



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104741552 B

(45)授权公告日 2017. 10. 10

(21)申请号 201310741668.7

B22D 11/115(2006.01)

(22)申请日 2013.12.27

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104741552 A

CN 102161081 A, 2011.08.24,

CN 202666855 U, 2013.01.16,

CN 203635884 U, 2014.06.11,

CN 103343246 A, 2013.10.09,

CN 202201949 U, 2012.04.25,

CN 202116631 U, 2012.01.18,

JP 特开2000-271704 A, 2000.10.03,

(43)申请公布日 2015.07.01

(73)专利权人 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

审查员 周静

(72)发明人 徐骏 王海军 张志峰 李豹

(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 11/041(2006.01)

B22D 11/114(2006.01)

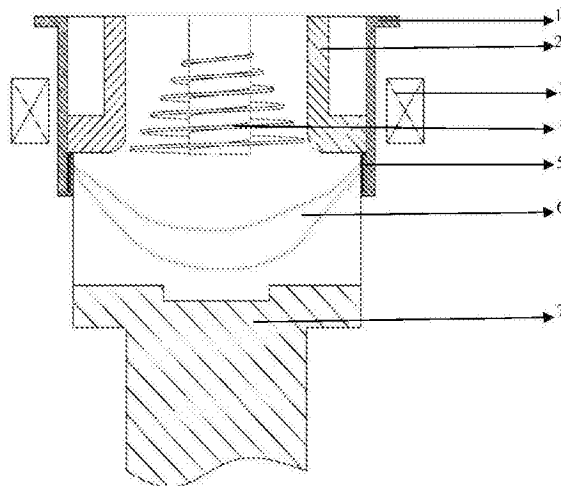
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种制备大规格超高强铝合金连续铸锭的装置及方法

(57)摘要

本发明涉及一种制备大规格超高强铝合金连续铸锭的装置及方法,属于金属材料加工领域。该装置主要由结晶器、热顶、电磁搅拌器、锥形螺旋芯棒、石墨环和引锭构成;结晶器内,上部设置热顶,下部设置石墨环,热顶中间设置锥形螺旋芯棒,结晶器外部设置电磁搅拌器。合金熔体进入结晶器内部热顶区域,对熔体进行电磁搅拌和锥形螺旋芯棒旋转搅拌耦合处理,熔体流出热顶,进入石墨环内部,受到一冷却强制冷却,随着引锭向下牵引,完成合金铸锭的凝固成形。本发明可以改善铸锭组织、成分和性能的不均匀现象,也可改善铸锭表面质量,提高力学性能,减小铸锭开裂现象,进而减小制备过程中的能耗,降低产品的成本,提高成材率。



1. 一种制备大规格超高强铝合金连续铸锭的装置,其特征在于:主要由结晶器、热顶、电磁搅拌器、锥形螺旋芯棒、石墨环和引锭构成;所述的结晶器内,上部设置热顶,下部设置石墨环,所述的热顶中间设置锥形螺旋芯棒,所述的结晶器外部设置电磁搅拌器,所述的热顶内径为160~550mm,石墨环内径为200~850mm,所述的锥形螺旋芯棒由圆棒和螺旋叶片组成,螺旋叶片直径由上至下逐渐增大,呈锥形,圆棒直径为45~120mm,螺旋叶片螺距为10~30mm,最大螺旋叶片直径为150~700mm,螺旋数为5~10;所述的锥形螺旋芯棒下沿到热顶下沿纵向距离为-15~10mm。

2. 如权利要求1所述的制备大规格超高强铝合金连续铸锭的装置,其特征在于:所述的锥形螺旋芯棒由陶瓷材料制成。

3. 一种采用权利要求1或2所述的装置制备大规格超高强铝合金连续铸锭的方法,包括如下步骤:合金熔体进入结晶器内部热顶区域,对熔体进行电磁搅拌和锥形螺旋芯棒旋转搅拌耦合处理,电磁搅拌带动熔体运动方向与芯棒旋转方向相反,熔体流出热顶,进入石墨环内部,实现一次冷却,形成凝固壳,随着引锭向下牵引,完成合金铸锭的凝固成形。

4. 如权利要求3所述的制备大规格超高强铝合金连续铸锭的方法,其特征在于:所述的锥形螺旋芯棒旋转速度为0.5~3rad/s,电磁搅拌的电流为80~200A,频率为10~35Hz。

一种制备大规格超高强铝合金连续铸锭的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种制备大规格超高强铝合金连续铸锭的装置及方法,属于金属材料加工领域,特别涉及金属连铸工艺技术领域。

背景技术

[0002] 半连续铸造具有结晶速度快,力学性能好,金属纯净度高,可减少切头切尾的几何百分比,提高劳动效率等优点,因此,在铝合金中得到广泛的应用。然而研究也发现,该类制备方法是一个复杂动态凝固过程,各种缺陷如晶粒粗大、开裂和组织成分偏析等容易在凝固过程中形成。尤其是制备高合金化超高强铝合金,更易产生枝晶偏析,并且在铸坯中产生强的内应力和裂纹倾向,对后期铝合金塑性变形也会造成不良影响,还会影响合金热处理强化效果。在制备铝合金大铸锭(铸锭直径超过20英寸(508mm))时,产生组织、成分、性能的不均匀现象,导致较大的铸造应力,使铸锭发生开裂,增加材料报废率;增加了后续热处理效率,对于变形合金,还能降低塑性变形性能、增加加工过程能耗,也会增加成本。随着人类对材料性能、能源的消耗、产品的成本越来越关注,对连铸坯的质量也提出了更高的要求。因此,近年来,很多研究者采取了各种办法,以便制备低成本、低能耗、高性能、高效率的铸锭。

[0003] 电磁搅拌技术对熔体进行处理,可以使得不均匀特性减小,可以适当改善普通半连续铸造所导致的缺陷,并且电磁搅拌是无污染控制流体流动、改善铸锭组织的一种非常有效方法。因此,电磁搅拌技术在半连续铸造的应用得到了推广。

[0004] 为了提高电磁搅拌技术对熔体处理效果,国内外已经有一些相应设备并制定了一些新型的处理方法。专利CN100566888C介绍了一种圆坯连铸结晶器电磁搅拌参数的制定方法,主要是先经过模拟计算、观察、判断及修正后所得到的励磁电流强度和频率条件下,检测铸坯的皮下裂纹、芯部裂纹、缩孔、中心疏松、皮下气泡及等轴率等质量,最后确定电磁搅拌参数。该发明可以快速、准确有效地判断现有电磁搅拌参数的合理性及电磁搅拌强度的强弱,以确定不同条件下电磁搅拌所需的最佳电流强度和频率,同时应用优化后的参数,可以明显减少铸坯表面和皮下夹杂物及气泡,扩大等轴晶率,改善芯部质量,提高组织致密性和均匀性并减少漏钢几率。ABB公司公布了一种应用于连铸过程中电磁搅拌技术(EP0679115B2),该电磁搅拌方法特征在于,通过交流磁力搅拌熔体,改变熔融金属弯液面,或者在现有磁力搅拌条件下,在结晶器内部引进一个与主运动方向相反的搅拌器。该发明公布的方法可以控制连续铸造模具内电磁搅拌密度。最终可以获得很好组织性能的连铸坯。

[0005] 现有很多设备及方法都是改善电磁搅拌对熔体处理效果,而对合金熔体处理后铸造过程影响并不大,比如无法改善冷却过程中温度场无法减小液穴,从而改善铸锭组织性能。最关键的是目前电磁搅拌技术在铸造中的应用都无法解决制备大规格铸坯的一些难点,比如组织性能均匀性问题和铸锭开裂问题。本课题组在专利CN101745629A中提出了一种环缝式电磁搅拌技术,可以克服电磁感应趋肤效应的不利影响,并且可以在制浆室内

设置可通入冷却介质的内部冷却控制器,内部冷却控制器的外壁与制浆室的内侧之间形成环形间隙,可以时半固态熔体在电磁搅拌力的作用下在此缝隙中进行较为强烈的搅拌,同时内部冷却控制器通入冷却介质可使浆料的散热更加均匀,温度场的分布也更加均匀,得到浆料组织分布更为理想。

发明内容

[0006] 针对现有熔体处理技术的有限处理效果和熔体处理与铸造相分离等缺点,为了进一步改善熔体处理效果,以及提升本发明人提出的环缝式电磁搅拌的应用性,本发明基于环缝式电磁搅拌技术基础上进一步创新优化,从而提出一种新型熔体处理技术,其目的是设计一种强剪切的熔体处理装置,同时又直接用到半连续铸造过程中,从而改善熔体质量、铸坯质量,提高铸锭铸造性能以及后续加工性能,实现高效率低成本制备大尺寸铝合金铸锭。

[0007] 本发明的提出一种制备大规格超高强铝合金连续铸锭的新方法及装置,主要针对制备直径大于20英寸的Al-Zn-Mg-Cu系列铝合金铸棒,不仅能够实现对熔体高剪切效果、熔体处理与铸造平台连续对接,还可以大幅度提高铸造过程中熔体径向温度梯度、改善。

[0008] 传统电磁搅拌带动熔体流动是沿着周向运动,相邻半径上熔体相对运动较小,剪切力不大。并且由于电磁感应存在集肤效应,熔体中心流动速度小,剪切力很小,所以传统的电磁搅拌技术对熔体处理效果并不是很完美。在传统电磁搅拌条件下,熔体在三维运动方式是螺旋向外向上,如果搅拌强度较大的情况下,熔体会出现漩涡状,在半连续铸造过程中,熔体从中间向下注入,导致部分熔体未经搅拌处理便直接进入结晶器内凝固成形,失去了搅拌处理的作用。因此电磁搅拌铸造的效果并不是很好,本发明设计了一种新型结构,即在电磁搅拌熔体区域添加了一个锥形螺旋芯棒,参见图1,该芯棒在铸造过程中旋转,且旋转方向与电磁搅拌带动熔体运动方向相反,使熔体具有强剪切力,更能有效的处理熔体。

[0009] 一种制备大规格超高强铝合金连续铸锭的新型装置,该装置主要由结晶器、热顶、电磁搅拌器、锥形螺旋芯棒、石墨环和引锭构成;所述的结晶器内,上部设置热顶,下部设置石墨环,所述的热顶中间设置锥形螺旋芯棒,所述的结晶器外部设置电磁搅拌器。

[0010] 所述的热顶内径为160~550mm,石墨环内径为200~850mm。

[0011] 所述的锥形螺旋芯棒由圆棒和螺旋叶片组成,圆棒直径为45~120mm,螺旋叶片螺距为10~30mm,螺旋叶片直径由上至下逐渐增大,呈锥形,最大螺旋叶片直径为150~700mm,螺旋数为5~10;所述的锥形螺旋芯棒由陶瓷材料制成。所述的锥形螺旋芯棒下沿到热顶下沿纵向距离为-15~10mm(即螺旋芯棒下沿低于热顶下沿15mm到螺旋芯棒下沿高于热顶下沿10mm)。

[0012] 所述的引锭与结晶器配套使用,向下牵引凝固的铸锭。

[0013] 本发明提供了一种制备大规格超高强铝合金连续铸锭的新方法。

[0014] 一种制备大规格超高强铝合金连续铸锭的方法,包括如下步骤:合金熔体进入结晶器内部热顶区域,对熔体进行电磁搅拌和锥形螺旋芯棒旋转搅拌耦合处理,电磁搅拌带动熔体运动方向与芯棒旋转方向相反,熔体流出热顶,进入石墨环内部,实现一次冷却,形成凝固壳,随着引锭向下牵引,完成合金铸锭的凝固成形。

[0015] 所述的锥形螺旋芯棒旋转速度为0.5~3rad/s,电磁搅拌的电流为80~200A,频率

为10~35Hz。

[0016] 利用本发明制备大规格超高强铝合金连续铸锭的新方法及装置具体实现思路:熔体从坩锅中转移到流槽,在到中间包或者分流盘,然后进入结晶器,即进入本发明装置熔体处理区域。熔体至上向下流动,由于熔体收到电磁搅拌力,使得熔体螺旋向上运动,同时熔体受到旋转芯棒的带动作用,使得中心熔体随着芯棒的旋转螺旋向外向下,此时受到较大的电磁力作用,便产生螺旋向外向上运动,如此反复作用,熔体在该区域收到较强烈的剪切作用,且整个熔体都能被处理到。当引锭向下移动时,被处理的熔体从芯棒最底层叶片边沿和热顶之间流出,进入石墨环即一冷区,实现凝固成形。

[0017] 半连铸铸造制备铸锭容易产生宏观和微观偏析,进而导致力学性能的不均匀现象,特别是高合金化超高强铝合金铸锭。再则,在制备尺寸较大的铸锭,由于冷却强度的不均匀,成分组织性能的不均匀,容易导致铸锭开裂,这些对铸锭后续热处理和变形带来了很大的影响。本发明方法改善了熔体在凝固过程中,温度场和成分场的不均匀现象,增强了熔体处理效果,实现了强制均匀凝固目的。

[0018] 本发明的优点主要体现在以下几个方面:

[0019] 1. 锥形螺旋芯棒的结构(如图1)。

[0020] 锥形螺旋芯棒中心是圆柱棒,叶片边沿离圆柱棒中心的距离是变化的,上面小下面大,且在熔体处理过程中芯棒需要旋转,且旋转方向是利于熔体向下运动的,如图中,从俯视图观察,芯棒应该逆时针旋转。锥形螺旋芯棒设计理念是:改善熔体流动方式,实现强剪切,且在实际应用过程中,容易对芯棒进行清理。

[0021] 2. 电磁机械耦合搅拌处理

[0022] 本发明中是利用了电磁搅拌技术和机械搅拌耦合处理方法,锥形螺旋芯棒带动熔体向下向外流动,电磁搅拌将熔体向外向上带动,熔体运动在处理区域是瞬态的,是随着时间变化而发生变化的,熔体的运动方向和大小时刻发生变化,从而实现强剪切力搅拌,利于熔体温度成分均匀性的控制。

[0023] 3. 避开中心低搅拌力区域,拥有分散汇聚的熔体处理效果

[0024] 锥形螺旋芯棒结构的添加可以避开电磁搅拌力较小的中心区域,有效地处理整个熔体,实现环缝式熔体处理的作用。同时,由于芯棒叶片直径下面大上面小,熔体经下面大的螺旋叶片流进石墨环一冷区,实现了熔体分散汇聚的效果,能够进一步充分发挥熔体处理技术对成分场温度场均匀化处理的作用。

[0025] 4. 熔体处理技术应用于半连续铸造,实现动态连续地处理熔体功能

[0026] 本发明所涉及的熔体处理装置是位于结晶器上部,熔体经流槽进入中间包或分流盘,再进入本发明熔体处理区域,然后进入一冷区,形成凝固壳,随着引锭的下移牵引,已经形成凝固壳的铸锭也随之拉出,同时熔体继续补充,实现动态连续铸造。

[0027] 5. 改善铸锭质量

[0028] 由于本发明装置涉及到强制均匀熔体处理,可以实现均匀性凝固,对铸锭组织、成分、性能的均匀性有很大的改善,可以减小裂纹趋向性,实现制备大尺寸高合金化铝合金铸锭。该发明的装置和铸造方法可以改善热顶下沿和石墨环形成三角带区域的熔体性质,可以改善铸锭表面质量,减小切屑量,提高材料利用率。

[0029] 6. 装置简单,清理简单,工业化应用可行

[0030] 本发明所涉及的装置简单方便可行。电磁搅拌器在市场上已经有很多产品,即使自行设计电磁搅拌器也是一个简单的过程。针对锥形螺旋芯棒,只需设计相应模具,即可批量制备该芯棒。电磁搅拌器和芯棒的拆装也可简单实现,其中芯棒与铸造平台的对接结构作者另做介绍。对熔体进行机械处理,常见问题便是熔体的污染和工模具的清理问题,本发明的芯棒采用耐高温熔体的陶瓷材料,对熔体几乎不带入污染,也很难沾铝液。芯棒呈锥形螺旋结构,在芯棒离开熔体前,可以适当给一定旋转速度,芯棒上的液体会自动脱落,即使在停止运行的时候,芯棒上刮有铝液,后期简单处理便可清理干净。由于芯棒和电磁场耦合作用,对熔体处理效果非常好,对铸锭质量改善效果明显,特别是大尺寸铸锭的影响尤为明显,应用于生产上也是简单可行的,只需设计相应的芯棒对接结构即可。

附图说明

[0031] 图1是螺旋芯棒结构示意图。

[0032] 图2是制备大规格超高强铝合金连续铸锭的新装置。

[0033] 主要附图标记说明:

[0034] 1 结晶器 2 热顶

[0035] 3 电磁搅拌器 4 芯棒

[0036] 5 石墨环 6 铸锭

[0037] 7 引锭

具体实施方式

[0038] 本发明所针对的是大规格铝合金DC圆铸锭,制备该类型铸锭有很大的难点。其一,铸造过程中容易产生宏微观偏析,导致成分组织性能的偏差,铸锭热裂趋向较大,高合金化合金铸锭这些现象尤为明显;其二,制备大尺寸铸锭,凝固过程中径向温差较大,冷却强度不均匀性更厉害,偏析程度更加明显,热裂趋向更大。因此要实现本发明所涉及的制备大规格铝合金DC圆铸锭的新装置和方法是有难度的,并且要做到简单可行效果好,还可以工业化,更是困难。

[0039] 如图2所示,本发明制备大规格铝合金DC圆铸锭的装置,包括结晶器1、热顶2、电磁搅拌器3、锥形螺旋芯棒4、石墨环5和引锭7。结晶器1内,上部设置热顶2,下部设置石墨环5,热顶2中间设置锥形螺旋芯棒4,结晶器1外部设置电磁搅拌器3,引锭7在铸造过程中将用于向下牵引铸锭6。引锭7与结晶器1配套使用,引锭7初始位置在石墨环5内,在铸造开始,熔体在石墨环5(一冷区,即外部冷却水通过结晶器1、石墨环5将熔体铝的热量带走,在熔体与石墨环5接触处形成凝固壳),同时引锭7以一定速度向下牵引凝固的铸锭6,动态凝固成形将完成,直到熔体完成形成铸锭6,即连铸制备铸锭。

[0040] 锥形螺旋芯棒4的结构如图1,且由陶瓷材料制成,锥形螺旋芯棒4由圆棒和螺旋叶片组成,中心圆柱棒直径大小45~120mm,螺旋叶片螺距10~30mm,最大螺旋叶片直径150~700mm,螺旋数5~10,螺旋叶片直径由上至下逐渐增大,呈锥形,芯棒下沿离热顶2下沿纵向距离为-15~10mm。热顶2内径为160~550mm,石墨环5内径为200~850mm。

[0041] 本发明制备大规格超高强铝合金连续铸锭的方法,包括如下步骤:铝合金熔体进入结晶器1内部热顶2区域,对熔体进行电磁搅拌和锥形螺旋芯棒4旋转搅拌耦合处理,电磁

搅拌带动熔体运动方向与芯棒旋转方向相反,熔体流出热顶2,进入石墨环5内部,实现一次冷却,形成凝固壳,随着引锭7向下牵引,完成凝固成形。

[0042] 锥形螺旋芯棒4旋转速度为 $0.5\sim 3\text{rad/s}$,电磁搅拌带动熔体运动方向与芯棒旋转方向相反,且电磁搅拌参数为电流 $80\sim 200\text{A}$,频率 $10\sim 35\text{Hz}$ 。

[0043] 本发明可以根据以下实例实施,但不限于以下实例,这些实施例只是为了举例说明本发明,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。

[0044] 实施例1:

[0045] 某研究机构做某军工项目,开发7075铝合金直径500mm铸棒,然后通过多孔模挤压成形为“S”形厚10mm长10000mm制品且挤压比为20,且通过后期热处理后产品达到相应性能指标,该项目对铸棒质量、挤压制品和最终产品均有严格要求:(1)铸棒表面质量要求没有划痕、裂纹、深的冷隔、大的偏析瘤等表面缺陷,铸锭不能开裂;铸锭内部组织成分性能均匀性有严格要求,在径向上边部中部心部,晶粒尺寸偏差要求控制在8%以内,成分偏差控制在6%以内,抗拉强度控制在8%以内;晶粒大小平均晶粒尺寸要小于 $180\mu\text{m}$,且总体合格率达90%以上。(2)挤压制品要求没有裂纹,表面光滑,没有较大的扭曲现象,成形率90%以上(3)产品表面质量光亮没有任何缺陷,力学抗拉强度达到 620MPa ,延伸率15%,且同一产品纵向上取样测量力学性能,要求其偏差小于3%,材料利用率90%。

[0046] 采用本发明装置生产直径为500mm的7075铝合金圆铸锭。热顶2内径为350mm,石墨环5内径为520mm,锥形螺旋芯棒4中心圆柱棒直径大小为100mm,螺旋叶片螺距为30mm,厚度为6mm,最大螺旋叶片直径为280mm,逆时针转速为 1rad/s ,螺旋数8,芯棒下沿离热顶下沿纵向距离为 -12mm 。电磁搅拌电流为200A,频率为20Hz,且保证熔体运动方向与芯棒带动熔体运动方向相反。

[0047] 浇注温度为 720°C ,经流槽和分流盘进入结晶器1内部热顶2区域,即电磁搅拌和旋转芯棒搅拌耦合处理区域,熔体流出热顶2,进入石墨环5内部,实现一次冷去,形成凝固壳,随着引锭7向下牵引,凝固向铸锭中心进行,直到熔体完全凝固变成铸锭6,并向下移动,完成铸锭6的凝固成形。

[0048] 通过本发明装置制备得到7075铝合金 $\Phi 500\text{mm}$ 圆铸锭,对铸锭质量考核得知:铸锭表面质量非常好,表面很光亮,没有缺陷;采用本发明提出的电磁搅拌和锥形螺旋芯棒搅拌耦合处理作用制备的铸锭可以使半连铸7075合金铸锭径向断面组织更加细小、不同部分更加均匀,见下表1。本发明制备铸锭径向成分偏析率仅5%。制备铸棒成品率高达95%。利用该铸锭进行挤压成形,得到本案例要求制品,且制品表面质量非常好,没有裂纹,且没有大的翘曲扭曲现象。通过固溶时效热处理后,力学性能如表1。由于采用了本发明的技术,最终材料利用率达到93%。显然,很明确地得出本发明所提出的装置和方法对改善铸锭质量提高铸锭性能具有显著的作用,明显已经完成本实施例中项目给出的各项指标。

[0049] 表1本发明制备直径为500mm7075铸锭各项指标

指标	制备方法	本发明制备方法
[0050]	铸态平均晶粒尺寸	120 μm
	铸态径向组织偏差	6.3%
	铸态径向成分偏差	4.1%
	铸态径向抗拉强度偏差	6.5%
	T6 态抗拉强度	650MPa
	T6 态屈服强度	522Mpa
	T6 态伸长率	18%

[0051] 实施例2:

[0052] 某高校与某公司合作预制备一种直径为650mm长2000mm7050圆铸锭,对铸锭质量有较高要求,主要要求在于铸锭的均匀性和开裂问题,铸锭径向组织成分力学性能偏差控制在6%以内,且表面要没有大的褶皱,切削量要少于3mm,不能存在开裂现象,合格率控制在90%。准备通过普通电磁搅拌铸造方法完成该项目。

[0053] 本发明具有优于普通电磁搅拌技术很多方面的特点,本实施例将普通电磁铸造技术和本发明方法制备项目要求铸锭进行对比,具体铸造实施:采用本发明装置生产直径为650mm的7050铝合金圆铸锭。热顶2内径为480mm,石墨环5内径为670mm,锥形螺旋芯棒4中心圆柱棒直径大小为100mm,螺旋叶片螺距为25mm,最大螺旋叶片直径为380mm,螺旋数为10,逆时针转速为1rad/s,芯棒下沿离热顶2下沿纵向距离-10mm。电磁搅拌电流为250A,频率为30Hz,且保证熔体运动方向与芯棒带动熔体运动方向相反。

[0054] 浇注温度为725 $^{\circ}\text{C}$,经流槽和分流盘进入结晶器1内部热顶2区域,即电磁搅拌和旋转芯棒搅拌耦合处理区域,熔体流出热顶2,进入石墨环5内部,实现一次冷去,形成凝固壳,随着引锭7向下牵引,凝固向铸锭中心进行,直到熔体完全凝固变成铸锭6,并向下移动,完成铸锭6的凝固成形。

[0055] 通过本发明装置和方法以及普通电磁搅拌铸造方法制备得到7050铝合金圆铸锭,对比两种铸锭质量可知:1)普通半连续铸造铸锭表面质量良好,仅有少量偏析瘤,然而通过本发明装置和方法制备出得铸锭表面质量非常好,表面很光亮,没有缺陷。2)对比两种处理方法制备的合金铸锭显微组织,可以发现,采用本发明提出的电磁搅拌和锥形螺旋芯棒4搅拌耦合处理作用制备的铸锭可以使半连铸7050合金铸锭径向断面组织更加细小、不同部分更加均匀,偏差为4%。3)对比普通半连铸,本发明制备铸锭成分均匀性显著提高。普通铸造成分径向偏析率5.8%,而本发明制备铸锭径向成分偏析率仅3.2%。4)两类制备方法获得7050铝合金力学性能偏差在5.2%。5)由于表面质量较好,在后续挤压变形前,可以不机加工,有极少数铸锭表面只需将表面一层去掉即可,切削量为1~2mm,总体合格率达95%以上。可以得出结论,本发明所提供的装置和方法制备的铸锭质量比普通电磁搅拌铸造方法制备的铸锭要好很多,具有明显的应用优势。

[0056] 本发明在普通热顶铸造设备上,结晶器外设置电磁搅拌器,且同时在热顶内插入

旋转的锥形螺旋芯棒,且芯棒旋转方向与电磁搅拌带动熔体运动方向相反,从而使得:①锥形螺旋芯棒可以避免电磁搅拌力较小的区域,可以对熔体整体进行搅拌处理;②熔体具有分散汇聚流动方式,提高熔体处理效果;③可以改变较深的单凹形液穴为浅平的多凹形液穴,减小了铸锭径向温度梯度;④改善了热顶与石墨环形成的三角带区域的熔体特性,改善铸锭表面质量和组织性能。该方法可以改善铸锭组织、成分和性能的不均匀现象,也可改善铸锭表面质量,提高力学性能,减小铸锭开裂现象,进而可以减小制备过程中的能耗,降低产品的成本,提高成材率。

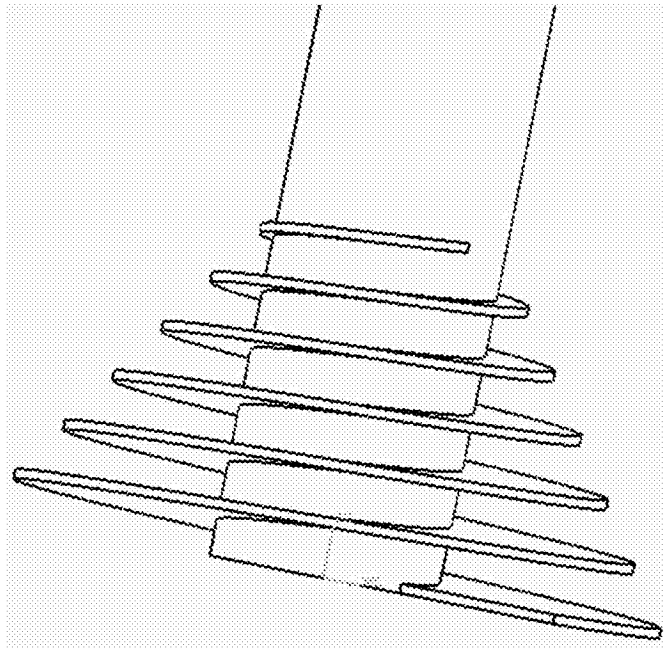


图1

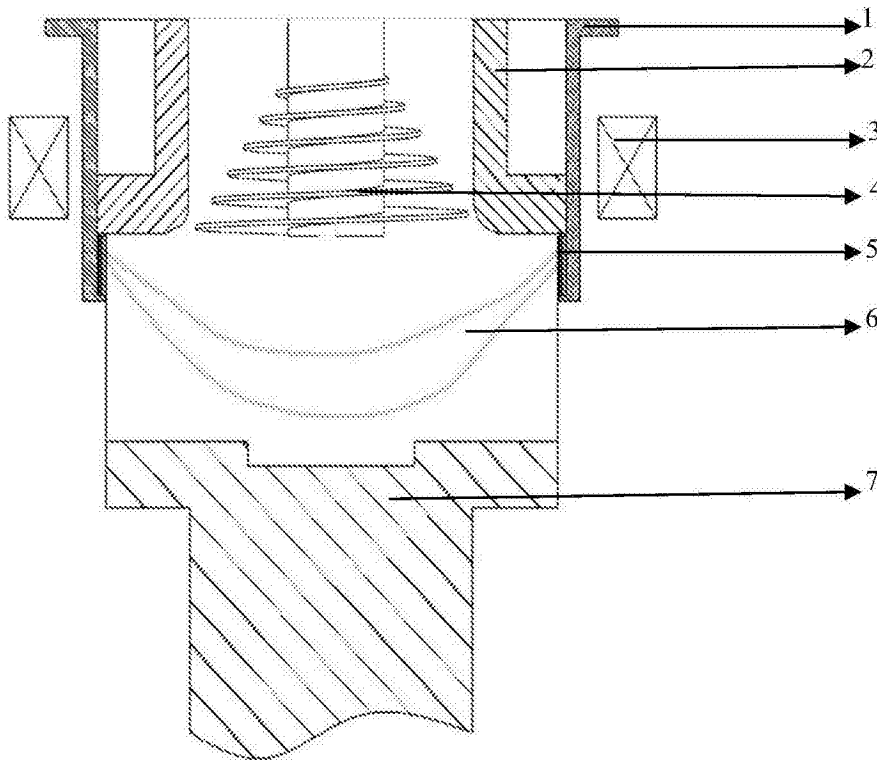


图2