能脚板、驱动电机、带轮、滚珠丝杠、储能弹簧、碳纤维连接管、储能弹性胶、双自由度关节、关节支撑装置;

[0033] 所述踝关节假肢具有两个自由度,其中矢状面上的是主动驱动,冠状面上的是被动。所述矢状面上的背屈/趾屈驱动装置包括电机、减速器、带轮传动装置、滚珠丝杠、储能弹簧。滚珠丝杠将电机的转动转换成直线运动,并进一步转换为储能脚板的背屈和趾屈运动。

[0034] 在本发明的较佳实施方式中,假肢在矢状面上的背屈趾屈直接驱动力来源于储能脚板和储能弹簧,在步态前期,脚跟着地时,身体重心的下移和前倾将重力势能转换成碳纤维脚板的弹性势能,在步态中期,电机转动带动带轮及滚珠丝杠压缩储能弹簧,在步态后期,脚尖离地之前,储存在脚板和弹簧的能量同时瞬间释放,提供给假肢足够的蹬地能量,在步态后期,假肢摆动过程中,电机恢复初始状态,为下一步脚跟着地做准备,从而实现循

环主动步态。

[0035] 假肢在冠状面上的内翻 / 外翻通过假肢关节以及弹性橡胶圈的缓冲实现。冠状面上的内外翻主要是为了适应不同的地形,比如上下坡等。假肢关节两侧分别垫有大小不同的弹性橡胶圈,当假肢内翻或者外翻时,处于内侧或者外侧的弹性橡胶圈受到挤压并存储能量,假肢离地时,弹性橡胶圈恢复原状,假肢亦恢复原状。

[0036] 进一步地,假肢矢状面上的踝关节转角在正负 20 度之间,近似于人体踝关节活动角度,远远大于常见被动假肢的活动角度。

[0037] 进一步地,假肢冠状面上的关节活动角度在正负 10 度之间,从而大大增加了假肢的环境适应性。

[0038] 该假肢充分模拟人体踝足背屈 / 趾屈和内翻 / 外翻特性。其中,背屈 / 趾屈通过电机驱动实现,而内翻 / 外翻则由被动关节实现。

[0039] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

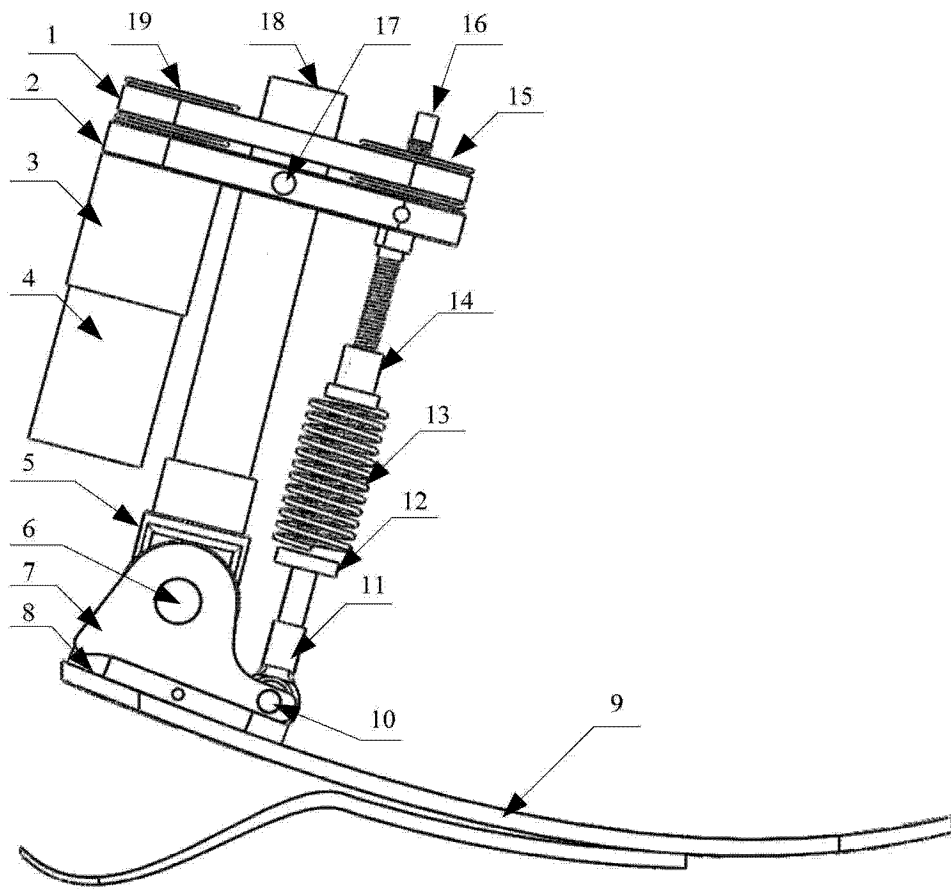


图 1

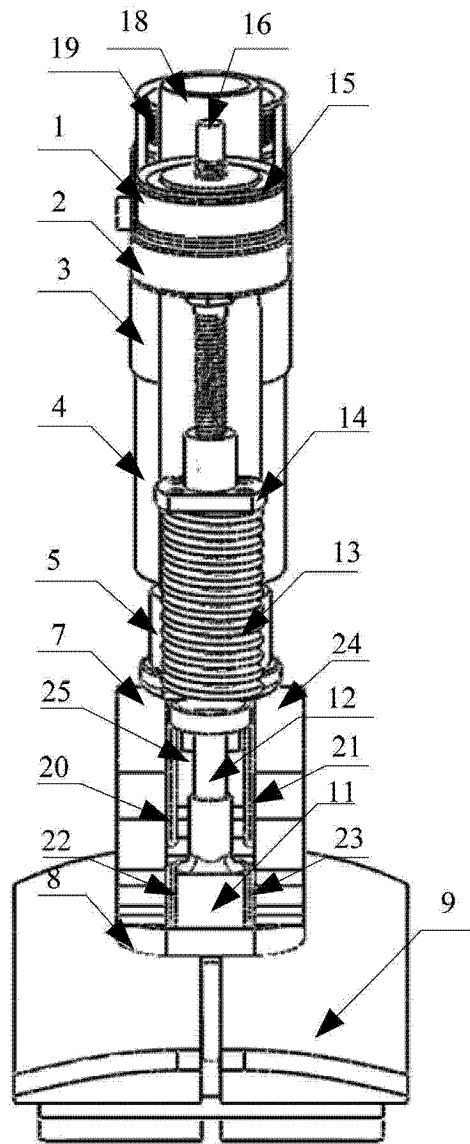


图 2

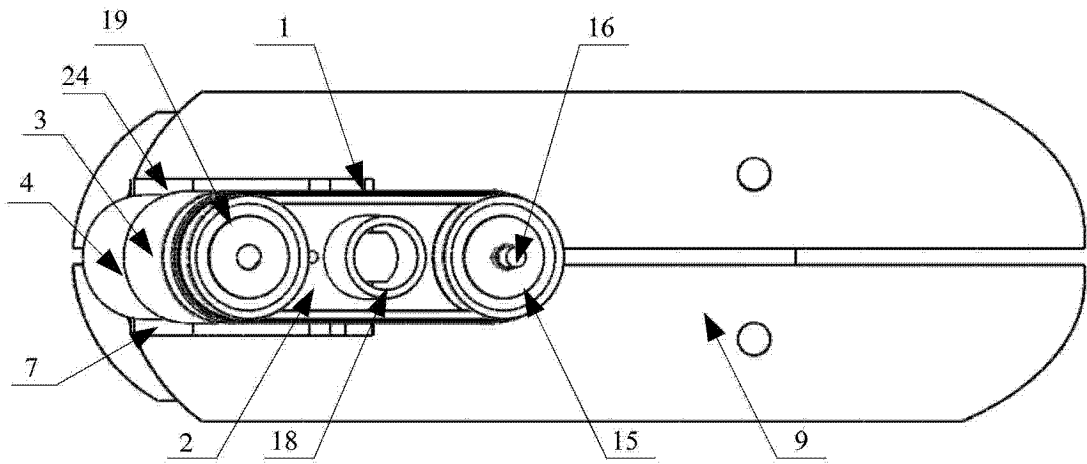


图 3