



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108542486 A

(43)申请公布日 2018.09.18

(21)申请号 201810381025.9

(22)申请日 2018.04.25

(71)申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

(72)发明人 冷劲松 李策 张风华 刘彦菊
夏宇良

(74)专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事
务所 23109

代理人 侯静

(51)Int.Cl.

A61B 17/80(2006.01)

A61L 31/12(2006.01)

A61L 31/14(2006.01)

B33Y 80/00(2015.01)

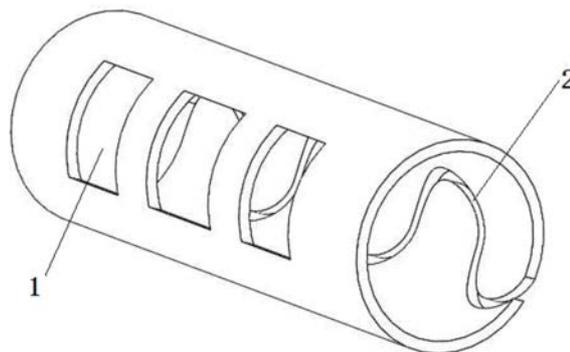
权利要求书1页 说明书10页 附图1页

(54)发明名称

一种生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器及其4D打印制备方法和驱动方法

(57)摘要

一种生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器及其4D打印制备方法和驱动方法,涉及一种环抱接骨器及制备方法和驱动方法。目的是解决环抱接骨器与人体生物相容性差,生物可降解性差,无法匹配每个病人的骨骼和骨骼处骨折情况的问题。接骨器为圆筒形,圆筒的侧壁轴向设置有S形接口,S形接口相对的圆筒的侧壁上设置有数个长方形通孔;制备方法:制备固体原料,固体原料切粒,获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型,利用3D打印机进行打印。本发明接骨器具有形状记忆功能,适合于不同病人个体,降解后的残余低,制备出的聚合物环抱接骨器能够可控变形,是一种4D打印器件。本发明适用于制备环抱接骨器。



1. 一种生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器,其特征在于:该生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器为圆筒形,圆筒的侧壁轴向设置有S形接口(2),S形接口(2)相对的圆筒的侧壁上设置有数个长方形通孔(1)。

2. 如权利要求1所述的生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法,其特征在于:生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法按以下步骤进行:

一、按重量份数称取80~85份的形状记忆聚合物、14~19份的纳米铁和1~5份的颗粒增强材料做为原料,将原料溶解于溶剂中,超声分散处理,待将原料中溶剂挥发完全后,得到固体原料;

所述溶剂为二氯甲烷;

二、将固体原料切粒得到固体原料颗粒,然后通过双螺杆挤出机将固体原料颗粒制备成4D打印线;所述的固体原料颗粒的粒径为2~4mm;

三、获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型,将骨骼的三维模型输入到3D打印机的打印系统中,生成运动轨迹代码,然后利用3D打印机进行生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的打印。

3. 根据权利要求2所述的生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法,其特征在于:步骤一所述的超声分散处理时,超声功率为2~4kw,超声时间为3~5h。

4. 根据权利要求2或3所述的生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法,其特征在于:步骤一所述原料与溶剂的质量比为1:(9~11)。

5. 根据权利要求4所述的生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法,其特征在于:步骤一所述的形状记忆聚合物为形状记忆聚乳酸、形状记忆聚己内酯、形状记忆聚氨酯或形状记忆聚碳酸酯。

6. 根据权利要求2、3或5所述的生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法,其特征在于:步骤一所述的纳米铁为纳米四氧化三铁或纳米 γ -三氧化二铁。

7. 根据权利要求6所述的生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法,其特征在于:步骤一所述的颗粒增强材料为碳酸钙颗粒,粒径为35~45nm。

8. 根据权利要求7所述的生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法,其特征在于:步骤三所述获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型的方法为:采用CT扫描骨折处的骨骼,获得扫面图像数据,将扫面图像数据导入Mimics软件,建立骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型。

9. 如权利要求1所述的生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器在环抱固定骨折病人的骨折处的驱动方法,其特征在于,该驱动方法具体按以下步骤进行:

将生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器加热软化至S形接口(2)张开,然后降温至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状固定;向生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器注入生理盐水或施加低频射频交变磁场至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的S形接口(2)闭合及生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状回复;即完成。

10. 根据权利要求9所述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器在环抱固定骨折病人的骨折处的驱动方法,其特征在于,所述低频射频交变磁场的频率为25~35kHz。

一种生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器及其4D打印制备方法和驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种环抱接骨器及其4D打印制备方法和驱动方法。

背景技术

[0002] 环抱接骨器广泛应用于骨折手术当中,是一种很好的固定碎骨并协助人体自愈合的医疗器械。传统的环抱接骨器由形状记忆合金制成,但形状记忆合金作为金属材料,存在与人体生物相容性差,生物可降解性差,术后需要二次取出等问题。并且传统的形状记忆合金制品,生产上需要使用模具,制作方法比较复杂;而且无法匹配每个病人的骨骼和骨骼处骨折情况。

发明内容

[0003] 本发明为了解决现有形状记忆合金材质的环抱接骨器与人体生物相容性差,生物可降解性差,术后需要二次取出,现有环抱接骨器无法匹配每个病人的骨骼和骨骼处骨折情况的问题,提出一种生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器及其4D打印制备方法和驱动方法。

[0004] 本发明生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器为圆筒形,圆筒的侧壁轴向设置有S形接口,S形接口相对的圆筒的侧壁上设置有数个长方形通孔;

[0005] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法按以下步骤进行:

[0006] 一、按重量份数称取80~85份的形状记忆聚合物、14~19份的纳米铁和1~5份的颗粒增强材料做为原料,将原料溶解于溶剂中,超声分散处理,待将原料中溶剂挥发完全后,得到固体原料;

[0007] 所述的超声分散处理时,超声功率为2~4kw,超声时间为3~5h;所述原料与溶剂的质量比为1:(9~11);

[0008] 所述溶剂为二氯甲烷;

[0009] 所述的形状记忆聚合物为形状记忆聚乳酸、形状记忆聚己内酯、形状记忆聚氨酯或形状记忆聚碳酸酯;

[0010] 所述的纳米铁为纳米四氧化三铁或纳米 γ -三氧化二铁;

[0011] 所述的颗粒增强材料为碳酸钙颗粒,粒径为35~45nm;颗粒增强材料用于增强环抱接骨器的硬度,使环抱接骨器更为耐用;

[0012] 二、将固体原料切粒得到固体原料颗粒,然后通过双螺杆挤出机将固体原料颗粒制备成直径为1.75mm的4D打印线;所述的固体原料颗粒的粒径为2~4mm;

[0013] 三、获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型,将骨骼的三维模型输入到3D打印机的打印系统中,生成运动轨迹代码,然后利用3D打印机进行生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的打印;

[0014] 所述获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型的方法为:采用CT扫描骨折处的骨

骼,获得扫描图像数据,将扫描图像数据导入Mimics软件,建立骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型;

[0015] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的驱动方法按以下步骤进行:

[0016] 将生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器加热软化至S形接口张开,然后降温至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状固定;向生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器注入生理盐水或施加低频射频交变磁场至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的S形接口闭合及生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状回复;即完成;

[0017] 所述低频射频交变磁场的频率为25~35kHz。

[0018] 本发明原理及有益效果为:

[0019] 1、本发明生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器应用过程中,加热软化后使环抱接骨器的S形接口张开,然后降温至环抱接骨器形状固定后赋予环抱接骨器临时形状,便于安装,最后在生理盐水或低频射频交变磁场的驱动下环抱接骨器形状回复,牢固环抱并贴合于骨折处;因此本发明制备出的聚合物环抱接骨器能够可控变形,是一种4D打印器件。

[0020] 2、本发明生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的侧壁轴向设置的S形接口使得闭合更紧凑,有利于骨折处的生长,环抱接骨器的侧壁上设置的数个长方形通孔使得环抱接骨器使用时能够更准确的确定安放的位置和角度,同时数个长方形通孔可以减轻接骨器的整体重量,降低患者不适感;

[0021] 3、本发明利用4D打印技术制备环抱接骨器,可以根据不同的人体情况和骨折情况进行个性化的定制,制备方法简单,针对性强,解决了现有技术制备的环抱接骨器无法匹配每个病人的骨骼和骨骼处骨折情况的问题;

[0022] 4、本发明环抱接骨器能够牢固环抱碎骨,医用性能优秀,与人体生物相容性好,手术中使用操作简便,且由于使用了可生物降解的聚合物材料,能够在骨折愈合后一段时间内自行降解,降解后产物能够随人体正常新陈代谢吸收和排出,不需要二次手术进行取出,减少了病患的痛苦。其中,本发明环抱接骨器降解开始时间为使用后的第4~6个月,使用后14~16个月后能够完成降解,降解后的残余为5%~20%。

附图说明

[0023] 图1为实施例1中环抱接骨器S形接口闭合状态的结构示意图;

[0024] 图2为实施例1中环抱接骨器S形接口张开状态的结构示意图。

具体实施方式:

[0025] 本发明技术方案不局限于以下所列举具体实施方式,还包括各具体实施方式间的任意合理组合。

[0026] 具体实施方式一:结合图1和图2说明本实施方式,本实施方式生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器为圆筒形,圆筒的侧壁轴向设置有S形接口2,S形接口2相对的圆筒的侧壁上设置有数个长方形通孔1。

[0027] 本实施方式原理及有益效果为:

[0028] 1、本实施方式生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器应用过程中,加热软化后使环抱接骨器的S形接口2张开,然后降温至环抱接骨器形状固定后赋予环抱接骨器临时形

状,便于安装,最后在生理盐水或低频射频交变磁场的驱动下环抱接骨器形状回复,牢固环抱并贴合于骨折处;

[0029] 2、本实施方式生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的侧壁轴向设置的S形接口2使得闭合更紧凑,有利于骨折处的生长,环抱接骨器的侧壁上设置的数个长方形通孔1使得环抱接骨器使用时能够更准确的确定安放的位置和角度,同时数个长方形通孔1可以减轻接骨器的整体重量,降低患者不适感;

[0030] 3、本实施方式环抱接骨器能够牢固环抱碎骨,医用性能优秀,与人体生物相容性好,手术中使用操作简便,且由于使用了可生物降解的聚合物材料,能够在骨折愈合后一段时间内自行降解,降解后产物能够随人体正常新陈代谢吸收和排出,不需要二次手术进行取出,减少了病患的痛苦。其中,本发明环抱接骨器降解开始时间为使用后的第4~6个月,使用后14~16个月后能够完成降解,降解后的残余为5%~20%;

[0031] 具体实施方式二:本实施方式生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法按以下步骤进行:

[0032] 一、按重量份数称取80~85份的形状记忆聚合物、14~19份的纳米铁和1~5份的颗粒增强材料做为原料,将原料溶解于溶剂中,超声分散处理,待将原料中溶剂挥发完全后,得到固体原料;

[0033] 所述溶剂为二氯甲烷。

[0034] 二、将固体原料切粒得到固体原料颗粒,然后通过双螺杆挤出机将固体原料颗粒制备成直径为1.75mm的4D打印线;所述的固体原料颗粒的粒径为2~4mm;

[0035] 三、获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型,将骨骼的三维模型输入到3D打印机的打印系统中,生成运动轨迹代码,然后利用3D打印机进行生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的打印。

[0036] 本实施方式有益效果为:

[0037] 1、本实施方式制备的生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器应用过程中,加热软化后使环抱接骨器的S形接口2张开,然后降温至环抱接骨器形状固定后赋予环抱接骨器临时形状,便于安装,最后在生理盐水或低频射频交变磁场的驱动下环抱接骨器形状回复,牢固环抱并贴合于骨折处;因此本发明制备出的聚合物环抱接骨器能够可控变形,是一种4D打印器件;

[0038] 2、本实施方式制备的生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的侧壁轴向设置的S形接口2使得闭合更紧凑,有利于骨折处的生长,环抱接骨器的侧壁上设置的数个长方形通孔1使得环抱接骨器使用时能够更准确的确定安放的位置和角度,同时数个长方形通孔1可以减轻接骨器的整体重量,降低患者不适感;

[0039] 3、本实施方式利用4D打印技术机制备环抱接骨器,可以根据不同的人体情况和骨折情况进行个性化的定制,制备方法简单,针对性强,解决了现有技术制备的环抱接骨器无法匹配每个病人的骨骼和骨骼处骨折情况的问题;

[0040] 4、本实施方式制备的环抱接骨器能够牢固环抱碎骨,医用性能优秀,与人体生物相容性好,手术中使用操作简便,且由于使用了可生物降解的聚合物材料,能够在骨折愈合后一段时间内自行降解,降解后产物能够随人体正常新陈代谢吸收和排出,不需要二次手术进行取出,减少了病患的痛苦。其中,本发明环抱接骨器降解开始时间为使用后的第4~6

个月,使用后14~16个月后能够完成降解,降解后的残余为5%~20%。

[0041] 具体实施方式三:本实施方式与具体实施方式二不同的是:步骤一所述的超声分散处理时,超声功率为2~4kw,超声时间为3~5h。其他步骤和参数与具体实施方式二相同。

[0042] 具体实施方式四:本实施方式与具体实施方式二或三不同的是:步骤一所述原料与溶剂的质量比为1:(9~11)。其他步骤和参数与具体实施方式二或三之一相同。

[0043] 具体实施方式五:本实施方式与具体实施方式二至四之一不同的是:步骤一所述的形状记忆聚合物为形状记忆聚乳酸、形状记忆聚己内酯、形状记忆聚氨酯或形状记忆聚碳酸酯。其他步骤和参数与具体实施方式二至四之一相同。

[0044] 具体实施方式六:本实施方式与具体实施方式二至五之一不同的是:步骤一所述的纳米铁为纳米三氧化二铁或纳米 γ -三氧化二铁。其他步骤和参数与具体实施方式二至五之一相同。

[0045] 具体实施方式七:本实施方式与具体实施方式二至六之一不同的是:步骤一所述的颗粒增强材料为碳酸钙颗粒,粒径为35~45nm。其他步骤和参数与具体实施方式二至六之一相同。

[0046] 具体实施方式八:本实施方式与具体实施方式二至七之一不同的是:步骤三所述获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型的方法为:采用CT扫描骨折处的骨骼,获得扫面图像数据,将扫面图像数据导入Mimics软件,建立骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型。其他步骤和参数与具体实施方式二至七之一相同。

[0047] 具体实施方式九:本实施方式生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的驱动方法按以下步骤进行:

[0048] 将生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器加热软化至S形接口2张开,然后降温至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状固定;向生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器注入生理盐水或施加低频射频交变磁场至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的S形接口2闭合及生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状回复;即完成。

[0049] 具体实施方式十:本实施方式与具体实施方式九不同的是:所述低频射频交变磁场的频率为25~35kHz。其他步骤和参数与具体实施方式九相同。

[0050] 采用以下实施例验证本发明的有益效果:

[0051] 实施例1:

[0052] 本实施例生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器为圆筒形,圆筒的侧壁轴向设置有S形接口2,S形接口2相对的圆筒的侧壁上设置有3个长方形通孔1;

[0053] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法按以下步骤进行:

[0054] 一、按重量份数称取80份的形状记忆聚合物、15份的纳米铁和5份的颗粒增强材料做为原料,将原料溶解于溶剂中,超声分散处理,待将原料中溶剂挥发完全后,得到固体原料;

[0055] 所述的超声分散处理时,超声功率为3kw,超声时间为4h;所述原料与溶剂的质量比为1:10;

[0056] 所述溶剂为二氯甲烷;

[0057] 所述的形状记忆聚合物为形状记忆聚乳酸;

[0058] 所述的纳米铁为纳米三氧化二铁;

[0059] 所述的颗粒增强材料为碳酸钙颗粒,粒径为40nm;颗粒增强材料用于增强环抱接骨器的硬度,使环抱接骨器更为耐用;

[0060] 二、将固体原料切粒得到固体原料颗粒,然后通过双螺杆挤出机将固体原料颗粒制备成直径为1.75mm的4D打印线;所述的固体原料颗粒的粒径为3mm;

[0061] 三、获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型,将骨骼的三维模型输入到3D打印机的打印系统中,生成运动轨迹代码,然后利用3D打印机进行生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的打印;

[0062] 所述获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型的方法为:采用CT扫描骨折处的骨骼,获得扫描图像数据,将扫描图像数据导入Mimics软件,建立骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型;

[0063] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的驱动方法按以下步骤进行:

[0064] 将生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器加热软化至S形接口2张开,然后降温至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状固定;向生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器施加低频射频交变磁场至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的S形接口2闭合及生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状回复;即完成;所述低频射频交变磁场的频率为30kHz。

[0065] 图1为实施例1中环抱接骨器S形接口闭合状态的结构示意图;图2为实施例1中环抱接骨器S形接口张开状态的结构示意图;

[0066] 本实施例中所制备的环抱接骨器在病人骨折愈合后,第五个月开始降解,至第十五个月,降解后的残余为15%。

[0067] 实施例2:

[0068] 本实施例生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器为圆筒形,圆筒的侧壁轴向设置有S形接口2,S形接口2相对的圆筒的侧壁上设置有3个长方形通孔1;

[0069] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法按以下步骤进行:

[0070] 一、按重量份数称取80份的形状记忆聚合物、18份的纳米铁和2份的颗粒增强材料做为原料,将原料溶解于溶剂中,超声分散处理,待将原料中溶剂挥发完全后,得到固体原料;

[0071] 所述的超声分散处理时,超声功率为3kw,超声时间为4h;所述原料与溶剂的质量比为1:10;

[0072] 所述溶剂为二氯甲烷;

[0073] 所述的形状记忆聚合物为形状记忆聚己内酯;

[0074] 所述的纳米铁为纳米 γ -三氧化二铁;

[0075] 所述的颗粒增强材料为碳酸钙颗粒,粒径为40nm;颗粒增强材料用于增强环抱接骨器的硬度,使环抱接骨器更为耐用;

[0076] 二、将固体原料切粒得到固体原料颗粒,然后通过双螺杆挤出机将固体原料颗粒制备成直径为1.75mm的4D打印线;所述的固体原料颗粒的粒径为3mm;

[0077] 三、获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型,将骨骼的三维模型输入到3D打印机的打印系统中,生成运动轨迹代码,然后利用3D打印机进行生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的打印;

[0078] 所述获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型的方法为:采用CT扫描骨折处的骨骼,获得扫面图像数据,将扫面图像数据导入Mimics软件,建立骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型;

[0079] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的驱动方法按以下步骤进行:

[0080] 将生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器加热软化至S形接口2张开,然后降温至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状固定;向生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器注入生理盐水至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的S形接口2闭合及生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状回复;即完成;

[0081] 本实施例中所制备的环抱接骨器在病人骨折愈合后,第五个月开始降解,至第十五个月,降解后的残余为5%。

[0082] 实施例3:

[0083] 本实施例生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器为圆筒形,圆筒的侧壁轴向设置有S形接口2,S形接口2相对的圆筒的侧壁上设置有3个长方形通孔1;

[0084] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法按以下步骤进行:

[0085] 一、按重量份数称取80份的形状记忆聚合物、15份的纳米铁和5份的颗粒增强材料做为原料,将原料溶解于溶剂中,超声分散处理,待将原料中溶剂挥发完全后,得到固体原料;

[0086] 所述的超声分散处理时,超声功率为3kw,超声时间为4h;所述原料与溶剂的质量比为1:10;

[0087] 所述溶剂为二氯甲烷;

[0088] 所述的形状记忆聚合物为形状记忆聚氨酯;

[0089] 所述的纳米铁为纳米 γ -三氧化二铁;

[0090] 所述的颗粒增强材料为碳酸钙颗粒,粒径为40nm;颗粒增强材料用于增强环抱接骨器的硬度,使环抱接骨器更为耐用;

[0091] 二、将固体原料切粒得到固体原料颗粒,然后通过双螺杆挤出机将固体原料颗粒制备成直径为1.75mm的4D打印线;所述的固体原料颗粒的粒径为3mm;

[0092] 三、获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型,将骨骼的三维模型输入到3D打印机的打印系统中,生成运动轨迹代码,然后利用3D打印机进行生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的打印;

[0093] 所述获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型的方法为:采用CT扫描骨折处的骨骼,获得扫面图像数据,将扫面图像数据导入Mimics软件,建立骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型;

[0094] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的驱动方法按以下步骤进行:

[0095] 将生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器加热软化至S形接口2张开,然后降温至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状固定;向生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器施加低频射频交变磁场至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的S形接口2闭合及生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状回复;即完成;所述低频射频交变磁场的频率为30kHz。

[0096] 本实施例中所制备的环抱接骨器在病人骨折愈合后,第6个月开始降解,至第十五

个月,降解后的残余为20%。

[0097] 实施例4:

[0098] 本实施例生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器为圆筒形,圆筒的侧壁轴向设置有S形接口2,S形接口2相对的圆筒的侧壁上设置有3个长方形通孔1;

[0099] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法按以下步骤进行:

[0100] 一、按重量份数称取90份的形状记忆聚合物、5份的纳米铁和5份的颗粒增强材料做为原料,将原料溶解于溶剂中,超声分散处理,待将原料中溶剂挥发完全后,得到固体原料;

[0101] 所述的超声分散处理时,超声功率为3kw,超声时间为4h;所述原料与溶剂的质量比为1:10;

[0102] 所述溶剂为二氯甲烷;

[0103] 所述的形状记忆聚合物为形状记忆聚碳酸酯;

[0104] 所述的纳米铁为纳米四氧化三铁;

[0105] 所述的颗粒增强材料为碳酸钙颗粒,粒径为40nm;颗粒增强材料用于增强环抱接骨器的硬度,使环抱接骨器更为耐用;

[0106] 二、将固体原料切粒得到固体原料颗粒,然后通过双螺杆挤出机将固体原料颗粒制备成直径为1.75mm的4D打印线;所述的固体原料颗粒的粒径为3mm;

[0107] 三、获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型,将骨骼的三维模型输入到3D打印机的打印系统中,生成运动轨迹代码,然后利用3D打印机进行生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的打印;

[0108] 所述获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型的方法为:采用CT扫描骨折处的骨骼,获得扫描图像数据,将扫描图像数据导入Mimics软件,建立骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型;

[0109] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的驱动方法按以下步骤进行:

[0110] 将生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器加热软化至S形接口2张开,然后降温至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状固定;向生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器施加低频射频交变磁场至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的S形接口2闭合及生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状回复;即完成;

[0111] 所述低频射频交变磁场的频率为30kHz。

[0112] 本实施例中所制备的环抱接骨器在病人骨折愈合后,第四个月开始降解,至第十四个月,降解后的残余为10%。

[0113] 实施例5:

[0114] 本实施例生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器为圆筒形,圆筒的侧壁轴向设置有S形接口2,S形接口2相对的圆筒的侧壁上设置有3个长方形通孔1;

[0115] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法按以下步骤进行:

[0116] 一、按重量份数称取80份的形状记忆聚合物、18份的纳米铁和2份的颗粒增强材料做为原料,将原料溶解于溶剂中,超声分散处理,待将原料中溶剂挥发完全后,得到固体原料;

[0117] 所述的超声分散处理时,超声功率为3kw,超声时间为4h;所述原料与溶剂的质量

比为1:10;

[0118] 所述溶剂为二氯甲烷;

[0119] 所述的形状记忆聚合物为形状记忆聚乳酸;

[0120] 所述的纳米铁为纳米 γ -三氧化二铁;

[0121] 所述的颗粒增强材料为碳酸钙颗粒,粒径为40nm;颗粒增强材料用于增强环抱接骨器的硬度,使环抱接骨器更为耐用;

[0122] 二、将固体原料切粒得到固体原料颗粒,然后通过双螺杆挤出机将固体原料颗粒制备成直径为1.75mm的4D打印线;所述的固体原料颗粒的粒径为3mm;

[0123] 三、获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型,将骨骼的三维模型输入到3D打印机的打印系统中,生成运动轨迹代码,然后利用3D打印机进行生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的打印;

[0124] 所述获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型的方法为:采用CT扫描骨折处的骨骼,获得扫描图像数据,将扫描图像数据导入Mimics软件,建立骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型;

[0125] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的驱动方法按以下步骤进行:

[0126] 将生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器加热软化至S形接口2张开,然后降温至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状固定;向生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器注入生理盐水至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的S形接口2闭合及生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状回复;即完成;

[0127] 本实施例中所制备的环抱接骨器在病人骨折愈合后,第五个月开始降解,至第十五个月,降解后的残余为5%。

[0128] 实施例6:

[0129] 本实施例生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器为圆筒形,圆筒的侧壁轴向设置有S形接口2,S形接口2相对的圆筒的侧壁上设置有3个长方形通孔1;

[0130] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法按以下步骤进行:

[0131] 一、按重量份数称取80份的形状记忆聚合物、10份的纳米铁和5份的颗粒增强材料做为原料,将原料溶解于溶剂中,超声分散处理,待将原料中溶剂挥发完全后,得到固体原料;

[0132] 所述的超声分散处理时,超声功率为3kw,超声时间为4h;所述原料与溶剂的质量比为1:10;

[0133] 所述溶剂为二氯甲烷;

[0134] 所述的形状记忆聚合物为形状记忆聚己内酯;

[0135] 所述的纳米铁为纳米四氧化三铁;

[0136] 所述的颗粒增强材料为碳酸钙颗粒,粒径为40nm;颗粒增强材料用于增强环抱接骨器的硬度,使环抱接骨器更为耐用;

[0137] 二、将固体原料切粒得到固体原料颗粒,然后通过双螺杆挤出机将固体原料颗粒制备成直径为1.75mm的4D打印线;所述的固体原料颗粒的粒径为3mm;

[0138] 三、获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型,将骨骼的三维模型输入到3D打印机的打印系统中,生成运动轨迹代码,然后利用3D打印机进行生物可降解形状记忆聚合物

环抱接骨器的打印；

[0139] 所述获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型的方法为：采用CT扫描骨折处的骨骼，获得扫描图像数据，将扫描图像数据导入Mimics软件，建立骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型；

[0140] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的驱动方法按以下步骤进行：

[0141] 将生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器加热软化至S形接口2张开，然后降温至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状固定；向生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器施加低频射频交变磁场至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的S形接口2闭合及生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状回复；即完成；所述低频射频交变磁场的频率为30kHz。

[0142] 图1为实施例1中环抱接骨器S形接口闭合状态的结构示意图；图2为实施例1中环抱接骨器S形接口张开状态的结构示意图；

[0143] 本实施例中所制备的环抱接骨器在病人骨折愈合后，第五个月开始降解，至第十五个月，降解后的残余为15%。

[0144] 实施例7：

[0145] 本实施例生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器为圆筒形，圆筒的侧壁轴向设置有S形接口2，S形接口2相对的圆筒的侧壁上设置有3个长方形通孔1；

[0146] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法按以下步骤进行：

[0147] 一、按重量份数称取80份的形状记忆聚合物、18份的纳米铁和2份的颗粒增强材料做为原料，将原料溶解于溶剂中，超声分散处理，待将原料中溶剂挥发完全后，得到固体原料；

[0148] 所述的超声分散处理时，超声功率为3kw，超声时间为4h；所述原料与溶剂的质量比为1:10；

[0149] 所述溶剂为二氯甲烷；

[0150] 所述的形状记忆聚合物为形状记忆聚氨酯；

[0151] 所述的纳米铁为纳米四氧化三铁；

[0152] 所述的颗粒增强材料为碳酸钙颗粒，粒径为40nm；颗粒增强材料用于增强环抱接骨器的硬度，使环抱接骨器更为耐用；

[0153] 二、将固体原料切粒得到固体原料颗粒，然后通过双螺杆挤出机将固体原料颗粒制备成直径为1.75mm的4D打印线；所述的固体原料颗粒的粒径为3mm；

[0154] 三、获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型，将骨骼的三维模型输入到3D打印机的打印系统中，生成运动轨迹代码，然后利用3D打印机进行生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的打印；

[0155] 所述获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型的方法为：采用CT扫描骨折处的骨骼，获得扫描图像数据，将扫描图像数据导入Mimics软件，建立骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型；

[0156] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的驱动方法按以下步骤进行：

[0157] 将生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器加热软化至S形接口2张开，然后降温至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状固定；向生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨

器施加低频射频交变磁场至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的S形接口2闭合及生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状回复;即完成;

[0158] 所述低频射频交变磁场的频率为30kHz。

[0159] 图1为实施例1中环抱接骨器S形接口闭合状态的结构示意图;图2为实施例1中环抱接骨器S形接口张开状态的结构示意图;

[0160] 本实施例中所制备的环抱接骨器在病人骨折愈合后,第五个月开始降解,至第十五个月,降解后的残余为15%。

[0161] 实施例8:

[0162] 本实施例生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器为圆筒形,圆筒的侧壁轴向设置有S形接口2,S形接口2相对的圆筒的侧壁上设置有3个长方形通孔1;

[0163] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的4D打印制备方法按以下步骤进行:

[0164] 一、按重量份数称取85份的形状记忆聚合物、14份的纳米铁和1份的颗粒增强材料做为原料,将原料溶解于溶剂中,超声分散处理,待将原料中溶剂挥发完全后,得到固体原料;

[0165] 所述的超声分散处理时,超声功率为3kw,超声时间为4h;所述原料与溶剂的质量比为1:10;

[0166] 所述溶剂为二氯甲烷;

[0167] 所述的形状记忆聚合物为形状记忆聚碳酸酯;

[0168] 所述的纳米铁为纳米 γ -三氧化二铁;

[0169] 所述的颗粒增强材料为碳酸钙颗粒,粒径为40nm;颗粒增强材料用于增强环抱接骨器的硬度,使环抱接骨器更为耐用;

[0170] 二、将固体原料切粒得到固体原料颗粒,然后通过双螺杆挤出机将固体原料颗粒制备成直径为1.75mm的4D打印线;所述的固体原料颗粒的粒径为3mm;

[0171] 三、获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型,将骨骼的三维模型输入到3D打印机的打印系统中,生成运动轨迹代码,然后利用3D打印机进行生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的打印;

[0172] 所述获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型的方法为:采用CT扫描骨折处的骨骼,获得扫描图像数据,将扫描图像数据导入Mimics软件,建立骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型;

[0173] 上述生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的驱动方法按以下步骤进行:

[0174] 将生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器加热软化至S形接口2张开,然后降温至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状固定;向生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器注入37℃的生理盐水至生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器的S形接口2闭合及生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器形状回复;即完成;

[0175] 本实施例中所制备的环抱接骨器在病人骨折愈合后,第四个月开始降解,至第十四个月,降解后的残余为5%。

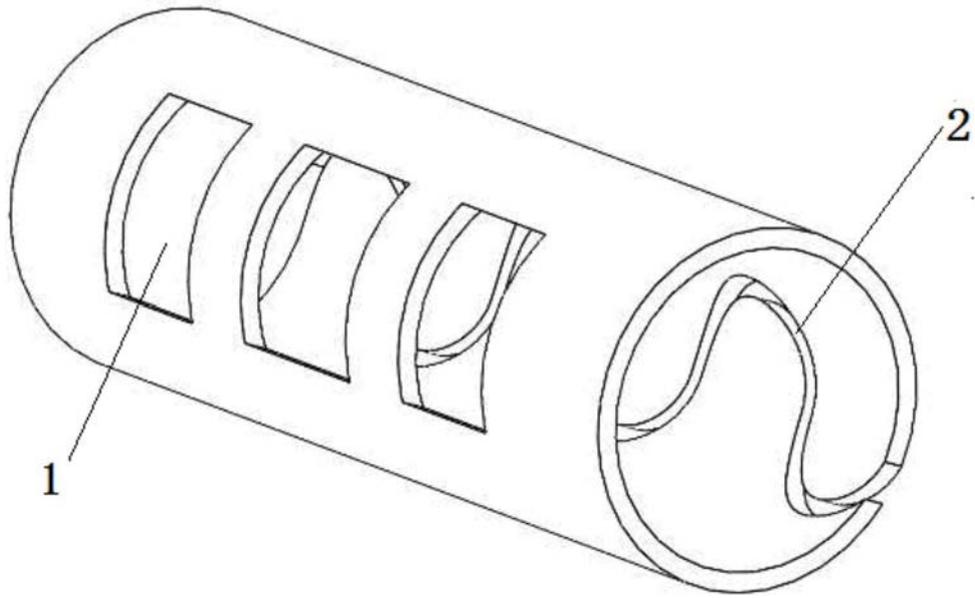


图1

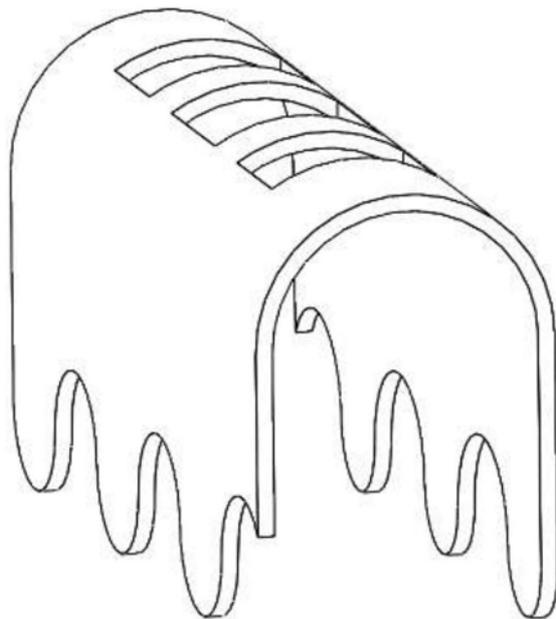


图2

专利名称(译)	一种生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器及其4D打印制备方法和驱动方法		
公开(公告)号	CN108542486A	公开(公告)日	2018-09-18
申请号	CN201810381025.9	申请日	2018-04-25
[标]申请(专利权)人(译)	哈尔滨工业大学		
申请(专利权)人(译)	哈尔滨工业大学		
当前申请(专利权)人(译)	哈尔滨工业大学		
[标]发明人	冷劲松 李策 张风华 刘彦菊 夏宇良		
发明人	冷劲松 李策 张风华 刘彦菊 夏宇良		
IPC分类号	A61B17/80 A61L31/12 A61L31/14 B33Y80/00		
CPC分类号	A61B17/80 A61L31/126 A61L31/148 B33Y80/00		
代理人(译)	侯静		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种生物可降解形状记忆聚合物环抱接骨器及其4D打印制备方法和驱动方法，涉及一种环抱接骨器及制备方法和驱动方法。目的是解决环抱接骨器与人体生物相容性差，生物可降解性差，无法匹配每个病人的骨骼和骨骼处骨折情况的问题。接骨器为圆筒形，圆筒的侧壁轴向设置有S形接口，S形接口相对的圆筒的侧壁上设置有数个长方形通孔；制备方法：制备固体原料，固体原料切粒，获取骨折病人的骨折处的骨骼的三维模型，利用3D打印机进行打印。本发明接骨器具有形状记忆功能，适合于不同病人个体，降解后的残余低，制备出的聚合物环抱接骨器能够可控变形，是一种4D打印器件。本发明适用于制备环抱接骨器。

