

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102530121 B

(45) 授权公告日 2013. 08. 07

(21) 申请号 201110451677. 3

CN 102285390 A, 2011. 12. 21,

(22) 申请日 2011. 12. 29

US 2005240308 A1, 2005. 10. 27,

JP 2000355290 A, 2000. 12. 26,

(73) 专利权人 浙江大学

审查员 靳红蕾

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38 号

(72) 发明人 金波 陈刚 陈诚 陈鹰

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

代理人 杜军

(51) Int. Cl.

B62D 57/032(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202378989 U, 2012. 08. 15,

CN 101570220 A, 2009. 11. 04,

JP 6135358 A, 1994. 05. 17,

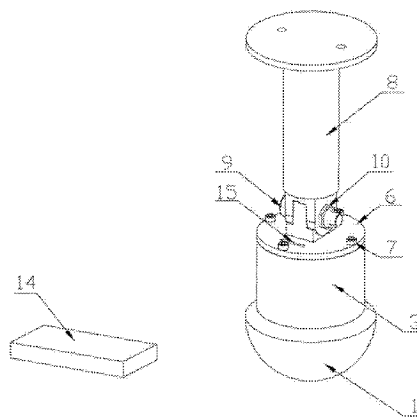
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种多足步行机器人脚

(57) 摘要

本发明公开了一种多足步行机器人脚, 现有平底足端式脚结构复杂且容易绊倒。本发明机器人脚包括多足步行机器人脚机械装置和多足步行机器人脚测力装置组成。多足步行机器人脚机械装置包括球形足端、减震测力部分和小腿脚连接件组成。减震测力部分由球形足端连接件、脚连接件、脚部套筒、减震压缩弹簧、压垫、固定螺钉组成。多足步行机器人脚测力装置由压力传感器和信号采集处理器组成。本发明采用球形足端式脚结构, 结构简单紧凑, 多足步行机器人行走灵活可靠; 压缩弹簧减震装置有效的减小了多足步行机器人在行走过程中与地面之间的冲击; 采用压力传感器对多足步行机器人的脚力进行测量, 大大降低了多足机器人脚力测量的难度和复杂性。



1. 一种多足步行机器人脚,包括多足步行机器人脚机械装置和多足步行机器人脚测力装置,其特征在于:

多足步行机器人脚机械装置包括球形足端、减震测力部分和小腿脚连接件;球形足端为橡胶材料制成;减震测力部分由球形足端连接件、脚部套筒、减震压缩弹簧、压垫、脚连接件、固定螺钉组成,球形足端连接件的上端置于脚部套筒中,球形足端连接件的台阶环与脚部套筒内壁之间为间隙配合,球形足端连接件的台阶环和脚部套筒内壁之间可以相对滑动,球形足端连接件的圆形凸台上放置压垫,该圆形凸台位于脚部套筒内,球形足端连接件的下端穿过脚部套筒的圆孔后与球形足端螺纹连接;脚连接件的下端通过固定螺钉与脚部套筒固定连接;减震压缩弹簧放于脚部套筒中,且同时套在球形足端连接件的上端和脚连接件的下端上,减震压缩弹簧产生的弹簧力作用于球形足端连接件的台阶环和脚连接件上,使球形足端连接件的台阶环底面与脚部套筒的内底面相接触,减震压缩弹簧使脚连接件的下端与球形足端连接件的上端之间形成一定的间隙;脚连接件的上端与小腿脚连接件的叉头之间由固定螺栓和固定螺母固定,脚连接件的上端与小腿脚连接件的叉头之间可以绕固定螺栓旋转一定的角度,脚连接件的上端侧平面上刻有0至120度的角度刻线,角度刻线之间间隔1度,小腿脚连接件的叉头上开有豁口;

多足步行机器人脚测力装置由压力传感器和信号采集处理器组成,压力传感器设置在脚连接件的下端圆形凸台上,压力传感器的信号线通过脚连接件下端的导线槽与信号采集处理器连接。

一种多足步行机器人脚

技术领域

[0001] 本发明属于机器人技术领域,具体涉及一种多足步行机器人脚。

背景技术

[0002] 移动机器人所采用的运动方式主要包括轮式、履带式、足式、混合式等运动形式。对于轮式机器人,自车轮问世以来,它在坚硬平地上运动是十分可靠的。但是在不平地面上行驶时,轮式机器人的能耗将大大增加,而在松软地面或严重崎岖不平的地形上,车轮的作用也将严重丧失,移动效率大大的降低。履带式机器人使车身载荷分布在一块较大的面积上,相当于一种为轮子铺路的装置,并且可产生较大的推进力,可在松软地面上行走,而不至于陷入其中,但履带式机器人在不平地面上的机动性仍然很差,而且机器人机身晃动严重。相对于轮式、履带式等类型的地面移动机器人,多足步行机器人具有诸多优点。首先,该类机器人在运动时仅需要一些离散的点来供其落足,从而成功通过崎岖、松软或泥泞的地面。其次,该类机器人可以通过调节自身重心而避免倾覆,具有更高的稳定性。多足步行机器人在环境适应性和运动灵活性方面更具优势,也因其在复杂地表上更强的行走能力而受到了广泛重视。随着计算机控制技术的进步,多足步行机器人技术更是快速发展,多足步行机器人已在军事国防、生物医学、航空航天、工业农业等领域都有了广泛的应用。

[0003] 自 20 世纪 80 年代机器人学开拓者、美国著名机器人学家 R. B. McGhee 等开始研究四足步行机器人以来,多足步行机器人的研究一直受到众多学者的关注。多足步行机器人发展至今其脚结构主要有两种形式:平底足端式脚和球形足端式脚。在国外,Dillmann 等人研制的仿哺乳动物四足步行机器人 BISAM 采用球形足端式脚结构;日本东京工业大学机器人之父 Shigeo Hirose 教授等人研制的 TITAN 系列四足步行机器人采用平底足端式脚结构;西班牙 CSIC 研究议会的 IAI 研究中心 Gonzalez de Santos 团队相继研制成功了扫雷机器人 Silo4 和 Silo6,其中四足步行机器人 Silo4 的脚为平底足端式脚结构,而后续研究完成的六足步行机器人 Silo6 则采用了球形足端式脚;Boston Dynamics 公司推出的 BigDog 军用机器人和小型四足步行机器人 LittleDog 则都采用球形足端式脚结构。在国内,北京理工大学研制的仿生六足步行机器人的脚为球形足端式脚结构;华中科技大学的陈学东等人研制的 MiniQuad 可重构多足步行机器人同样采用了球形足端式脚结构。

[0004] 球形足端式脚相对于平底足端式脚结构具有显著的优越性。首先,平底足端式脚结构复杂,而球形足端式脚结构简单紧凑;其次,平底足端式脚中的被动关节容易造成多足步行机器人在行走的过程中被绊倒,因此也限制了机器人脚的运动范围。虽然球形足端式脚具有众多优点,但是现有的球形足端式脚结构也存在一些亟待解决的问题,如球形足端式脚结构中缺乏有效的缓冲、减震、防滑设计,地面对脚的作用力的测量过程复杂、精度低、可靠性不高。球形足端式脚结构需要进一步设计研究。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种克服以上问题的多足步行机器人脚。本发明采用球形

足端式脚结构,由多足步行机器人脚机械装置和多足步行机器人脚测力装置组成。

[0006] 多足步行机器人脚机械装置包括球形足端、减震测力部分和小腿脚连接件组成。球形足端为橡胶材料制成,此种足端在落足后与地面之间为柔性接触而非刚性接触,既可以防止多足步行机器人在行走时打滑又可以减小与地面之间的冲击,可以有效的提高多足步行机器人对环境的适应性。减震测力部分由球形足端连接件、脚部套筒、减震压缩弹簧、压垫、脚连接件、固定螺钉组成。球形足端连接件的上端置于脚部套筒中,球形足端连接件的台阶环与脚部套筒内壁之间为间隙配合,球形足端连接件的台阶环和脚部套筒内壁之间可以相对滑动,球形足端连接件的圆形凸台上放置压垫,该圆形凸台位于脚部套筒内,球形足端连接件的下端穿过脚部套筒的圆孔后与球形足端螺纹连接;脚连接件的下端通过固定螺钉与脚部套筒固定连接;减震压缩弹簧放于脚部套筒中,且同时套在球形足端连接件的上端和脚连接件的下端上,减震压缩弹簧产生的弹簧力作用于球形足端连接件的台阶环和脚连接件上,使球形足端连接件的台阶环底面与脚部套筒的内底面相接触,减震压缩弹簧使脚连接件的下端与球形足端连接件的上端之间形成一定的间隙。脚连接件的上端与小腿脚连接件的叉头之间由固定螺栓和固定螺母固定,脚连接件的上端与小腿脚连接件的叉头之间可以绕固定螺栓旋转一定的角度,从而具有踝关节的功能,脚连接件的上端侧平面上刻有 0 至 120 度的角度刻线,角度刻线之间间隔 1 度,小腿脚连接件的叉头上开有豁口,通过小腿脚连接件叉头上的豁口和脚连接件上端侧平面上的角度刻线可以测量脚连接件相对于小腿脚连接件转过的角度,脚连接件相对于小腿脚连接件转过的角度达到所需角度时,将固定螺栓和固定螺母拧紧从而使脚连接件相对于小腿脚连接件的位置固定。

[0007] 多足步行机器人脚测力装置由压力传感器和信号采集处理器组成。压力传感器设置在脚连接件的下端圆形凸台上,压力传感器的信号线通过脚连接件下端的导线槽与信号采集处理器连接,压力传感器所测到的力信号由信号采集处理器进行信号采集和信号处理,通过信号采集处理器得到可靠有效的力信号测量值。位于球形足端连接件圆形凸台上的压垫上表面的大小与压力传感器的有效测量面积相同,每次脚所受到的力通过压垫均匀的作用于压力传感器上,使压力传感器的测量精度大大提高,从而可以对多足步行机器人脚所受到的力进行准确测量。

[0008] 本发明可以达到的有益效果:

[0009] (1) 本发明采用球形足端式脚结构,结构简单紧凑,从而使多足步行机器人行走灵活可靠;

[0010] (2) 采用压缩弹簧减震装置,有效的减小了多足步行机器人在行走过程中与地面之间相互作用而造成的震动和冲击,可以显著提高多足步行机器人行走过程中的稳定性;

[0011] (3) 采用压力传感器对多足步行机器人的脚力进行测量,大大降低了多足机器人脚力测量的难度和复杂性,降低了多足机器人脚力测量的成本;

[0012] (4) 多足步行机器人所受到的沿脚中心轴方向的力中除去压缩弹簧力后剩余部分全部作用于压力传感器的有效测量面积之上,大大提高了压力传感器测量力的精度和可靠性;

[0013] (5) 多足机器人脚相对于多足机器人小腿之间可以转过一定的角度,从而可以大大增加多足步行机器人脚力中沿脚中心轴方向的分力,此力作用于压力传感器之上,使压力传感器的测量范围和精度得到有效提高。

附图说明

[0014] 图 1 本发明的三维结构示意图；

[0015] 图 2 本发明的结构剖视图；

[0016] 图 3 脚连接件结构示意图；

[0017] 图 4 小腿脚连接件结构示意图。

[0018] 图中：1. 球形足端，2. 球形足端连接件，3. 脚部套筒，4. 减震压缩弹簧，5. 压垫，6. 脚连接件，7. 固定螺钉，8. 小腿脚连接件，9. 固定螺栓，10. 固定螺母，11. 角度刻线，12. 豁口，13. 压力传感器，14. 信号采集处理器，15. 导线槽。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0020] 如图 1、图 2 所示，本发明采用球形足端式脚结构，由多足步行机器人脚机械装置和多足步行机器人脚测力装置组成。

[0021] 多足步行机器人脚机械装置包括球形足端 1、减震测力部分和小腿脚连接件 8 组成。球形足端 1 由橡胶材料制成，此种足端在落足后与地面之间为柔性接触而非刚性接触，既可以增大多足步行机器人脚与地面之间的摩擦防止多足步行机器人在行走时打滑又可以与地面之间形成缓冲减小冲击，可以有效的提高多足步行机器人对环境的适应性。减震测力部分由球形足端连接件 2、脚部套筒 3、减震压缩弹簧 4、压垫 5、脚连接件 6、固定螺钉 7 组成。球形足端连接件 2 的上端置于脚部套筒 3 中，球形足端连接件 2 的台阶环与脚部套筒 3 内壁之间为间隙配合，球形足端连接件 2 的台阶环和脚部套筒 3 内壁之间可以相对滑动，球形足端连接件 2 的圆形凸台上放置压垫 5，该圆形凸台位于脚部套筒 3 内，球形足端连接件 2 的下端穿过脚部套筒 3 的圆孔后与球形足端 1 螺纹连接；脚连接件 6 的下端通过固定螺钉 7 与脚部套筒 3 固定连接；减震压缩弹簧 4 放于脚部套筒 3 中，且同时套在球形足端连接件 2 的上端和脚连接件 6 的下端上，减震压缩弹簧 4 产生的弹簧力作用于球形足端连接件 2 的台阶环和脚连接件 6 上，使球形足端连接件 2 的台阶环底面与脚部套筒 3 的内底面相接触，减震压缩弹簧 4 使脚连接件 6 的下端与球形足端连接件 2 的上端之间形成一定的间隙。脚连接件 6 的上端与小腿脚连接件 8 的叉头之间由固定螺栓 9 和固定螺母 10 固定，脚连接件 6 的上端与小腿脚连接件 8 的叉头之间可以绕固定螺栓 9 旋转一定的角度，从而具有踝关节的功能，如图 3 所示脚连接件 6 的上端侧平面上刻有 0 至 120 度的角度刻线 11，角度刻线 11 之间间隔 1 度，如图 4 所示小腿脚连接件 8 的叉头上开有豁口 12，通过小腿脚连接件 8 叉头上的豁口 12 和脚连接件 6 上端侧平面上的角度刻线 11 可以测量脚连接件 6 相对于小腿脚连接件 8 转过的角度，脚连接件 6 相对于小腿脚连接件 8 转过的角度达到所需角度时，将固定螺栓 9 和固定螺母 10 拧紧从而使脚连接件 6 相对于小腿脚连接件 8 的位置固定。

[0022] 多足步行机器人脚测力装置由压力传感器 13 和信号采集处理器 14 组成。压力传感器 13 设置在脚连接件 6 的下端圆形凸台上，压力传感器 13 的信号线通过脚连接件 6 下端的导线槽 15 与信号采集处理器 14 连接，压力传感器 13 所测到的力信号由信号采集处理器 14 进行信号采集和信号处理，通过信号采集处理器 14 得到可靠有效的力信号测量值。位

于球形足端连接件 2 圆形凸台上的压垫 5 上表面的大小与压力传感器 13 的有效测量面积相同,每次脚所受到的力通过压垫 5 均匀的作用于压力传感器 13 上,使压力传感器 13 的测量精度大大提高,从而可以对多足步行机器人脚所受到的力进行准确测量。

[0023] 下面对多足步行机器人脚的工作过程进行详细说明。

[0024] 在控制多足步行机器人行走前,首先将多足步行机器人脚的固定螺栓 9 和固定螺母 10 松开,根据多足步行机器人的行走步态,人工调整多足步行机器人脚相对于小腿的角度,通过脚连接件 6 中的角度刻线 11 和小腿脚连接件 8 叉头上的豁口 12 测量多足步行机器人脚相对于小腿的角度,达到调整所需角度后,将固定螺栓 9 和固定螺母 10 拧紧使脚连接件 6 相对于小腿脚连接件 8 的位置固定。然后多足步行机器人即可进行行走,在多足步行机器人脚与地面接触时,橡胶材料制成的球形足端 1 产生微小变形,球形足端 1 与地面之间柔性接触,在地面力的作用下与球形足端 1 连接的球形足端连接件 2 在脚部套筒 3 中滑动同时压缩减震压缩弹簧 4,减震压缩弹簧 4 对多足步行机器人进行缓冲减震,减震压缩弹簧 4 进一步被压缩直到压垫 5 与压力传感器 13 接触,在地面力的作用下压垫 5 挤压压力传感器 13,压力传感器 13 对所受到的挤压力进行测量,并将所测的力信号输入到信号采集处理器 14 中,经过信号采集处理器 14 对力信号的采集处理即可得到可靠有效的力信息。在多足步行机器人的行走过程中可以实时测得地面对多足步行机器人脚的作用力,所测得的力信息既准确又迅速,可以很好的掌握多足步行机器人在行走过程中的受力情况。通过所获得的力信息可以对多足步行机器人行走过程中的受力进行综合分析,其分析结果可以指导对多足步行机器人的控制。

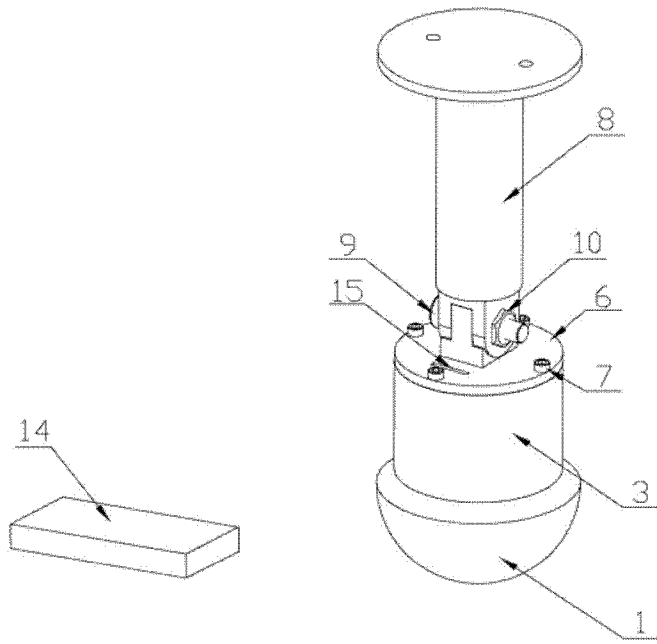


图 1

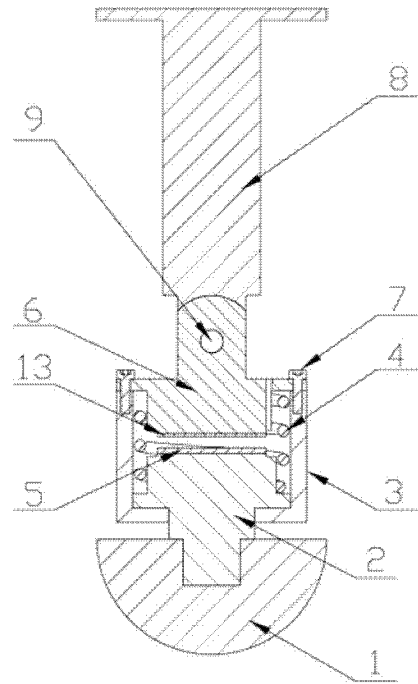


图 2

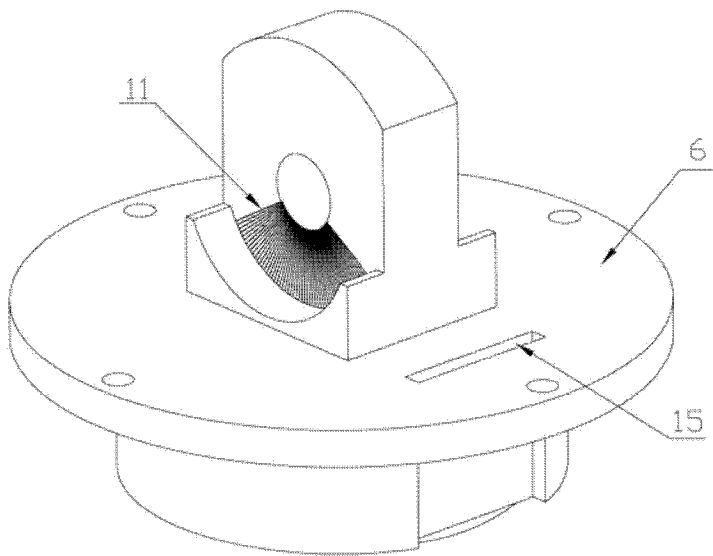


图 3

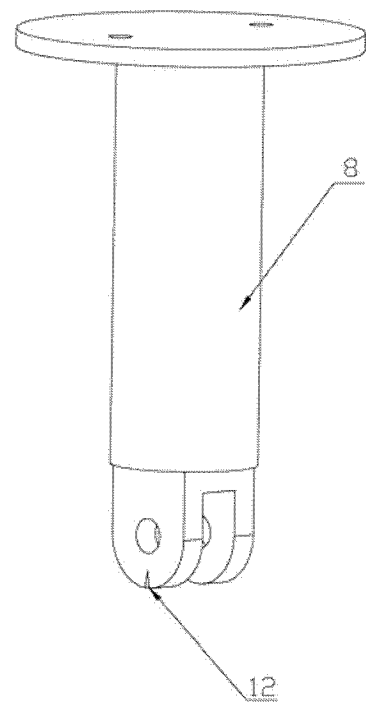


图 4