



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105817618 A

(43)申请公布日 2016.08.03

(21)申请号 201610182798.5

(22)申请日 2016.03.28

(71)申请人 佳木斯大学

地址 154007 黑龙江省佳木斯市学府路148
号佳木斯大学理学院

(72)发明人 张云龙 胡明 张瑞霞 李成海
廖平

(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 杨立超

(51)Int.Cl.

B22F 3/03(2006.01)

B22F 3/11(2006.01)

C22C 1/08(2006.01)

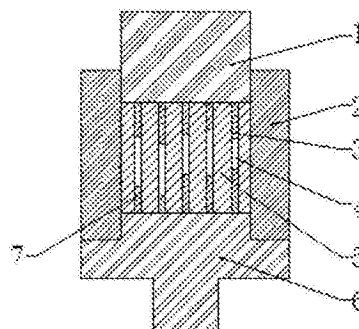
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔
材料烧结方法

(57)摘要

一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法,涉及材料制备方法,尤其涉及一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法。本发明要解决现有金属纤维多孔材料的制备方法,在制备不同气孔率的金属多孔材料时,要反复烧结多次,存在能源消耗大且浪费时间的问题。一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法以下步骤进行:一、将金属纤维先进行螺旋缠绕、折叠编织和冷压处理,得到n个直径与内套上通孔的直径相等的圆柱形多孔材料预制块;二、将步骤一得到的n个圆柱形多孔材料预制块,装入模具中;三、加压;四、烧结;五、降温,同时得到不同孔隙率的金属纤维多孔材料。本发明应用于金属纤维多孔材料的制备和生产领域。



1. 一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法,所述方法采用金属纤维多孔材料烧结模来实现,其主要包括外套(2)、上压头(1)、下压头(6)、内套(5)以及压柱块组合构件,外套(2)为具有一定壁厚的圆筒;上压头(1)是一个与外套(2)内径相匹配的圆柱体;下压头(6)为同轴的三段圆柱体构成,上圆柱的直径与外套(2)内径相匹配,中圆柱的直径与外套(2)外径相等,三段圆柱中下圆柱的直径最小;内套(5)为带有通孔的圆柱体,其外径与外套(2)的内径相匹配;压柱块组合构件包括上压柱块(3)和下压柱块(7)两组,每组压柱块均为圆柱体,上压柱块(3)、下压柱块(7)的个数与内套(5)上通孔的个数的相同,其直径与内套(5)上通孔的直径匹配,上压柱块(3)、下压柱块(7)的长度可因需要改变;

所述模具的材质为高强度石墨、连续编织碳纤维增强的氮化硅、碳化硅或氧化铝;

所述内套(5)上的通孔按中心对称分布,设计成5孔、9孔、17孔或33孔;

所述内套(5)上的通孔的轴线方向与内套(5)轴线方向的夹角成 $1\sim 2^\circ$;

所述外套(2)与下压头(6)在装配时,采用过盈配合方式;

所述外套(2)的壁厚为 $30\sim 40\text{mm}$,内套(5)上通孔的长度尺寸为 $10\sim 50\text{mm}$;

所述下压头(6)的下圆柱直径与加压台上卡槽的内径相匹配;

所述外套(2)的外径为 $170\sim 180\text{mm}$,外套(2)的内径为 $100\sim 110\text{mm}$;

所述内套(5)的高度为 $110\sim 120\text{mm}$,上压柱块(3)、下压柱块(7)的高度为 $5\sim 30\text{mm}$;

其特征在于所述方法是按以下步骤进行的:

步骤一、将金属纤维先进行螺旋缠绕处理后,再进行折叠编织冷压处理,最终 n 个得到直径与内套上通孔的直径相等的圆柱形多孔材料预制块(4);

步骤二、将步骤一得到的 n 个圆柱形多孔材料预制块(4),夹在上、下压柱块之间,竖直放置在内套(5)上的通孔内,所述上压柱块(3)、下压柱块(7)和多孔材料预制块(4)的总高度超出内套(5)高度的 $1/5\sim 1/3$;

步骤三、同时向金属纤维多孔材料烧结模具的上压头(1)、下压头(6)施加压力,压力范围: $0.1\sim 10\text{t}$;作用时间为 $0.5\sim 1.2\text{h}$;

步骤四、对多孔材料预制块施加压力后在气体保护下加热烧结 $0.5\sim 2\text{h}$;

步骤五、降到室温后,同时得到不同孔隙率的金属纤维多孔材料。

2. 如权利要求1所述的一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法,其特征在于步骤一中所述的金属纤维为铝纤维、不锈钢纤维、铁铬铝合金纤维、钛合金纤维、钼纤维或铜纤维, n 的取值范围: $2\leq n\leq 33$,冷压处理时压力范围: $0.1\sim 1\text{t}$ 。

3. 如权利要求1或2所述的一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法,其特征在于步骤二中所述上压柱块(3)、下压柱块(7)和内套(5)上通孔之间涂覆保护性涂料:氮化硼或二硅化钼。

4. 如权利要求3所述的一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法,其特征在于步骤三中所述加压时,下压头(6)位置固定,上压头(1)向下移动。

5. 如权利要求4所述的一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法,其特征在于步骤四中所述气体为氩气、氢气或氮气。

6. 如权利要求5所述的一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法,其特征在于步骤五中所述室温为 $20\sim 30^\circ\text{C}$ 。

一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法

技术领域

[0001] 本发明涉及材料制备方法,尤其涉及一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法。

背景技术

[0002] 多孔金属材料是近年来迅速发展起来的一种具有优异物理特性和力学性能的新型复合材料。根据其孔洞的形态,可以将多孔金属材料分为独立孔洞型的和连续孔洞型两大类。因多孔金属材料拥有比重小、刚度大、比表面积高、减震性好、消音降噪效果优良、电磁屏蔽性能高等特点。作为功能材料,目前主要应用于催化剂载体、高温液体过滤器、原子能、电化学、石油化工、冶金、医药、热交换器等领域。作为结构材料,主要应用于航空、机械、建筑等领域。

[0003] 制造金属多孔材料的方法主要包括金属堆积烧结法、添加造孔剂法、浆料发泡烧结法、模板法、熔模铸造法、燃烧合成法等。其中,金属堆积烧结法是将堆积的空心球(或粉末)进行高温烧结,通过高温扩散形成冶金结合制备多孔金属的方法。添加造孔剂技术是将造孔剂与金属粉按一定比例混合,再烧结前或烧结后通过加热(或溶解)等方法去除造孔剂,进而获得多孔结构。浆料发泡法是以金属粉末为原料,通过添加发泡剂等配成浆料,再加入模具中进行加热,由于添加剂和发泡剂的作用产生气体膨胀,经烧结后可获得多孔金属。模板法是指以海绵为模板,将金属浆料浸渍于模板中,待干燥后再加热除去模板,最后经高温烧结获得多孔金属。熔模铸造法是将高熔点液态材料充入海绵状泡沫塑料孔隙中固化,整体加热使塑料组分蒸发,进而获得海绵孔隙结构,再将液态金属浇入铸型中冷却和凝固,去除高熔点材料,最终获得多孔金属。燃烧合成法是利用化学反应自身释放的热量制备材料的新工艺。在上述方法中,通常所制备的材料多为独立型多孔材料,即为闭孔材料。孔隙率通常20%~50%,且孔隙分布难以精准控制。作为闭孔材料,其孔径分布、孔径尺寸等不可控因素将严重制约金属多孔材料在工程应用的广泛开展,如过滤材料、生物医学材料以及催化剂材料等领域。因此如何开展贯通性开孔材料变得更有意义。

[0004] 目前,贯通性开孔金属材料受到研究学者和制作商的急切关注,将是本世纪最具有研究意义和广泛应用前景的复合材料之一。作为贯通性多孔材料的主要制造方法包括有机泡沫浸渍法和金属纤维烧结法等。李众利等利用有机泡沫浸渍法制备了类松质骨结构的钛合金多孔材料。其中聚氨酯泡沫孔径为200~600 μm ,孔隙率50%~70%的三维连通多孔结构。利用钛粉为原材料,经过烧结后获得的多孔钛具有三维网络结构,孔隙率50%~60%,其弹性模量为0.6~0.7GPa。但该方法获得的存在着连通孔的闭塞率较高,整体强度不均匀等问题。而金属纤维烧结法则是利用金属纤维缠绕成型,冷压致密化处理,再进行高温烧结即可获得金属纤维多孔材料。此方法虽然获得了气孔率可控的多孔材料,但通常所使用的模具较为简单,如要制备出不同气孔率的金属多孔材料,则需要反复烧结多次。这样将造成材料制造成本明显增加,能源消耗大,而且费时费力。

发明内容

[0005] 本发明为解决现有金属纤维多孔材料的制备方法,在制备不同气孔率的金属多孔材料时,要反复烧结多次,存在能源消耗大且浪费时间的问题,而提出一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法。

[0006] 本发明方法采用金属纤维多孔材料烧结模具包括:外套2、上压头1、下压头6、内套5以及压柱块组合构件,外套2为具有一定壁厚的圆筒;上压头1是一个与外套2内径相匹配的圆柱体;下压头6为同轴的三段圆柱体构成,上圆柱的直径与外套2内径相匹配,中圆柱的直径与外套2外径相等,三段圆柱中下圆柱的直径最小;内套5为带有通孔的圆柱体,其外径与外套2的内径相匹配;压柱块组合构件包括上压柱块3和下压柱块7两组,每组压柱块均为圆柱体,上压柱块3、下压柱块7的个数与内套5上通孔的个数的相同,其直径与内套5上通孔的直径匹配,上压柱块3、下压柱块7的长度可因需要改变。

[0007] 所述模具的材质为高强度石墨、连续编织碳纤维增强的氮化硅、碳化硅或氧化铝;

[0008] 所述内套5上的通孔按中心对称分布,设计成5孔、9孔、17孔或33孔;

[0009] 所述内套5上的通孔的轴线方向与内套5轴线方向的夹角成 $1\sim 2^\circ$;

[0010] 所述外套2与下压头6在装配时,采用过盈配合方式;

[0011] 所述外套2的壁厚为 $30\sim 40\text{mm}$,内套5上通孔的长度尺寸为 $10\sim 50\text{mm}$;

[0012] 所述下压头6的下圆柱直径与加压台上卡槽的内径相匹配;

[0013] 所述外套2的外径为 $170\sim 180\text{mm}$,外套2的内径为 $100\sim 110\text{mm}$;

[0014] 所述内套5的高度为 $110\sim 120\text{mm}$,上压柱块3、下压柱块7的高度为 $5\sim 30\text{mm}$ 。

[0015] 一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法,按以下步骤进行:

[0016] 步骤一、将金属纤维先进行螺旋缠绕处理后,再进行折叠编织冷压处理,最终n个得到直径与内套5上通孔的直径相等的圆柱形多孔材料预制块4;

[0017] 步骤二、将步骤一得到的n个圆柱形多孔材料预制块4,夹在上压柱块3、下压柱块7之间,竖直放置在内套5上的通孔内,所述上压柱块3、下压柱块7和多孔材料预制块4的总高度超出内套5高度的 $1/5\sim 1/3$;

[0018] 步骤三、同时向金属纤维多孔材料烧结模具的上压头1、下压头6施加压力,压力范围: $0.1\sim 10\text{t}$;作用时间为 $0.5\sim 1.2\text{h}$;

[0019] 步骤四、对多孔材料预制块4施加压力后在气体保护下加热烧结 $0.5\sim 2\text{h}$;

[0020] 步骤五、降到室温后,同时得到不同孔隙率的金属纤维多孔材料。

[0021] 本发明包括以下有益效果:

[0022] 1、采用本发明所述方法在一次烧结过程中,可制备出不同孔隙率的金属多孔材料,既能节约时间,又能节省能源;

[0023] 2、采用本发明所述方法可制造大直径的金属纤维多孔材料;

[0024] 3、采用本发明所述方法制备出金属多孔材料,孔隙率可精确控制,孔隙率控制范围为 $30\sim 80\%$,通孔率可达到 100% 。

附图说明

[0025] 图1为本方法所使用的金属纤维多孔材料烧结用模具整体装配结构图;

[0026] 其中,1为上压头,2为外套,3为上压柱块,4为多孔材料预制件,5为内套,6为下压头,7为下压柱块。

[0027] 图2为内套的俯视图;

[0028] 图3为内套A-A面的剖面图。

具体实施方式

[0029] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合图1至图3和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0030] 具体实施方式一、本实施方式所述的一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法,涉及的金属纤维多孔材料烧结模具包括:外套2、上压头1、下压头6、内套5以及压柱块组合构件,外套2为具有一定壁厚的圆筒;上压头1是一个与外套2内径相匹配的圆柱体;下压头6为同轴的三段圆柱体构成,上圆柱的直径与外套2内径相匹配,中圆柱的直径与外套2外径相等,三段圆柱中下圆柱的直径最小;内套5为带有通孔的圆柱体,其外径与外套2的内径相匹配;压柱块组合构件包括上压柱块3和下压柱块7两组,每组压柱块均为圆柱体,上压柱块3、下压柱块7的个数与内套5上通孔的个数的相同,其直径与内套5上通孔的直径匹配,上压柱块3、下压柱块7的长度可因需要改变。

[0031] 所述模具的材质为高强度石墨、连续编织碳纤维增强的氮化硅、碳化硅或氧化铝;

[0032] 所述内套5上的通孔按中心对称分布,设计成5孔、9孔、17孔或33孔;

[0033] 所述内套5上的通孔的轴线方向与内套5轴线方向的夹角成 $1\sim 2^\circ$;

[0034] 所述外套2与下压头6在装配时,采用过盈配合方式;

[0035] 所述外套2的壁厚为 $30\sim 40\text{mm}$,内套5上通孔的长度尺寸为 $10\sim 50\text{mm}$;

[0036] 所述下压头6的下圆柱直径与加压台上卡槽的内径相匹配;

[0037] 所述外套2的外径为 $170\sim 180\text{mm}$,外套2的内径为 $100\sim 110\text{mm}$;

[0038] 所述内套5的高度为 $110\sim 120\text{mm}$,上压柱块3、下压柱块7的高度为 $5\sim 30\text{mm}$,见图1至图3。

[0039] 一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法,按以下步骤进行:

[0040] 步骤一、将金属纤维先进行螺旋缠绕处理后,再进行折叠编织冷压处理,最终n个得到直径与内套上通孔的直径相等的圆柱形多孔材料预制块4;

[0041] 步骤二、将步骤一得到的n个圆柱形多孔材料预制块4,夹在上压柱块3、下压柱块7之间,竖直放置在内套5上的通孔内,所述上压柱块3、下压柱块7和多孔材料预制块4的总高度超出内套5高度的 $1/5\sim 1/3$;

[0042] 步骤三、同时向金属纤维多孔材料烧结模具的上压头1、下压头6施加压力,压力范围: $0.1\sim 10\text{t}$;作用时间为 $0.5\sim 1.2\text{h}$;

[0043] 步骤四、对多孔材料预制块4施加压力后在气体保护下加热烧结 $0.5\sim 2\text{h}$;

[0044] 步骤五、降到室温后,同时得到不同孔隙率的金属纤维多孔材料。

[0045] 本实施方式包括以下有益效果:

[0046] 1、采用本实施方式所述方法在一次烧结过程中,可制备出不同孔隙率的金属多孔材料,既能节约时间,又能节省能源;

[0047] 2、采用本实施方式所述方法可制造大直径的金属纤维多孔材料;

[0048] 3、采用本实施方式所述方法制备出金属多孔材料,孔隙率可精确控制,孔隙率控制范围为30~80%,通孔率可达到100%。

[0049] 具体实施方式二、本实施方式是对具体实施方式一所述的一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法的进一步说明,步骤一中所述的金属纤维为铝纤维、不锈钢纤维、铁铬铝合金纤维、钛合金纤维、钼纤维或铜纤维,n的取值范围: $2 \leq n \leq 33$,冷压处理时压力范围:0.1~1t。

[0050] 具体实施方式三、本实施方式是对具体实施方式一或二所述的一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法的进一步说明,步骤二中所述上压柱块3、下压柱块7和内套5上通孔之间涂覆保护性涂料:氮化硼或二硅化钼。

[0051] 具体实施方式四、本实施方式是对具体实施方式一至三之一所述的一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法的进一步说明,步骤三中所述加压时,下压头6位置固定,上压头1向下移动。

[0052] 具体实施方式五、本实施方式是对具体实施方式一至四之一所述的一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法的进一步说明,步骤四中所述气体为氩气、氢气或氮气。

[0053] 具体实施方式六、本实施方式是对具体实施方式一至五之一所述的一种贯通性且孔隙率可控的金属纤维多孔材料烧结方法的进一步说明,步骤五中所述室温为20~30℃。

[0054] 为验证本发明的有益效果,作如下实验:

[0055] 用钛纤维作为原料,使用本发明所述的模具烧结钛纤维多孔材料,同时制备出5组,每组3件,不同气孔率的钛纤维多孔材料,经检测实验得到的钛纤维多孔材料,孔隙尺寸为200~700 μm ,孔隙率为50%~60%,压缩屈服强度为160~220MPa,弹性模量为3.8~4.2Gpa,具有独特的三维贯通孔结构,开孔率为100%,贯通尺寸、孔隙尺寸和孔结构完全满足作为生物医学材料植入体的性能要求。

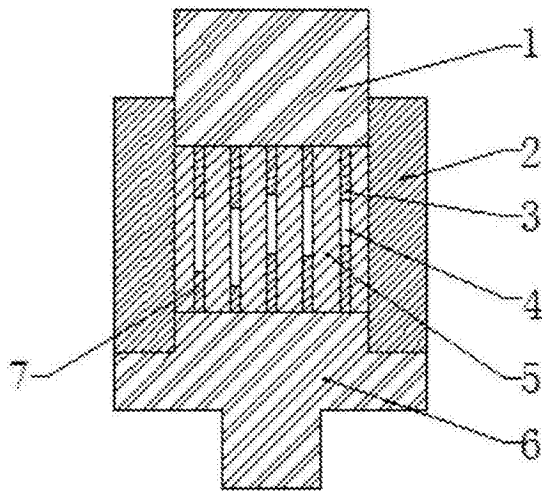


图1

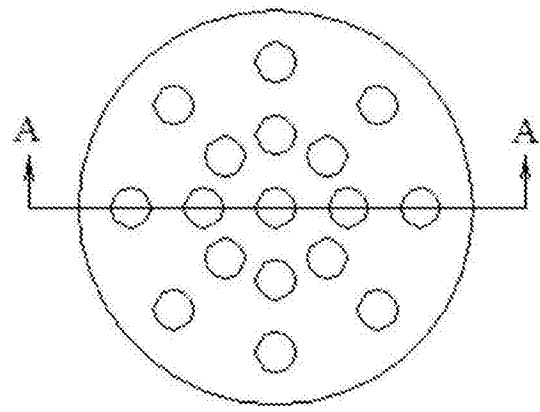


图2

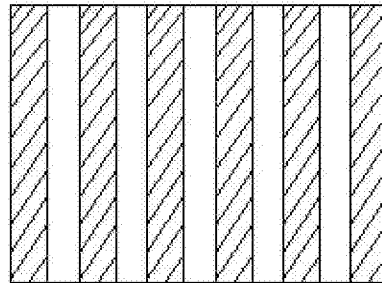


图3