

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101660063 B

(45) 授权公告日 2011.06.01

(21) 申请号 200910075517.6

审查员 田刚

(22) 申请日 2009.09.25

(73) 专利权人 河北科技大学

地址 050031 河北省石家庄市裕华区裕翔街
666 号河北科技大学材料学院

(72) 发明人 谭建波 李增民 李立新

(74) 专利代理机构 石家庄科诚专利事务所
13113

代理人 刘谟培

(51) Int. Cl.

G22C 1/00 (2006.01)

B22D 17/08 (2006.01)

G22C 1/03 (2006.01)

G22C 1/06 (2006.01)

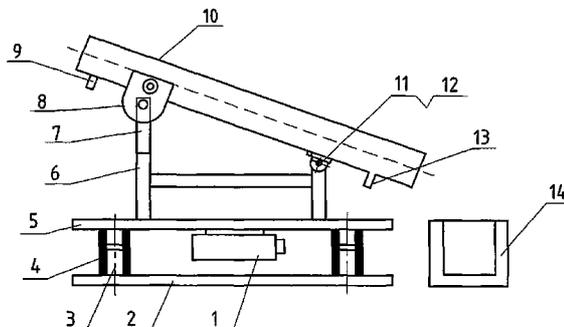
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

制备半固态合金熔体的装置及生产 AlSi9Mg
半固态合金的工艺

(57) 摘要

本发明公开了制备半固态合金熔体的装置及生产 AlSi9Mg 半固态合金的工艺。其装置包括通过支柱及橡胶弹簧连接的底座和台面组成的振动装置,振动装置通过可调节角度的支撑架倾斜连接冷却槽,在台面上设置有三维振动电机,振动加速度为 1 ~ 2g,振幅范围为 0.5 ~ 1mm,振动频率为 10 ~ 60Hz,冷却槽的出液端与成形设备对应。冷却槽的角度为 40 ~ 60°、浇注长度为 600 ~ 800mm。成形设备包括由压铸机压射室、压射杆、压射头、接料口和模具。制备半固态 AlSi9Mg 合金熔体的流变成形工艺包括合金的熔制、除气渣、精炼、变质、倾斜振动浇注、流变压铸等。本发明能够显著改善半固态合金的组织 and 性能,解决制备过程中倾斜板表面凝固结壳的问题。



1. 一种制备半固态合金熔体的装置,包括振动装置和倾斜设置的冷却槽,其特征在于:振动装置包括底座(2),底座(2)上面通过支柱(3)和设置在支柱(3)外围的橡胶弹簧(4)支撑连接有振动台面(5),在振动台面(5)下设置有与调频装置连接并受调频装置控制的能够三维振动的振动电机,所述振动电机有6个,每两个电机完成一维方向的振动,6个电机共实现三维方向振动频率、振幅、振动加速度的调节;冷却槽(10)倾斜设置在振动装置的振动台面(5)上,冷却槽(10)的一端通过支座(11)和转轴(12)与支撑架(6)一端连接,支撑架(6)的另一端上面设置升降架(7),升降架(7)上端通过转轴和支撑槽(8)与冷却槽(10)的另一端连接;在冷却槽(10)的外侧设置水冷套,冷却槽(10)的出液端下面对应位置设置有水冷铜模(14)或者流变成形设备或者保温设备。

2. 根据权利要求1所述的制备半固态合金熔体的装置,其特征在于所述振动电机的振动加速度范围为 $1g \sim 2g$,振幅范围为 $0.5\text{mm} \sim 1\text{mm}$,振动频率范围在 $10\text{Hz} \sim 60\text{Hz}$ 内无级可调。

3. 一种制备半固态合金熔体的装置,包括振动装置和倾斜设置的冷却槽,其特征在于:振动装置包括底座(2),底座(2)上面通过支柱(3)和设置在支柱(3)外围的橡胶弹簧(4)支撑连接有振动台面(5),在振动台面(5)下设置有与调频装置连接并受调频装置控制的能够三维振动的振动电机,所述振动电机有6个,每两个电机完成一维方向的振动,6个电机共实现三维方向振动频率、振幅、振动加速度的调节;冷却槽(10)倾斜设置在振动装置的振动台面(5)上,冷却槽(10)的一端通过支座(11)和转轴(12)与支撑架(6)一端连接,支撑架(6)的另一端上面设置升降架(7),升降架(7)上端通过转轴和支撑槽(8)与冷却槽(10)的另一端连接;在冷却槽(10)的外侧设置水冷套,冷却槽(10)的出液端下面对应位置设置有水冷铜模(14)或者流变成形设备或者保温设备;所述冷却槽(10)为U型,U型冷却槽(10)的倾斜角度在 $0 \sim 60^\circ$ 内调节,U型冷却槽(10)的浇注长度在 $300\text{mm} \sim 1200\text{mm}$ 范围内选定。

4. 根据权利要求3所述的制备半固态合金熔体的装置,其特征在于所述流变成形设备包括压铸机和与压铸机连接的模具;压铸机包括压射室(26)、压射杆(25)、压射头(23)、接料口(24),压射头(23)设置在压射杆(25)的前端,压射头(23)和压射杆(25)设置在压射室(26)内,压射室(26)上部设置与压射室(26)相通的对应于U型冷却槽(10)的出液端的接料口(24),压射室(26)前端连接包括左半型(21)和右半型(22)的模具。

5. 一种利用权利要求1、3或者4所述的制备半固态合金熔体的装置生产AlSi9Mg半固态合金的工艺,其特征在于:

第一步:将铝硅合金锭和纯铝锭按照AlSi9Mg合金的含量比例放入熔化设备内加热,待其全部熔化后升温至 $690^\circ\text{C} \sim 710^\circ\text{C}$,再按比例加入经预热的铝锰中间合金,

第二步:在 $680^\circ\text{C} \sim 700^\circ\text{C}$ 温度之间,将用铝箔包裹的纯Mg压入合金液中,Mg的加入量占合金液重量的 0.4% ,

第三步:在炉料全部熔化后,在 $700^\circ\text{C} \sim 720^\circ\text{C}$ 的温度下通氮气精炼,进行合金液的除气、除渣处理,

第四步:精炼后,将合金液升温至 $720^\circ\text{C} \sim 740^\circ\text{C}$,进行变质处理,变质剂采用钠盐或Al-Sr合金,

第五步:将冷却槽的倾斜角度调整成 $40 \sim 60^\circ$,浇注长度调整为 $600 \sim 800\text{mm}$,振动电

机的振动频率调整为 50 ~ 60Hz 之间,将 600℃ ~ 610℃的 AlSi9Mg 合金液浇入振动状态下的冷却槽内,

第六步:合金液流过冷却槽后在冷却槽的下方即得到半固态 AlSi9Mg 合金熔体,熔体进入水冷铜模冷却后即得到半固态 AlSi9Mg 坯料;或者使熔体直接进入流变压铸设备中,进行流变压铸即制得流变压铸铸件。

6. 根据权利要求 5 所述的工艺,其特征在于所述流变压铸的工艺包括:

A、将模具连接到压铸机的前端,预热模具至 200℃ ~ 220℃,在模具内部涂覆水基或蜡基涂料,

B、将熔炼的半固态合金熔体直接浇入流变压铸设备的压射室内,在压射比压为 40 ~ 80MPa,充型速度为 1.2 ~ 2.5m/s 的条件下进行压铸成形,

C、保压 10s ~ 30s,开模、顶出、取件,完成一个工作循环。

制备半固态合金熔体的装置及生产 AISi9Mg 半固态合金的工艺

技术领域

[0001] 本发明属于金属成型领域的半固态合金成形的技术,特别是涉及一种半固态合金熔体的倾斜冷却剪切变频振动装置及流变成形工艺。

背景技术

[0002] 半固态成形技术,就是在合金凝固过程中,得到一种液态金属母液中均匀地悬浮着一定球状初生固相的固-液混合熔体,利用这种固液混合熔体直接进行成形加工(即流变成形),或先将这种固液混合熔体制成坯料,再重新加热至固液两相区进行成形加工(即触变成形),这两种方法均称之为半固态成形技术。为了得到固-液混合熔体,一般是对金属液施以剧烈的搅拌或扰动、或改变金属的热状态、或加入晶粒细化剂、或进行快速凝固,从而改变初生固相的形核和长大过程。该技术可方便地制造出近净形零件,材料利用率高,零件致密性好;合金熔体或坯料宏观偏析少,成形产品的性能更均匀;模具寿命高,能耗低且环境友好,可适用于多种加工工艺,如铸造、轧制、挤压和锻造等,并可进行材料的复合及成形。

[0003] 目前,半固态成形技术中已在海外投入商业化生产,如电磁搅拌技术、螺旋机械搅拌技术、喷射沉积技术等。半固态合金制备是半固态成形技术中的一项关键技术之一,合金的半固态非枝晶组织与形成机制的研究一直是国内外学者研究的重点之一,目前尚未形成统一和确定的理论,主要有 Flemings 等认为的正常熟化引起的枝晶根部熔断假说、Garabedian 等人的枝晶臂机械折断假说、Vogel 等提出的枝晶臂塑性弯曲和晶界浸润熔断假说、电磁搅拌下的枝晶臂根部熔断机制、Blais 等人的电磁搅拌下的枝晶循环熔断机制和 Fan 等人的高剪速率下的球状晶形成机制。在成形工艺方面,主要采用触变成形,触变成形需先制坯料,再加热至半固态合金温度进行成形,触变成形的主要问题在于:加热温度不易控制,加热过程中坯料氧化,能源消耗高,技术要求高,加热设备复杂,因此,严重阻碍了该技术在海外的大规模推广应用。如何降低操作难度、缩短工艺流程、易于实现工业化的低能耗、低成本的新技术是目前半固态成形技术重点研究内容之一。

[0004] 倾斜冷却剪切流变技术是根据冷却体装置不同,分成斜管法和倾斜冷却板法两种。倾斜冷却板一般是由合金钢制成,表面喷涂一层涂料,以防止半固态合金粘附在倾斜板表面。其原理是将略高于液相线温度的熔融金属倒在倾斜板上,由于倾斜板的激冷作用,在凝固过程初期,倾斜板壁上有细小的晶粒形核并长大,由于合金流体的冲击和物体的自重作用使晶粒从倾斜板壁上脱落并翻转,以达到搅拌效果。流经倾斜板的合金熔体落入容器中,通过控制容器温度进行缓慢冷却,冷却到一定的半固态温度后保温,以增加晶核的数目和晶粒的游离,从而细化晶粒,获得理想的微观组织。随后可进行流变成形和触变成形。

[0005] 中国专利 CN200710011510.9 公开了一种制备半固态合金的波浪型倾斜板振动装置及制备方法,包括支架、波浪型金属板、凸轮振动机构、水冷铜模、电动机和调频装置,支架上固定有中间包,与支架平行固定有支板,支板侧为水冷铜模,在支板和支架间安装有固

定板,固定板通过弹簧连接波浪型金属板的托架,在波浪型金属板的托架上固定有凸轮振动机构,电动机分别与凸轮振动机构和调压器连接。本发明用于高熔点钢铁材料的半固态成形。本发明是对倾斜板直接采用机械振动装置使其振动,众所周知机械振动的振幅和频率都比较低,这样对晶核的形成并不能起到多大的作用。

发明内容

[0006] 本发明需要解决的技术问题是提供一种制备半固态合金熔体的倾斜冷却剪切变频振动装置及利用该装置生产 AlSi9Mg 半固态合金铸件的流变成形工艺,其装置结构简单,成形工艺流程短,能耗低,易于实现工业化生产;尤其是能够改善半固态合金的凝固组织,同时解决半固态合金熔体制备过程中倾斜板表面凝固结壳的问题。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:

[0008] 一种制备半固态合金熔体的装置,包括振动装置和倾斜设置的冷却槽,振动装置包括底座,底座上面通过支柱和设置在支柱外围的橡胶弹簧支撑连接有振动台面,支柱有两段,分别固定在台面下面和底座上面,两段支柱分别插入到橡胶弹簧中。在台面上连接有能够产生三维振动的振动电机,振动电机与调频装置连接并受调频装置控制;冷却槽倾斜设置在振动装置的台面上,冷却槽的一端通过支座和转轴与支撑架一端连接,此端位置较低,是合金液的出口;支撑架的另一端上面设置升降架,升降架上端通过转轴和支撑槽与冷却槽的另一端连接,支撑槽通过转轴连接在升降架上端,支撑槽与冷却槽滑动配合,此端位置较高,是合金液的浇注时的入口;在冷却槽的外侧设置水冷套,冷却槽的出液端下面对应位置设置有水冷铜模或者流变成形设备或者保温设备。

[0009] 本发明的制备半固态合金熔体的装置进一步具体结构在于:所述振动电机为交流振动电机,共有 6 个,它们安装在振动台面的下面,每两个电机完成一维方向的振动,6 个电机共实现三维方向振动频率、振幅、振动加速度的调节。通过控制振动电机的启停,可以实现振动台一维、二维或三维振动。

[0010] 本发明的制备半固态合金熔体的装置技术方案的进一步限定为:所述振动电机的振动加速度范围为 $1g \sim 2g$ (g 为重力加速度),振幅范围为 $0.5 \sim 1mm$,振动频率范围可在 $10 \sim 60Hz$ 内无级可调。

[0011] 本发明的制备半固态合金熔体的装置技术方案的进一步限定为:所述冷却槽为 U 型,冷却槽材质为碳钢或紫铜,冷却槽内涂覆涂料。U 型冷却槽的倾斜角度在 $0 \sim 60^\circ$ 内调节,U 型冷却槽的浇注长度在 $300 \sim 1200mm$ 范围内任意选择,通过改变合金液浇注在冷却槽上的位置而改变浇注长度。

[0012] 本发明的半固态合金熔体的流变成形设备进一步具体结构在于:所述流变成形设备包括流变挤压铸造设备或流变压铸设备。所述流变压铸设备包括压铸机和与压铸机连接的模具;压铸机包括压射室、压射杆、压射头、接料口,压射头设置在压射杆的前端,压射头和压射杆设置在压射室内,压射室上部设置与压射室相通的对应于冷却槽的出液端的接料口,压射室前端连接包括左半型和右半型的模具。

[0013] 一种利用上述装置制备半固态 AlSi9Mg 合金熔体的工艺,它包括如下工艺步骤:

[0014] 第一步:将铝硅合金锭和纯铝锭按照 AlSi9Mg 合金的含量比例放入融化设备如坩锅炉内加热,待其全部熔化后升温至 $690^\circ C \sim 710^\circ C$,再按比例加入经预热的铝锰中间合

金；

[0015] 第二步：在 680℃～700℃ 温度之间，将用铝箔包裹的纯 Mg 压入合金液中，Mg 的加入量占合金液重量的 0.4%，

[0016] 第三步：在炉料全部熔化后，在 700℃～720℃ 的温度下通氮气精炼，进行合金液的除气、除渣处理，

[0017] 第四步：精炼后，将合金液升温至 720℃～740℃，进行变质处理，变质剂采用钠盐或 Al-Sr 合金，

[0018] 第五步：将冷却槽的倾斜角度调整成 40～60°，浇注长度调整为 600～800mm，振动电机的振动频率调整为 50～60Hz 之间，将 600℃～610℃ 的 AlSi9Mg 合金液浇入振动状态下的冷却槽内，

[0019] 第六步：合金液流过冷却槽后在冷却槽的下方即得到半固态 AlSi9Mg 合金熔体，溶体进入水冷铜模冷却后即得到半固态 AlSi9Mg 坯料；或者使溶体直接进入流变压铸设备中，进行流变压铸即制得流变压铸铸件。溶体还可以进入保温设备中保温等待进行后续加工处理。

[0020] 本发明的直接流变压铸制备半固态 AlSi9Mg 合金熔体的铸件的流变压铸工艺还包括：

[0021] A、将模具连接到压铸机的前端，预热模具至 200℃～220℃，在模具内部涂覆水基或蜡基涂料，

[0022] B、将熔炼好的半固态合金熔体直接浇入变压铸设备的压射室内，在压射比压为 40～80MPa，充型速度为 1.2～2.5m/s 的条件下进行压铸成形，

[0023] C、保压 10s～30s，开模、顶出、取件，完成一个工作循环。

[0024] 由于采用了上述技术方案，本发明取得的技术进步是：

[0025] 本发明的制备半固态合金熔体的倾斜冷却剪切变频振动装置结构简单，能耗低、可操作性强，易于实现工业化生产，尤其是能够改善半固态合金的凝固组织，同时解决了半固态合金熔体制备过程中倾斜板表面凝固结壳的问题。利用本发明生产 AlSi9Mg 半固态合金的成形工艺流程短，可制备铝合金、铜合金、锌合金等有色合金及高熔点半固态合金材料，为半固态成形技术开辟一条新途径。利用该装置制备的半固态合金熔体组织细小、圆整、球化程度高，合金熔体中初生 α -Al 的平均晶粒尺寸为 50 μ m，最细可达 20 μ m，平均形状因子为 0.71，最好可达 0.8。本发明的流体制备装置直接与流变压铸设备连接，制备后的半固态合金熔体后可以直接进行流变压铸，而得到需要的铸件。

[0026] 本发明的带水冷套的冷却槽设置成可以调节角度的倾斜的槽，因此可以根据不同的合金或者浇注温度来调整浇注长度和倾斜角度，从而合理改变半固态合金的冷却形核时间和数量。将熔融合金浇注到一定斜角的 U 型冷却槽中，经过调频交流振动电机产生的一维、二维或三维振动，使振动台带动冷却槽产生高频率的振动，增加了流过冷却槽的合金液的形核几率。熔融的合金液在冷却槽中重力作用下向下流动并受到振动，振动激振力和重力的双重作用使合金熔体中的枝晶和未凝固的液体发生了较大的相对运动，又由于液体存在着粘性，枝晶在液体各部分之间，运动速度存在着差异，正是由于这种相对运动和运动速度的不同，使得晶粒之间发生碰撞和磨损，以及未凝固的液体对枝晶进行反复的冲刷，即所谓的“粘性剪切”作用，造成枝晶最脆弱的部位（枝晶臂等）被剪切而折断、破碎，形成了许

多细小晶粒。另外,在凝固过程中施加振动,可使液相和固相发生相对运动,促使“晶雨”的形成。晶雨随金属液体的运动快速扩散至待凝固部位,生长成尺寸较小的新晶粒。此外,振动还增加了合金熔体与冷却板的热交换,冷却速度加快,亦可抑制晶粒的长大。振动所产生的搅动,使在长大过程中 α 枝晶周围的液体造成了局部的温度起伏,从而有利于枝晶的熔断,导致新晶核的产生,也会使晶粒不断细化。振动加速度的范围为 $1 \sim 2g$ 、振幅的范围为 $0.5 \sim 1mm$ 以及振动频率为 $50 \sim 60Hz$ 时,能够使晶粒细化效果达到最佳。冷却槽的倾斜角度通过升降架、转轴等调整,不但结构简单,而且调整方便。水冷套能够对冷却槽进行冷却,使冷却槽保持一定的低温状态,为合金液提供足够的过冷度,有利于晶核的形成。

[0027] 6个电机共实现三维方向振动频率、振幅、振动加速度的调节。通过控制振动电机的启停,可以实现振动台一维、二维或三维振动。而三维方向的振动是最佳的振动效果。

[0028] 冷却槽设计成U型有利于合金液的集中流动,使合金液在沿振动的冷却槽向下流动时方向准确,不至于流到别的地方。倾斜角度和浇注长度在的合理搭配,有利于获得高质量的半固态合金。

[0029] 流变压铸设备结构简单,能够直接、快速的压铸出需要的成品铸件。在配合流变成形工艺制备半固态AlSi9Mg合金熔体铸件时,简化了工艺流程,提高了工作效率。本发明的制备半固态AlSi9Mg合金熔体的流变成形工艺,经过试验,获得了良好的金相组织,合金组织列在了附图中。流变压铸的AlSi9Mg合金零件抗拉强度、延伸率、布氏硬度和冲击韧性(和非半固态成形相比)都明显提高,如抗拉强度由液态压铸的230MPa提高到了260MPa,延伸率从1.5%提高到了2.5%,布氏硬度从70HBS提高到了84.5HBS,冲击韧性提高至120.1kJ·m⁻²,成形零件可进行热处理,解决了液态压铸不能热处理的难题,流变压铸后的零件经T6热处理后,抗拉强度由260MPa提高到290MPa。并且和触变成形相比节约能源、工艺过程控制简单、易操作。

附图说明

[0030] 图1是本发明的结构示意图,图中,1、交流振动电机,2、底座,3、支柱,4、橡胶弹簧,5、台面,6、支撑架,7、升降架,8、支撑槽,9、出水口,10、冷却槽,11、支座,12、转轴,13、进水口,14、水冷铜模。

[0031] 图2是本发明的流变成形设备示意图,图中,21、左半型,22、右半型,23、压射头,24、接料口,25、压射杆,26、压射室,10、U型冷却槽,28、铸件。

[0032] 图3是不同的浇注温度下的半固态AlSi9Mg合金组织照片,其中的浇注温度分别为(a)630℃,(b)620℃,(c)610℃,(d)600℃,(e)590℃

[0033] 图4是不同的倾斜板长度得到的半固态AlSi9Mg合金组织照片,其中倾斜板长度分别为(a)500mm,(b)600mm,(c)700mm,(d)800mm,(e)900mm,(f)1000mm。

[0034] 图5是不同的振动频率(三维)得到的半固态AlSi9Mg合金组织照片,其中(a)无振动,(b)40Hz,(c)50Hz,(d)60Hz。

[0035] 图6是不同的压射比压下半固态ZAlSi9Mg合金组织照片,其中压射比压分别为(a)40MPa,(b)60MPa,(c)75MPa。

[0036] 图7是不同的充型速度下半固态ZAlSi9Mg合金组织照片,其中充型速度分别为(a)1.5m/s,(b)1.9m/s,(c)2.3m/s。

[0037] 图 8 是半固态 ZAlSi9Mg 沿程流动过程中不同距离处的压铸试样的组织照片,其中 a) 是距内浇道 5mm 处的组织, b) 是距内浇道 50mm 的, c) 是距内浇道 95mm 处的, d) 是距内浇道 140mm 处的。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图及具体实施方式对本发明做进一步详细说明:

[0039] 本发明制备半固态合金熔体的装置如图 1 所示,包括冷却槽和振动装置,冷却槽的截面为 U 型,U 型冷却槽 10 通过支撑架 6 安装在振动装置上。振动装置包括底座 2,底座 2 和地面固定,底座 2 上面通过四根支柱 3 支撑连接一台面 5,支柱 3 外围设置有橡胶弹簧 4,支柱有两段,一段固定在台面下面,一段固定在底座的上面,两段支柱互相对应并分别插入到橡胶弹簧 4 中。在台面 5 上连接有 6 台交流振动电机 1,交流振动电机 1 与调频装置连接并受调频装置控制,实现频率、振幅、振动加速度和振动维数(一维、二维、三维)的调节,每两个交流振动电机 1 完成一维方向的振动,6 个电机共实现三维方向振动。台面 5 上面设置有倾斜的截面为 U 型的冷却槽。U 型冷却槽 10 与台面 5 的连接是通过支撑架 6 连接,支撑架 6 一端通过支座 11 和转轴 12 与 U 型冷却槽 10 的一端连接,支撑架 6 的另一端上面设置升降架 7,升降架 7 上端设置支撑槽 8,支撑槽 8 与升降架 7 通过转轴连接,支撑槽 8 与 U 型冷却槽 10 的另一端即进液端滑动连接并可以紧固,U 型冷却槽 10 的进液端高于出液端。U 型冷却槽 10 的材质为碳钢,在 U 型冷却槽 10 的外侧设置水冷套,水冷套内通入冷却水,冷却水的出水口 9 位于水冷套的高端,冷却水的进水口 13 位于水冷套的低端。U 型冷却槽 10 低端即出液端下面对应位置设置水冷铜模 14 或者流变压铸设备或者挤压设备或者保温设备。

[0040] 交流振动电机 1 的振动加速度范围为 $1g \sim 2g$ (g 为重力加速度),振幅范围为 $0.5mm \sim 1mm$,振动频率范围可在 $10Hz \sim 60Hz$ 内无级可调。U 型冷却槽 10 的倾斜角度通过升降架 7、转轴 12 可在 $0 \sim 60^\circ$ 内调节,U 型冷却槽 10 的长度不小于 $1200mm$,浇注长度可在 $300mm \sim 1200mm$ 范围内任意选择。

[0041] 流变压铸设备为卧室冷室压铸机,包括压铸机和与压铸机连接的模具。压铸机包括压射室 26、压射杆 25、压射头 23、接料口 24,压射头 23 设置在压射杆 25 的前端,压射头 23 和压射杆 25 设置在压射室 26 内,压射室 26 上部设置与压射室 26 相通的接料口 24,接料口 24 与 U 型冷却槽 10 的出液端对应,压射室 26 前端连接模具,模具包括左半型 21 和右半型 22,左半型和右半型之间为半固态合金熔体铸件 28 成型的型腔。

[0042] 实施例 1

[0043] 利用本发明制备半固态合金熔体的装置制备半固态 AlSi9Mg 合金熔体或坯料的工艺包括如下步骤:

[0044] 第一步:将铝硅合金锭和纯铝锭放入电阻坩锅炉内,待其全部熔化后升温至 $690^\circ C \sim 710^\circ C$,再加入经预热的铝锰中间合金。

[0045] 第二步:在 $680^\circ C \sim 700^\circ C$ 时,将用铝箔包裹的纯 Mg 压入合金液中,Mg 的重量占合金液重量的 0.4% 。

[0046] 第三步:在炉料全部熔化后,于 $700^\circ C \sim 720^\circ C$ 通氮气精炼,进行合金液的除气、除渣处理。

[0047] 第四步:精炼后,将合金液升温至 720℃~740℃,进行变质处理,变质剂采用钠盐或 Al-Sr 合金。

[0048] 第五步:在一定倾斜角度、浇注长度、振动频率下,将一定温度的合金液浇入振动状态下的冷却槽内,合金液流到冷却槽的下方后即成为半固态 AlSi9Mg 合金熔体,

[0049] 第六步:使合金液流过冷却槽后进入冷却槽下方的水冷铜模,冷却后即得到半固态 AlSi9Mg 坯料。

[0050] 从上述半固态合金熔体的坯料中取水淬试样,观察其合金组织,不同的条件下(倾斜角度、浇注长度、振动频率、浇注温度)所得的组织如下:

[0051] 在倾斜角度为 40°、浇注长度为 650mm、振动频率为 60Hz 的条件下,不同的浇注温度——630℃、620℃、610℃、600℃、590℃时,AlSi9Mg 合金组织分别如图 3(a)、(b)、(c)、(d)、(e) 所示;

[0052] 在倾斜角度 50°、振动频率 55Hz、浇注温度为 605℃的情况下,不同的浇注长度——500mm、600mm、700mm、800mm、900mm、1000mm 的 AlSi9Mg 合金组织如图 4(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f) 所示;

[0053] 在倾斜角度 60°、浇注长度 750mm、浇注温度 600℃的情况下,不同的振动频率——不振动、30Hz、50Hz、60Hz 时的 AlSi9Mg 合金组织如图 5(a)、(b)、(c)、(d) 所示。

[0054] 实施例 2

[0055] 利用本发明制备半固态合金熔体的装置制备半固态 AlSi9Mg 合金的流变压铸件工艺除包括实施例 1 中所述的制备半固态 AlSi9Mg 合金熔体的第一到第五步骤外,还包括如下步骤:

[0056] A、预热模具至 200℃~220℃,在模具内部涂覆水基或蜡基涂料,将模具连接到压铸机的前端。

[0057] B、调节 U 型冷却槽位置,使 U 型冷却槽 10 的出液端对准流变压铸设备的接料口,将制备的半固态合金熔体直接浇入流变压铸设备的压室内。

[0058] C、在压射比压为 40MPa~80MPa,充型速度为 1.2m/s~2.5m/s 的条件下进行压铸成形。

[0059] D、保压 10s~30s,开模、顶出、取件,完成一个工作循环。

[0060] 在上述铸件上取试样,观察其合金组织,不同的压射比压、充型速度下所得的组织如图 6、7 所示。

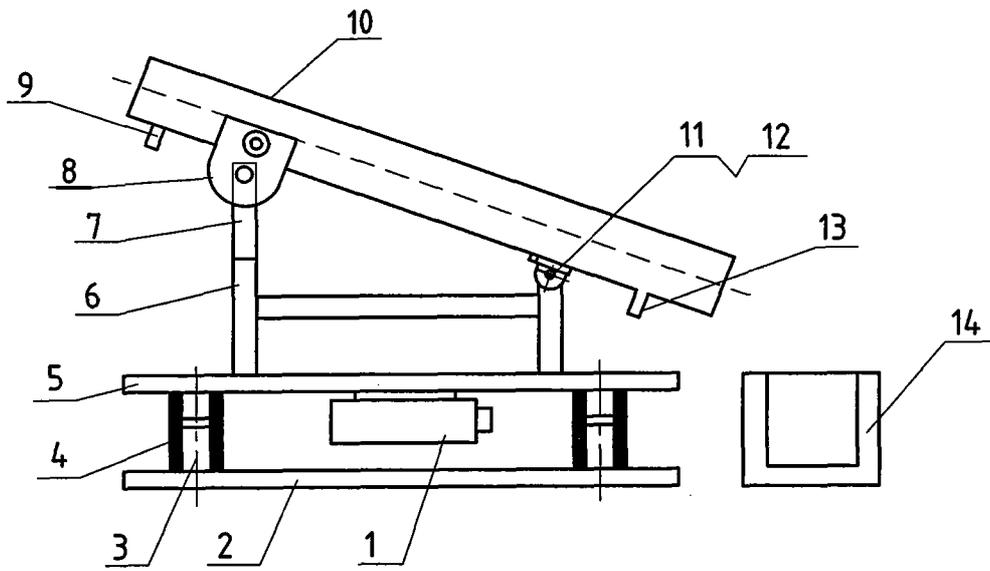


图 1

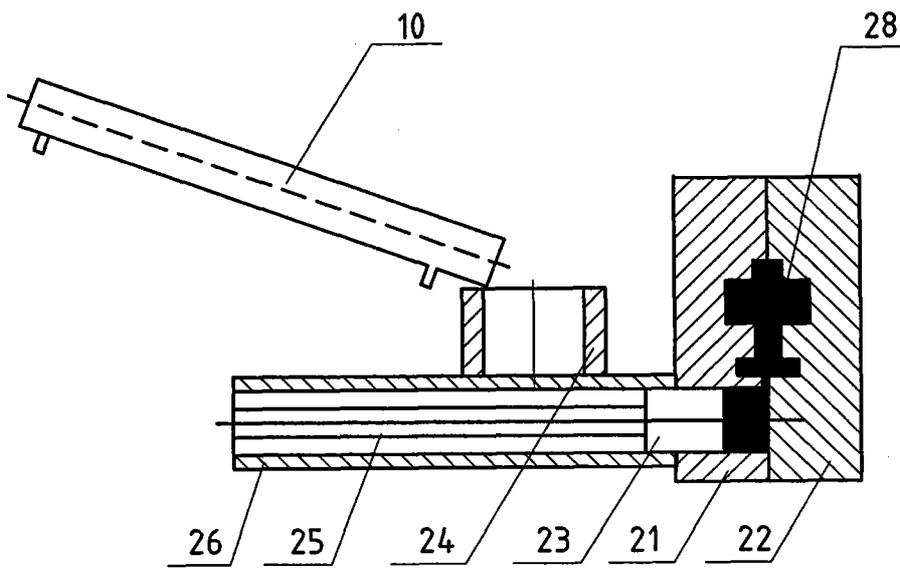


图 2

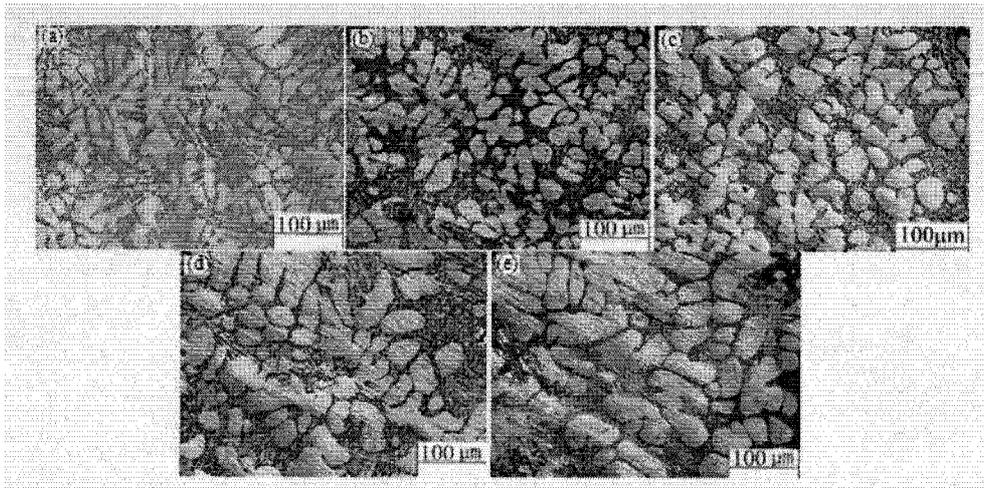


图 3

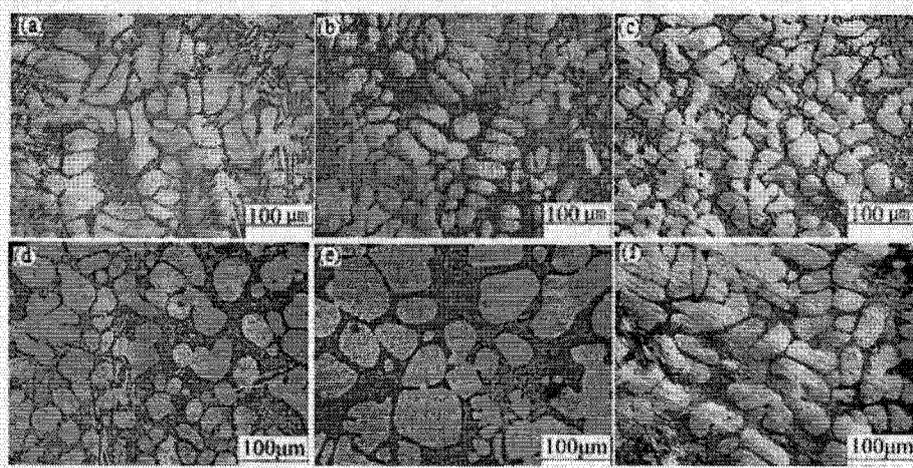


图 4

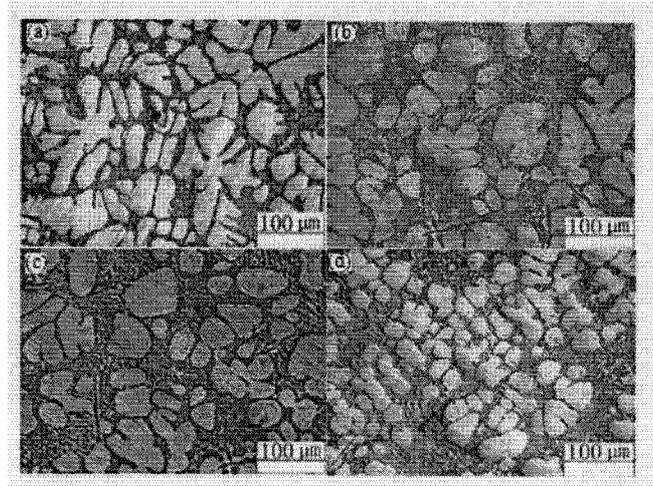


图 5

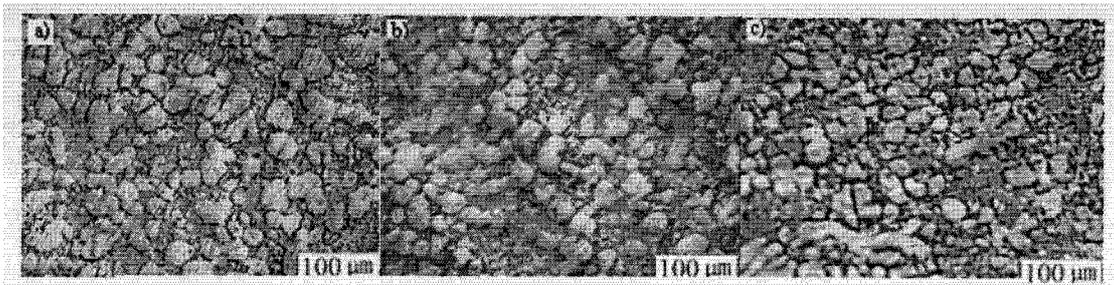


图 6

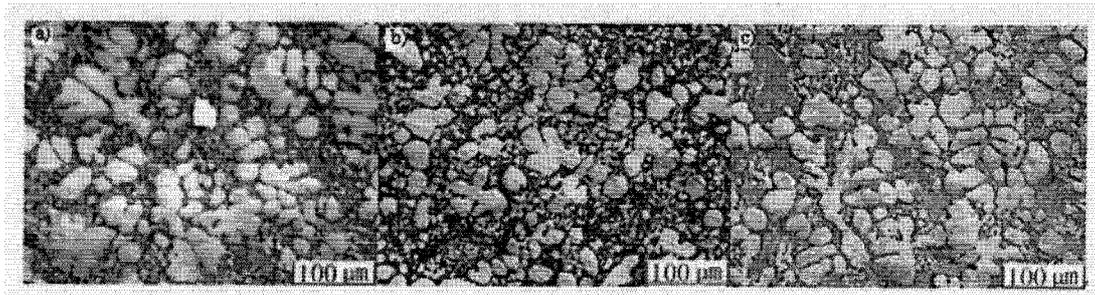


图 7

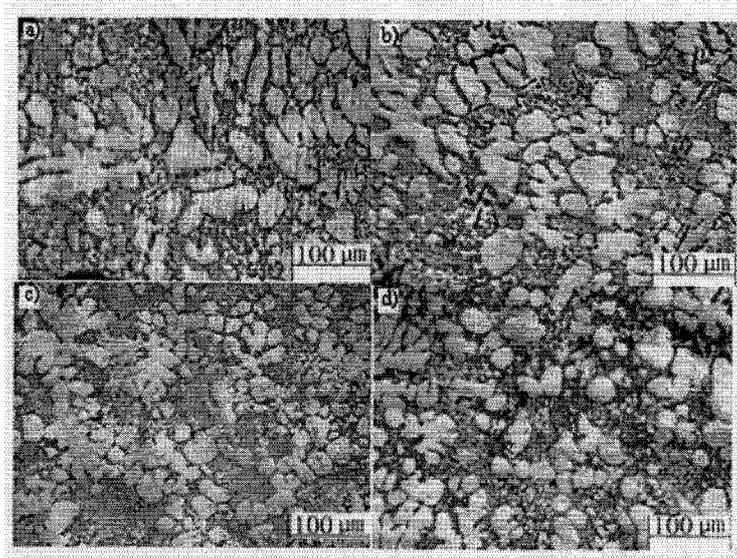


图 8