



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113462995 A

(43) 申请公布日 2021. 10. 01

(21) 申请号 202110708260.4 *B22D 18/02* (2006.01)
 (22) 申请日 2021.06.24 *G22F 1/04* (2006.01)
 (71) 申请人 珠海亿特立新材料有限公司 *G25D 5/44* (2006.01)
 地址 519000 广东省珠海市高新区唐家湾 *G25D 3/12* (2006.01)
 镇哈工大路1号15栋B101 *G23C 18/32* (2006.01)
 (72) 发明人 王泽民 何岚 何娟 景文甲 *G23C 28/02* (2006.01)
 汪震 *G22C 101/14* (2006.01)

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202
 代理人 卢泽明

(51) Int. Cl.
G22C 47/12 (2006.01)
G22C 47/02 (2006.01)
G22C 49/06 (2006.01)
G22C 49/14 (2006.01)

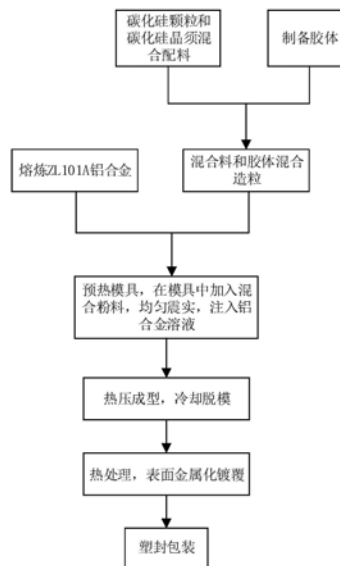
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种高比刚度铝碳化硅构件的制备方法
及高比刚度铝碳化硅构件

(57) 摘要

本发明提供一种高比刚度铝碳化硅构件的制备方法,将碳化硅颗粒和碳化硅晶须按照比例进行配料,在碳化硅颗粒中添加一定量的碳化硅晶须,有效提高碳化硅生坯强度及韧性,含有碳化硅晶须的预制件浸渗铝合金溶液后成型的铝碳化硅复合材料铸件具有高比刚度、比强度以及耐磨性;在预热的模具中加入混合粉料并进行堆积、震实、灌铝的方法,减少了碳化硅预制件压制、烧结成型的两道工序,采用填粉灌铝的工艺不受产品结构的限制,加工尺寸增大,避免了高体分铝碳化硅机加工序,简化了工艺流程,提高产能,降低成本,提高良品率,缩短生产周期。本发明还提供一种高比刚度铝碳化硅构件,产品致密,性能优异,适用范围广。



1. 一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法,其特征在于,所述方法包括:

步骤S1:按质量计,将180#、80#、10#碳化硅颗粒和碳化硅晶须按9:6:3:0.5的比例进行混合,球磨得到混合料;

步骤S2:制备胶体,将混合料和胶体混合造粒,烘焙过筛,得到混合粉料;

步骤S3:熔炼ZL101A铝合金,加入精炼剂进行精炼,得到铝合金溶液,并抽真空搅拌;

步骤S4:预热模具,在模具中加入混合粉料,振动模具使混合粉料均匀震实,将模具放置在热压机平台,将铝合金溶液注入模具,热压成型,冷却脱模,得到铝碳化硅复合材料;

步骤S5:对铝碳化硅复合材料进行热处理,然后表面金属化镀覆,最后塑封包装。

2. 如权利要求1所述的一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法,其特征在于,在步骤S1中,将碳化硅颗粒和碳化硅晶须的混合物与球磨组合物按质量比1:3的比例放入球磨罐,其中球磨组合物由直径为10cm、7cm、2cm的球磨珠按质量比1:3:1的比例组成,球磨5~10h。

3. 如权利要求2所述的一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法,其特征在于,在步骤S2中,将聚乙烯醇PVA、羧甲基纤维素钠CMC、水按质量比为5:3:92混合,加入到搅拌罐中,在150℃下进行加热并保持2.5h,制成胶体,冷却备用。

4. 如权利要求3所述的一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法,其特征在于,将混合料和胶体按质量比12~15%:85%的比例混合造粒,将造粒粉在100~120℃下烘焙2~4h,过30目筛,干燥至水分5%;再加入15%的胶体,在80~100℃下烘焙2.5h,过30目筛,干燥至水分3%;将混合粉料放入密封袋中,冷却。

5. 如权利要求4所述的一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法,其特征在于,在步骤S3中,控制在650~750℃下对ZL101A铝合金进行熔炼,在加入精炼剂精炼过程中,调配Mg、Si的含量分别增至0.3~0.6%。

6. 如权利要求5所述的一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法,其特征在于,在步骤S4中,将所述模具放入加热炉中,按30℃/min的速率均匀加热,最后升温至650℃。

7. 如权利要求6所述的一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法,其特征在于,在步骤S4中,热压机平台以2MPa的压力开始压合,并以3MPa/min的匀速在模具的外表面施加压力,达到15MPa时保压10min,自然泄压冷却至室温后脱模。

8. 如权利要求7所述的一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法,其特征在于,在步骤S5中,进行热处理时,以30~60℃/h的升温速度将铝碳化硅复合材料升温至400~450℃,保温5~8h,水浴淬火冷却至室温,再以10~30℃/h的升温速度将铝碳化硅复合材料升温至120~200℃,保温2~3h,空气中自然冷却至室温。

9. 如权利要求7所述的一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法,其特征在于,在步骤S5中,对铝碳化硅复合材料进行表面金属化镀覆时,包括以下步骤:

S501、除油:将铝碳化硅复合材料浸泡在浓度为35g/L的HTL-310药剂中,20~30℃下超声波清洗3min;

S502、弱蚀:再浸泡在浓度为70g/L的HTL-310药剂中,50~60℃下浸泡7min;

S503、水洗:在去离子水20~30℃下清洗1~3min;

S504、活化:再浸泡在浓度为500ml/L的HT-AC600药剂中,20~30℃下浸泡1~1.5min;

S505、水洗:在去离子水20~30℃下清洗1~3min;

S506、电镀镍:将铝碳化硅复合材料放置在硫酸亚铁溶液中电解镍3~6um,电压3V、电

流0.3A;

S507、化学镍:在浓度为150ml/L的HT-EN800药剂,PH4.8~5.5,85~90°C下浸泡75~95min;

S508、水洗:在去离子水20-30°C下清洗1~3min;

S509、烘干:用120~150°C循环热风吹10~20min;

S510、除氢:在120°C~250°C下保温2~5h,随炉冷却至室温。

10.一种高比刚度铝碳化硅结构件,其特征在于,所述铝碳化硅结构件由权利要求1至9任一项所述的高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法制得。

一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法及其高比刚度铝碳化硅结构件

技术领域

[0001] 本发明属于材料制备技术领域,尤其涉及一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法及其高比刚度铝碳化硅结构件。

背景技术

[0002] 铝碳化硅作为复合材料,相对比于传统的金属材料或陶瓷材料,具有良好的密度、比刚度和力学性能等优势,因此在振动较大的恶劣应用环境下,例如航空航天、汽车等领域,铝碳化硅得到广泛应用。

[0003] 但是目前在军工、航空、航天等对材料轻量化和耐磨性要求较高的领域,铝碳化硅在服役有效期间内,普遍存在因刚度、强度不高,导致长期服役发生变形、疲劳失效等弊端,且目前的制备方法在提高铝碳化硅复合材料的比刚度和耐磨性上,存在制备成本高、脱模困难、稳定性不高、尺寸受限、良品率低等问题,严重制约了铝碳化硅复合材料在航空、航天等对耐磨结构件要求高的领域中的快速、全面替代。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服上述现有技术存在的不足,提供一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法及其高比刚度铝碳化硅结构件,解决了现有技术中铝碳化硅复合材料比刚度不高、耐磨性不好等问题,克服了制备成本高、良品率低等缺陷。

[0005] 为了实现上述目的,第一方面,本发明提供一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法,所述方法包括:

[0006] 步骤S1:按质量计,将180#、80#、10#碳化硅颗粒和碳化硅晶须按9:6:3:0.5的比例进行混合,球磨得到混合料;

[0007] 步骤S2:制备胶体,将混合料和胶体混合造粒,烘焙过筛,得到混合粉料;

[0008] 步骤S3:熔炼ZL101A铝合金,加入精炼剂进行精炼,得到铝合金溶液,并抽真空搅拌;

[0009] 步骤S4:预热模具,在模具中加入混合粉料,振动模具使混合粉料均匀震实,将模具放置在热压机平台,将铝合金溶液注入模具,热压成型,冷却脱模,得到铝碳化硅复合材料;

[0010] 步骤S5:对铝碳化硅复合材料进行热处理,然后表面金属化镀覆,最后塑封包装。

[0011] 在一些实施例中,在步骤S1中,将碳化硅颗粒和碳化硅晶须的混合物与球磨组合物按质量比1:3的比例放入球磨罐,其中球磨组合物由直径为10cm、7cm、2cm的球磨珠按质量比1:3:1的比例组成,球磨5~10h。

[0012] 在一些实施例中,在步骤S2中,将聚乙烯醇PVA、羧甲基纤维素钠CMC、水按质量比为5:3:92混合,加入到搅拌罐中,在150℃下进行加热并保持2.5h,制成胶体,冷却备用。

[0013] 在一些实施例中,将混合料和胶体按质量比12~15%:85%的比例混合造粒,将造

粒粉在100~120℃下烘焙2~4h,过30目筛,干燥至水分5%;再加入15%的胶体,在80~100℃下烘焙2.5h,过30目筛,干燥至水分3%;将混合粉料放入密封袋中,冷却。

[0014] 在一些实施例中,在步骤S3中,控制在650~750℃下对ZL101A铝合金进行熔炼,在加入精炼剂精炼过程中,调配Mg、Si的含量分别增至0.3~0.6%。

[0015] 在一些实施例中,在步骤S4中,将所述模具放入加热炉中,按30℃/min的速率均匀加热,最后升温至650℃。

[0016] 在一些实施例中,在步骤S4中,热压机平台以2MPa的压力开始压合,并以3MPa/min的匀速在模具的外表面施加压力,达到15MPa时保压10min,自然泄压冷却至室温后脱模。

[0017] 在一些实施例中,在步骤S5中,进行热处理时,以30~60℃/h的升温速度将铝碳化硅复合材料升温至400~450℃,保温5~8h,水浴淬火冷却至室温,再以10~30℃/h的升温速度将铝碳化硅复合材料升温至120~200℃,保温2~3h,空气中自然冷却至室温。

[0018] 在一些实施例中,在步骤S5中,对铝碳化硅复合材料进行表面金属化镀覆时,包括以下步骤:

[0019] S501、除油:将铝碳化硅复合材料浸泡在浓度为35g/L的HTL-310药剂中,20~30℃下超声波清洗3min;

[0020] S502、弱蚀:再浸泡在浓度为70g/L的HTL-310药剂中,50~60℃下浸泡7min;

[0021] S503、水洗:在去离子水20~30℃下清洗1~3min;

[0022] S504、活化:再浸泡在浓度为500ml/L的HT-AC600药剂中,20~30℃下浸泡1~1.5min;

[0023] S505、水洗:在去离子水20~30℃下清洗1~3min;

[0024] S506、电镀镍:将铝碳化硅复合材料放置在硫酸亚铁溶液中电解镍3~6um,电压3V、电流0.3A;

[0025] S507、化学镍:在浓度为150ml/L的HT-EN800药剂,PH4.8~5.5,85~90℃下浸泡75~95min;

[0026] S508、水洗:在去离子水20-30℃下清洗1~3min;

[0027] S509、烘干:用120~150℃循环热风吹10~20min;

[0028] S510、除氢:在120℃~250℃下保温2~5h,随炉冷却至室温。

[0029] 第二方面,本发明还提供一种高比刚度铝碳化硅结构件,所述铝碳化硅结构件由上述实施例中的高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法制得。

[0030] 本发明的有益效果:

[0031] 因此,根据本公开实施例,将碳化硅颗粒和碳化硅晶须按照比例进行配料,在碳化硅颗粒中添加一定量的碳化硅晶须,有效提高碳化硅生坯强度及韧性,含有碳化硅晶须的预制件浸渗铝合金溶液后成型的铝碳化硅复合材料铸件具有高比刚度、比强度以及耐磨性;

[0032] 在预热的模具中加入混合粉料并进行堆积、震实、灌铝的方法,减少了碳化硅预制件压制、烧结成型的两道工序,采用填粉灌铝的工艺不受产品结构的限制,加工尺寸增大,避免了高体分铝碳化硅机加工工序,简化了工艺流程,提高产能,降低成本,提高良品率,缩短生产周期;

[0033] 本公开实施例制备的高比刚度铝碳化硅结构件具有产品致密、性能优异的优势,

制备方法操作简单、成本低,适用范围广,可在铝基、镁基、钛基等金属复合材料制备过程实施。

附图说明

[0034] 利用附图对本发明作进一步说明,但附图中的实施例不构成对本发明的任何限制,对于本领域的普通技术人员,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据以下附图获得其它的附图。

[0035] 图1是本发明公开的一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法的流程图。

具体实施方式

[0036] 下面将结合附图对本发明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发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,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,都属于本发明保护的范围。

[0037] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0038] 在本发明的描述中,当描述到特定器件位于第一器件和第二器件之间时,在该特定器件与第一器件或第二器件之间可以存在居间器件,也可以不存在居间器件。当描述到特定器件连接其它器件时,该特定器件可以与所述其它器件直接连接而不具有居间器件,也可以不与所述其它器件直接连接而具有居间器件。

[0039] 对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。

[0040] 申请人研究发现:

[0041] 目前在军工、航空、航天等对材料轻量化和耐磨性要求较高的领域,铝碳化硅在服役有效期间内,普遍存在因刚度、强度不高,导致长期服役发生变形、疲劳失效等弊端,且目前的制备方法在提高铝碳化硅复合材料的比刚度和耐磨性上,存在制备成本高、脱模困难、稳定性不高、尺寸受限、良品率低等问题,严重制约了铝碳化硅复合材料在航空、航天等对耐磨结构件要求高的领域中的快速、全面替代。

[0042] 有鉴于此,第一方面,参照图1,本发明提供一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法,所述方法包括:

[0043] 步骤S1:按质量计,将180#、80#、10#碳化硅颗粒和碳化硅晶须按9:6:3:0.5的比例进行混合,球磨得到混合料;

[0044] 步骤S2:制备胶体,将混合料和胶体混合造粒,烘焙过筛,得到混合粉料;

[0045] 步骤S3:熔炼ZL101A铝合金,加入精炼剂进行精炼,得到铝合金溶液,并抽真空搅拌;

[0046] 步骤S4:预热模具,在模具中加入混合粉料,振动模具使混合粉料均匀震实,将模具放置在热压机平台,将铝合金溶液注入模具,热压成型,冷却脱模,得到铝碳化硅复合材

料;

[0047] 步骤S5:对铝碳化硅复合材料进行热处理,然后表面金属化镀覆,最后塑封包装。

[0048] 需要说明的是,通过理论计算,结合数字化仿真模拟技术计算出满足高比刚度、高比强度以及高耐磨性等技术指标的铝碳化硅原材料的设计参数,包括碳化硅的体份、碳化硅的颗粒级配、碳化硅外形轮廓、碳化硅晶须长径比及铝合金的元素成分等,其中作为一种优选方式,选用180#、80#、10#三种不同颗粒等级的碳化硅颗粒,再跟碳化硅晶须按9:6:3:0.5的质量比例进行混合,再通过球磨混合、造粒等工序进行原材料预处理;将混合粉料填入到预热好的模具中,将混合粉料均匀震实,对模具的温度进行精准控制,同时将铝合金溶液注入模具中,将热压机调至一定的压力和保压时间,进行热压,之后脱模,脱模的铸件进行锻造即得到高比刚度、高耐磨性的铝碳化硅复合材料,最后对铝碳化硅复合材料进行热处理,然后表面金属化镀覆,塑封包装,得到最终产品。

[0049] 碳化硅晶须作为一种增强铝基复合材料,在力学性能上要优于碳化硅颗粒,尤其是在拉伸强度和抗弯强度、耐磨性方面,有效提高碳化硅生坯强度及韧性,含有碳化硅晶须的预制件浸渗铝合金溶液后成型的铝碳化硅复合材料铸件具有高比刚度、比强度以及耐磨性。

[0050] 另外地,以上的各项步骤,有些可以并行进行,例如碳化硅颗粒和碳化硅晶须的混合、胶体的制备、铝合金溶液的熔炼、模具的预热,均可同步进行,只是要保证,混合料与胶体混合造粒后,填入预热的模具中,均匀震实后注入铝合金溶液,这个工艺过程顺序即可。

[0051] 在本实施例中,在步骤S1中,将碳化硅颗粒和碳化硅晶须的混合物与球磨组合物按质量比1:3的比例放入球磨罐,其中球磨组合物由直径为10cm、7cm、2cm的球磨珠按质量比1:3:1的比例组成,球磨5~10h,提高球磨效果,得到的混合料混合充分。

[0052] 在本实施例中,在步骤S2中,将聚乙烯醇PVA、羧甲基纤维素钠CMC、水按质量比为5:3:92混合,加入到搅拌罐中,在150℃下进行加热并保持2.5h,制成胶体,自然冷却到30℃以下备用。

[0053] 在本实施例中,在步骤S2中,将混合料和胶体按质量比12~15%:85%的比例混合造粒,将造粒粉将入烘箱中,在100~120℃下烘焙2~4h,过30目筛至全部过筛,干燥至水分5%;在烘干的粉料中再加入15%的胶体,继续人工造粒,在烘箱中80~100℃下烘焙2.5h,再过30目筛至全部过筛,继续干燥至水分3%;将过筛的混合粉料放入密封袋中,置于阴凉处冷却5~10h。

[0054] 在本实施例中,在步骤S3中,控制在650~750℃下对ZL101A铝合金进行熔炼,并且在700℃时加入精炼剂,在精炼过程中,为提高铝合金溶液的浸润性,调配Mg、Si的含量分别增至0.3~0.6%,去除铝合金溶液表面的灰渣,得到较纯的铝合金熔液,并抽真空搅拌。

[0055] 在本实施例中,在步骤S4中,将所述模具放入加热炉中,按30℃/min的速率均匀加热,最后升温至650℃,此模具为专用模具,适合不同结构,且为了使混合粉料和铝合金溶液更好的渗透融合,需要提前进行预热。

[0056] 在本实施例中,在步骤S4中,在混合粉料填充至模具中时,使模具保持振动,使得混合粉料均匀震实,将震实并加热好的模具移至热压机平台,灌入铝合金溶液后,热压机平台以2MPa的压力开始压合,并以3MPa/min的匀速在模具的外表面施加压力,其中模具的上下左右前后均受到压力,当达到15MPa时保压10min,然后自然泄压待温度冷却至室温后进

行脱模。

[0057] 在本实施例中,在步骤S5中,进行热处理时,以30~60℃/h的升温速度将铝碳化硅复合材料升温至400~450℃,优选450℃,保温5~8h,然后经过水浴淬火冷却至室温,再以10~30℃/h的升温速度将铝碳化硅复合材料升温至120~200℃,保温2~3h,优选2.5h,然后在空气中自然冷却至室温。

[0058] 在一些实施例中,在步骤S5中,对铝碳化硅复合材料进行表面金属化镀覆时,包括以下步骤:

[0059] S501、除油:将铝碳化硅复合材料浸泡在浓度为35g/L的HTL-310药剂中,20~30℃下超声波清洗3min;

[0060] S502、弱蚀:再浸泡在浓度为70g/L的HTL-310药剂中,50~60℃下浸泡7min;

[0061] S503、水洗:在去离子水20~30℃下清洗1~3min;

[0062] S504、活化:再浸泡在浓度为500ml/L的HT-AC600药剂中,20~30℃下浸泡1~1.5min;

[0063] S505、水洗:在去离子水20~30℃下清洗1~3min;

[0064] S506、电镀镍:将铝碳化硅复合材料放置在硫酸亚铁溶液中电解镍3~6um,电压3V、电流0.3A;

[0065] S507、化学镍:在浓度为150ml/L的HT-EN800药剂,PH4.8~5.5,85~90℃下浸泡75~95min;

[0066] S508、水洗:在去离子水20-30℃下清洗1~3min;

[0067] S509、烘干:用120~150℃循环热风吹10~20min;

[0068] S510、除氢:在120℃~250℃下保温2~5h,随炉冷却至室温。

[0069] 经过表面金属化镀覆后,对铝碳化硅产品进行密封塑封包装。

[0070] 第二方面,本发明还提供一种高比刚度铝碳化硅结构件,所述铝碳化硅结构件由上述实施例中的高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法制得。

[0071] 相对于现有技术,本发明提供一种高比刚度铝碳化硅结构件的制备方法及高比刚度铝碳化硅结构件,将碳化硅颗粒和碳化硅晶须按照比例进行配料,在碳化硅颗粒中添加一定量的碳化硅晶须,有效提高碳化硅生坯强度及韧性,含有碳化硅晶须的预制品浸渗铝合金溶液后成型的铝碳化硅复合材料铸件具有高比刚度、比强度以及耐磨性;

[0072] 在预热的模具中加入混合粉料并进行堆积、震实、灌铝的方法,减少了碳化硅预制品压制、烧结成型的两道工序,简化了工艺流程,提高良品率,缩短生产周期;

[0073] 由于大部分铝碳化硅耐磨件结构相对简单,尺寸较小,属于小尺寸薄壁结构零件,因高体分铝碳化硅内部含有大量耐磨、硬质碳化硅颗粒,加工过程刀具磨损严重,加工周期长,工件易崩边,切屑中的碳化硅颗粒对机床导轨精度有较大破坏,属于难加工材料,且传统浸渗成型工艺过程都使用石墨模具,脱模较困难,石墨模具重复利用率较低,长期存放容易变质,所以本发明中创新性地采用填粉灌铝一步成型的工艺,不受产品结构限制,加工尺寸增大,并且避免了高体分铝碳化硅机加工序,批产能力大幅提高,极大地降低了铝碳化硅制备成本,突破性地使铝碳化硅用于价格较低的产品领域;

[0074] 本公开实施例制备的高比刚度铝碳化硅结构件具有产品致密、性能优异的优势,制备方法操作简单、成本低,适用范围广,可在铝基、镁基、钛基等金属复合材料制备过程实

施。

[0075] 最后需要强调的是,本发明不限于上述实施方式,以上仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

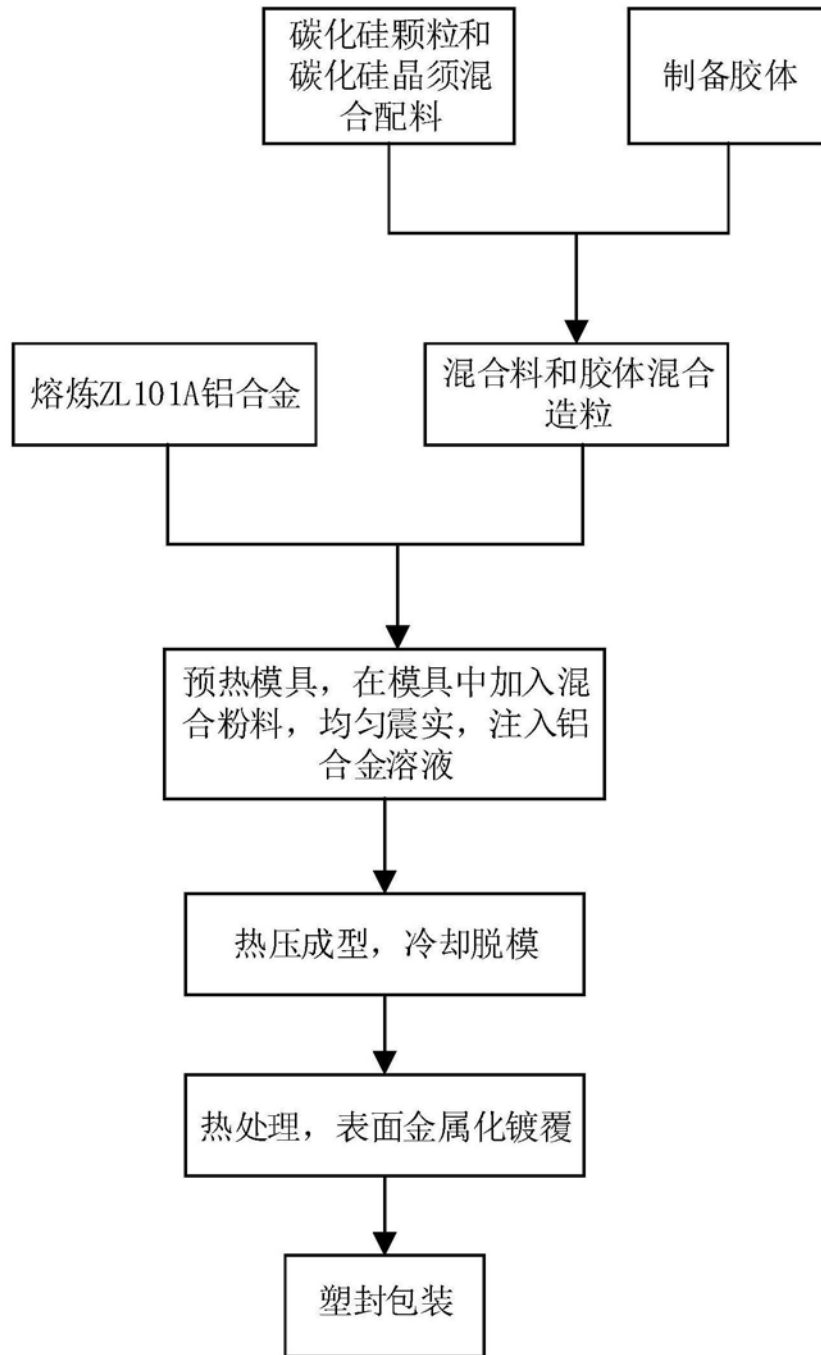


图1