



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112972778 A

(43) 申请公布日 2021.06.18

(21) 申请号 202110163307.3

A61L 31/14 (2006.01)

(22) 申请日 2021.02.05

G09D 183/04 (2006.01)

(71) 申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路1037号

(72) 发明人 臧剑锋 羊佑舟 凌青 刘继红
王少刚 吴清扬 王佳鑫 凌乐
杨甲申

(74) 专利代理机构 北京众达德权知识产权代理有限公司 11570

代理人 刘杰

(51) Int. Cl.

A61L 31/02 (2006.01)

A61L 31/06 (2006.01)

A61L 31/10 (2006.01)

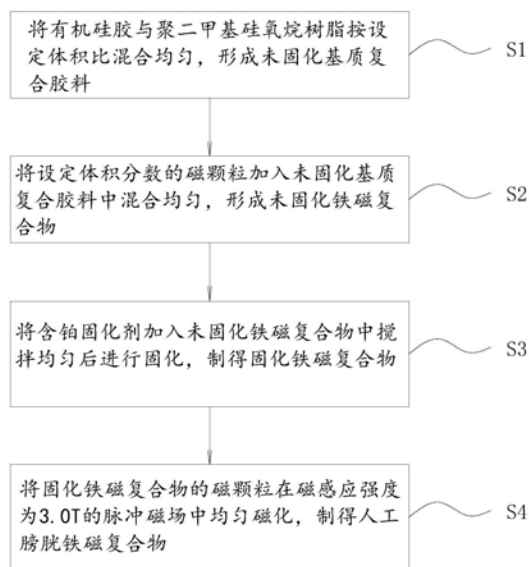
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种人工膀胱铁磁复合物及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种人工膀胱铁磁复合物,包括以下组分:有机硅胶、聚二甲基硅氧烷树脂、磁颗粒,有机硅胶与聚二甲基硅氧烷树脂的体积比为(4~10):1,磁颗粒占铁磁复合物的体积分数为20~40%。该人工膀胱铁磁复合物能作为磁驱动软膀胱泵的致动源,其中的磁颗粒被均匀磁化后,受益于永磁粒子的高矫顽力和分布的致动源,铁磁显示出可靠的致动,同时输出大量的磁力,起到人工逼尿肌作用挤压排空膀胱。



1. 一种人工膀胱铁磁复合物,其特征在于,包括以下组分:有机硅胶、聚二甲基硅氧烷树脂、磁颗粒,所述有机硅胶与所述聚二甲基硅氧烷树脂的体积比为(4~10):1,所述磁颗粒占所述铁磁复合物的体积分数为20%~40%。

2. 如权利要求1所述的人工膀胱铁磁复合物,其特征在于,所述磁颗粒为NdFeB、Fe、FeC中任一种或多种组合;所述磁颗粒被均匀磁化。

3. 如权利要求2所述的人工膀胱铁磁复合物,其特征在于,所述磁颗粒为NdFeB,平均粒径为5 μ m。

4. 一种权利要求1~3任一项所述人工膀胱铁磁复合物的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

将所述有机硅胶与所述聚二甲基硅氧烷树脂按设定体积比混合均匀,形成未固化基质复合胶料;

将设定体积分数的所述磁颗粒加入所述未固化基质复合胶料中混合均匀,形成未固化铁磁复合物;

将含铂固化剂加入所述未固化铁磁复合物中搅拌均匀后进行固化,制得固化铁磁复合物;

将所述固化铁磁复合物的磁颗粒在脉冲磁场中均匀磁化,制得所述人工膀胱铁磁复合物。

5. 如权利要求4所述人工膀胱铁磁复合物的制备方法,其特征在于,在进行固化前,可将占所述未固化基质复合胶料的重量百分比为2~4%的亮光剂加入所述未固化基质复合胶料。

6. 如权利要求4所述人工膀胱铁磁复合物的制备方法,其特征在于,

所述有机硅胶与所述聚二甲基硅氧烷树脂通过行星式混合机进行混合,转速控制为800~1500rpm,混合时间控制为2~5min。

7. 如权利要求4所述人工膀胱铁磁复合物的制备方法,其特征在于,所述磁颗粒与所述未固化基质复合胶料通过振动混合器进行混合,混合时间控制为2~10min。

8. 如权利要求4所述人工膀胱铁磁复合物的制备方法,其特征在于,所述含铂固化剂占所述未固化铁磁复合物的重量百分比为5.0%~10.3%。

9. 如权利要求4所述人工膀胱铁磁复合物的制备方法,其特征在于,所述含铂固化剂加入所述未固化铁磁复合物后搅拌的时间控制为5~20min;固化过程的温度控制为35~50 $^{\circ}$ C,时间控制为2~24h。

一种人工膀胱铁磁复合物及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生物医学技术领域,特别涉及一种人工膀胱铁磁复合物及其制备方法。

背景技术

[0002] 快速发展应用于生物医学领域的软机器人旨在提升医疗条件并提供新颖的治疗工具,如手术器械,人体模拟和药物输送。作为一类具有高顺应性和生物相容性主动系统,软机器人在协助器官运动甚至重建器官方面都具有广阔的前景。人们已经在努力尝试将软身机器人用于假体辅助设备中,以应对各种病变的肌肉,例如心肌,手部肌肉以及括约肌。

[0003] 膀胱功能低下(UAB)的特征是由于肌肉收缩无力导致排尿时间延长,导致严重的并发症甚至死亡。受年龄增长,神经系统疾病,创伤和糖尿病等影响,UAB的发病率高,其中男性有9-98%,女性有12-45%。以神经调节(SNM)为代表的基于神经的疗法已显示出克服OAB(过度活动膀胱)/DU(逼尿肌活动低下)的潜力。然而,完整的排尿反射弧神经回路对于实现SNM的临床疗效是必不可少的,这表明该装置不适用于骶部神经或阴部神经受伤的或具有病理逼尿肌的患者。

[0004] 与当前的解决办法不同,增加逼尿肌的收缩力是排空膀胱的直接和根本的解决方案。目前已有有人尝试通过再生医学策略(例如,肌肉移植和干细胞注射)来恢复逼尿肌的收缩能力。然而,这些方法仅部分恢复了膀胱的储尿功能,而在更大范围的OAB/DU患者中风险与获益比仍有待进一步评估。

[0005] 现有研究提出了几种基于接触式的软机器人直接植入的液压系统直接挤压膀胱的解决方案,我们将其命名为Endoskeleton/人工逼尿肌。这些膀胱内压力维持系统驱动力主要源自热响应性凝胶或形状记忆合金,旨在包裹膀胱体并在相应的刺激下发生物理收缩。先前的研究表明,这些机械的策略有效地提高了膀胱内压,改善了膀胱动力低下的问题,尽管取得了令人鼓舞的结果,但是现有的人工逼尿肌提供的液压压力有限,与人类肌肉水平相差甚远,这是由于激励源相对较低的工作效率导致的。此外,由于缺乏现实的医疗设计和生物安全性的优化,使得当前的软膀胱辅助机器人系统无法实现可靠的长期功能。

发明内容

[0006] 本申请提供了一种人工膀胱铁磁复合物及其制备方法,解决或部分解决了现有技术中人工逼尿肌提供的液压压力有限,与人类肌肉水平相差甚远,缺乏现实医疗设计和生物安全性的优化,无法实现可靠长期功能的技术问题;实现了提供一种能作为磁驱动软膀胱泵致动源的铁磁复合物,铁磁复合物的磁颗粒被均匀磁化后,受益于永磁粒子的高矫顽力和分布的致动源,铁磁显示出可靠的致动,同时输出大量的磁力,起到人工逼尿肌作用挤压排空膀胱。

[0007] 本申请所提供的一种人工膀胱铁磁复合物,包括以下组分:有机硅胶、聚二甲基硅氧烷树脂、磁颗粒,所述有机硅胶与所述聚二甲基硅氧烷树脂的体积比为(4~10):1,所述

磁颗粒占所述铁磁复合物的体积分数为20%~40%。

[0008] 作为优选,所述有机硅胶为双组份材料的铂金固化硅胶Ecoflex 00-30,所述铂金固化硅胶Ecoflex 00-30的A组分与B组分的体积比为1:1。

[0009] 作为优选,所述聚二甲基硅氧烷树脂的型号为Sylgard 184。

[0010] 作为优选,所述磁颗粒为NdFeB、Fe、FeC中任一种或多种组合;所述磁颗粒被均匀磁化。

[0011] 作为优选,所述磁颗粒为NdFeB,平均粒径为5 μ m。

[0012] 基于同样的发明创造,本申请还提供了一种所述人工膀胱铁磁复合物的制备方法,包括以下步骤:

[0013] 将所述有机硅胶与所述聚二甲基硅氧烷树脂按设定体积比混合均匀,形成未固化基质复合胶料;

[0014] 将设定体积分数的所述磁颗粒加入所述未固化基质复合胶料中混合均匀,形成未固化铁磁复合物;

[0015] 将含铂固化剂加入所述未固化铁磁复合物中搅拌均匀后进行固化,制得固化铁磁复合物;

[0016] 将所述固化铁磁复合物的磁颗粒在脉冲磁场中均匀磁化,制得所述人工膀胱铁磁复合物。

[0017] 作为优选,在进行固化前,可将占所述未固化基质复合胶料的重量百分比为2~4%的亮光剂加入所述未固化基质复合胶料。

[0018] 作为优选,所述有机硅胶与所述聚二甲基硅氧烷树脂通过行星式混合机进行混合,转速控制为800~1500rpm,混合时间控制为2~5min。

[0019] 作为优选,所述磁颗粒与所述未固化基质复合胶料通过振动混合器进行混合,混合时间控制为2~10min。

[0020] 作为优选,所述含铂固化剂占所述未固化铁磁复合物的重量百分比为5.0%~10.3%。

[0021] 作为优选,所述含铂固化剂加入所述未固化铁磁复合物后搅拌的时间控制为5~20min;固化过程的温度控制为35~50 $^{\circ}$ C,时间控制为2~24h。

[0022] 本申请实施例中提供的一个或多个技术方案,至少具有如下技术效果或优点:

[0023] 本申请的人工膀胱铁磁复合物用于制造柔性磁响应膀胱泵,通过有机硅胶、聚二甲基硅氧烷树脂、磁颗粒组成,能起到人造逼尿肌的作用,使柔性磁响应膀胱泵进行接触式挤压排空膀胱;将磁颗粒均匀磁化后,再将该人工膀胱铁磁复合物排列进一个与充盈膀胱共形的硅树脂框架中可形成柔性磁响应膀胱泵,每一个磁颗粒都被均匀地磁化,使其在永磁体产生的梯度磁场下挤压充盈的膀胱,以对抗括约肌的阻力,继而重建残疾膀胱的排尿功能。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以

根据这些附图获得其他的附图。

[0025] 图1为本申请实施例提供的人工膀胱铁磁复合物制备方法的流程示意图。

具体实施方式

[0026] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0027] 本申请所提供的人工膀胱铁磁复合物,包括以下组分:有机硅胶、聚二甲基硅氧烷树脂、磁颗粒,有机硅胶与聚二甲基硅氧烷树脂的体积比为(4~10):1,磁颗粒占铁复合肥物的体积分数为20%~40%。

[0028] 进一步的,有机硅胶为双组份材料的铂金固化硅胶Ecoflex 00-30,铂金固化硅胶Ecoflex 00-30的A组分与B组分的体积比为1:1。聚二甲基硅氧烷树脂(PDMS树脂)的型号为Sylgard 184。

[0029] 进一步的,磁颗粒为NdFeB、Fe、FeC中任一种或多种组合;磁颗粒被均匀磁化。作为一种优选地实施例,磁颗粒为NdFeB,平均粒径为5 μ m。

[0030] 基于同样的发明创造,参见附图1,本申请还提供了一种人工膀胱铁复合肥物的制备方法,包括以下步骤:

[0031] S1:将有机硅胶与聚二甲基硅氧烷树脂按设定体积比混合均匀,形成未固化基质复合胶料;

[0032] S2:将设定体积分数的磁颗粒加入未固化基质复合胶料中混合均匀,形成未固化铁磁复合物;

[0033] S3:将含铂固化剂加入未固化铁磁复合物中搅拌均匀后进行固化,制得固化铁磁复合物;

[0034] S4:将固化铁复合肥物的磁颗粒在磁感应强度为3.0T的脉冲磁场中均匀磁化,制得人工膀胱铁磁复合物。

[0035] 进一步的,在进行固化前,可将占未固化基质复合胶料的重量百分比为2~4%的亮光剂加入未固化基质复合胶料,亮光剂用于调整流体粘度,有利于注塑固化成型工序的操作。

[0036] 进一步的,有机硅胶与聚二甲基硅氧烷树脂通过行星式混合机进行混合,转速控制为800~1500rpm,混合时间控制为2~5min。磁颗粒与未固化基质复合胶料通过振动混合器进行混合,混合时间控制为2~10min。含铂固化剂与未固化铁复合肥物的重量百分比为5.0%~10.3%。含铂固化剂加入未固化铁磁复合物后搅拌的时间控制为5~20min;固化过程的温度控制为35~50 $^{\circ}$ C,时间控制为2~24h。

[0037] 进一步的,固化铁磁复合物中的磁颗粒在大功率电源(7000V以上)供能的直径180mm的脉冲励磁线圈产生的脉冲磁场(约3.0T)中被均匀磁化。

[0038] 下面通过具体实施例来详细介绍人工膀胱铁复合肥物的制备方法:

[0039] 实施例1

[0040] 首先通过使用行星式混合机将两种有机硅基材料Ecoflex 00-30(Smooth-on

Inc)与PDMS树脂(Sylgard 184,道康宁(Dow Corning))以5:1的体积比均匀混合,制备未固化基质复合胶料,以800rpm的转速持续3min,除泡1min。

[0041] 通过振动混合器在10速齿轮上将体积分数为25%、平均粒径为5 μ m的NdFeB微粒与未固化基质复合胶料均匀混合2.5min,除泡1min,制备未固化铁磁复合物。

[0042] 在未固化铁磁复合物中加入5.5wt%的含铂固化剂,搅拌均匀后进行固化,以上操作在30min内完成,在40 $^{\circ}$ C环境下固化5h获得固化铁磁复合物。固化铁磁复合物中的磁颗粒在大功率电源(7000V以上)供能的直径180mm的脉冲励磁线圈产生的脉冲磁场(约3.0T)中被均匀磁化。

[0043] 实施例2

[0044] 首先通过使用行星式混合机将两种有机硅基材料Ecoflex 00-30(Smooth-on Inc)与PDMS树脂(Sylgard 184,道康宁(Dow Corning))以6:1的体积比均匀混合,制备未固化基质复合胶料,以800rpm的转速持续3min,除泡1min。对于Ecoflex 00-30组分,A部分和B部分的体积比为1:1。

[0045] 通过振动混合器在10速齿轮上将体积分数为30%、平均粒径为5 μ m的NdFeB微粒与未固化基质复合胶料均匀混合4.5min,除泡1min,制备未固化铁磁复合物。

[0046] 在未固化铁磁复合物中加入7.85wt%的含铂固化剂,搅拌均匀后进行固化,以上操作在30min内完成,在40 $^{\circ}$ C环境下固化10h获得固化铁磁复合物。固化铁磁复合物中的磁颗粒在大功率电源(7000V以上)供能的直径180mm的脉冲励磁线圈产生的脉冲磁场(约3.0T)中被均匀磁化。

[0047] 实施例3

[0048] 首先通过使用行星式混合机将两种有机硅基材料Ecoflex 00-30(Smooth-on Inc)与PDMS树脂(Sylgard 184,道康宁(Dow Corning))以9:1的体积比均匀混合,制备未固化基质复合胶料,以1200rpm的转速持续3min,除泡1min。对于Ecoflex 00-30组分,A部分和B部分的体积比为1:1。

[0049] 通过振动混合器在10速齿轮上将体积分数为30%、平均粒径为5 μ m的NdFeB微粒与未固化基质复合胶料均匀混合3min,除泡1min,制备未固化铁磁复合物。

[0050] 在未固化铁磁复合物中加入9.09wt%的含铂固化剂,搅拌均匀后进行固化,以上操作在30min内完成,在42 $^{\circ}$ C环境下固化20h获得固化铁磁复合物。固化铁磁复合物中的磁颗粒在大功率电源(7000V以上)供能的直径180mm的脉冲励磁线圈产生的脉冲磁场(约3.0T)中被均匀磁化。

[0051] 实施例4

[0052] 首先通过使用行星式混合机将两种有机硅基材料Ecoflex 00-30(Smooth-on Inc)与PDMS树脂(Sylgard 184,道康宁(Dow Corning))以10:1的体积比均匀混合,制备未固化基质复合胶料,以1500rpm的转速持续4.5min,除泡1min。对于Ecoflex 00-30组分,A部分和B部分的体积比为1:1。

[0053] 通过振动混合器在10速齿轮上将体积分数为35%、平均粒径为5 μ m的NdFeB微粒与未固化基质复合胶料均匀混合6.5min,除泡1min,制备未固化铁磁复合物。

[0054] 在未固化铁磁复合物中加入10.1wt%的含铂固化剂,搅拌均匀后进行固化,以上操作在30min内完成,在45 $^{\circ}$ C环境下固化24h获得固化铁磁复合物。固化铁磁复合物中的磁

颗粒在大功率电源(7000V以上)供能的直径180mm的脉冲励磁线圈产生的脉冲磁场(约3.0T)中被均匀磁化。

[0055] 本申请的人工膀胱铁磁复合物可用于制造柔性磁响应膀胱泵,通过有机硅胶、聚二甲基硅氧烷树脂、磁颗粒组成,能起到人造逼尿肌的作用,使柔性磁响应膀胱泵进行接触式挤压排空膀胱;将磁颗粒均匀磁化后,再将该人工膀胱铁磁复合物排列进一个与充盈膀胱共形的硅树脂框架中可形成柔性磁响应膀胱泵,再将柔性磁响应膀胱泵整体套装在残疾膀胱上,每一个磁颗粒都被均匀地磁化,使其在永磁体产生的梯度磁场下挤压充盈的柔性磁响应膀胱泵,以对抗括约肌的阻力,继而重建残疾膀胱的排尿功能。

[0056] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

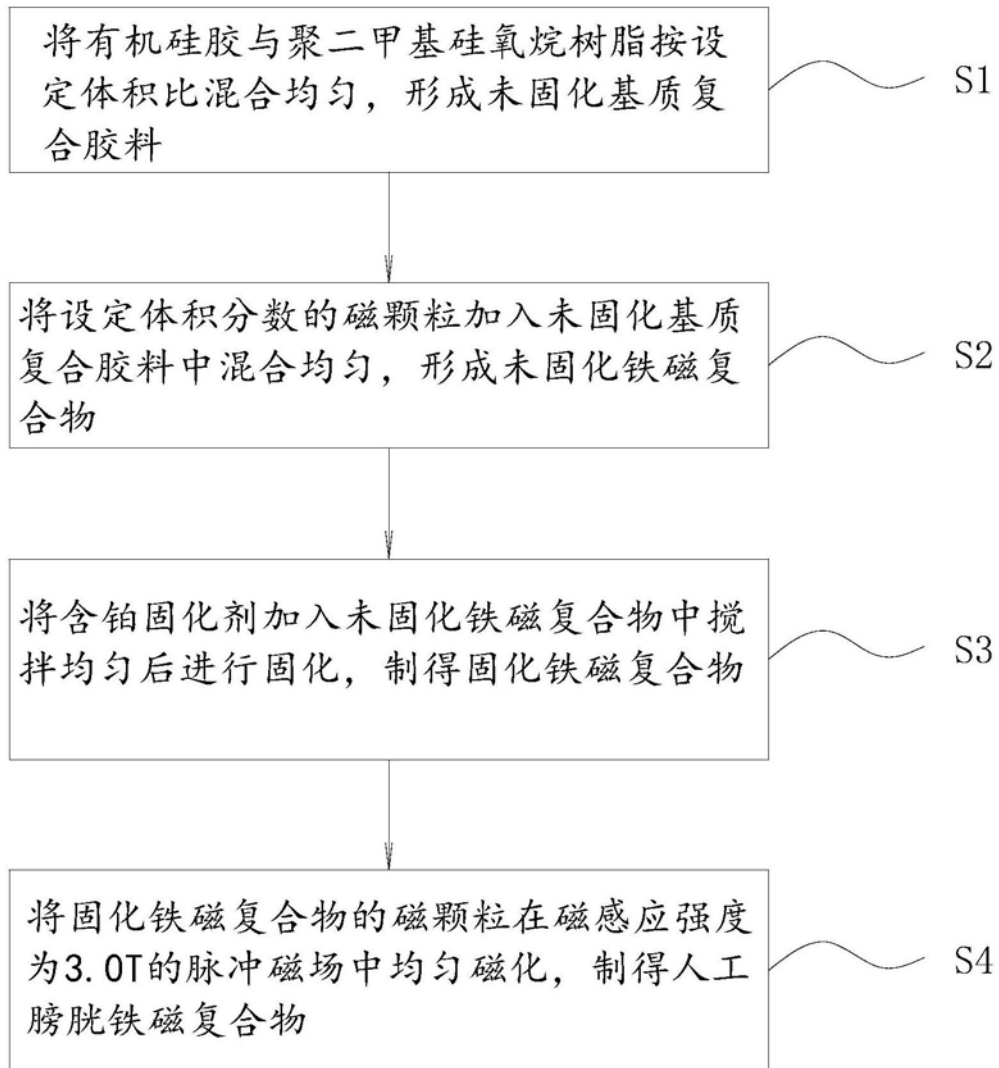


图1