



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106984788 B

(45)授权公告日 2019.06.25

(21)申请号 201710072838.5

(22)申请日 2017.02.10

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106984788 A

(43)申请公布日 2017.07.28

(73)专利权人 上海大学  
地址 200444 上海市宝山区上大路99号

(72)发明人 宋长江 李勇 何维 杨洋 段炼

(74)专利代理机构 上海上大专利事务所(普通  
合伙) 31205

代理人 顾勇华

(51)Int.Cl.

B22D 13/10(2006.01)

B22D 13/12(2006.01)

(56)对比文件

CN 105903919 A,2016.08.31,

CN 103182452 A,2013.07.03,

CN 105478706 A,2016.04.13,

JP 3-253525 A,1991.11.12,

审查员 胥孝龙

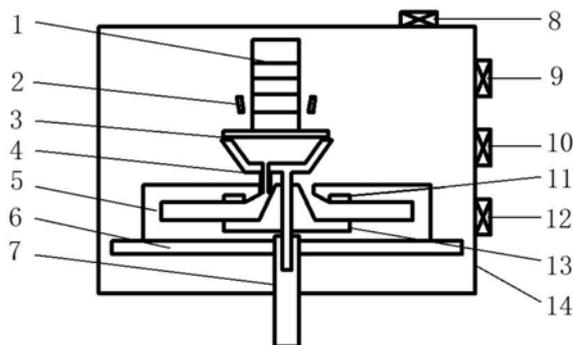
权利要求书3页 说明书7页 附图3页

## (54)发明名称

利用离心浇铸高通量制备样品的设备及方法

## (57)摘要

本发明公开了一种具有阶梯形结构型腔的模具、模具组合、高通量制备宽冷速范围样品的装置和方法,料锭由送料装置控制,在熔炼过程中逐一进入受热区域融化,导流器出口在模具入口处进行位置切换,组合模块镶嵌在模具入口处组成多导热系数模具组合,模具内部成阶梯状结构,平台固定模具并能旋转提供离心力,气氛控制装置控制浇铸气氛。本发明利用多厚度和多导热系数模具组合、送料装置与导流器运动系统的配合,能连续融化多块料锭,完成充型并实现从 $10^{-2}$ ~ $10^6$ K/s变化的大范围宽冷速,能在一次实验研究多成分、不同冷速下样品组织与性能的演变,能大幅减少实验次数和时间,快速优化或筛选合金成分和工艺参数,极大地提高实验和研究的效率。



1. 一种具有阶梯形结构型腔的模具,其特征在于:所述模具(5)内部具有广口结构形式的型腔,型腔在深度方向上采用阶梯状收缩结构,型腔的断面尺寸向内逐级收缩,使对应不同区段型腔的模具壁厚度逐级不同,利用其模铸能得到具有分区段变截面的阶梯状凝固样品,在位于模具入口处的模具内壁上设有内凹的安装槽,在安装槽嵌入式安装与模具(5)的材料不同的组合模块(11),使位于模具入口处的模具内壁区段形成导热系数可调的复合模具壁;

采用所述具有阶梯形结构型腔的模具,设置于高通量制备宽冷速范围样品的装置中,所述高通量制备宽冷速范围样品的装置包括设置于设备腔体(14)内的导流器(4)和平台(6),所述平台(6)通过平台运动系统(7)驱动进行转动,形成离心浇铸装置结构系统,设置气氛控制装置对所述设备腔体(14)内的气体成分和气体压力进行控制,在导流器(4)的容器上口设置可移除的挡板(3);所述导流器(4)能与所述平台(6)同步转动;在所述设备腔体(14)内,采用卧式安装模具(5)的安装方式,在所述导流器(4)的下方,将设定数量的模具(5)固定安装在所述平台(6)上,使各模具(5)围绕所述平台(6)的转轴进行设置,各模具(5)的入口均朝向所述平台(6)的转轴方向,组合模块(11)镶嵌在模具(5)入口处,与模具(5)组成多导热系数模具组合,模具(5)内壁形成阶梯状结构,所述平台(6)固定模具(5)具并进行旋转为模具(5)提供离心力;将导流块(13)与各所述模具(5)安装连接在一起,使待铸造的金属熔体能沿着导流块(13)的导流表面通过模具入口,从而流入模具(5)的型腔;在导流器(4)上方还设有熔融装置(2),金属料锭(1)由送料装置控制输送,当金属料锭(1)进入熔融装置(2)熔炼区域熔化后,开启所述挡板(3),使熔融的金属熔体落入导流器(4)中,金属熔体在导流器(4)的底端出口流出,通过导流块(13)引流后,利用重力作用和离心力作用,使金属熔体进入模具(5)的型腔,进行充型,实现连续浇铸厚度尺寸为0.5~8mm的铸件样品;

所述导流器(4)设有升降运动系统,在向一个所述模具(5)的型腔内进行浇注金属熔体时,使所述导流器(4)底部的熔体出口位于相应所述模具(5)的入口处,将金属熔体进入模具(5)的型腔,进行充型,充型完毕后,所述升降运动系统控制所述导流器(4)底部的熔体出口转移到另一模具(5)入口处,进行后续模具(5)的浇注和充型。

2. 根据权利要求1所述具有阶梯形结构型腔的模具,其特征在于:在所述模具入口处的内壁上还设有卡槽(15),卡槽(15)与安装组合模块(11)的安装槽在模具入口处的不同位置分别设置,将模具(5)采用卧式安装使用时,使卡槽(15)所在的模具内壁一侧成型腔底部,能通过卡槽(15)上嵌入式安装连接导流块(13),使待铸造的熔体能沿着导流块(13)的导流表面通过模具入口,从而流入模具(5)的型腔。

3. 根据权利要求2所述具有阶梯形结构型腔的模具,其特征在于:在模具入口处,导流块(13)的导流表面不低于卡槽(15)上沿的模具壁面,组合模块(11)裸露于型腔的表面与安装槽的槽口边沿的模具壁面平齐。

4. 根据权利要求1~3中任意一项所述具有阶梯形结构型腔的模具,其特征在于:所述模具(5)为铜模,所述组合模块(11)采用陶瓷模,将陶瓷模镶嵌在铜模入口处,与铜模组成多导热系数模具组合。

5. 一种权利要求1所述具有阶梯形结构型腔的模具组合体,其特征在于:设定数量的模具(5)按照设定的组合结构安装在一起,形成能高通量制备宽冷速范围凝固样品的一组模具。

6. 根据权利要求5所述模具组合体,其特征在于:其中的一部分模具(5)与另一部分模具(5)具有不同的型腔阶梯状结构。

7. 一种高通量制备宽冷速范围样品的装置,其采用权利要求1所述具有阶梯形结构型腔的模具。

8. 根据权利要求7所述高通量制备宽冷速范围样品的装置,其特征在于:所述气氛控制装置由位于所述设备腔体(14)外部的氩气阀(8)、分子泵阀(9)、机械泵阀(10)和空气阀(12)组成,所述氩气阀(8)控制氩气源与设备腔体(14)的连通,控制氩气供应,所述机械泵阀(10)和所述分子泵阀(9)分别作为抽真空装置依次使用,其中所述分子泵阀(9)在后高真空度抽取,使所述设备腔体(14)内的真空度不高于 $5 \times 10^{-3}$ Pa,所述空气阀(12)为所述设备腔体(14)内的废气排出装置,当所述模具(5)内的金属熔体凝固完全并冷却后,利用所述空气阀(12)抽取所述设备腔体(14)内的废气。

9. 根据权利要求7或8所述高通量制备宽冷速范围样品的装置,其特征在于:所述送料装置具有多通道送料装置,多成分的金属料锭(1)能由送料装置控制,不同的金属料锭(1)彼此不接触,能依次进入熔融装置(2)的熔炼区域内,在熔炼过程中,使多成分的金属料锭(1)逐一进入熔融装置(2)的熔炼区域进行加热熔融,并依次将不同的金属熔体浇注到不同的模具(5)的型腔内,实现连续熔化多成分的金属料锭(1),并完成充型,从而实现宽冷速高通量制备金属凝固样品。

10. 一种采用权利要求7所述高通量制备宽冷速范围样品的装置,进行离心浇铸制备高通量制备宽冷速范围样品的方法,其特征在于,包括如下步骤:

a. 采用一系列成分相同或成分不同的金属料锭样品,控制金属料锭样品的横断面最大尺寸为1-4cm,备用;

b. 将所述步骤a中的一系列的金属料锭样品放入离心浇铸系统中,由送料系统控制,使不同的金属料锭样品彼此不接触,能逐一进入熔融装置的熔炼区域内进行加热融化;在进行浇铸之前对安装模具的设备腔体进行洗气,首先开启真空阀抽取熔炼区域的气体,至模具入口上方气氛环境的真空度为10Pa以下时,低真空抽气完毕;再开启分子泵,抽至模具入口上方气氛环境的真空度不高于 $5 \times 10^{-3}$ Pa时,高真空抽取完毕;然后打开氩气阀,向模具入口上方气氛环境充入氩气,直到氩气的气压充至0.04-0.08MPa时,洗气过程结束,然后重复上述洗气过程的抽低真空和抽高真空步骤,至模具入口上方气氛环境的真空度不高于 $5 \times 10^{-3}$ Pa时,再次打开氩气阀,充至不低于0.07Mpa,然后开启马达,并调节模具的转速,待模具的转速稳定到不低于600r/min的转速以后,将进入熔融装置的熔炼区域内的金属料锭样品进行加热融化,金属料锭样品的最下端在加热作用下,熔融成金属液;

c. 当在所述步骤b中的金属料锭样品底端熔化的金属熔体即将滴落时,向外抽取挡板,使熔融的金属液熔体经浇铸和导流器进入模具的型腔内;通过模具的高速旋转形成的离心力,将熔融的金属液充型;对应的第一块金属料锭样品全部熔体流下后,将挡板送回原来位置,送料装置将第二块金属料锭样品放入熔炼区域,同时使导流器中的升降运动系统发挥作用,将导流器的下端出口转移到下一个模具的入口处,当第二块金属料锭样品完全熔化后,重复上述过程,直至所有金属料锭样品全部熔融并浇铸完成,或者所有模具全部完成充型,依次将各金属料锭样品熔化后的金属熔体浇注到不同的模具的型腔内,实现连续熔化多块金属料锭,并完成浇铸充型过程;

d. 当在所述步骤c中浇铸充型过程结束后,待液态金属在各模具型腔中都凝固完全,控制马达停止,使模具停止转动,再冷却5~10min,然后打开空气阀,用气泵抽取模具中铸锭上方的废气,最后打开模具,取出制得的一系列 $10^{-5}$ ~ $10^8$ K/s的宽冷速范围的成分相同的样品或成分不同的样品。

## 利用离心浇铸高通量制备样品的设备及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种制备样品的设备及方法,特别是涉及一种利用离心浇铸高通量制备样品的设备及方法,应用于金属材料的制备和金属材料成分优化控制和金属材料的凝固控制技术领域。

### 背景技术

[0002] 金属作为当代人类物质文明的奠基材料,由于其具有良好的导电导热,耐候耐蚀性能,较高的强度硬度,优良的塑性韧性,此外它还可铸造、冲压、焊接,成型性能优异,故被人们广泛的应用于机械,建筑,轨道交通,航空航天和医疗卫生等各个领域,进而成为现代科学技术和工业中最重要的材料。

[0003] 成分是影响金属材料组织与性能最基本的因素。以Fe-Mn-Al-C体系轻质钢为例,Mn含量小于9%,Al含量为2-7%,C含量小于0.4%时,轻质钢组织多为铁素体;当Mn含量大于15%,Al含量小于6%,C含量大于0.4%时,该轻质钢为单相奥氏体相。组织决定性能,因此研究多成分的金属并优化其成分设计是材料研发所必须的,但是由于成分复杂,成分优化需要很大的工作量。

[0004] 同时凝固是金属材料的重要加工技术,它是从液态金属获得固态金属的必经过程,这一过程决定了得到的固态金属的微观结构,组织形态,故直接影响金属的一系列性能。因此,无论是传统的模铸还是已经得到广泛应用的连铸,凝固过程的控制是否得当都直接关系到铸件质量的好坏。冷却速度足够慢,原子有充分的时间进行扩散,金属凝固接近平衡凝固过程;冷却速度足够快,原子还未扩散至应到的点阵位置,液态金属就已经凝固成固态,而固相中原子的扩散极其有限,因此金属凝固只能达到非平衡凝固。在实际的工艺过程中,往往需要研究不同冷速对金属凝固组织和性能的影响。

[0005] 因此,若能够一次性获得宽冷速范围、多成分的样品将极大地提高成分筛选、工艺优化的效率,成为亟待解决的技术问题。

### 发明内容

[0006] 为了解决现有技术问题,本发明的目的在于克服已有技术存在的不足,提供一种具有阶梯形结构型腔的模具、模具组合、高通量制备宽冷速范围样品的装置和方法,利用离心浇铸高通量制备多成分宽冷速范围样品,其利用多厚度和多导热系数模具组合以及送料装置与导流器运动系统的配合,能连续熔化多成分的料锭,并完成充型并实现从 $10^{-2}$ ~ $10^6$ K/s变化的大范围宽冷速,能在一次实验研究多成分、不同冷速下样品组织与性能的演变,能够大幅度地减少实验次数和时间,快速优化或者筛选合金成分和工艺参数,极大地提高了实验和研究的效率。

[0007] 为达到上述发明创造目的,本发明采用下述技术方案:

[0008] 一种具有阶梯形结构型腔的模具,模具内部具有广口结构形式的型腔,型腔在深度方向上采用阶梯状收缩结构,型腔的断面尺寸向内逐级收缩,使对应不同区段型腔的模

具壁厚度逐级不同,利用其模铸能得到具有分区段变截面的阶梯状凝固样品,在位于模具入口处的模具内壁上设有内凹的安装槽,在安装槽嵌入式安装与模具的材料不同的组合模块,使位于模具入口处的模具内壁区段形成导热系数可调的复合模具壁。

[0009] 作为本发明优选的技术方案,在模具入口处的内壁上还设有卡槽,卡槽与安装组合模块的安装槽在模具入口处的不同位置分别设置,将模具采用卧式安装使用时,使卡槽所在的模具内壁一侧形成型腔底部,能通过卡槽上嵌入式安装连接导流块,使待铸造的熔体能沿着导流块的导流表面通过模具入口,从而流入模具的型腔。

[0010] 作为上述方案的进一步优选的技术方案,在模具入口处,导流块的导流表面不低于卡槽上沿的模具壁面,组合模块裸露于型腔的表面与安装槽的槽口边沿的模具壁面平齐。

[0011] 作为上述方案的进一步优选的技术方案,模具为铜模,组合模块采用陶瓷模,将陶瓷模镶嵌在铜模入口处,与铜模组成多导热系数模具组合。

[0012] 一种具有阶梯形结构型腔的模具组合体,设定数量的模具按照设定的组合结构安装在一起,形成能高通量制备宽冷速范围凝固样品的一组模具。

[0013] 作为上述方案的进一步优选的技术方案,其中的一部分模具与另一部分模具的型腔的阶梯状结构不同。

[0014] 一种采用具有阶梯形结构型腔的模具的高通量制备宽冷速范围样品的装置,包括设置于设备腔体内的导流器和平台,平台通过平台运动系统驱动进行转动,形成离心浇铸装置结构系统,设置气氛控制装置对设备腔体内的气体成分和气体压力进行控制,在导流器的容器上口设置可移除的挡板;导流器能与平台同步转动;在设备腔体内,采用卧式安装模具的安装方式,在导流器的下方,将设定数量的模具固定安装在平台上,使各模具围绕平台的转轴进行设置,各模具的入口均朝向平台的转轴方向,组合模块镶嵌在模具入口处,与模具组成多导热系数模具组合,模具内壁形成阶梯状结构,平台固定模具具并进行旋转为模具提供离心力;将导流块与各模具安装连接在一起,使待铸造的金属熔体能沿着导流块的导流表面通过模具入口,从而流入模具的型腔;在导流器上方还设有熔融装置,金属料锭由送料装置控制输送,当金属料锭进入熔融装置熔炼区域熔化后,开启挡板,使熔融的金属熔体落入导流器中,金属熔体再导流器的底端出口流出,通过导流块引流后,利用重力作用和离心力作用,使金属熔体进入模具的型腔,进行充型,实现连续浇铸厚度尺寸为0.5~8mm的铸件样品。

[0015] 作为上述方案的进一步优选的技术方案,气氛控制装置由位于设备腔体外部的氩气阀、分子泵阀、机械泵阀和空气阀组成,氩气阀控制氩气源与设备腔体的连通,控制氩气供应,机械泵阀和分子泵阀分别作为抽真空装置依次使用,其中分子泵阀在后高真空度抽取,使设备腔体内的真空度不高于 $5 \times 10^{-3}$ Pa,空气阀为设备腔体内的废气排出装置,当模具内的金属熔体凝固完全并冷却后,利用空气阀抽取设备腔体内的废气。

[0016] 作为上述方案的进一步优选的技术方案,导流器设有升降运动系统,在向一个模具的型腔内进行浇注金属熔体时,使导流器底部的熔体出口位于相应模具的入口处,将金属熔体进入模具的型腔,进行充型,充型完毕后,升降运动系统控制导流器底部的熔体出口转移到另一模具入口处,进行后续模具的浇注和充型。

[0017] 作为上述方案的进一步优选的技术方案,送料装置具有多通道送料装置,多成分

的金属料锭能由送料装置控制,不同的金属料锭彼此不接触,能依次进入熔融装置的熔炼区域内,在熔炼过程中,使多成分的金属料锭逐一进入熔融装置的熔炼区域进行加热熔融,并依次将不同的金属熔体浇注到不同的模具的型腔内,实现连续熔化多成分的金属料锭,并完成充型,从而实现宽冷速高通量制备金属凝固样品。

[0018] 一种采用高通量制备宽冷速范围样品的装置,进行离心浇铸制备高通量制备宽冷速范围样品的方法,包括如下步骤:

[0019] a. 采用一系列成分相同或成分不同的金属料锭样品,控制金属料锭样品的横断面最大尺寸为1-4cm,备用;

[0020] b. 将步骤a中的一系列的金属料锭样品放入离心浇铸系统中,由送料系统控制,使不同的金属料锭样品彼此不接触,能逐一进入熔融装置的熔炼区域内进行加热融化;在进行浇铸之前对安装模具的设备腔体进行洗气,首先开启真空阀抽取熔炼区域的气体,至模具入口上方气氛环境的真空度为10Pa以下时,低真空抽气完毕;再开启分子泵,抽至模具入口上方气氛环境的真空度不高于 $5 \times 10^{-3}$ Pa时,高真空抽取完毕;然后打开氩气阀,向模具入口上方气氛环境充入氩气,直到氩气的气压充至0.04-0.08MPa时,洗气过程结束,然后重复上述洗气过程的抽低真空和抽高真空步骤,至模具入口上方气氛环境的真空度不高于 $5 \times 10^{-3}$ Pa时,再次打开氩气阀,充至不低于0.07Mpa,然后开启马达,并调节模具的转速,待模具的转速稳定到不低于600r/min的转速以后,将进入熔融装置的熔炼区域内的金属料锭样品进行加热融化,金属料锭样品的最下端在加热作用下,熔融成金属液;

[0021] c. 当在步骤b中的金属料锭样品底端熔化的金属熔体即将滴落时,向外抽取挡板,使熔融的金属液熔体经浇铸和导流器进入模具的型腔内;通过模具的高速旋转形成的离心力,将熔融的金属液充型;对应的第一块金属料锭样品全部熔体流下后,将挡板送回原来位置,送料装置将第二块金属料锭样品放入熔炼区域,同时使导流器中的升降运动系统发挥作用,将导流器的下端出口转移到下一个模具的入口处,当第二块金属料锭样品完全熔化后,重复上述过程,直至所有金属料锭样品全部熔融并浇铸完成,或者所有模具全部完成充型,依次将各金属料锭样品熔化后的金属熔体浇注到不同的模具的型腔内,实现连续熔化多块金属料锭,并完成浇铸充型过程;

[0022] d. 当在步骤c中浇铸充型过程结束后,待液态金属在各模具型腔中都凝固完全,控制马达停止,使模具停止转动,再冷却5~10min,然后打开空气阀,用气泵抽取模具中铸锭上方的废气,最后打开模具,取出制得的一系列 $10^{-5} \sim 10^8$ K/s的宽冷速范围的成分相同的样品或成分不同的样品。

[0023] 本发明与现有技术相比较,具有如下显而易见的突出实质性特点和显著优点:

[0024] 1. 本发明利用多厚度和多导热系数模具组合以及送料装置与导流器运动系统的配合,能连续熔化多成分的料锭并完成充型,同时使充型的金属液在不同的冷却速度下凝固成型,制得 $10^{-2} \sim 10^6$ K/s的宽冷速范围样品;

[0025] 2. 本发明使得多成分的样品能在一次实验中获得,同时通过模具的设计使各个成分的样品在大范围不同冷速下凝固成型,从而能研究多成分、不同冷速下得到的样品组织与性能的差别,能大幅度的减少实验内容和时间,从而快速优化或者筛选凝固制备工艺;

[0026] 3. 本发明能够一次性获得宽冷速范围、多成分的样品,将极大地提高成分筛选、工艺优化的效率,提高了实验和研究的效率。

## 附图说明

- [0027] 图1为本发明实施例一高通量制备宽冷速范围样品的装置的结构示意图。
- [0028] 图2为本发明实施例一的具有阶梯形结构型腔的模具组合体的结构示意图。
- [0029] 图3为本发明实施例一的单个模具的结构示意图。
- [0030] 图4为本发明实施例一制备的不同成分轻质钢薄板的金相组织照片对比。

## 具体实施方式

[0031] 本发明的优选实施例详述如下：

[0032] 实施例一：

[0033] 在本实施例中，参见图3，一种具有阶梯形结构型腔的模具，模具5内部具有广口结构形式的型腔，型腔在深度方向上采用阶梯状收缩结构，型腔的断面尺寸向内逐级收缩，使对应不同区段型腔的模具壁厚度逐级不同，利用其模铸能得到具有分区段变截面的阶梯状凝固样品，在位于模具入口处的模具内壁上设有内凹的安装槽，在安装槽嵌入式安装与模具5的材料不同的组合模块11，使位于模具入口处的模具内壁区段形成导热系数可调的复合模具壁。

[0034] 在本实施例中，参见图1和图3，在模具入口处的内壁上还设有卡槽15，卡槽15与安装组合模块11的安装槽在模具入口处的不同位置分别设置，将模具5采用卧式安装使用时，使卡槽15所在的模具内壁一侧形成型腔底部，能通过卡槽15上嵌入式安装连接导流块13，使待铸造的熔体能沿着导流块13的导流表面通过模具入口，从而流入模具5的型腔。

[0035] 在本实施例中，参见图1~3，在模具入口处，导流块13的导流表面与卡槽15上沿的模具壁面平齐，组合模块11裸露于型腔的表面与安装槽的槽口边沿的模具壁面平齐。模具5为铜模，组合模块11采用陶瓷模，将陶瓷模镶嵌在铜模入口处，与铜模组成多导热系数模具组合。

[0036] 在本实施例中，参见图2，一种具有阶梯形结构型腔的模具组合体，设定数量的模具5按照设定的组合结构安装在一起，形成能高通量制备宽冷速范围凝固样品的一组模具。其中的各模具5具有不同的型腔阶梯状结构。

[0037] 在本实施例中，参见图1~3，一种具有阶梯形结构型腔的模具的高通量制备宽冷速范围样品的装置，包括设置于设备腔体14内的导流器4和平台6，设备腔体14采用不锈钢材料制成，平台6通过平台运动系统7驱动进行转动，形成离心浇铸装置结构系统，设置气氛控制装置对设备腔体14内的气体成分和气体压力进行控制，在导流器4的容器上口设置可移除的挡板3；导流器4能与平台6同步转动；在设备腔体14内，采用卧式安装模具5的安装方式，模具5为铜模，安装在模具入口处的组合模块11为陶瓷模块，在导流器4的下方，将设定数量的模具5固定安装在平台6上，使各模具5围绕平台6的转轴进行设置，各模具5的入口均朝向平台6的转轴方向，组合模块11镶嵌在模具5入口处，与模具5组成多导热系数模具组合，模具5内壁形成阶梯状结构，平台6固定模具5具并进行旋转为模具5提供离心力；将导流块13与各模具5安装连接在一起，使待铸造的金属熔体能沿着导流块13的导流表面通过模具入口，从而流入模具5的型腔；在导流器4上方还设有熔融装置2，熔融装置2采用加热线圈，金属料锭1由送料装置控制输送，当金属料锭1进入熔融装置2熔炼区域熔化后，开启挡板3，使熔融的金属熔体落入导流器4中，金属熔体再导流器4的底端出口流出，通过导流块

13引流后,利用重力作用和离心力作用,使金属熔体进入模具5的型腔,进行充型,实现连续浇铸厚度尺寸为0.5~8mm的铸件样品。本实施例的金属料锭1位于挡板3上,铜模与导流器4相连,平台6固定在铜模下方,本实施例设备利用送料装置与导流器4运动系统的配合,能连续熔化多成分的金属料锭1并完成充型,能使试验次数大大减少。本实施例设备采用陶瓷模镶嵌在铜模入口处,与铜模组成多导热系数模具组合,铜模内设有一个型腔,每个型腔在厚度方向上采用阶梯形结构,平台6固定模具5并可旋转提供离心力,实现离心浇铸。

[0038] 在本实施例中,参见图1,气氛控制装置由位于设备腔体14外部的氩气阀8、分子泵阀9、机械泵阀10和空气阀12组成,氩气阀8控制氩气源与设备腔体14的连通,控制氩气供应,机械泵阀10和分子泵阀9分别作为抽真空装置依次使用,其中分子泵阀9在后高真空度抽取,使设备腔体14内的真空度达到 $5 \times 10^{-3}$ Pa,空气阀12为设备腔体14内的废气排出装置,当模具5内的金属熔体凝固完全并冷却后,利用空气阀12抽取设备腔体14内的废气。本实施例氩气阀8、分子泵阀9、机械泵阀10、空气阀12都位于不锈钢设备腔体14的侧面,通过机械泵阀10、分子泵阀9、氩气阀8以及空气阀12的相互配合,可改变不锈钢的设备腔体14内的真空度,并调节不锈钢的设备腔体14内的气压,不锈钢的设备腔体14的形状为圆柱形,这样方便安装和制造。

[0039] 在本实施例中,参见图1,导流器4设有升降运动系统,在向一个模具5的型腔内进行浇注金属熔体时,使导流器4底部的熔体出口位于相应模具5的入口处,将金属熔体进入模具5的型腔,进行充型,充型完毕后,升降运动系统控制导流器4底部的熔体出口转移到另一模具5入口处,进行后续模具5的浇注和充型。

[0040] 在本实施例中,参见图1,送料装置具有多通道送料装置,多成分的金属料锭1能由送料装置控制,不同成分的金属料锭1彼此不接触,能依次进入熔融装置2的熔炼区域内,在熔炼过程中,使多成分的金属料锭1逐一进入熔融装置2的熔炼区域进行加热熔融,并依次将不同的金属熔体浇注到不同的模具5的型腔内,实现连续熔化多成分的金属料锭1,并完成充型,从而实现宽冷速高通量制备金属凝固样品。本实施例装置利用多厚度和多导热系数模具6组合体以及送料装置与导流器4运动系统的配合,能连续熔化多成分的料锭并完成充型并实现从 $10^{-2} \sim 10^6$ K/s变化的大范围宽冷速,能在一次实验研究多成分、不同冷速下样品组织与性能的演变,能够大幅度地减少实验次数和时间,快速优化或者筛选合金成分和工艺参数,极大地提高了实验和研究的效率。

[0041] 在本实施例中,参见图1~3,一种高通量制备宽冷速范围样品的装置,进行离心浇铸制备高通量制备宽冷速范围样品的方法,包括如下步骤:

[0042] a. 熔成料锭:按质量百分比配制Fe-2,6,8,12,16,20Mn-9Al-0.8C合金样品,即按照质量百分比分别取铁70.2%、锰20.0%、铝9.0%、碳0.8%;铁74.2%、锰16.0%、铝9.0%、碳0.8%;铁78.2%、锰12.0%、铝9.0%、碳0.8%;铁82.2%、锰8.0%、铝9.0%、碳0.8%;铁84.2%、锰6.0%、铝9.0%、碳0.8%;铁88.2%、锰2.0%、铝9.0%、碳0.8%,各成分总质量均为100g;将配制好的合金放入坩埚中,经高温加热熔化后,熔炼成成分均匀的料锭,制备的棒状料锭直径为4cm,备用;

[0043] b. 将步骤a中的一系列的熔炼均匀、具有各特定成分的金属料锭样品放入离心浇铸系统中的石英管内,由送料系统控制,使不同的金属料锭样品彼此不接触,能逐一进入熔融装置的熔炼区域内进行加热融化;在进行浇铸之前对安装模具的设备腔体进行洗气,首

先关闭空气阀12,并开启机械泵阀10抽取熔炼区域的气体,等待5-6min,至模具入口上方气氛环境的真空度达到10Pa以下时,低真空抽气完毕;再关闭机械泵阀10,旋开分子泵阀9,开启电磁阀,以及分子泵电源,一切准备就绪后,按下启动键,等待10min后,抽至模具入口上方气氛环境的真空度为 $5 \times 10^{-3}$ Pa时,高真空抽取完毕;然后按下停止重置键,并关闭分子泵阀9、电磁阀以及分子泵电源,封闭腔体,再打开氩气阀8,向模具入口上方气氛环境充入氩气,直到氩气的气压充至0.04-0.08MPa时,洗气过程结束,然后重复上述洗气过程的抽低真空和抽高真空步骤,即每次洗气皆重复抽低真空→抽高真空的步骤,至模具入口上方气氛环境的真空度达到 $5 \times 10^{-3}$ Pa时,再次打开氩气阀,充至0.07Mpa;氩气准备好以后,然后开启马达,并调节转速调节旋钮至示数为20来控制模具5的转速,其每示数1代表30r/min,待模具的转速稳定到600r/min的转速以后,打开冷却水循环系统,随后开启加热电源,将进入熔融装置的熔炼区域内的金属料锭样品进行加热融化,金属料锭样品的最下端在感应线圈的加热作用下,熔融成金属液;

[0044] c. 当在步骤b中的金属料锭样品底端熔化的金属熔体即将滴落时,向外抽取挡板3,使熔融的金属液熔体经浇铸和导流器4进入模具5的型腔内;通过模具5的高速旋转形成的离心力,将熔融的金属液充型;对应的第一块金属料锭样品全部熔体流下后,将挡板3送回原来位置,送料装置将第二块金属料锭样品放入熔炼区域,同时使导流器中的升降运动系统发挥作用,将导流器的下端出口转移到下一个模具5的入口处,当第二块金属料锭样品完全熔化后,重复上述过程,直至所有金属料锭样品全部熔融并浇铸完成,依次将各金属料锭样品熔化后的金属熔体浇注到不同的模具5的型腔内,实现连续融化多块金属料锭,并完成浇铸充型过程;

[0045] d. 当在步骤c中浇铸充型过程结束后,等待5~10min,待液态金属在各模具型腔中都凝固完全,按下马达的停止按钮,控制马达停机,使模具5停止转动,再冷却10min,然后打开空气阀12,用气泵抽取模具中铸锭上方的废气,最后打开模具5,取出制得的一系列 $10^{-5} \sim 10^8$ K/s的宽冷速范围的成分不同的样品。

[0046] 本实施例一次性高通量制备多成分宽冷速范围样品。传统的制造方法一次实验只能制得一种冷速条件下的一种成分的样品,而本实施例利用间隔送入熔炼区域、逐一熔化的样品,送料装置与导流器中运动系统的配合,组合多导热系数的铸型,紫铜中镶嵌预热陶瓷,采用一模多腔的设计,并在同一铸型设计0.5mm~8mm的一系列厚度尺寸的样品,一次性高通量制备 $10^{-5} \sim 10^8$ K/s大冷速范围多成分的样品,极大地提高了实验和研究的效率。

[0047] 本实施例通过采取送料装置与导流器中运动系统的配合设计出一种高通量制备多成分宽冷速范围样品的方法,能在一次实验过程中获得多成分的样品。同时采用各种不同导热系数的型腔设计出一种高通量制备多成分宽冷速范围样品的模具。使得一次实验过程中,既能获得多成分相同冷速的对照实验,也能获得相同成分不同冷速的对照实验,同时还能开展多成分不同冷速的新实验研究,大幅度减少实验内容和时间,从而快速优化并筛选凝固制备工艺。

[0048] 本实施例利用离心浇铸中离心力提高充型能力,制备出极薄厚度样品,结合铸型的多导热系数和导入各模具5中浇铸熔体的改变,在不同模具中得到相应多成分的样品,同时各模具中设计了阶梯状系列厚度尺寸,实现了 $10^{-5} \sim 10^8$ K/s大冷速范围的特定成分样品制备。本实施例一次性高通量制备多成分宽冷速范围样品。金属材料的成分以及凝固过程

中的冷速直接关系到所制样品的组织和性能,宽冷速范围多成分样品的高通量制备,将有利于金属凝固组织和性能演变规律的快速研究,进而为优化和确定工艺参数。

[0049] 实验测试分析:

[0050] 对利用实施例一设备制备的部分样品进行组织和性能分析,结果如图4和表1所示。其中图4是实施例一制备的不同成分轻质钢薄板的金相组织照片。

[0051] 表1.亚快速凝固Fe-xMn-9Al-0.8C轻质钢薄板性能对照表

| 成分<br>wt. % | 密度<br>g/cm <sup>3</sup> | 屈服强度<br>Mpa | 抗拉强度<br>Mpa | 延伸率<br>% |
|-------------|-------------------------|-------------|-------------|----------|
| 8Mn         | 6.86                    | 658         | 726         | 5.3      |
| 12Mn        | 6.81                    | 769         | 994         | 13.6     |
| 16Mn        | 6.76                    | 750         | 900         | 40.0     |
| 20Mn        | 6.73                    | 593         | 951         | 46.0     |

[0052] 图4a为Fe-8Mn-9Al-0.8C的100倍金相组织照片,图4b为Fe-8Mn-9Al-0.8C的200倍金相组织照片;图4c为Fe-12Mn-9Al-0.8C的100倍金相组织照片,图4d为Fe-12Mn-9Al-0.8C的200倍金相组织照片;图4e为Fe-16Mn-9Al-0.8C的100倍金相组织照片,图4f为Fe-16Mn-9Al-0.8C的200倍金相组织照片。由表1中数据和图4可知,直接由此设备得到的亚快速凝固薄板可以获得非常优异的力学性能,同时薄板的组织非常均匀。

[0054] 实施例二:

[0055] 本实施例与实施例一基本相同,特别之处在于:

[0056] 在本实施例中,料锭由送料装置控制,在熔炼过程中逐一进入受热区域融化,导流器出口在模具入口处进行位置切换,组合模块镶嵌在模具入口处组成多导热系数模具组合,模具内部成阶梯状结构,平台固定模具并能旋转提供离心力,气氛控制装置控制浇铸气氛。本实施例通过采取送料装置与导流器中运动系统的配合,进行高通量制备多成分宽冷速范围样品,能在一次实验过程中获得多组样品。同时采用各种不同导热系数的型腔,即采用一种高通量制备多成分宽冷速范围样品的模具。使得一次实验过程中,能获得相同成分不同冷速的对照实验,能获得相同成分相同冷速的重复对照实验,同时还能开展相同成分不相同冷速的重复对照实验,大幅度的减少实验内容和时间,从而快速优化或者筛选凝固制备工艺。

[0057] 本实施例利用多厚度和多导热系数模具组合、送料装置与导流器运动系统的配合,能连续融化多块料锭,完成充型并实现从 $10^{-2} \sim 10^6$ K/s变化的大范围宽冷速,能在一次实验研究不同冷速下样品组织与性能的演变,能大幅减少实验次数和时间,快速优化或筛选合金离心浇铸工艺参数,极大地提高实验和研究的效率。

[0058] 上面结合附图对本发明实施例进行了说明,但本发明不限于上述实施例,还可以根据本发明的发明创造的目的做出多种变化,凡依据本发明技术方案的精神实质和原理下做的改变、修饰、替代、组合或简化,均应为等效的置换方式,只要符合本发明的发明目的,只要不背离本发明具有阶梯形结构型腔的模具、模具组合、高通量制备宽冷速范围样品的装置和方法的技术原理和发明构思,都属于本发明的保护范围。

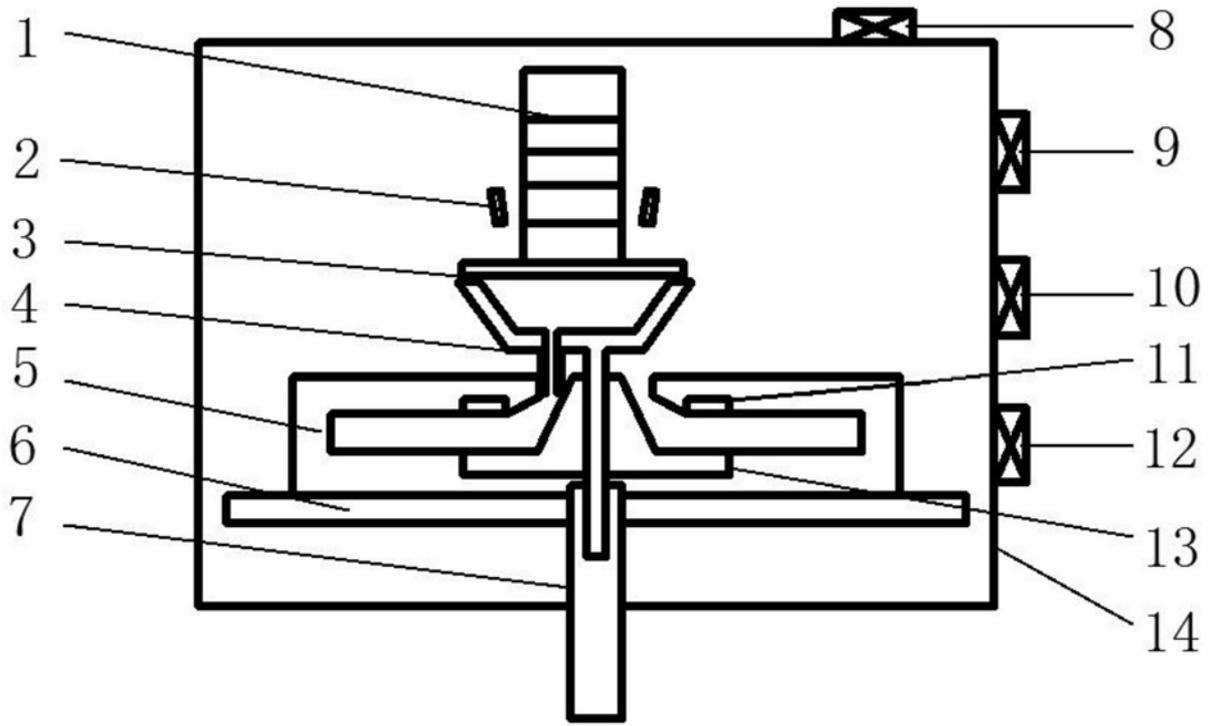


图1

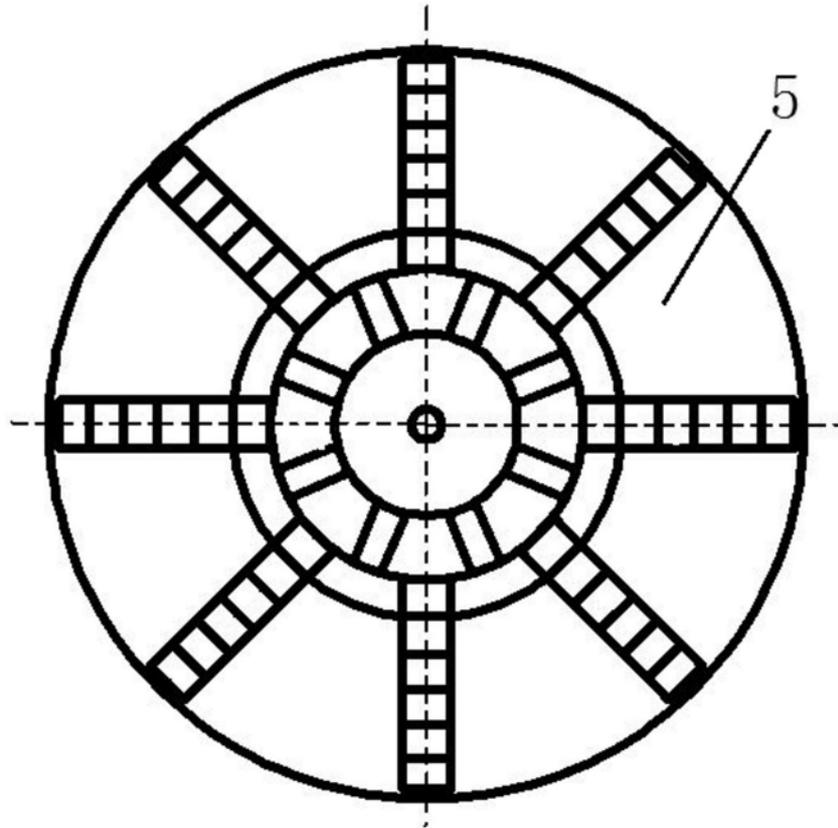


图2

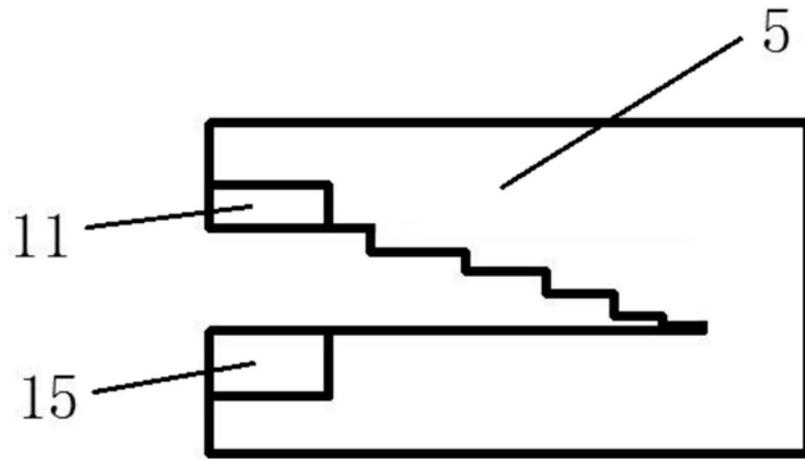


图3

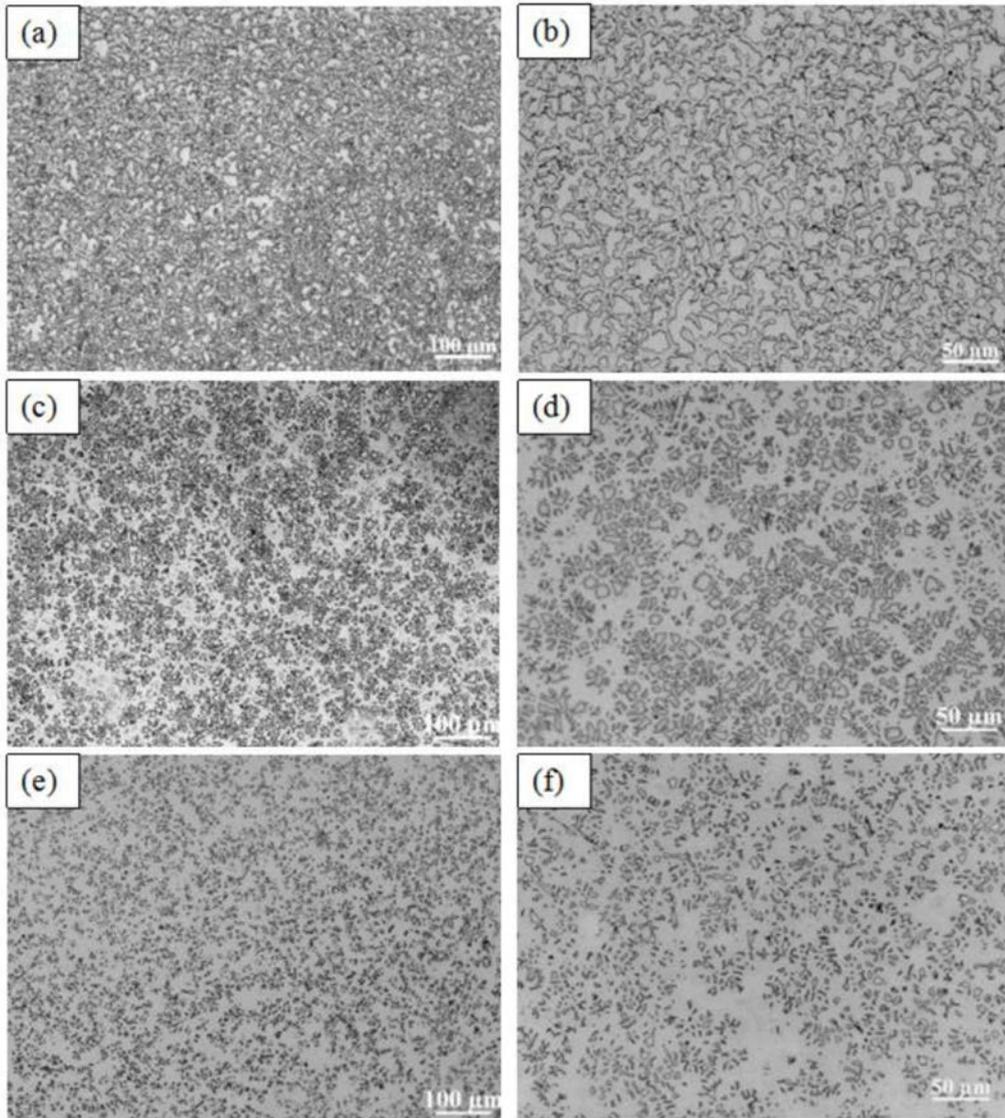


图4