



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105522112 B

(45)授权公告日 2017.12.19

(21)申请号 201610008256.6

审查员 范肖凌

(22)申请日 2016.01.07

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105522112 A

(43)申请公布日 2016.04.27

(73)专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

专利权人 上海航天精密机械研究所

(72)发明人 李飞 王国祥 王俊 孙宝德

肖旅 邹文兵 田莹 李中权

(74)专利代理机构 上海交达专利事务所 31201

代理人 王毓理 王锡麟

(51)Int.Cl.

B22C 9/04(2006.01)

B22C 3/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页

(54)发明名称

镁合金熔模铸造用高溃散性陶瓷型壳及其制备方法

(57)摘要

镁合金熔模铸造用高溃散性陶瓷型壳及其制备方法,通过将蜡模浸入面层浆料并干燥后,再浸入背层浆料后在其表面淋烧结莫来石砂并干燥,最后经封浆脱蜡后焙烧,得到高溃散性陶瓷型壳;本发明能够显著提高陶瓷型壳的湿强度和透气性,还可在空气气氛下,于500℃以上即可完全烧除无残留,大幅度提高了陶瓷型壳的溃散性,浇注之后的型壳在冷却过程中自行产生裂纹,不需水力清壳,采用机械结合喷丸处理,即可实现陶瓷型壳的清除,大大提高了镁合金铸造过程的效率,保证了铸件的表面质量和成品率。

1. 一种用于镁合金熔模铸造的高溃散性陶瓷型壳的制备方法,其特征在于,通过将蜡模浸入面层浆料并干燥后,再浸入背层浆料后在其表面淋烧结莫来石砂并干燥,最后经封浆脱蜡后焙烧,得到高溃散性陶瓷型壳;所述的面层浆料中含有聚醋酸乙烯乳液;所述的背层浆料中含有针状海绵焦和聚醋酸乙烯乳液;

所述的面层浆料的具体组分及含量为:100.00重量份的硅溶胶、0.50-1.00重量份的瓜尔胶、0.10-0.50重量份的聚丙烯酸铵、1.00-5.00重量份的聚醋酸乙烯乳液、0.05-0.10重量份的正丁醇、0.05-0.10重量份的苯甲酸钠、0.05-0.10重量份的异丙基萘磺酸钠,400.00-600.00重量份的电熔刚玉粉。

2. 根据权利要求1所述的用于镁合金熔模铸造的高溃散性陶瓷型壳的制备方法,其特征是,所述的浸入背层浆料后在其表面淋烧结莫来石砂并干燥,重复操作6次。

3. 根据权利要求1所述的用于镁合金熔模铸造的高溃散性陶瓷型壳的制备方法,其特征是,所述的面层浆料的组分包括:作为粘结剂的硅溶胶,作为悬浮剂的瓜尔胶,作为分散剂的聚丙烯酸铵,作为湿强度增强剂的聚醋酸乙烯乳液,作为消泡剂正丁醇、作为防腐剂的苯甲酸钠、作为润湿剂的异丙基萘磺酸钠,作为耐火骨料的电熔刚玉粉。

4. 根据权利要求3所述的用于镁合金熔模铸造的高溃散性陶瓷型壳的制备方法,其特征是,所述的面层浆料通过以下方式得到:将硅溶胶倒入配浆机中,然后在搅拌的条件下按比例加入悬浮剂、分散剂、湿强度增强剂、消泡剂、防腐剂和润湿剂,待悬浮剂完全溶解在硅溶胶之中后,在搅拌的条件下加入电熔刚玉粉,在面层浆料的配制过程中保持漩涡,使电熔刚玉粉完全分散在硅溶胶中,全过程通过冰水机控制浆料温度不超过27℃,搅拌2h,即获得陶瓷型壳面层浆料。

5. 根据权利要求1所述的用于镁合金熔模铸造的高溃散性陶瓷型壳的制备方法,其特征是,所述的背层浆料的组分包括:作为粘结剂的硅溶胶,作为悬浮剂的瓜尔胶,作为分散剂的聚丙烯酸铵,作为湿强度增强剂的聚醋酸乙烯乳液,作为消泡剂正丁醇、作为防腐剂的苯甲酸钠、作为润湿剂的异丙基萘磺酸钠,作为耐火骨料的熔融石英粉,作为添加剂的针状海绵焦。

6. 根据权利要求5所述的用于镁合金熔模铸造的高溃散性陶瓷型壳的制备方法,其特征是,所述的背层浆料通过以下方式得到:将硅溶胶倒入配浆机中,然后在搅拌的条件下按比例加入悬浮剂、分散剂、湿强度增强剂、消泡剂、防腐剂和润湿剂,待悬浮剂完全溶解在硅溶胶之中后,在搅拌的条件下加入熔融石英粉,在背层浆料的配制过程中保持漩涡,使熔融石英粉完全分散在硅溶胶中,然后加入针状海绵焦,继续保持搅拌漩涡,全过程通过冰水机控制浆料温度不超过27℃,搅拌2h,即获得陶瓷型壳背层浆料。

7. 根据权利要求1或2或5或6所述的用于镁合金熔模铸造的高溃散性陶瓷型壳的制备方法,其特征是,所述的背层浆料的具体组分及含量为:100.00重量份的硅溶胶、0.50-1.00重量份的瓜尔胶、0.10-0.50重量份的聚丙烯酸铵、1.00-5.00重量份的聚醋酸乙烯乳液、0.05-0.10重量份的正丁醇、0.05-0.10重量份的苯甲酸钠、400.00-600.00重量份的熔融石英粉、10.00-30.00重量份的针状海绵焦。

8. 一种根据权利要求7所述方法制备得到的高溃散性陶瓷型壳,其特征在于,具备常温抗弯强度、730℃抗弯强度和残余强度,即730℃保温2h,冷却到室温,分别为4.13~4.97、5.31~5.98以及0.44~0.89Mpa。

## 镁合金熔模铸造用高溃散性陶瓷型壳及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种镁合金熔模铸造领域的技术,具体是一种镁合金熔模铸造用高溃散性陶瓷型壳及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 镁及镁合金作为最轻的金属结构材料,具有比强度/比刚度高、尺寸稳定、易于加工成形、导热导电性好、阻尼减振、电磁屏蔽和容易再回收等优点,因此被誉为“21世纪绿色工程材料”。镁合金已经成为航天航空、汽车、电子通信等工业领域的重要结构材料。

[0003] 目前,实际应用的镁合金零件以压铸成形为主,有些复杂镁合金铸件以砂型铸造为主,但砂型保温性较差,在生产细小和薄壁铸件时,易产生浇不足、气孔、缩孔等缺陷。近年来,石膏型熔模铸造技术在镁合金铸造中得到了较多的应用,用该技术制造镁合金铸件的优点是铸件尺寸精度高、保温效果好,铸件表面质量优良,较适合铸造形状复杂且结构精细的镁合金铸件。程鲁等(程鲁,董选普,马戎,陈树群,冯艳丽,熔模铸造复杂薄壁镁合金易溃散性石膏型研究,特种铸造及有色合金,2011年第31卷第8期,736-739)报道了采用石膏型熔模铸造方法制备了镁合金零件。但是,石膏型制作过程中其固化可控性较差,影响其强度的因素也较为复杂,且铸造后采用水力清壳,镁合金易与水发生反应放出氢气,对镁合金表面质量会产生一定的影响。

[0004] 采用陶瓷型来替代石膏型进行镁合金的熔模铸造,尤其在实现大型、复杂、薄壁镁合金铸件的整体成形方面,具有更大的竞争力。其制备过程可形成流水线作业,效率高且型壳质量易于控制,获得的镁合金铸件表面粗糙度低、表面和冶金质量高、尺寸精确,不仅适用于重力铸造,也可以适用于反重力铸造,是成形大型、复杂、薄壁镁合金构件的先进技术。

[0005] 熔模铸造领域常用的陶瓷型壳主要以硅溶胶为粘结剂,以各种耐火粉(砂)料(如氧化铝、锆英粉、熔融石英、烧结莫来石、电熔莫来石、煤矸石等)为主要原料,配制陶瓷浆料,然后将蜡模进行沾浆、淋砂,干燥后重复此过程,获得多层陶瓷型壳,再经脱蜡、焙烧,即可进行镁合金的铸造。但是,以硅溶胶为粘结剂制备的陶瓷型壳的残余强度通常较高,溃散性较差,而相对于大部分其它常用金属材料而言,镁合金本身材质较软,因此在熔模铸造过程中,因采用机械方法清除型壳,易造成镁合金铸件表面损伤;同时,镁合金化学性质活泼,遇水即发生反应,因此铸件也不宜采用高压水枪清壳。由此可见,在保证镁合金熔模铸造用陶瓷型壳的常温和高温强度的前提下,如何降低型壳的残余强度,即增加型壳的溃散性,是采用多层陶瓷型壳进行镁合金熔模铸造所关注的首要问题。

[0006] 经过对现有技术的检索发现,中国专利文献号CN102744367A,公开(公告)日2012.10.24,公开了一种基于泡沫塑料模的消失模壳型铸造振动凝固方法,包括以下步骤:1)首先制作表面具有陶瓷型壳的泡沫塑料模;2)泡沫塑料模经失去泡沫塑料模及焙烧后,放入底抽式砂箱中;然后往底抽式砂箱中填充造型散干砂,将散干砂通过振动台进行振动紧实后,关闭振动台,并在底抽式砂箱上部覆盖一层塑料薄膜,之后在底抽式砂箱上部放置

浇口杯待浇;3) 开启真空装置和振动台,将金属液经浇口杯注入陶瓷型壳,振动凝固,待金属液全部凝固成铸件后关闭振动台和真空装置,开箱清理后即可。但该技术采用模壳型与散干砂通过振动台振动紧实,在振动条件下模壳型易出现破裂,合金熔体就会渗入到散干砂中,造成铸件的损坏,另外该技术也未对模壳型的溃散性进行具体描述。

## 发明内容

[0007] 本发明针对现有技术存在的上述不足,提出一种用于镁合金熔模铸造的高溃散性陶瓷型壳及其制备方法,面层浆料以硅溶胶为粘结剂,以瓜尔胶为悬浮剂,以聚丙烯酸铵为分散剂,以聚醋酸乙烯乳液为湿强度增强剂,辅以消泡剂、防腐剂、润湿剂等助剂,以电熔刚玉粉为耐火骨料,通过高速搅拌方法配制出型壳面层涂料;背层浆料以硅溶胶为粘结剂,以瓜尔胶为悬浮剂,以聚丙烯酸铵为分散剂,以聚醋酸乙烯乳液为湿强度增强剂,辅以消泡剂、防腐剂、润湿剂等助剂,以熔融石英粉为耐火骨料,添加针状海绵焦,通过高速搅拌方法配制出型壳背层涂料。以电熔刚玉砂和烧结莫来石砂分别作为面层和背层的型砂。

[0008] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0009] 本发明涉及一种用于镁合金熔模铸造的高溃散性陶瓷型壳的制备方法,通过将蜡模浸入面层浆料并干燥后,再浸入背层浆料后在其表面淋烧结莫来石砂并干燥,最后经封浆脱蜡后焙烧,得到高溃散性陶瓷型壳。

[0010] 所述的浸入背层浆料后在其表面淋烧结莫来石砂并干燥,优选重复操作6次。

[0011] 所述的面层浆料的组分包括:作为粘结剂的硅溶胶,作为悬浮剂的瓜尔胶,作为分散剂的聚丙烯酸铵,作为湿强度增强剂的聚醋酸乙烯乳液,作为消泡剂正丁醇、作为防腐剂的苯甲酸钠、作为润湿剂的异丙基萘磺酸钠,作为耐火骨料的电熔刚玉粉。

[0012] 所述的面层浆料通过以下方式得到:将硅溶胶倒入配浆机中,然后在搅拌的条件下按比例加入悬浮剂、分散剂、湿强度增强剂、消泡剂、防腐剂和润湿剂,待悬浮剂完全溶解在硅溶胶之中后,在搅拌的条件下加入电熔刚玉粉,在面层浆料的配制过程中保持漩涡,使电熔刚玉粉完全分散在硅溶胶中,全过程通过冰水机控制浆料温度不超过27℃,搅拌2h,即获得陶瓷型壳面层浆料;

[0013] 所述的背层浆料的组分包括:作为粘结剂的硅溶胶,作为悬浮剂的瓜尔胶,作为分散剂的聚丙烯酸铵,作为湿强度增强剂的聚醋酸乙烯乳液,作为消泡剂正丁醇、作为防腐剂的苯甲酸钠、作为润湿剂的异丙基萘磺酸钠,作为耐火骨料的熔融石英粉,作为添加剂的针状海绵焦。

[0014] 所述的背层浆料通过以下方式得到:将硅溶胶倒入配浆机中,然后在搅拌的条件下按比例加入悬浮剂、分散剂、湿强度增强剂、消泡剂、防腐剂,待悬浮剂完全溶解在硅溶胶之中后,在搅拌的条件下加入熔融石英粉,在背层浆料的配制过程中保持漩涡,使熔融石英粉完全分散在硅溶胶中,然后加入针状海绵焦,继续保持搅拌漩涡,全过程通过冰水机控制浆料温度不超过27℃,搅拌2h,即获得陶瓷型壳背层浆料;

[0015] 所述的面层浆料的具体组分及含量为:100.00重量份的硅溶胶、0.50-1.00重量份的瓜尔胶、0.10-0.50重量份的聚丙烯酸铵、1.00-5.00重量份的聚醋酸乙烯乳液、0.05-0.10重量份的正丁醇、0.05-0.10重量份的苯甲酸钠、0.05-0.10重量份的异丙基萘磺酸钠,400.00-600.00重量份的电熔刚玉粉,该面层浆料的粘度为24-30s(4号蔡恩杯)。

[0016] 所述的背层浆料的具体组分及含量为:100.00重量份的硅溶胶、0.50-1.00重量份的瓜尔胶、0.10-0.50重量份的聚丙烯酸铵、1.00-5.00重量份的聚醋酸乙烯乳液、0.05-0.10重量份的正丁醇、0.05-0.10重量份的苯甲酸钠、400.00-600.00重量份的熔融石英粉、10.00-30.00重量份的针状海绵焦,该背层浆料的粘度为30-36s(4号蔡恩杯)。

[0017] 在本发明的具体实施方案中,所述的面层型砂采用电熔刚玉砂,背层型砂采用烧结莫来石砂;硅溶胶采用但不限于:碱性硅溶胶;悬浮剂采用但不限于:瓜尔胶;分散剂采用但不限于:聚丙烯酸铵;湿强度增强剂采用但不限于:聚醋酸乙烯乳液;消泡剂采用但不限于:正丁醇,优选为化学纯;防腐剂采用但不限于:苯甲酸钠;润湿剂采用但不限于:异丙基萘磺酸钠;电熔刚玉粉粒度为200-325目,纯度大于99.0%;熔融石英粉粒度为80-325目,纯度大于99.0%;电熔刚玉砂粒度为80-120目,纯度大于99.0%;烧结莫来石砂粒度为35-70目,氧化铝相含量大于68.0%;针状海绵焦粒度为80-200目。

[0018] 本发明涉及上述方法制备得到的高溃散性陶瓷型壳,其常温抗弯强度、730℃抗弯强度和残余强度(730℃保温2h,冷却到室温)分别为4.13~4.97、5.31~5.98以及0.44~0.89Mpa。

[0019] 本发明涉及上述高溃散性陶瓷型壳的应用,将其用于浇注AZ91D镁合金。

[0020] 技术效果

[0021] 与现有技术相比,本发明采用沾浆、淋砂工艺制备的多层陶瓷型壳具备流水线制造的特点,型壳质量稳定。由于在面层浆料中加入了聚醋酸乙烯乳液作为辅助的粘结剂,使型壳具有较高的湿强度。在背层浆料中添加针状海绵焦,不仅可以进一步增强型壳的湿强度,还可在空气气氛下,于500℃以上即可完全烧除无残留,产生的气孔不仅增加了陶瓷型壳的透气性,更重要的是大幅度提高了陶瓷型壳的溃散性,浇注之后的型壳在冷却过程中自行产生裂纹,不需水力清壳,采用机械结合喷丸处理,即可实现陶瓷型壳的清除,大大提高了镁合金铸造过程的效率,保证了铸件的表面质量和成品率。

## 具体实施方式

[0022] 下面对本发明的实施例作详细说明,本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0023] 实施例1

[0024] 本实施例通过以下步骤实现镁合金熔模铸造用高溃散性陶瓷型壳的制备:

[0025] 1) 配制面层浆料:将100kg硅溶胶倒入配浆机中,然后在搅拌的条件下加入按比例加入1.00kg瓜尔胶、0.50kg聚丙烯酸铵、1.00kg聚醋酸乙烯乳液、0.10kg正丁醇、0.05kg苯甲酸钠、0.05kg异丙基萘磺酸钠,待瓜尔胶完全溶解在硅溶胶中后,在搅拌条件下加入600kg电熔白刚玉粉,全过程通过冰水机控制浆料温度不超过27℃,搅拌2h,获得陶瓷型壳面层浆料;

[0026] 2) 配制背层浆料:将100kg硅溶胶倒入配浆机中,然后在搅拌的条件下加入按比例加入1.00kg瓜尔胶、0.50kg聚丙烯酸铵、1.00kg聚醋酸乙烯乳液、0.10kg正丁醇、0.05kg苯甲酸钠,待瓜尔胶完全溶解在硅溶胶中后,在搅拌条件下加入600kg熔融石英粉和30kg针状海绵焦,全过程通过冰水机控制浆料温度不超过27℃,搅拌2h,获得陶瓷型壳背层浆料;

[0027] 3) 制备陶瓷型壳:将蜡模用熔模清洗剂清洗后,浸入面层浆料2-3分钟,使蜡模表面完全覆盖面层浆料,然后在其表面淋电熔刚玉砂,在20-25℃,湿度为60-90的条件下干燥12h,完成面层的制备;将面层已经干燥的蜡模浸入到背层浆料2-3分钟,使面层表面完全覆盖背层浆料,然后在其表面淋烧结莫来石砂,在25℃,湿度为70的条件下干燥6h,重复此过程6次,最后一次进行封浆,干燥后即获得陶瓷型壳背层;将干燥后的型壳放入高压脱蜡釜中进行脱蜡,然后置于焙烧炉中于500℃下焙烧2h,即获得可用于镁合金铸造用高溃散性陶瓷型壳。

[0028] 经检测,未添加针状海绵焦的陶瓷型壳的常温、730℃和残余强度(730℃保温2h,冷却到室温)的抗弯强度分别为3.14、5.98、1.99MPa;而本实施例中的陶瓷型壳的常温、730℃和残余强度(730℃保温2h,冷却到室温)的抗弯强度分别为4.97、5.31和0.44MPa。经浇注试验表明,本实施例中的陶瓷型壳浇注AZ91D镁合金,冷却至室温后,型壳出现大量的裂纹,极易清壳。

[0029] 实施例2

[0030] 本实施例通过以下步骤实现镁合金熔模铸造用高溃散性陶瓷型壳的制备:

[0031] 1) 配制面层浆料:将100kg硅溶胶倒入配浆机中,然后在搅拌的条件下加入按比例加入0.75kg瓜尔胶、0.25kg聚丙烯酸铵、2.50kg聚醋酸乙烯乳液、0.08kg正丁醇、0.08kg苯甲酸钠、0.08kg异丙基萘磺酸钠,待瓜尔胶完全溶解在硅溶胶中后,在搅拌条件下加入500kg电熔白刚玉粉,全过程通过冰水机控制浆料温度不超过27℃,搅拌2h,获得陶瓷型壳面层浆料;

[0032] 2) 配制背层浆料:将100kg硅溶胶倒入配浆机中,然后在搅拌的条件下加入按比例加入0.75kg瓜尔胶、0.25kg聚丙烯酸铵、2.50kg聚醋酸乙烯乳液、0.08kg正丁醇、0.08kg苯甲酸钠,待瓜尔胶完全溶解在硅溶胶中后,在搅拌条件下加入600kg熔融石英粉和10kg针状海绵焦,全过程通过冰水机控制浆料温度不超过27℃,搅拌2h,获得陶瓷型壳背层浆料;

[0033] 3) 制备陶瓷型壳:将蜡模用熔模清洗剂清洗后,浸入面层浆料2-3分钟,使蜡模表面完全覆盖面层浆料,然后在其表面淋电熔刚玉砂,在20-25℃,湿度为60-90的条件下干燥12h,完成面层的制备;将面层已经干燥的蜡模浸入到背层浆料2-3分钟,使面层表面完全覆盖背层浆料,然后在其表面淋烧结莫来石砂,在25℃,湿度为70的条件下干燥6h,重复此过程6次,最后一次进行封浆,干燥后即获得陶瓷型壳背层;将干燥后的型壳放入高压脱蜡釜中进行脱蜡,然后置于焙烧炉中于500℃下焙烧2h,即获得可用于镁合金铸造用高溃散性陶瓷型壳。

[0034] 经检测,未添加针状海绵焦的陶瓷型壳的常温、730℃和残余强度(730℃保温2h,冷却到室温)的抗弯强度分别为3.14、5.98、1.99MPa;而本实施例中的陶瓷型壳的常温、730℃和残余强度(730℃保温2h,冷却到室温)的抗弯强度分别为4.55、5.64和0.57MPa。经浇注试验表明,本实施例中的陶瓷型壳浇注AZ91D镁合金,冷却至室温后,型壳出现大量的裂纹,极易清壳。

[0035] 实施例3

[0036] 本实施例通过以下步骤实现镁合金熔模铸造用高溃散性陶瓷型壳的制备:

[0037] 1) 配制面层浆料:将100kg硅溶胶倒入配浆机中,然后在搅拌的条件下加入按比例加入0.50kg瓜尔胶、0.10kg聚丙烯酸铵、5.00kg聚醋酸乙烯乳液、0.05kg正丁醇、0.10kg苯

甲酸钠、0.10kg异丙基萘磺酸钠,待瓜尔胶完全溶解在硅溶胶中后,在搅拌条件下加入400kg电熔白刚玉粉,全过程通过冰水机控制浆料温度不超过27℃,搅拌2h,获得陶瓷型壳面层浆料;

[0038] 2) 配制背层浆料:将100kg硅溶胶倒入配浆机中,然后在搅拌的条件下加入按比例加入0.50kg瓜尔胶、0.10kg聚丙烯酸铵、5.00kg聚醋酸乙烯乳液、0.05kg正丁醇、0.10kg苯甲酸钠,待瓜尔胶完全溶解在硅溶胶中后,在搅拌条件下加入400kg熔融石英粉和10kg针状海绵焦,全过程通过冰水机控制浆料温度不超过27℃,搅拌2h,获得陶瓷型壳背层浆料;

[0039] 3) 制备陶瓷型壳:将蜡模用熔模清洗剂清洗后,浸入面层浆料2-3分钟,使蜡模表面完全覆盖面层浆料,然后在其表面淋电熔刚玉砂,在20-25℃,湿度为60-90的条件下干燥12h,完成面层的制备;将面层已经干燥的蜡模浸入到背层浆料2-3分钟,使面层表面完全覆盖背层浆料,然后在其表面淋烧结莫来石砂,在25℃,湿度为70的条件下干燥6h,重复此过程6次,最后一次进行封浆,干燥后即获得陶瓷型壳背层;将干燥后的型壳放入高压脱蜡釜中进行脱蜡,然后置于焙烧炉中于500℃下焙烧2h,即获得可用于镁合金铸造用高溃散性陶瓷型壳。

[0040] 经检测,未添加针状海绵焦的陶瓷型壳的常温、730℃和残余强度(730℃保温2h,冷却到室温)的抗弯强度分别为3.14、5.98、1.99MPa;而本实施例中的陶瓷型壳的常温、730℃和残余强度(730℃保温2h,冷却到室温)的抗弯强度分别为4.13、5.98和0.89MPa。经浇注试验表明,本实施例中的陶瓷型壳浇注AZ91D镁合金,冷却至室温后,型壳出现较多的裂纹,较易清壳。