



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106925732 A

(43) 申请公布日 2017. 07. 07

(21) 申请号 201511021127. 2

(22) 申请日 2015. 12. 30

(71) 申请人 北京有色金属研究总院

地址 100088 北京市西城区新街口外大街 2 号

(72) 发明人 张志峰 徐骏 罗亚君 高明伟
白月龙 张少明

(74) 专利代理机构 北京北新智诚知识产权代理有限公司 11100

代理人 刘徐红

(51) Int. Cl.

B22D 11/055(2006. 01)

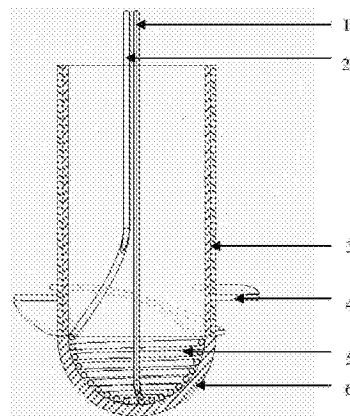
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种制备大规格铝合金铸锭的均匀冷却器及方法

(57) 摘要

本发明涉及一种制备大规格铝合金铸锭的均匀冷却器及方法,属于金属材料加工领域。该均匀冷却器由内管和外管组成;外管的上部为绝热端,下部为冷却端;内管包括螺旋内管及分别设置在螺旋内管入口和出口的入口端和出口端,螺旋内管以螺旋方式设置在外管的冷却端内。均匀冷却器设置在半连续铸造平台上,铸造过程中深入到结晶器内,从熔体内部对熔体施加均匀冷却。本发明结构简单,使用方便,能显著提高铸造速度和生产效率,而且制备的大规格铝合金铸锭组织均匀细小,具有广泛的工业应用前景。



1. 一种制备大规格铝合金铸锭的均匀冷却器,其特征在于:由内管和外管组成;所述的外管的上部为绝热端,下部为冷却端;所述的内管包括螺旋内管及分别设置在螺旋内管入口和出口的入口端和出口端,所述的螺旋内管以螺旋方式设置在外管的冷却端内。

2. 根据权利要求1所述的制备大规格铝合金铸锭的均匀冷却器,其特征在于:所述的外管的绝热端为圆筒形,冷却端为半球形;所述的外管的绝热端的外径不大于冷却端的外径,外径尺寸均为100~800mm;所述的外管的冷却端采用耐高温导热材料制成,绝热端的外管壁包覆绝热材料,或绝热端采用耐高温绝热陶瓷制成。

3. 根据权利要求2所述的制备大规格铝合金铸锭的均匀冷却器,其特征在于:所述的绝热端底部设有叶片,叶片数为0~8;所述的叶片宽度为10~100mm,厚度为2~8mm;所述的叶片采用耐高温材料制成。

4. 根据权利要求3所述的制备大规格铝合金铸锭的均匀冷却器,其特征在于:所述的冷却端采用石墨、铜、钼或钛制成,所述的绝热端的外管壁包覆石棉;所述的叶片采用钼、钛、陶瓷或石墨制成。

5. 根据权利要求1所述的制备大规格铝合金铸锭的均匀冷却器,其特征在于:所述的内管内径为2~30mm,厚度0.5~5mm;螺旋数位为3~50,螺旋间距为0~10mm;所述的内管由导热材料制成。

6. 根据权利要求5所述的制备大规格铝合金铸锭的均匀冷却器,其特征在于:所述的内管采用铜、钢、钛或其复合材料制成。

7. 一种制备大规格铝合金铸锭的方法,包括如下步骤:采用半连续铸造制备大规格铝合金铸锭过程中,将均匀冷却器设置到结晶器内,同时通入冷却介质和开启转动,冷却介质从内管入口进入并到达均匀冷却器底部中心,然后螺旋上升,通过底部导热材料与熔体换热,同时均匀冷却器的旋转搅拌作用,能加速心部熔体的热交换;结合结晶器对熔体施加的外部冷却作用,增加冷却维度,实现了熔体内外同步强制连续动态均匀冷却,最终制备得到大规格铸锭。

8. 根据权利要求7所述的制备大规格铝合金铸锭的方法,其特征在于:所述的冷却介质为空气、氮气、氩气、水或油,冷却介质流量为0~2000L/min。

9. 根据权利要求7所述的制备大规格铝合金铸锭的方法,其特征在于:所述的均匀冷却器设置在半连续铸造平台上,在半连续铸造过程中,均匀冷却器深入到结晶器高度位置。

10. 根据权利要求7所述的制备大规格铝合金铸锭的方法,其特征在于:所述的均匀冷却器的数量为一个或多个;所述的均匀冷却器的旋转速度为0~300r/min。

一种制备大规格铝合金铸锭的均匀冷却器及方法

技术领域

[0001] 本发明属于金属材料加工领域,特别涉及一种制备大规格铝合金铸锭的均匀冷却器及方法。

背景技术

[0002] 半连续铸造是制备变形铝合金的第一道工序,铸锭质量的好坏直接影响着后续变形加工。采用传统半连续铸造方法生产铸锭过程中总是会出现组织粗大不均匀、宏观偏析甚至开裂等不可逆转的缺陷。这些问题的出现和半连续铸造的凝固成形方式有着很大的关系。半连续铸造是将高温金属熔体连续地浇铸到强制水冷的结晶器内,形成初凝壳,初凝壳从结晶器内出来后在受到二冷水的冷却作用,使初凝壳内金属熔体凝固成形,最后形成铸锭。整个半连续铸造过程中熔体的凝固仅仅是依赖结晶器和二冷水等熔体外部的冷却作用,凝固过程中熔体的散热方向单一,温度梯度很大,熔体由外向里顺序凝固,特别是对于铸造大规格铸锭时,会形成很深的液穴,最终造成铸锭组织粗大不均匀、成分偏析、开裂等问题。

[0003] 目前,国内外科研人员针对提高铸锭的冷却条件开展了大量的研究工作,包括改善结晶器喷水方式、施加外场等方法来改善熔体的对流换热,提高温度场的均匀性。但是,这些方法并没有从根本上解决半连续铸造过程中熔体内外冷却不均问题,特别是对大规格铸锭而言,更加无法有效控制熔体内温度场和成分场均匀性,因此铸锭组织依旧粗大且分布不均匀。

[0004] 专利CN102581238 B公开了一种铝合金半连续铸造冷却强度可变的结晶器,该结晶器设置了上下两个水箱,上水箱设置一组冷却水孔,下水箱设置两组冷却水孔,连铸开始阶段使用第三组冷却水单独冷却,稳定阶段使用3组冷却水同时冲击到铸锭表面,可以提高铸锭冷却效果,有利于提高铸锭冶金质量。该发明希望通过改变外部冷却水的冷却方式达到提高连铸过程中铸锭的冷却效果,从而解决铸锭开裂和翘曲的问题。但是,导致铸锭开裂和翘曲的根本原因是铸锭横截面上存在非常大的温度梯度和较深的液穴,半连续铸造过程中采用单一的四周喷水冷却的方式便会使铸锭产生较大温度梯度和较深液穴,因此,仅仅是从对这种单一的冷却方式进行改善并不能从根本上解决铸锭内外冷却不均的问题,熔体的凝固仍然是由外向内的顺序凝固,由于温度梯度较大造成的铸锭开裂和翘曲问题也就不能得到有效地解决。

[0005] 中国专利(CN1485452A)公开了一种施加电磁搅拌制备合金浆料和坯料的方法,该方法通过利用电磁场在金属液中产生感应电流,金属液在洛伦兹力的作用下对金属液形成剧烈地搅拌作用,使金属凝固析出的枝晶充分被碎化或球化,从而达到细化晶粒、改善铸坯质量的目的。但是,由于交变电磁场趋肤效应的存在,电磁场作用于金属熔体时,其作用力随着距离的增加呈指数式衰减,也即熔体外部受到的作用力大,而熔体内部小,作用力不均匀,金属熔体的搅拌效果不均匀,最终会导致晶粒组织不均匀。特别是对大规格铸锭,熔体的搅拌作用更加有限,熔体的凝固仍然是由外向内的顺序凝固,熔体冷却方式单一,铸造效

率不高,也没有从根本上解决铝合金凝固过程中温度场不均匀问题。

发明内容

[0006] 针对现有半连续铸造方法凝固过程中熔体只能由外向内冷却模式存在的不足,及传统半连续铸造方法制备大规格铝合金铸锭凝固过程因边部、心部熔体存在较大温度梯度、液穴较深而导致易产生组织粗大不均匀、成分偏析、热裂以及铸速慢、生产效率低等问题,提出一种制备大规格铝合金铸锭的均匀冷却器及方法。

[0007] 针对半连续铸造凝固过程中熔体由内向外的冷却特征,本发明在普通半连续铸造设备上设置均匀冷却器,利用冷却器的换热作用,改变熔体单一的冷却方向,增加冷却维度,结合普通半连续铸造结晶器一冷和二冷的作用,使熔体在凝固过程中内外同时冷却,根据实际生产的需要调整均匀冷却器的冷却,使熔体在凝固过程中温度场更加均匀,最后得到的铸锭组织细小均匀。

[0008] 为实现以上发明的目的,采用以下技术方案:

[0009] 一种制备大规格铝合金铸锭的均匀冷却器,由内管和外管组成;所述的外管的上部为绝热端,下部为冷却端;所述的内管包括螺旋内管及分别设置在螺旋内管入口和出口的入口端和出口端,所述的螺旋内管以螺旋方式设置在外管的冷却端内。

[0010] 均匀冷却器外管的绝热端为圆筒形,冷却端为半球形;绝热端的外径不大于冷却端的外径,两者外径尺寸均为100~800mm,厚度为3~20mm,厚度与冷却端相同。

[0011] 均匀冷却器外管的冷却端采用耐高温导热材料制成,如石墨、铜、钼、钛等;绝热端的外管壁包覆绝热材料,如石棉,或外管绝热端采用耐高温绝热陶瓷制成。

[0012] 所述的绝热端底部设有叶片结构,叶片数为0~8,优选为3~5个,叶片宽度为10~100mm,叶片厚度为2~8mm,叶片转动时具有向下带动熔体流动的效果,叶片采用耐高温材料制成,如钼、钛、陶瓷、石墨等材料。

[0013] 均匀冷却器内管由导热材料制成,如铜、钢、钛等及其复合材料;内管内径为2~30mm,厚度0.5~5mm;螺旋内管的螺旋数位为3~50,螺旋间距为0~10mm,优选为3~5mm。

[0014] 螺旋内管的入口设置在外管冷却端的底部中心,螺旋内管的出口设在外管绝缘端的底部,冷却介质经入口端从螺旋内管入口进入到达外管冷却端中心,通过底部内管螺旋上升到外管绝热端处,然后从内管出口经出口端出来。

[0015] 内管中采用的冷却介质为空气、氮气、氩气、水、油等各种流体,冷却介质流量为0~2000L/min,液体冷却介质流量优选为10~50L/min,气体冷却介质流量优选为500~1000L/min。

[0016] 基于上述均匀冷却器,本发明提供了一种采用本发明的均匀冷却器制备大规格铝合金铸锭的方法。

[0017] 一种制备大规格铝合金铸锭的方法,包括如下步骤:采用半连续铸造制备大规格铝合金铸锭过程中,将均匀冷却器设置到结晶器内,同时通入冷却介质和开启转动,冷却介质从内管入口进入并到达均匀冷却器底部中心,然后螺旋上升,通过底部导热材料与熔体换热,同时均匀冷却器的旋转搅拌作用,能加速心部熔体的热交换;结合结晶器对熔体施加的外部冷却作用,增加冷却维度,实现了熔体内外同步强制连续动态均匀冷却。与此同时,均匀冷却器冷却端叶片,带动熔体向均匀冷却器底部汇集,熔体经过均匀冷却器底部冷却,

继续向下流动进入液穴糊状区,使熔体得到连续动态均匀冷却和强制补缩,最终制备得到细晶均质大规格铸锭。

[0018] 所述的均匀冷却器设置在半连续铸造平台上,在半连续铸造过程中,均匀冷却器深入到结晶器内,到结晶器高度位置,均匀冷却器底部与结晶器平齐,从熔体内部对熔体施加均匀冷却。均匀冷却器的数量可以设置一个或多个;均匀冷却器整套装置的旋转速度为0~300r/min,优选为50~150r/min。

[0019] 本发明的均匀冷却器内管使用导热材料制成,冷却介质从内管入口进入,达到均匀冷却外管冷却端,经过底部盘旋式内管,冷却介质在冷却端与熔体换热,冷却熔体,然后从内管出口流出。外管冷却端带有叶片,叶片强制熔体向下流动,使熔体不断地向下补充到液穴当中,起到动态连续均匀冷却的效果。

[0020] 本发明的装置和方法可用于在半连续铸造设备中制备直径大于300mm的铝合金圆锭和厚度大于300mm的铝合金扁锭。

[0021] 本发明的优点如下:

[0022] 1、在结晶器内部放置均匀冷却器,冷却介质从内管进入后到达外管冷却端中心,然后沿着管底螺旋上升,通过冷却端与金属熔体换热,换热效果从边部到心部逐渐增强,能有效带走结晶器内金属熔体心部热量,结合结晶器的冷却作用,创造性地改变了传统连铸过程中只有从外到内单方向传热的方式,增加了凝固过程中的冷却维度,实现了多维度强制均匀凝固模式。

[0023] 2、首次将均匀冷却器的旋转运动与冷却端的特殊结构巧妙结合,搅拌作用能够有效地带动熔体流动,使得整个熔体发生强制对流,在提高冷却强度的基础上,可以显著改善熔体温度场和成分场的均匀性。同时冷却端的冷却和搅拌共同作用使过热熔体与凝固前沿的合金熔体快速发生传热传质交换,可实现对熔体强制动态连续均匀化冷却处理。

[0024] 3、本发明结构简单,使用方便,能显著提高铸造速度和生产效率,可制备出组织均匀细小的大规格铝合金铸锭,从根本上解决传统半连续铸造方法制备大规格铝合金铸锭存在组织粗大不均匀、宏观偏析、开裂等问题,具有广泛的工业应用前景。

附图说明

[0025] 图1为本发明制备大规格铝合金铸锭的均匀冷却器截面图;

[0026] 图2为本发明在实施例1设置示意图;

[0027] 图3为本发明在实施例2设置示意图。

[0028] 主要附图标记说明:

[0029]	1 入口端	2 出口端
[0030]	3 绝热端	4 叶片
[0031]	5 螺旋内管	6 冷却端

具体实施方式

[0032] 本发明可以根据以下实例实施,但不限于此,这些实施例只是为了举例说明本发明实施过程,而非以任何方式限制本发明的范围,在以下的实施例中,未详细描述的各种过程和方法是本领域中公知的常规方法。

[0033] 如图1所示,本发明制备大规格铝合金铸锭的均匀冷却器,由内管和外管组成;外管上部为绝热端3,下部为冷却端6,内管包括螺旋内管5及分别设置在螺旋内管5入口和出口的入口端1和出口端2,螺旋内管5以螺旋方式设置在外管的冷却端6内。

[0034] 均匀冷却器外管由上部绝热端3和下部冷却端6构成,绝热端3为圆筒形,冷却端6为半球形,绝热端3的外径不大于冷却端6的外径,两者外尺寸均为100~800mm,厚度为3~20mm,厚度与冷却端6相同;冷却端6采用耐高温导热材料制成,如石墨、铜、钼、钛等;绝热端3为圆筒形且外管壁包覆耐高温绝热材料,如石棉,或外管绝热端3采用耐高温绝热陶瓷制成;绝热端3底部设有叶片4,叶片数为0~8,叶片4宽度为10~100mm,叶片4厚度为2~8mm,叶片4转动时具有向下带动熔体流动的效果,叶片4采用耐高温材料制成,如钼、钛、陶瓷、石墨等材料。

[0035] 均匀冷却器内管由导热性良好的材料制成,如铜、钢、钛等及其复合材料;内管内径为2~30mm,厚度0.5~5mm,螺旋内管5的螺旋数位为3~50,螺旋间距为0~10mm。均匀冷却器内管以螺旋方式设置在均匀冷却器底部,内管设有入口和出口,螺旋内管5的入口设置在外管冷却端6的底部中心,螺旋内管5的出口设在外管绝热端3的底部,冷却介质从内管入口进入到达外管冷却端6中心,通过底部内管螺旋上升到外管绝热端3处,然后从内管出口出来。

[0036] 内管中采用的冷却介质为空气、氮气、氩气、水、油等各种流体,冷却介质流量为0~2000L/min。

[0037] 在使用半连续铸造制备大规格铝合金铸锭过程中,将均匀冷却器设置到结晶器内,同时通入冷却介质和开启转动,冷却介质从内管入口进入并到达均匀冷却器底部冷却端6中心,经过底部盘旋式内管,然后螺旋上升,冷却介质通过底部导热材料与熔体换热,从而冷却熔体,然后从内管出口流出,均匀冷却器冷却效果从底部边部到中心逐渐增强,均匀冷却器的搅拌作用,使熔体经过均匀冷却器底部冷却,结合结晶器对熔体的冷却作用,实现了立体的、全方位的冷却散热,达到了熔体内外同时冷却的目的,实现熔体的强制连续动态均匀冷却。

[0038] 与此同时,均匀冷却器冷却端6带有叶片4,使用过程中,均匀冷却器转动,强制带动熔体向均匀冷却器底部冷却端6汇集,实现熔体连续动态均匀过冷,熔体经过均匀冷却器底部冷却,继续向下流动进入液穴糊状区,实现熔体的连续动态均匀冷却和强制补缩,最终制备出细晶均质大规格铸锭。

[0039] 均匀冷却器设置在半连续铸造平台上,铸造过程中深入到结晶器内,从熔体内部对熔体施加均匀冷却。在半连续铸造过程中,均匀冷却器深入到结晶器高度位置,可以设置一个或多个;整套装置的旋转速度为0~300r/min。

[0040] 实施例1

[0041] 采用本发明装置和方法制备 $\Phi 582\text{mm}$ 规格7055铝合金铸锭,均匀冷却器无设置叶片结构,内管采用纯铜制备,内管内径为10mm,厚度1mm,螺旋数为20,螺旋间距为3mm;外管绝热端3采用耐高温绝热陶瓷制成,外径为300mm,厚度为10mm,下部冷却端6直径为350mm,用石墨制成。

[0042] 在铸造平台上设置一个均匀冷却器,如图2所示,均匀冷却器与结晶器同心,均匀冷却器底部与结晶器平齐。在连铸过程中,待熔体进入结晶器内,启动连铸牵引设备的同时

开启均匀冷却器,冷却介质为水,流量为10L/min,铸造速度为50mm/min,直到连铸结束。

[0043] 采用本发明装置和方法制备的 $\Phi 582\text{mm}$ 规格7055铝合金铸锭,组织细小均匀,平均晶粒尺寸为 $219\mu\text{m}$,晶粒尺寸偏差为8.72%。

[0044] 实施例2

[0045] 采用本发明装置和方法制备 $\Phi 582\text{mm}$ 规格7055铝合金铸锭,均匀冷却器设置有叶片结构,内管采用纯铜制备,内管内径为10mm,厚度1mm,螺旋数为20,螺旋间距为3mm;外管绝热端3采用耐高温绝热陶瓷制成,外径为300mm,厚度为10mm,下部冷却端6直径为350mm,用石墨制成,叶片4采用陶瓷制成,叶片数为3,叶片4宽度为50mm。

[0046] 在铸造平台上设置一个均匀冷却器,如图3所示,均匀冷却器与结晶器同心,均匀冷却器底部与结晶器平齐。在连铸过程中,待熔体进入结晶器内,启动连铸牵引设备的同时开启均匀冷却器,冷却介质为水,流量为13L/min,转速为60r/min,铸造速度为90mm/min,直到连铸结束。

[0047] 采用本发明装置和方法制备的 $\Phi 582\text{mm}$ 规格7055铝合金铸锭,组织细小均匀,平均晶粒尺寸为 $164\mu\text{m}$,晶粒尺寸偏差为5.37%。

[0048] 对比实施例1和2,采用转动方式且带叶片结构的均匀冷却器制备的 $\Phi 582\text{mm}$ 规格7055铝合金铸锭,铸造速度提高80%,平均晶粒尺寸降低53%,晶粒尺寸偏差降低38%。

[0049] 本发明的均匀冷却器设置在半连续铸造平台上,铸造过程中深入到结晶器内,从熔体内部对熔体施加均匀冷却。均匀冷却器由内管和外管构成,内管为螺旋状,设置在均匀冷却器底部,冷却介质通过内管入口到达均匀冷却器外管冷却端进行换热,同时均匀冷却器的旋转作用,能加速熔体的热交换。冷却端带有叶片结构,冷却器转动时叶片具有搅拌作用,强制带动周围高温熔体不断地向均匀冷却器底部汇集,不断地向下补充到液穴当中,起到动态连续均匀冷却的效果,增加冷却维度,实现了熔体内外同步强制连续动态均匀冷却。本发明结构简单,使用方便,能显著提高铸造速度和生产效率,而且制备的大规格铝合金铸锭组织均匀细小,具有广泛的工业应用前景。

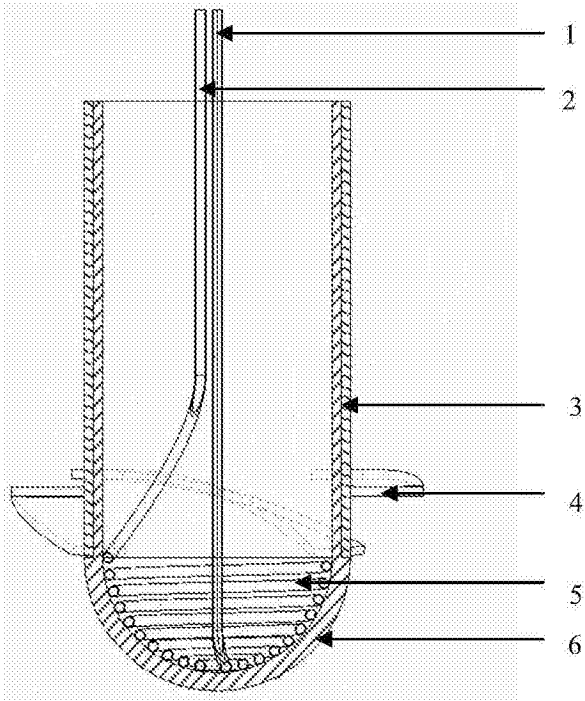


图1

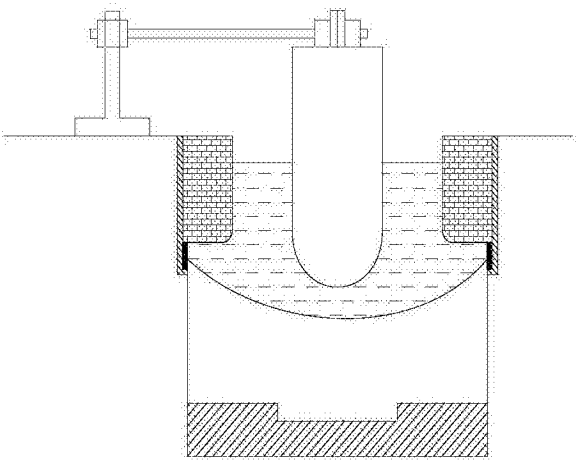


图2

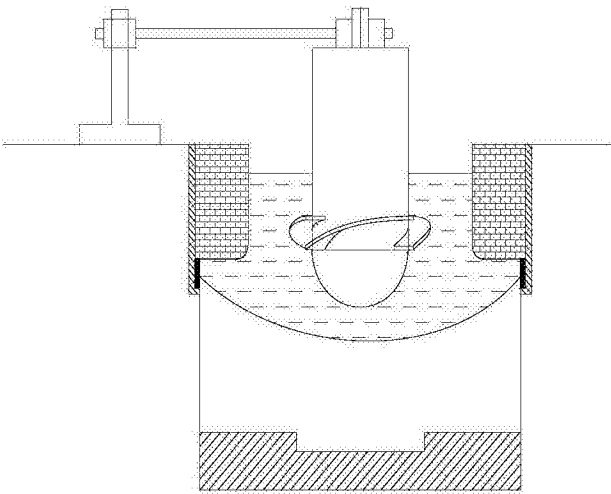


图3