



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113290245 A

(43) 申请公布日 2021.08.24

(21) 申请号 202110570451.9

(22) 申请日 2021.05.25

(71) 申请人 江南大学

地址 214122 江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号

(72) 发明人 傅蔡安 傅葑 赵军华 秦钱

(74) 专利代理机构 无锡华源专利商标事务所  
(普通合伙) 32228

代理人 聂启新

(51) Int. Cl.

B22F 3/26 (2006.01)

B22D 23/04 (2006.01)

B22D 18/06 (2006.01)

B22D 18/02 (2006.01)

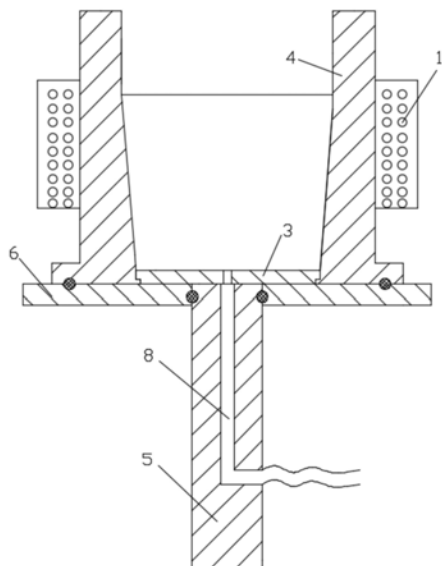
权利要求书2页 说明书7页 附图8页

## (54) 发明名称

一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺

## (57) 摘要

本发明涉及一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺,包括产品成形模具组件、套模、底板、压机顶杆、工作台和二次加压垫板,所述工作台安装在压机上,所述工作台的上表面配合安装有套模,所述套模的中部配合有底板,底板的上方放置产品成形模具组件,所述底板的底面抵接有压机顶杆,所述压机顶杆穿过工作台,并通过压机顶杆的升降控制底板及产品成形模具组件在套模的腔体内作上下运动;通过将粉料直接灌装到产品成形模具组件,省去预制件的制备过程;在压铸渗金属的过程中,对逐渐凝固的金属芯部采用二次施压;由此制备的复合材料致密性高,气孔率低,产品的质量和性能大大提高。



1. 一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺,其特征在于:包括产品成形模具组件(2)、套模(4)、底板(3)、压机顶杆(5)和工作台(6),所述工作台(6)安装在压机上,所述工作台(6)的上表面配合安装有套模(4),所述套模(4)的中部配合有底板(3),底板(3)的上方放置产品成形模具组件(2),所述底板(3)的底面抵接有压机顶杆(5),所述压机顶杆(5)穿过工作台(6),并通过压机顶杆(5)的升降控制底板(3)及产品成形模具组件(2)在套模(4)的腔体内作上下运动;

具体工艺步骤如下:

第一步:对套模(4)的内壁、底板(3)及压机顶杆(5)上表面均匀地喷涂脱模剂;

第二步:将若干粒径不同的陶瓷增强体粉末混合并充分搅拌,配制出待装填的粉料(1);

第三步:将构成产品成形模具组件(2)的所有零件拆分,各零件表面均匀地喷涂上脱模剂;

第四步:将第三步中表面已经均匀涂有脱模剂的零件组装成产品成形模具组件(2);

第五步:将第二步中已经搅拌均匀的粉料(1)灌装入组装好的产品成形模具组件(2)的腔内,振动并压实;

第六步:将产品成形模具组件(2)放入预热炉内,预热到500-700℃,并保温3-5h,均匀加热产品成形模具组件(2)和粉料(1);

第七步:套模(4)中段外装有高频加热器(11),启动高频加热器(11),对套模(4)中段进行加热,加热温度约在200℃-500℃左右;

第八步:将压机顶杆(5)和安放在顶杆(5)顶面的底板(3)升起,底板(3)的上表面升至高于套模(4)的上表面,将预热好的产品成形模具组件(2)放到底板(3)的上表面;

第九步:降下压机顶杆(5),使底板(3)连同产品成形模具组件(2)沿套模(4)的内壁缓缓放入套模(4)内,并使底板(3)与工作台(6)上表面接触;

第十步:将预处理过的金属液(7)注入套模(4)的内腔,金属液(7)的浇注温度控制在金属液熔点以上100-200℃,金属液(7)淹没产品成形模具组件(2);

第十一步:底板(3)中部设置有中心孔(301),与压机顶杆(5)的抽气通道(8)连通,注入金属液(7)时,开启外连的真空泵(12),从底部气道对产品成形模具组件(2)内部进行抽真空处理,使产品成形模具组件(2)内部产生负压;

第十二步:启动压机,压头(9)下降压入套模(4),对金属液(7)施压使金属液(7)浸渗到粉料(1)的空隙中,保压3-7分钟,并关闭外连的真空泵(12);

第十三步:保压后,温度下降,与套模(4)内壁接触的金属液最先变成一层凝固层,该凝固层呈环形状,对压机压头(9)形成反向支撑力,降低了压头(9)对中心未凝固金属液(7)的压强;

第十四步:按下压机上升按钮,抬起压头(9),立刻将二次加压板(10)置于金属液(7)中心表面之上,随即按下压机下降按钮,下降压头(9),通过压头(9)对二次加压板(10)加压,从而对金属液(7)中心部位二次施加以更大压强使金属液(7)更充分地浸渗到粉料(1)的空隙中,二次保压5-12分钟;

第十五步:待金属液(7)凝固后,关闭高频加热器(11),压头(9)退出套模(4),上抬至原先高度;

第十六步:压机顶杆(5)升起,带动底板(3)将包含产品成形模具组件(2)的金属锭顶出套模(4)的腔体外;

第十七步:对产品成形模具组件(2)进行锯切、脱模操作,取出金属基陶瓷复合材料产品的坯料,再对坯料按产品要求进行机加工,可得最终产品。

2.如权利要求1所述的一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺,其特征在于:所述二次加压板(10)呈扁状结构。

3.如权利要求1所述的一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺,其特征在于:所述二次加压板(10)为长方体结构。

4.如权利要求1所述的一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺,其特征在于:压头(9)的头部外径与套模(4)的内径匹配。

5.如权利要求1所述的一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺,其特征在于:第七步中,高频加热器(11)的加热温度为200℃-500℃。

6.如权利要求1所述的一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺,其特征在于:所述套模(4)为底盘直径大于筒体直径的圆形套筒结构。

7.如权利要求1所述的一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺,其特征在于:底板(3)的底部设置有第一台阶(302),套模(4)的底部开有直径小于顶部开口直径,底部开口处设置有第二台阶(401),所述第一台阶(302)和第二台阶(401)配合,将底板(3)卡住。

8.如权利要求1所述的一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺,其特征在于:陶瓷增强体粉末采用金刚石粉末、碳化硅粉末或硅粉末。

9.如权利要求1所述的一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺,其特征在于:中心孔(301)和抽气通道(8)连通,所述中心孔(301)与产品成形模具组件(2)的空隙连通,抽气通道(8)通过管路与真空泵(12)连接。

10.如权利要求9所述的一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺,其特征在于:抽气通道(8)为直角形结构。

## 一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及复合材料制备工艺技术领域,尤其是一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺。

### 背景技术

[0002] 近年来,随着科技与经济的快速发展,对轻量化、高导热、低膨胀材料的大量需求,促使金属基复合材料地飞速发展。金属基复合材料既具有金属本身性能也具有非金属的综合性能,无论是在强韧性、耐磨性、耐热性、散热性、以及硬度强度方面都远远优于基体金属。

[0003] 制备金属基复合材料的主要原因是为了提高金属基复合材料的导热性能和低膨胀性能,同时改善金属基复合材料的抗拉强度,弹性极限应力,弹性模量和耐热强度。这些性能可以通过多种途径加以调整,依据添加的材质和强化成分的含量,以及使用的基体/强化成分的化合物。金属基复合材料因此具有良好的综合性能。

[0004] 颗粒增强金属基陶瓷复合材料具有良好的导热性,较低的热膨胀性能和较小的密度特性,能满足现代电子元器件散热、封装焊接、轻量化等要求。颗粒增强金属基陶瓷复合材料被认为是21世纪最具有发展前途的新一代先进复合材料,现已广泛应用于航空航天、电子工业、军事雷达、轨道交通等领域。

[0005] 目前,金属基陶瓷复合材料的制备工艺主要分为固相工艺和液相工艺两大类,其中固相工艺包括粉末冶金法、热等静压法、放电等离子烧结法等,液相工艺包括搅拌熔铸法、无压浸渗法、压力铸造法等。上述方法各有利弊,但如需考虑批量化生产,压铸成型技术则是最佳选择,其生产效率高,且适用于结构复杂、尺寸精度高的零件成型,能够实现大批量、低成本的制造。

[0006] 传统的金属基陶瓷复合材料压铸技术是通过先制备出增强体颗粒的预制件,再将预制件与模具一起预热后,在压机作用下将金属液压入预制件中,后经保压、冷却、脱模等步骤得到金属基陶瓷复合材料的坯件。虽然该工艺高效简便,但在实际生产中仍存在一些问題,一方面制备的预制件需要加入粘结剂或造孔剂,无论是湿法制备(烘干水分后烧结)还是干法制备(模压成型后烧结),预制件中粘结剂的残留都会在一定程度上影响复合材料的性能,而且极易发生粘结剂混合不均、干燥时开裂、渗金属时受力变形等问题。另一方面传统的压铸技术,通常在金属液较高熔化温度状态下进行压铸,高温的金属液在与陶瓷颗粒接触时,会产生化学反应,生成影响复合材料性能质量的不良化合物。若采用较低金属液熔化温度,可大大减少不良化合物的产生,但在渗金属过程中,由于模具与压头接触高温的金属液时,会大量吸收金属液的热量,造成与模具相接触的金属液迅速凝固,凝固的金属对压头产生一定的支撑力,大大降低了压头对金属液施加的压强。由于在金属液降温过程中,模具芯部的温度比外部的要高,持续降低的压强阻碍金属液对芯部增强体颗粒间隙中的浸渗效果,造成复合材料各部分的致密度存在较大差异,特别是芯部复合材料,由于金属液渗透的压力不足,降温过程中极易产生缩松、气孔等缺陷,严重影响产品的性能质量。

## 发明内容

[0007] 本申请人针对上述现有生产技术中的缺点,提供一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺,从而严格控制金属液浇入套模的温度,使金属液在熔融或半固溶状态下渗入陶瓷颗粒,避免了金属液与陶瓷颗粒物在高温下产生不良反应物,有效提高了复合材料的品质,同时在套模底部增加了抽真空通道,这样可以在压铸过程中使陶瓷颗粒的缝隙产生负压,除此之外,在第一次保压后,为避免成形模具中心铝液保压不足导致浸渗率不高的问题,采用垫二次加压板二次施压的方式更大的提高了铝液的浸渗率,更利于金属液充分渗入陶瓷颗粒的缝隙。由此制备的复合材料致密性高,气孔率低,产品的质量和性能大大提高。

[0008] 本发明所采用的技术方案如下:

[0009] 一种二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺,包括产品成形模具组件、套模、底板、压机顶杆和工作台,

[0010] 所述工作台安装在压机上,所述工作台的上表面配合安装有套模,所述套模的中部配合有底板,底板的上方放置产品成形模具组件,所述底板的底面抵接有压机顶杆,所述压机顶杆穿过工作台,并通过压机顶杆的升降控制底板及产品成形模具组件在套模的腔体内作上下运动;

[0011] 具体工艺步骤如下:

[0012] 第一步:对套模的内壁、底板及压机顶杆上表面均匀地喷涂脱模剂;

[0013] 第二步:将若干粒径不同的陶瓷增强体粉末混合并充分搅拌,配制出待装填的粉料;

[0014] 第三步:将构成产品成形模具组件的所有零件拆分,各零件表面均匀地喷涂上脱模剂;

[0015] 第四步:将第三步中表面已经均匀涂有脱模剂的零件组装成产品成形模具组件;

[0016] 第五步:将第二步中已经搅拌均匀的粉料灌装入组装好的产品成形模具组件的腔内,振动并压实;

[0017] 第六步:将产品成形模具组件放入预热炉内,预热到500-700℃,并保温3-5h,均匀加热产品成形模具组件和粉料;

[0018] 第七步:套模中段外装有高频加热器,启动高频加热器,对套模中段进行加热,加热温度约在200℃-500℃左右;

[0019] 第八步:将压机顶杆和安放在顶杆顶面的底板升起,底板的上表面升至高于套模的上表面,将预热好的产品成形模具组件放到底板的上表面;

[0020] 第九步:降下压机顶杆,使底板连同产品成形模具组件沿套模的内壁缓缓放入套模内,并使底板与工作台上表面接触;

[0021] 第十步:将预处理过的金属液注入套模的内腔,金属液的浇注温度控制在金属液熔点以上100-200℃,金属液淹没产品成形模具组件;

[0022] 第十一步:底板中部设置有中心孔,与压机顶杆的抽气通道连通,注入金属液时,开启外连的真空泵,从底部气道对产品成形模具组件内部进行抽真空处理,使产品成形模具组件内部产生负压;

[0023] 第十二步:启动压机,压头下降压入套模,对金属液施压使金属液浸渗到粉料的空

隙中,保压3-7分钟,并关闭外连的真空泵;

[0024] 第十三步:保压后,温度下降,与套模内壁接触的金属液最先变成一层凝固层,该凝固层呈环形状,对压机压头形成反向支撑力,降低了压头对中心未凝固金属液的压强;

[0025] 第十四步:按下压机上升按钮,抬起压头,立刻将二次加压板置于金属液中心表面之上,随即按下压机下降按钮,下降压头,通过压头对二次加压板加压,从而对金属液中心部位二次施加以更大压强使金属液更充分地浸渗到粉料的空隙中,二次保压5-12分钟;

[0026] 第十五步:待金属液凝固后,关闭高频加热器,压头退出套模,上抬至原先高度;

[0027] 第十六步:压机顶杆升起,带动底板将包含产品成形模具组件的金属锭顶出套模的腔体外;

[0028] 第十七步:对产品成形模具组件进行锯切、脱模操作,取出金属基陶瓷复合材料产品的坯料,再对坯料按产品要求进行机加工,可得最终产品。

[0029] 其进一步技术方案在于:

[0030] 所述二次加压板呈扁状结构。

[0031] 所述二次加压板为长方体结构。

[0032] 压头的头部外径与套模的内径匹配。

[0033] 第七步中,高频加热器的加热温度为200℃-500℃。

[0034] 所述套模为底盘直径大于筒体直径的圆形套筒结构。

[0035] 底板的底部设置有第一台阶,套模的底部开有直径小于顶部开口直径,底部开口处设置有第二台阶,所述第一台阶和第二台阶配合,将底板卡住。

[0036] 陶瓷增强体粉末采用金刚石粉末、碳化硅粉末或硅粉末。

[0037] 中心孔和抽气通道连通,所述中心孔与产品成形模具组件的空隙连通,抽气通道通过管路与真空泵连接。

[0038] 抽气通道为直角形结构。

[0039] 本发明的有益效果如下:

[0040] 本发明结构紧凑、合理,操作方便,通过将粉料直接灌装到产品成形模具组件,省去预制件的制备过程;压铸时套模外部中段采用持续高频加热,以调控套模的温度场;将产品成形模具加温预热,压铸时熔融的金属液浇入套模,使金属液在压铸过程中产品成形模具组件内外的金属液不仅温度基本保持一致,而且模具内外的压强基本相等,压头对套模中的金属液二次施加压力,这样既避免了在压铸过程中产品成形模具组件的变形和影响压铸产品的尺寸精度,也避免了压铸时产品成形模的各部分温度差异太大,造成金属液渗透压强的不均匀,从而造成产品各部位的性能质量不一致。

[0041] 本发明针对压铸金属过程中,由于套模与压头接触高温的金属液时,会大量吸收金属液的热量,造成与模具相接触的金属液迅速凝固,凝固的金属对压头产生一定的支撑力,大大降低了压头对金属液的压强施加效果的关键问题。

[0042] 发明采用第一次施压后加入二次加压板进行二次保压凝固的方式,很好的解决了上述问题。

[0043] 本发明严格控制金属液浇入套模的温度,使金属液在熔融或半固溶状态下渗入陶瓷颗粒,避免了金属液与陶瓷颗粒物(如金刚石)在高温下产生不良反应物,有效提高了复合材料的品质,同时在套模底部增加了抽真空通道,这样可以在压铸过程中使陶瓷颗粒的

缝隙产生负压,除此之外,在第一次保压后,为避免成形模具中心铝液保压不足导致浸渗率不高的问题,采用垫二次加压板二次施压的方式更大的提高了金属液的浸渗率,更利于金属液充分渗入陶瓷颗粒的缝隙。由此制备的复合材料致密性高,气孔率低,产品的质量和性能大大提高。

[0044] 本发明不仅简化了需要制备预制件的工艺过程,避免了模具变形、预制件开裂、粘结剂残留等问题,还通过压铸前对成形模具组件的预热及压铸时对套模的加热,调控了金属液的温度场及其凝固时间,保证了金属液能在熔融状态下均匀渗入陶瓷颗粒的缝隙中,高压压铸的同时从模具底部抽真空,使金属液能较通畅地向下渗透,大大提高了金属液的渗透率,一次保压后为避免凝固金属抵消压力以致保压不足,进行二次加压实现了真正意义上的等静压压铸。

[0045] 本发明有效实现了对材料压铸中缺陷的控制和有效的排气,复合材料的致密度,质量和性能得到大大提高,且模具能够重复利用,为金属基陶瓷复合材料批量化生产提供了新思路。

## 附图说明

[0046] 图1为本发明套模及压机顶杆配合结构示意图。

[0047] 图2为本发明粉料灌装后的成形模具结构示意图。

[0048] 图3为本发明第七步操作示意图。

[0049] 图4为本发明第八步操作示意图。

[0050] 图5为本发明第九步操作示意图。

[0051] 图6为本发明第十步操作示意图。

[0052] 图7为本发明第十一步操作示意图。

[0053] 图8为本发明第十二步操作示意图。

[0054] 图9为本发明第十四步操作示意图。

[0055] 图10为本发明第十六步操作示意图。

[0056] 其中:1、粉料;2、产品成形模具组件;3、底板;4、套模;5、压机顶杆;6、工作台;7、金属液;8、抽气通道;9、压头;10、二次加压板;11、高频加热器;12、真空泵;

[0057] 301、中心孔;302、第一台阶;

[0058] 401、第二台阶。

## 具体实施方式

[0059] 下面结合附图,说明本发明的具体实施方式。

[0060] 如图1-图10所示,本实施例的二次施压制备金属基陶瓷复合材料的工艺,包括产品成形模具组件2、套模4、底板3、压机顶杆5和工作台6,

[0061] 工作台6安装在压机上,工作台6的上表面配合安装有套模4,套模4的中部配合有底板3,底板3的上方放置产品成形模具组件2,底板3的底面抵接有压机顶杆5,压机顶杆5穿过工作台6,并通过压机顶杆5的升降控制底板3及产品成形模具组件2在套模4的腔体内作上下运动;

[0062] 具体工艺步骤如下:

- [0063] 第一步:对套模4的内壁、底板3及压机顶杆5上表面均匀地喷涂脱模剂;
- [0064] 第二步:将若干粒径不同的陶瓷增强体粉末混合并充分搅拌,配制出待装填的粉料1;
- [0065] 第三步:将构成产品成形模具组件2的所有零件拆分,各零件表面均匀地喷涂上脱模剂;
- [0066] 第四步:将第三步中表面已经均匀涂有脱模剂的零件组装成产品成形模具组件2;
- [0067] 第五步:将第二步中已经搅拌均匀的粉料1灌装入组装好的产品成形模具组件2的腔内,振动并压实;
- [0068] 第六步:将产品成形模具组件2放入预热炉内,预热到500-700℃,并保温3-5h,均匀加热产品成形模具组件2和粉料1;
- [0069] 第七步:套模4中段外装有高频加热器11,启动高频加热器11,对套模4中段进行加热,加热温度约在200℃-500℃左右;
- [0070] 第八步:将压机顶杆5和安放在顶杆5顶面的底板3升起,底板3的上表面升至高于套模4的上表面,将预热好的产品成形模具组件2放到底板3的上表面;
- [0071] 第九步:降下压机顶杆5,使底板3连同产品成形模具组件2沿套模4的内壁缓缓放入套模4内,并使底板3与工作台6上表面接触;
- [0072] 第十步:将预处理过的金属液7注入套模4的内腔,金属液7的浇注温度控制在金属液熔点以上100-200℃,金属液7淹没产品成形模具组件2;
- [0073] 第十一步:底板3中部设置有中心孔301,与压机顶杆5的抽气通道8连通,注入金属液7时,开启外连的真空泵12,从底部气道对产品成形模具组件2内部进行抽真空处理,使产品成形模具组件2内部产生负压;
- [0074] 第十二步:启动压机,压头9下降压入套模4,对金属液7施压使金属液7浸渗到粉料1的空隙中,保压3-7分钟,并关闭外连的真空泵12;
- [0075] 第十三步:保压后,温度下降,与套模4内壁接触的金属液最先变成一层凝固层,该凝固层呈环形状,对压机压头9形成反向支撑力,降低了压头9对中心未凝固金属液7的压强;
- [0076] 第十四步:按下压机上升按钮,抬起压头9,立刻将二次加压板10置于金属液7中心表面之上,随即按下压机下降按钮,下降压头9,通过压头9对二次加压板10加压,从而对金属液7中心部位二次施加以更大压强使金属液7更充分地浸渗到粉料1的空隙中,二次保压5-12分钟;
- [0077] 第十五步:待金属液7凝固后,关闭高频加热器11,压头9退出套模4,上抬至原先高度;
- [0078] 第十六步:压机顶杆5升起,带动底板3将包含产品成形模具组件2的金属锭顶出套模4的腔体外;
- [0079] 第十七步:对产品成形模具组件2进行锯切、脱模操作,取出金属基陶瓷复合材料产品的坯料,再对坯料按产品要求进行机加工,可得最终产品。
- [0080] 二次加压板10呈扁状结构。
- [0081] 二次加压板10为长方体结构。
- [0082] 压头9的头部外径与套模4的内径匹配。



- [0083] 第七步中,高频加热器11的加热温度为200℃-500℃。
- [0084] 套模4为底盘直径大于筒体直径的圆形套筒结构。
- [0085] 底板3的底部设置有第一台阶302,套模4的底部开有直径小于顶部开口直径,底部开口处设置有第二台阶401,第一台阶302和第二台阶401配合,将底板3卡住。
- [0086] 陶瓷增强体粉末采用金刚石粉末、碳化硅粉末或硅粉末。
- [0087] 中心孔301和抽气通道8连通,中心孔301与产品成形模具组件2的空隙连通,抽气通道8通过管路与真空泵12连接。
- [0088] 抽气通道8为直角形结构。
- [0089] 二次加压板10的面积及厚度根据热仿真计算确定。
- [0090] 具体实施方式一:
- [0091] 本发明在制造过程中,需要使用制造工具,其具体结构如下:
- [0092] 主要包括产品成形模具组件2、套模4、底板3,压头9、二次加压板10等。
- [0093] 经预热后的产品成形模具组件2放置在套模4腔体内的底板3上,带有产品成形模具组件2的底板3放置在套模4腔体内的工作台6上,套模4与工作台6之间、压机顶杆5与工作台6之间有密封槽并放置密封圈密封,压机顶杆5内留有抽气通道8,底板3中间设置有与抽气通道8连通的中心孔301,压机顶杆5可通过顶压底板3带动产品成形模具组件2在套模4的腔体内升降。
- [0094] 套模4的腔体内浇注金属液7。
- [0095] 底板3及产品成形模具组件2可以通过压机顶杆5的升降,使它们在套模4的腔体内作上下运动。
- [0096] 套模4为底盘直径大于筒体直径的圆形套筒结构,底部开口直径略小于腔体内壁直径。
- [0097] 套模4为圆形筒体,底部开口直径小于顶部开口直径,且底部开口处设置有第二台阶401,底板3的底部设置有第一台阶302,第一台阶302和第二台阶401配合,底板3不会向下滑落。
- [0098] 套模4腔体内壁在放置产品成形模具组件的底部高度至产品成形模具组件以上一定高度内具有下小上大拔摸斜度,在此高度以上一直到开口上端面的为竖直无斜度内壁。
- [0099] 本发明的工艺步骤为:
- [0100] 第一步:对套模4的内壁、底板3及压机顶杆5上表面均匀地喷涂脱模剂;
- [0101] 第二步:将若干粒径不同的陶瓷增强体粉末混合并充分搅拌,配制出待装填的粉料1;
- [0102] 第三步:将构成产品成形模具组件2的所有零件拆分,各零件表面均匀地喷涂上脱模剂;
- [0103] 第四步:将第三步中表面已经均匀涂有脱模剂的零件组装成产品成形模具组件2;
- [0104] 第五步:将第二步中已经搅拌均匀的粉料1灌装入组装好的产品成形模具组件2的腔内,振动并压实;
- [0105] 第六步:将产品成形模具组件2放入预热炉内,预热到500-700℃,并保温3-5h,均匀加热产品成形模具组件2和粉料1;
- [0106] 第七步:套模4中段外装有高频加热器11,启动高频加热器11,对套模4中段进行加

热,加热温度约在200℃-500℃左右,;

[0107] 第八步:将压机顶杆5和安放在顶杆顶面的底板3升起,底板3的上表面升至高于套模4的上表面,将预热好的产品成形模具组件2放到底板3的上表面;

[0108] 第九步:降下压机顶杆5,使底板3连同产品成形模具组件2沿套模4的内壁缓缓放入套模4内,并使底板3与工作台6上表面接触;

[0109] 第十步:将预处理过的金属液7注入套模4的内腔,金属液7的浇注温度控制在金属液熔点以上100-200℃,金属液7淹没产品成形模具组件2;

[0110] 第十一步:底板3中部设置有中心孔301,与压机顶杆5的抽气通道8连通,注入金属液7时,开启外连的真空泵12,从底部气道对产品成形模具组件2内部进行抽真空处理,使产品成形模具组件2内部产生负压;

[0111] 第十二步:启动压机,压头9下降压入套模4,对金属液7施压使金属液7浸渗到粉料1的空隙中,保压3-7分钟,并关闭外连的真空泵12;

[0112] 第十三步:保压后,温度下降,与套模4内壁接触的金属液最先变成一层凝固层,该凝固层呈环形状,对压机压头形成反向支撑力,降低了压头9对中心未凝固金属液7的压强;

[0113] 第十四步:按下压机上升按钮,抬起压头9,立刻将二次加压板10置于金属液7中心表面之上,随即按下压机下降按钮,下降压头9,通过压头9对二次加压板10加压,从而对金属液7中心部位二次施加以更大压强使金属液7更充分地浸渗到粉料1的空隙中,二次保压5-12分钟;

[0114] 第十五步:待金属液7凝固后,关闭高频加热器11,压头9退出套模4,上抬至原先高度;

[0115] 第十六步:压机顶杆5升起,带动底板3将包含产品成形模具组件2的金属锭7顶出套模4的腔体外;

[0116] 第十七步:对产品成形模具组件2进行锯切、脱模操作,取出金属基陶瓷复合材料产品的坯料,再对坯料按产品要求进行机加工,可得最终产品。

[0117] 具体实施方式二:本实施方式与具体实施方式一不同的是:第二步所述陶瓷增强体粉末为金刚石粉末,第六步中预热温度为500-600℃,保温时间为3h,其它与具体实施方式一相同。

[0118] 具体实施方式三:本实施方式与具体实施方式一不同的是:第二步所述陶瓷增强体粉末为碳化硅粉末,第六步中预热温度为600-700℃,保温时间为4h,按照其它与具体实施方式一相同。

[0119] 具体实施方式四:本实施方式与具体实施方式一不同的是:第二步所述陶瓷增强体粉末为硅粉末,第六步中预热温度为500-700℃,保温时间为5h,按照其它与具体实施方式一相同。

[0120] 本发明操作简单,通过两次加压的方式有效实现了对材料压铸中缺陷的控制和有效的排气,复合材料的致密度,质量和性能得到大大提高。

[0121] 以上描述是对本发明的解释,不是对发明的限定,本发明所限定的范围参见权利要求,在本发明的保护范围之内,可以作任何形式的修改。

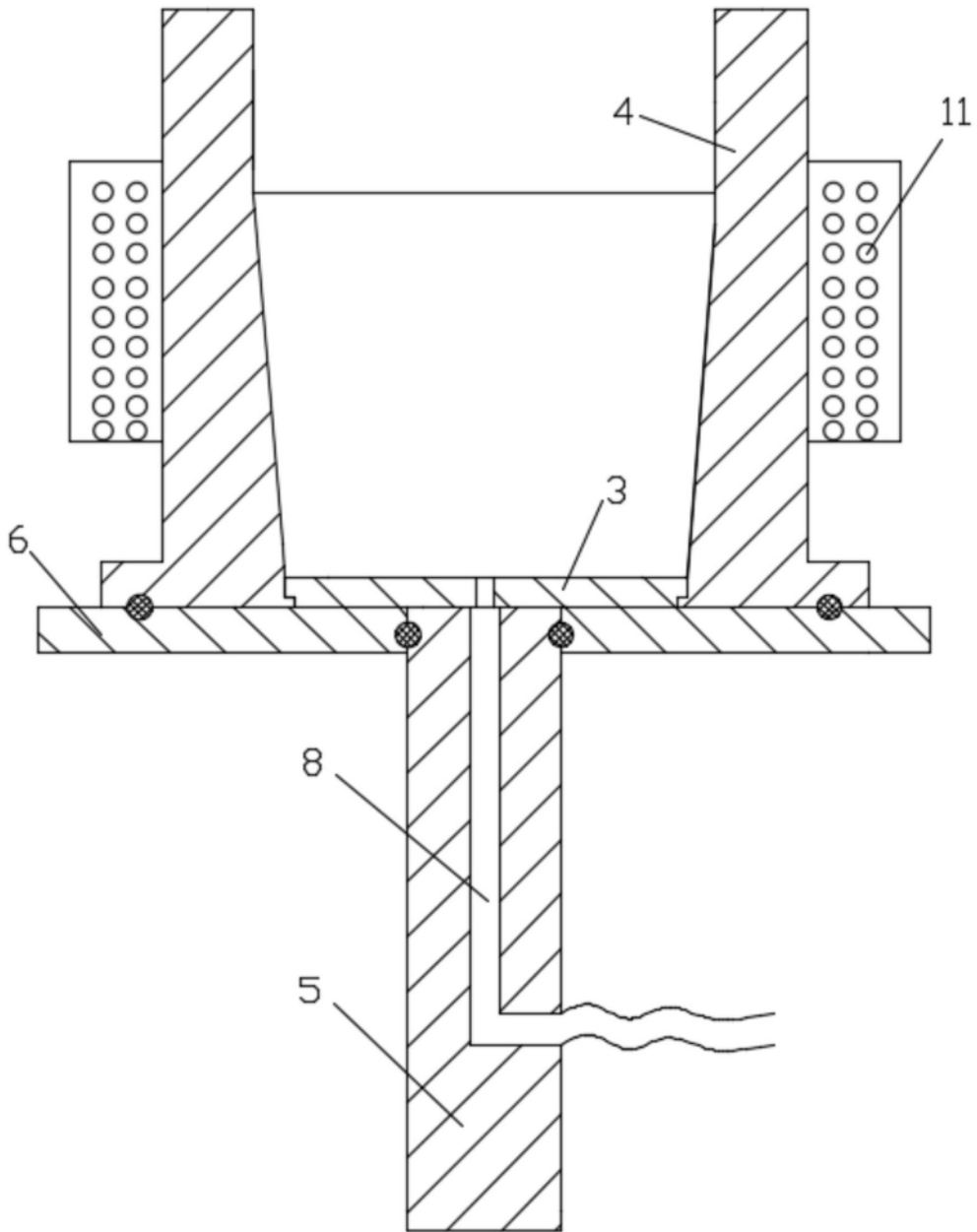


图1

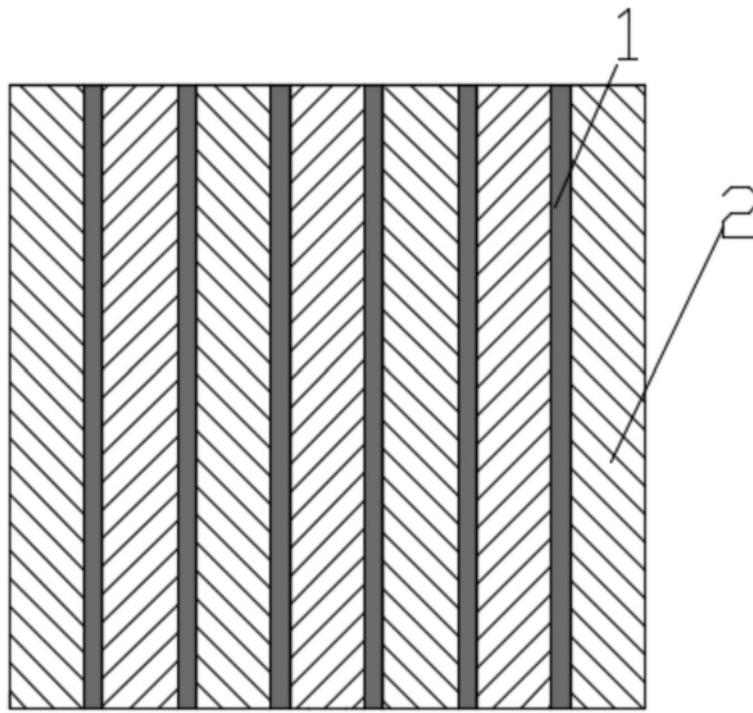


图2

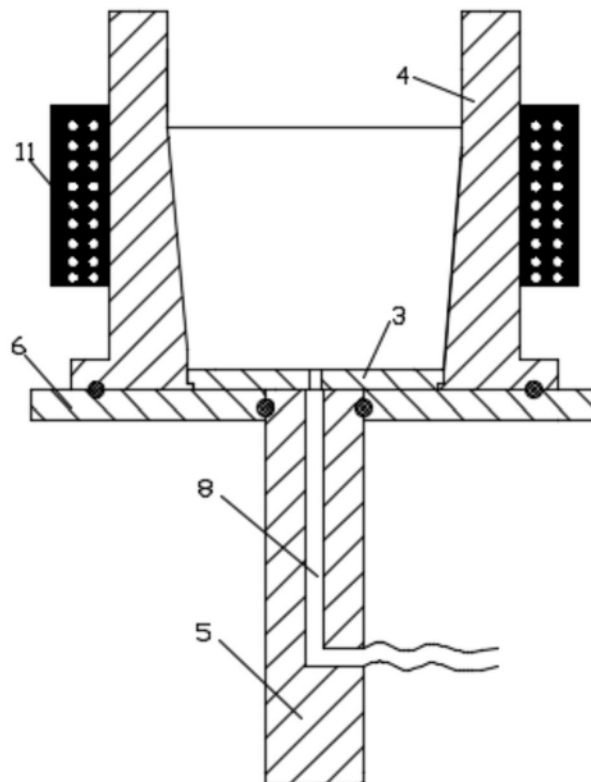


图3

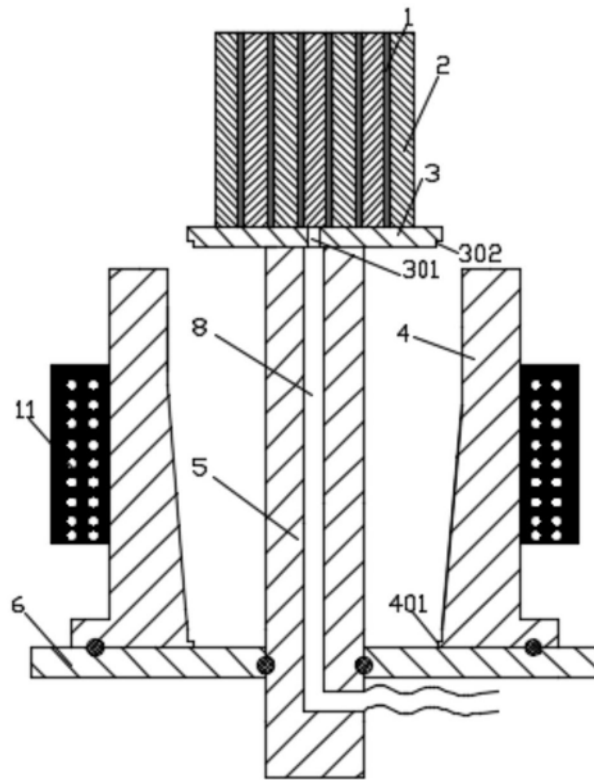


图4

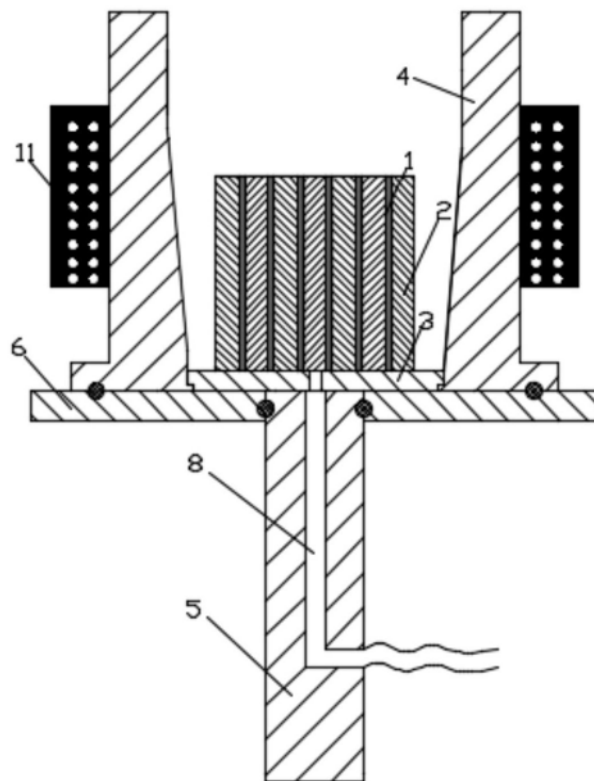


图5

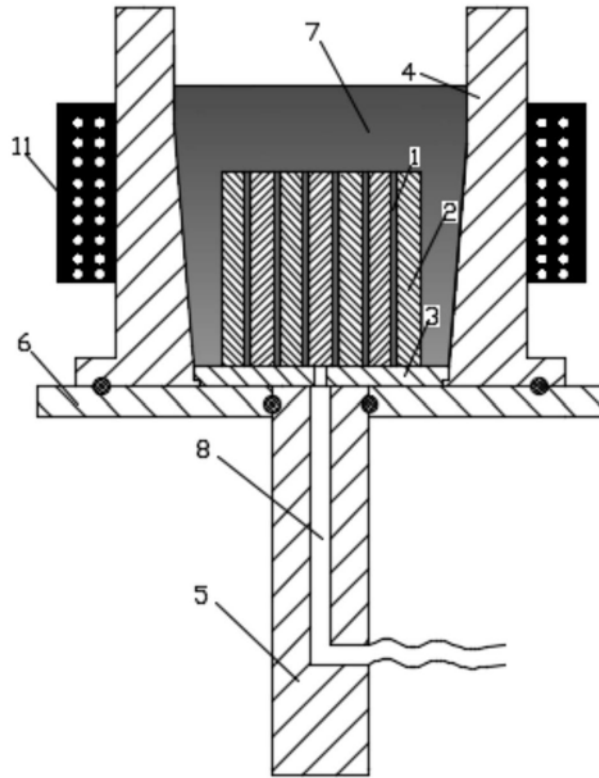


图6

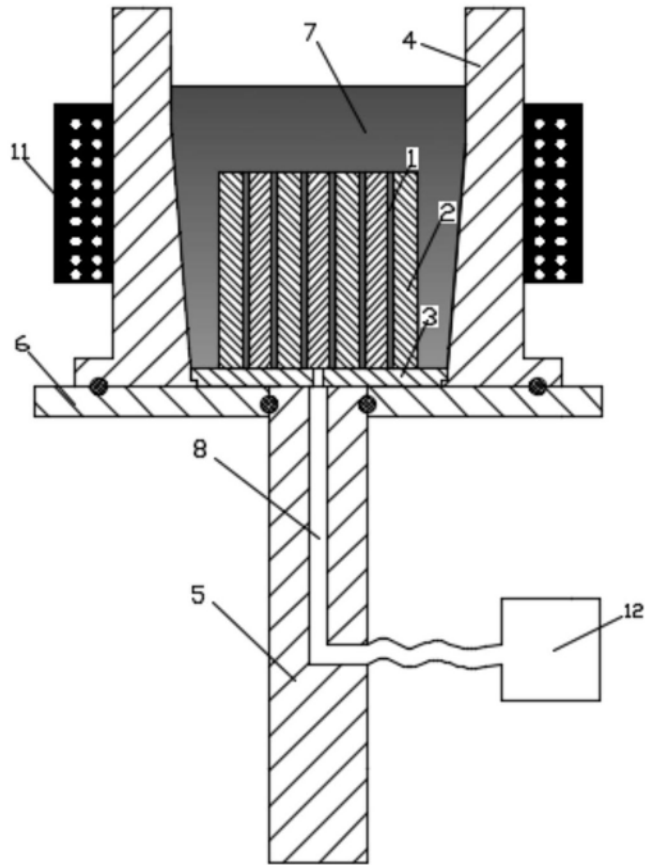


图7

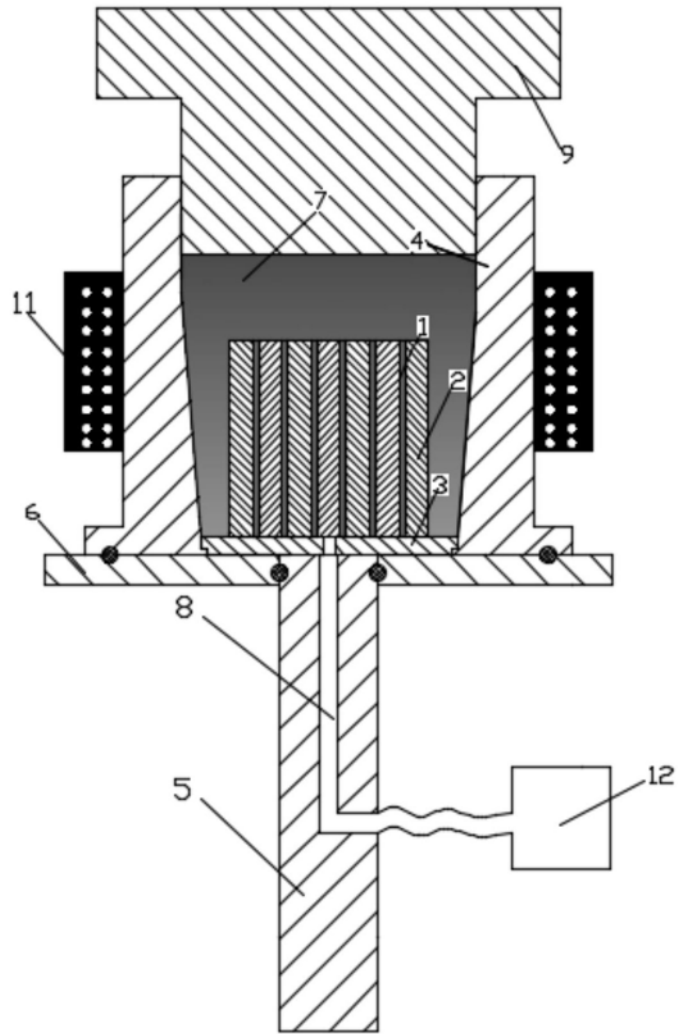


图8



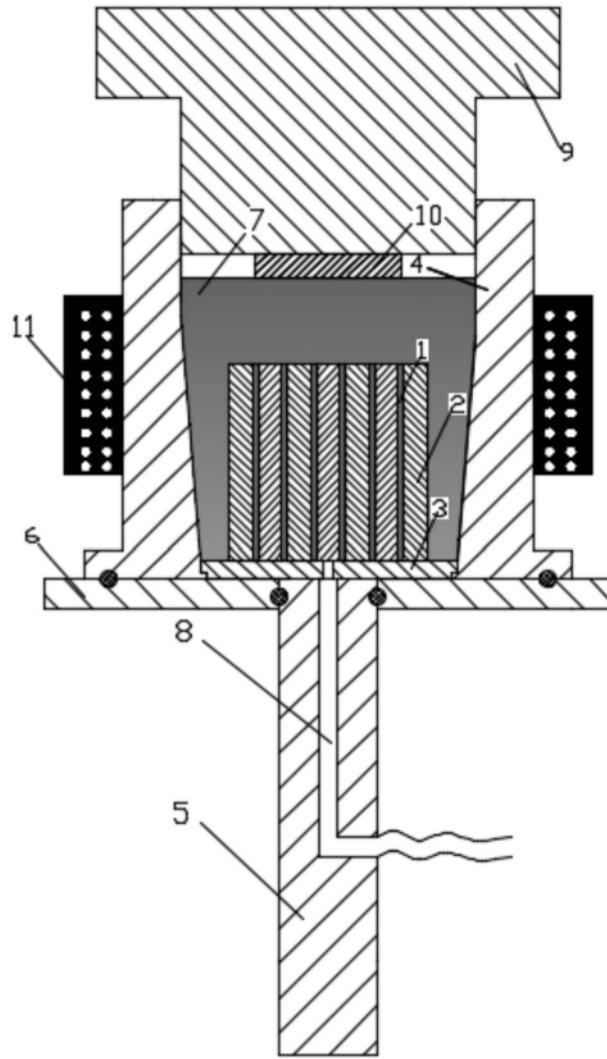


图9

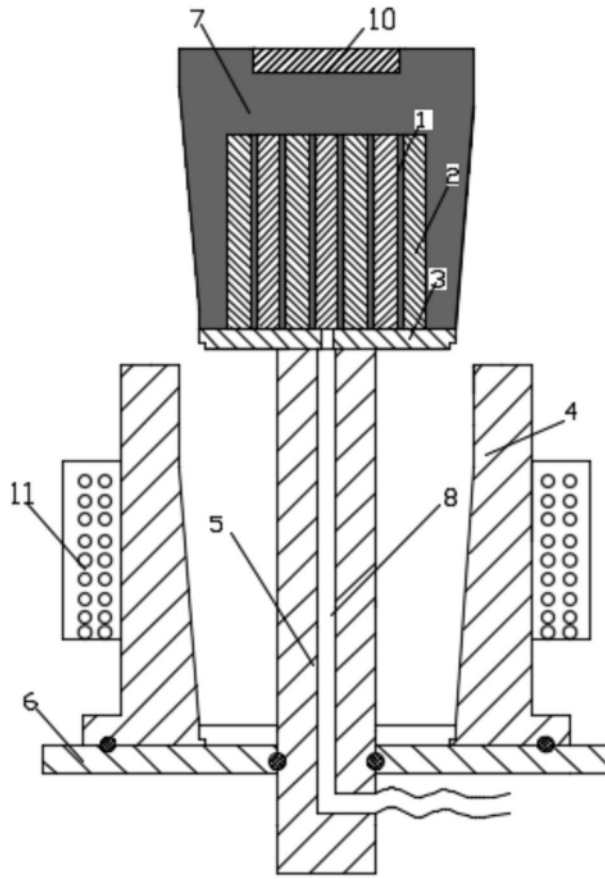


图10