



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114951695 A

(43) 申请公布日 2022.08.30

(21) 申请号 202210480154.X

B22F 3/24 (2006.01)

(22) 申请日 2022.04.27

B33Y 10/00 (2015.01)

(71) 申请人 北京科技大学

B33Y 40/20 (2020.01)

地址 100083 北京市海淀区学院路30号

B33Y 70/00 (2020.01)

B33Y 80/00 (2015.01)

(72) 发明人 陈刚 秦明礼 丁旺旺 陶麒鸮
曲选辉

(74) 专利代理机构 北京市广友专利事务所有限
责任公司 11237

专利代理师 张仲波

(51) Int.Cl.

B22F 10/28 (2021.01)

B22F 10/64 (2021.01)

C22F 1/18 (2006.01)

B22F 3/10 (2006.01)

B22F 3/02 (2006.01)

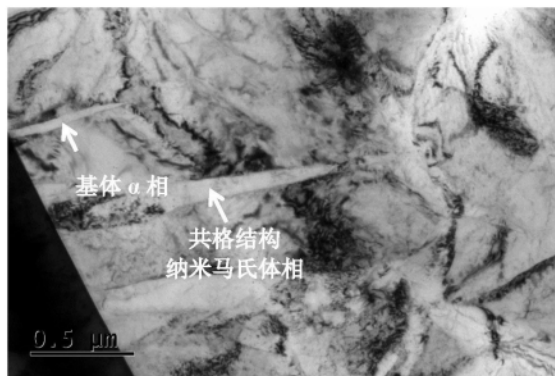
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种高强高塑双相纯钛的制备方法

(57) 摘要

本发明属于粉末冶金领域,涉及一种高强高塑双相纯钛的制备方法。以氧含量为0.40~0.70wt.%的纯钛粉末为原料,并进行3D打印或压制、真空烧结;将得到的样品加热到700~1300℃保温5~30min,随后在纯净水或者盐水中进行淬火,得到双相纯钛材料。本发明采用粉末冶金近净成形工艺,减少原料浪费,降低制备成本。通过原位诱导生成纳米尺度且与基体共格的析出相,形成双相组织,对纯钛的组织与性能精确调控,该析出相具有较基体更好的塑性,从而实现增强增塑。利用纳米尺度共格关系的马氏体相增强增塑纯钛材料,减少稀有金属战略资源的使用,同时实现了钛材料的素化设计。



1. 一种高强高塑双相纯钛的制备方法,其特征在于具体制备步骤如下:

(1) 以氧含量为0.40~0.70wt.%的纯钛粉末为原料,并进行3D打印或压制、真空烧结;

(2) 将步骤(1)得到的样品加热到700~1300℃保温5~30min,随后在纯净水或者盐水中进行淬火,得到双相纯钛材料;

(3) 将步骤(2)得到的样品进行拉伸测试并观察材料组织。

2. 如权利要求1所述高强高塑双相纯钛的制备方法,其特征在于步骤(1)所述3D打印工艺参数为:功率100~270W,扫描速度300~1200mm/s,扫描间隙0.08~0.14mm。

3. 如权利要求1所述高强高塑双相纯钛的制备方法,其特征在于所述真空烧结工艺参数为:升温速率5~10℃/min,烧结温度为900~1300℃,保温时间为1~3h,真空度不低于 1×10^{-3} Pa。

一种高强高塑双相纯钛的制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于粉末冶金领域,涉及制备高强高塑双相纯钛的方法。

背景技术

[0002] 钛及钛合金具有低密度、抗腐蚀性能优异、良好的生物相容性等优点,在航空航天、生物医学、机械等领域有着广泛的应用。但是,一般情况下纯钛的强度较低,无法满足其作为结构件的应用要求,极大限制了其应用和产业的发展。目前,通常采用合金化的方式来提高钛的强度,但同时往往带了材料塑性的显著下降,使得钛的强度与塑性难以兼顾,无法满足特定应用场景下对于高塑性的要求。研究表明,合金化导致材料塑性下降的主要原因是合金元素固溶强化的同时产生了较大晶格畸变。然而,通过引入具有优异变形能力且与基体共格的纳米第二相,理论上可以同时提高纯钛的强度和塑性。因此,本发明提出一种通过引入纳米第二相的方法在保证优异塑性的情况下大幅提高纯钛的强度,减少稀有金属战略资源的使用,同时实现钛材料的素化设计。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种高强高塑双相钛的制备方法。以纯钛粉末为原料,通过3D打印、真空烧结等方法制备纯钛样品,对样品进行塑性变形处理或淬火,获得具有纳米尺度马氏体相且与基体 α 相共格的双相结构纯钛材料,室温力学性能优异。

[0004] 本发明包括如下具体步骤:

[0005] (1) 以氧含量为0.40~0.70wt.%的纯钛粉末为原料,并进行3D打印或压制、真空烧结;

[0006] (2) 将步骤(1)得到的样品加热到700~1300℃保温5~30min,随后在纯净水或者盐水中进行淬火,得到双相纯钛材料;

[0007] (3) 将步骤(2)得到的样品进行拉伸测试并观察材料组织;

[0008] 进一步地,步骤(1)所述3D打印工艺参数为:功率100~270W,扫描速度300~1200mm/s,扫描间隙0.08~0.14mm.

[0009] 进一步地,所述真空烧结工艺参数为:升温速率5~10℃/min,烧结温度为900~1300℃,保温时间为1~3h,真空度不低于 1×10^{-3} Pa。

[0010] 本发明技术关键点在于:

[0011] 1、粉末原料不同:本发明3D打印或压制烧结工艺所用钛粉的氧含量为0.40~0.70wt.%,而传统3D打印雾化钛粉氧含量一般在0.15wt.%以下,传统压制烧结成形所用钛粉氧含量则在0.25wt.%以下。

[0012] 2、烧结工艺不同:本发明采用压制烧结成形时,在真空烧结后随炉进行淬火(快速冷却)处理,而传统工艺则烧结后随炉缓慢冷却。

[0013] 3、显微组织不同:本发明研制的3D打印或压制烧结纯钛具有纳米尺度并与基体 α 相具有共格关系的马氏体相(见附图)。该马氏体相是由3D打印或烧结后淬火产生的快速冷

却和高含量氧原子共同诱导形成,弥散分布在基体中,且具有优异的塑性,能同时提高该材料的强度和塑性。显然,本发明颠覆了钛金属的氧含量与其塑性存在反比关系的传统认知,实现了强度和塑性的协同兼顾,为高性能金属材料的设计提供了新思路。然而,通常情况下,采用低氧钛粉的3D打印或压制烧结制备的纯钛材料,因为固溶氧原子较少,即便在快速冷却条件下,所产生的晶格畸变也不足以诱导形成大量分布的纳米尺度马氏体相,故无法有效提高材料的强度。

[0014] 本发明优点在于:

[0015] (1) 采用粉末冶金近净成形工艺,减少原料浪费,降低制备成本。

[0016] (2) 通过原位诱导生成纳米尺度且与基体共格的析出相,形成双相组织,对纯钛的组织与性能精确调控,该析出相具有较基体更好的塑性,从而实现增强增塑。

[0017] (3) 利用纳米尺度共格关系的马氏体相增强增塑纯钛材料,减少稀有金属战略资源的使用,同时实现了钛材料的素化设计。

附图说明

[0018] 图1实施例1制备样品的透射电镜照片。

具体实施方式

[0019] 实施例1

[0020] 将氧含量为0.50wt.%纯钛粉末进行3D打印,打印过程在氩气环境打印工艺为功率150W,扫描速度500mm/s,扫描间隙0.13mm;将打印件置于管式炉中以5°C/min的升温速率进行加热到1100°C保温5min,随后将样品用耐火钳夹出放入冷水中淬火得到双相钛合金样品;取出样品,取样观察其组织形貌,然后将其进行机加工成拉伸条,并测室温力学性能。所得纳米尺度马氏体相含量为20.4%,晶粒尺寸宽度为30~60nm,纯钛抗拉强度为1130MPa,断裂延伸率为13.2%。

[0021] 实施例2

[0022] 将氧含量为0.63wt.%纯钛粉末进行3D打印,打印过程在氩气环境打印工艺为功率180W,扫描速度800mm/s,扫描间隙0.13mm;将打印件置于管式炉中以5°C/min的升温速率进行加热到1100°C保温5min,随后将样品用耐火钳夹出放入冷水中淬火得到双相钛合金样品;取出样品,取样观察其组织形貌,然后将其进行机加工成拉伸条,并测室温力学性能。所得纳米尺度马氏体相含量为23.5%,晶粒尺寸宽度为20~40nm,纯钛抗拉强度为1210MPa,断裂延伸率为10.1%。

[0023] 实施例3

[0024] 将氧含量为0.58wt.%纯钛粉末进行模压成形,然后在真空度为 1×10^{-3} Pa的真空炉中进行烧结,烧结工艺为:以5°C/min的升温速率升温到900°C保温3h,随炉冷却后取出;将烧结样品置于管式炉中以5°C/min的升温速率进行加热到1100°C保温5min,随后将样品用耐火钳夹出放入纯净水中淬火得到双相钛合金样品;取出样品,取样观察其组织形貌,然后将其进行机加工成拉伸条,并测室温力学性能。所得纳米尺度马氏体相含量为21.8%,晶粒尺寸宽度为30~50nm,纯钛抗拉强度为1180MPa,断裂延伸率为12.6%。

[0025] 实施例4

[0026] 将氧含量为0.46wt.%纯钛粉末进行模压成形,然后在真空度为 1×10^{-3} Pa的真空炉中进行烧结,烧结工艺为:以5°C/min的升温速率升温到1000°C保温2h,随炉冷却后取出;将烧结样品置于管式炉中以5°C/min的升温速率进行加热到1100°C保温5min,随后将样品用耐火钳夹出放入冷水中淬火得到双相钛合金样品;取出样品,取样观察其组织形貌,然后将其进行机加工成拉伸条,并测室温力学性能。所得纳米尺度马氏体相含量为19.6%,晶粒尺寸宽度为40~80nm,纯钛抗拉强度为1090MPa,断裂延伸率为15.6%。

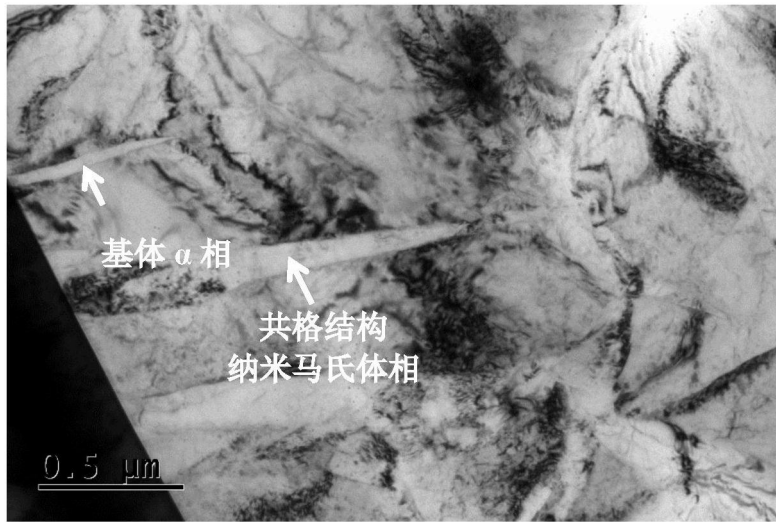


图1