



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114042879 A

(43) 申请公布日 2022. 02. 15

(21) 申请号 202111414909.8

(22) 申请日 2021.11.25

(71) 申请人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路30号

(72) 发明人 刘新华 金建星 谢建新 姜雁斌

(74) 专利代理机构 北京金智普华知识产权代理有限公司 11401

代理人 岳野

(51) Int. Cl.

B22D 11/055 (2006.01)

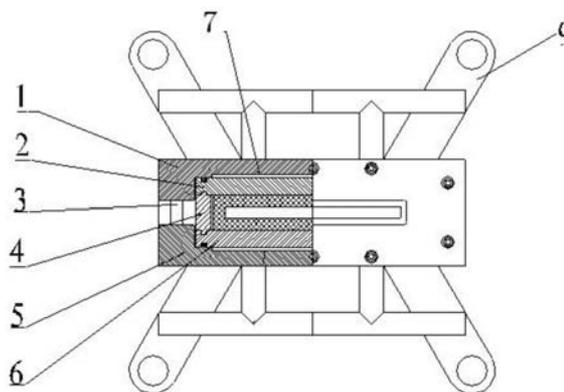
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种强化冷却水平连铸结晶器

(57) 摘要

本发明属于冶金铸造技术领域,涉及一种水平连铸结晶器,该水平连铸结晶器包括:内套、外壳和冷却结构;所述外壳包覆在所述石墨内套的外侧,所述冷却结构设置在所述外壳和石墨内套之间,所述冷却结构具有2个独立的上冷却腔和下冷却腔,所述冷却结构具有2个独立的上冷却腔和下冷却腔,且每个冷却腔的两端均设有对称设置2组进水口和出水口。本发明提供的结晶器设置独立的冷却腔,且在冷却腔的冷却板设有平行分布的圆弧凹槽,凹槽的方向与水流方向垂直,一方面大大增加了冷却水与冷却铜板之间的换热面积,另一方面增加了结晶器内部冷却水的紊乱度,强化了结晶器中不同部位冷却水层的对流换热,提高了换热时热传导为主的换热效率。



1. 一种强化冷却水平连铸结晶器,所述水平连铸结晶器包括:石墨内套、外壳和冷却结构;所述外壳包覆在所述石墨内套的外侧,所述冷却结构设置在所述外壳和石墨内套之间,其特征在于,所述冷却结构具有2个独立的上冷却腔和下冷却腔,且每个冷却腔的两端均设有对称设置2组进水口和出水口。

2. 根据权利要求1所述的水平连铸结晶器,其特征在于,所述冷却结构包括:上冷却板、下冷却板、挡板和支撑板;

其中,所述上冷却板和下冷却板分别设置在所述石墨内套的上端和下端,且所述上冷却板和下冷却板的其中一个端面均与所述石墨内套外侧壁紧密接触,2个所述支撑板设置在所述石墨内套的两端,且2个所述支撑板的上端和下端分别与所述上冷却板和下冷却的两端连接;

所述上冷却板的另一个端面与所述外壳上端的内侧壁留有空间,且左右两端靠近端部位置设有密封垫圈,形成上冷却腔,所述上冷却腔分别设有左右两个上出水口和两个上进水口;

所述下冷却板的另一个端面与所述外壳下端的内侧壁留有空间,且左右两端靠近端部位置设有密封垫圈,形成下冷却腔,所述下冷却腔分别设有左右两个下出水口和两个下进水口;

所述上冷却板和下冷却板的左右两端端部设有挡板。

3. 根据权利要求2所述的水平连铸结晶器,其特征在于,位于所述上冷却腔内部的所述上冷却板的表面上设有若干上弧形凹槽;

位于所述下冷却腔内部的所述下冷却板的表面上设有若干下弧形凹槽。

4. 根据权利要求3所述的水平连铸结晶器,其特征在于,若干所述上弧形凹槽和若干所述下弧形凹槽布置方向与水流方向垂直。

5. 根据权利要求3所述的水平连铸结晶器,其特征在于,若干上弧形凹槽之间采用等距或不等距布置,且上弧形凹槽与上弧形凹槽之间均设有间隔。

6. 根据权利要求3所述的水平连铸结晶器,其特征在于,若干下弧形凹槽之间采用等距或不等距布置,且下弧形凹槽与下弧形凹槽之间均设有间隔。

7. 根据权利要求5所述的水平连铸结晶器,其特征在于,所述上弧形凹槽的半径为 R , R 取值为1-5mm,弧形波高为 h , h 的取值为1-3mm,间隔的宽度为 a , a 的取值为1-10mm。

8. 根据权利要求6所述的水平连铸结晶器,其特征在于,所述下弧形凹槽的半径为 R , R 的取值为1-5mm,弧形波高为 h , h 的取值为1-3mm,间隔的宽度为 a , a 的取值为1-10mm。

9. 根据权利要求2所述的水平连铸结晶器,其特征在于,所述上冷却板和下冷却板的材质为铜。

一种强化冷却水平连铸结晶器

技术领域

[0001] 本发明属于冶金铸造技术领域,提供一种适用于水平连铸,且能够强化冷却能力和提高水平连铸时冷却均匀性的强化冷却水平连铸结晶器。

技术背景

[0002] 在冶金铸造领域,有色金属和黑色金属水平连铸结晶器普遍采用直通式光滑水腔和单级式冷却方式。直通式光滑水腔,即水腔内部平滑,水道内没有突起或者凹槽来增加冷却水的冷却强度;单级冷却,即只有一个进水口和一个出水口。因此在水平连铸技术领域存在以下两个问题:(1)在实际生产过程中,由于冷却水道内冷却水通常处于层流状态,不同的水层之间主要依靠热传导来换热,换热效率较低,导致冷却水中参与实际冷却的部分主要是与结晶器换热铜板直接接触的一层厚度不大的水层(层流底层),结晶器中的大部分冷却水并没有很好的参与换热,因此严重影响了冷却水与结晶器铜板的换热效率;(2)凝固后的板坯在重力的作用下,使得板坯上下表面与铸型之间的间隙大小不一致,板坯上下表面冷却不均匀,严重时甚至会使铸坯表面或内部产生裂纹。目前对于不同结构冷却水腔的换热性能研究较少;生产中改善第二种问题的方法主要有三种(见:钟卫佳等,铜加工技术使用手册,冶金工业出版社,2007,P.407):(1)结晶器出口适当位置设置托辊以调整上述间隙,其主要的调节作用在于靠近结晶器出口端的铸坯,而对靠近结晶器入口端的铸坯调整作用有限;(2)通过模具设计改进冷却的均匀性,如在石墨模具下部开有一定间隙的凹槽。这种方法对水平连铸传热的上下不均匀的调整程度有限;(3)在石墨模具内设置水冷铜塞装置,当位于石墨模具下侧壁的水冷铜塞的深度比上侧小时,可改善上下冷却不均匀现象。这种方法适用于石墨模具厚度比较大的大尺寸铸坯的水平连铸。

发明内容

[0003] 本发明公开了一种强化冷却水平连铸结晶器,以解决现有技术的上述技术问题以及其他潜在问题中的任意问题。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明的技术方案是:一种强化冷却水平连铸结晶器,所述水平连铸结晶器包括:石墨内套、外壳和冷却结构;所述外壳包覆在所述石墨内套的外侧,所述冷却结构设置在所述外壳和石墨内套之间,所述冷却结构具有2个独立的上冷却腔和下冷却腔,且每个冷却腔的两端均设有对称设置2组进水口和出水口。

[0005] 进一步,所述冷却结构包括:上冷却板、下冷却板、挡板和支撑板;

其中,所述上冷却板和下冷却板分别设置在所述石墨内套的上端和下端,且所述上冷却板和下冷却板的其中一个端面均与所述石墨内套外侧壁紧密接触,2个所述支撑板设置在所述石墨内套的两端,且2个所述支撑板的上端和下端分别与所述上冷却板和下冷却的两端连接;

所述上冷却板的另一个端面与所述外壳上端的内侧壁留有空间,且左右两端靠近端部位置设有密封垫圈,形成上冷却腔,所述上冷却腔分别设有左右两个上出水口和两个

上进水口；

所述下冷却的另一个端面与所述外壳下端的内侧壁留有空间，且左右两端靠近端部位置设有密封垫圈，形成下冷却腔，所述下冷却腔分别设有两个下出水口和两个下进水口；

所述上冷却板和下冷却板的左右两端端部设有挡板。

[0006] 进一步，位于所述上冷却腔内部的所述上冷却板的表面上设有若干上弧形凹槽；位于所述下冷却腔内部的所述下冷却板的表面上设有若干下弧形凹槽。

[0007] 进一步，若干所述上弧形凹槽和若干所述下弧形凹槽布置方向与水流方向垂直。

[0008] 进一步，若干上弧形凹槽之间采用等距或不等距布置，且上弧形凹槽与上弧形凹槽之间均设有间隔。

[0009] 进一步，若干下弧形凹槽之间采用等距或不等距布置，且下弧形凹槽与下弧形凹槽之间均设有间隔。

[0010] 进一步，所述上弧形凹槽的半径为1-5mm，弧形波高为1-3mm，间隔的宽度为1-10mm。

[0011] 进一步，所述下弧形凹槽的半径为1-5mm，弧形波高为1-3mm，间隔的宽度为1-10mm。

[0012] 进一步，所述上冷却板和下冷却板材质为铜。

[0013] 本发明的有益效果是，由于采用上述技术方案，本发明提供的结晶器设置独立的冷却腔，且在冷却腔的冷却板上开设有一定尺寸、平行分布的圆弧凹槽，凹槽的方向与水流方向垂直，一方面大大增加了冷却水与冷却铜板之间的换热面积，另一方面增加了结晶器内部冷却水的紊乱度，强化了结晶器中不同部位冷却水层的对流换热，提高了换热时热传导为主的换热效率，同时在上下水腔分别设有独立的进水口和出水口，通过分别调节每个冷却水腔的水流量和冷却水温度等参数实现对板坯上下表面冷却的均匀性，本结晶器的冷却能力强，可以提高水平连铸板坯的连铸速率，提高生产效率。

附图说明

[0014] 图1:为本发明一种强化冷却水平连铸结晶器的结构示意图。

[0015] 图2:为本发明一种强化冷却水平连铸结晶器的左视示意图。

[0016] 图3:为本发明一种强化冷却水平连铸结晶器的冷却板的结构示意图。

[0017] 图中：

1.外壳、2. 上冷却板、3.压紧螺栓、4.支撑板、5.下冷却板、6上冷却腔7.下冷却腔、9.安装部件、10.进水口、11.出水口、12.后挡板、13.前挡板、14.密封垫圈、15.石墨内套、16.型腔。

具体实施方式

[0018] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，以下结合具体实施例并配合附图，对本发明进一步详细说明。

[0019] 如图1所示，本发明一种强化冷却水平连铸结晶器，所述水平连铸结晶器包括：石墨内套、外壳和冷却结构；所述外壳包覆在所述石墨内套的外侧，所述冷却结构设置在所述

外壳和石墨内套之间,所述冷却结构具有2个独立的上冷却腔和下冷却腔,且每个冷却腔的两端均设有对称设置2组进水口和出水口。

[0020] 所述冷却结构包括:上冷却板、下冷却板、挡板和支撑板;

其中,所述上冷却板和下冷却板分别设置在所述石墨内套的上端和下端,且所述上冷却板和下冷却板的其中一个端面均与所述石墨内套外侧壁紧密接触,2个所述支撑板设置在所述石墨内套的两端,且2个所述支撑板的上端和下端分别与所述上冷却板和下冷却的两端连接;

所述上冷却板的另一个端面与所述外壳上端的内侧壁留有空间,且左右两端靠近端部位置设有密封垫圈,形成上冷却腔,所述上冷却腔分别设有左右两个上出水口和两个上进水口;

所述下冷却的另一个端面与所述外壳下端的内侧壁留有空间,且左右两端靠近端部位置设有密封垫圈,形成下冷却腔,所述下冷却腔分别设有两个下出水口和两个下进水口;

所述上冷却板和下冷却板的左右两端端部设有挡板。

[0021] 如3所示,位于所述上冷却腔内部的所述上冷却板的表面上设有若干上弧形凹槽;位于所述下冷却腔内部的所述下冷却板的表面上设有若干下弧形凹槽。

[0022] 若干所述上弧形凹槽和若干所述下弧形凹槽布置方向与水流方向垂直。

[0023] 若干上弧形凹槽之间采用等距或不等距布置,且上弧形凹槽与上弧形凹槽之间均设有间隔。

[0024] 若干下弧形凹槽之间采用等距或不等距布置,且下弧形凹槽与下弧形凹槽之间均设有间隔。

[0025] 所述上弧形凹槽的半径为1-5mm,弧形波高为1-3mm,间隔的宽度为1-10mm。

[0026] 所述下弧形凹槽的半径为1-5mm,弧形波高为1-3mm,间隔的宽度为1-10mm。

[0027] 所述上冷却板和下冷却板材质为铜。

[0028] 实施例:

如图1所示,为本发明提出的一种结晶器结构的主视图,图2为图1的左视图。本发明的目的在于解决水平连铸过程中结晶器换热强度低及板坯上下冷却不均匀的问题,提供一种可大幅提升结晶器冷却能力并可通过上下冷却水腔独立控制调控上下冷却均匀性的水平连铸结晶器。

[0029] 为了实现本发明的目的,提出了一种可强化结晶器冷却能力和实现板坯上下表面冷却均匀的水平连铸结晶器。所述的结晶器的第一个特点是其冷却铜板上开设有一定尺寸、平行分布的圆弧凹槽,凹槽的方向与水流方向垂直,一方面大大增加了冷却水与冷却铜板之间的换热面积,另一方面增加了结晶器内部冷却水的紊乱度,强化了结晶器中不同部位冷却水层的对流换热,这种对流换热的换热效率远高于技术背景中所述层流换热时热传导为主的换热效率。所述的结晶器的第二个特点是,为了改善板坯上下表面的冷却均匀性,在上下水腔分别设有独立的进水口和出水口,通过分别调节每个冷却水腔的水流量和冷却水温度等参数实现对板坯上下表面冷却的均匀性。

[0030] 如图1和图2所示,上下水腔水平连铸结晶器包括冷却水腔钢壳1、上冷却板2、下冷却板5、O型密封垫圈14、前挡板12、后挡板13、进水口10和出水口11等。其中上冷却水腔钢壳

1和上冷却铜板2组合成上冷却水腔7,上冷却水腔钢壳1和上冷却铜板2之间用O型密封垫圈14进行密封,并用压紧螺栓3进行压紧。下冷却水腔和上冷却水腔的结构相同。安装部件9用于将所述的结晶器安装在保温炉上。前挡板12和后挡板13用于固定冷却水腔中的上冷却板2和下冷却板5,防止在生产过程中冷却铜板滑动,前后挡板分别用螺丝固定在冷却水腔钢壳1上。冷却水腔钢壳1上有进水口10和出水口11,进水口10在进水之前分为两支进入水腔,这样可以减少水流的死区,让冷却铜板的冷却更均匀。此种水平连铸结晶器为组合式结晶器,为了增加石墨内套与冷却铜板之间的传热,在石墨内套15与上冷却板2和下冷却板5之间经过设置导热涂层,可以显著提高传热效率。在生产过程中,通过调整上下冷却水腔的进水压力和流量,如增加上冷却腔6的水流量,减少下冷却腔7的冷却水流量,达到上下冷却均匀的目的。

[0031] 所述的结晶器石墨内套的高度比支撑板的高度高0.1~0.3mm,压紧后石墨内套和冷却铜板间隙小。装配好后的结晶器的上冷却腔6和下冷却腔7厚度为1~2mm。所述的结晶器水腔为上下分腔,若制备大型板坯,则需要将上下腔再进行分腔,控制结晶器冷却的均匀性,以及冷却强度。

[0032] 所述的结晶器的上冷却板2和下冷却板5具有与水流方向垂直的弧形凹槽。R为波纹半径,a为波纹间隙,h为波高。波高h=2mm,波纹间隙为a=2mm,波纹半径R=4mm时传热效率高。

[0033] 采用上述技术方案,制备150mm×10mm具有强取向的柱状晶铜板坯,水平连铸时采用高纯石墨内套。在制备板纯铜板坯时,铜液温度为1250℃,热型段加热温度为1150℃,上冷却水腔水流量为1200L/h,下冷却水腔水流量为800L/h。拉坯方式采用“拉-停-反推-拉”。拉速为200mm/min可以获得具有高表面质量,无缺陷及具有强柱状晶组织的纯铜板坯。较以往HCCM水平连铸拉坯速率(80mm/min),有很大的提高。

[0034] 以上对本申请实施例所提供的一种强化冷却水平连铸结晶器,进行了详细介绍。以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本申请的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

[0035] 如在说明书及权利要求书当中使用了某些词汇来指称特定组件。本领域技术人员应可理解,硬件制造商可能会用不同名词来称呼同一个组件。本说明书及权利要求书并不以名称的差异来作为区分组件的方式,而是以组件在功能上的差异来作为区分的准则。如在通篇说明书及权利要求书当中所提及的“包含”、“包括”为一开放式用语,故应解释成“包含/包括但不限于”。“大致”是指在可接收的误差范围内,本领域技术人员能够在一定误差范围内解决所述技术问题,基本达到所述技术效果。说明书后续描述为实施本申请的较佳实施方式,然所述描述乃以说明本申请的一般原则为目的,并非用以限定本申请的范围。本申请的保护范围当视所附权利要求书所界定者为准。

[0036] 还需要说明的是,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的商品或者系统不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种商品或者系统所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的商品或者系统中还存在另外的相同要素。

[0037] 应当理解,本文中使用的术语“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。另外,本文中字符“/”,一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0038] 上述说明示出并描述了本申请的若干优选实施例,但如前所述,应当理解本申请并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述申请构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本申请的精神和范围,则都应在本申请所附权利要求书的保护范围内。

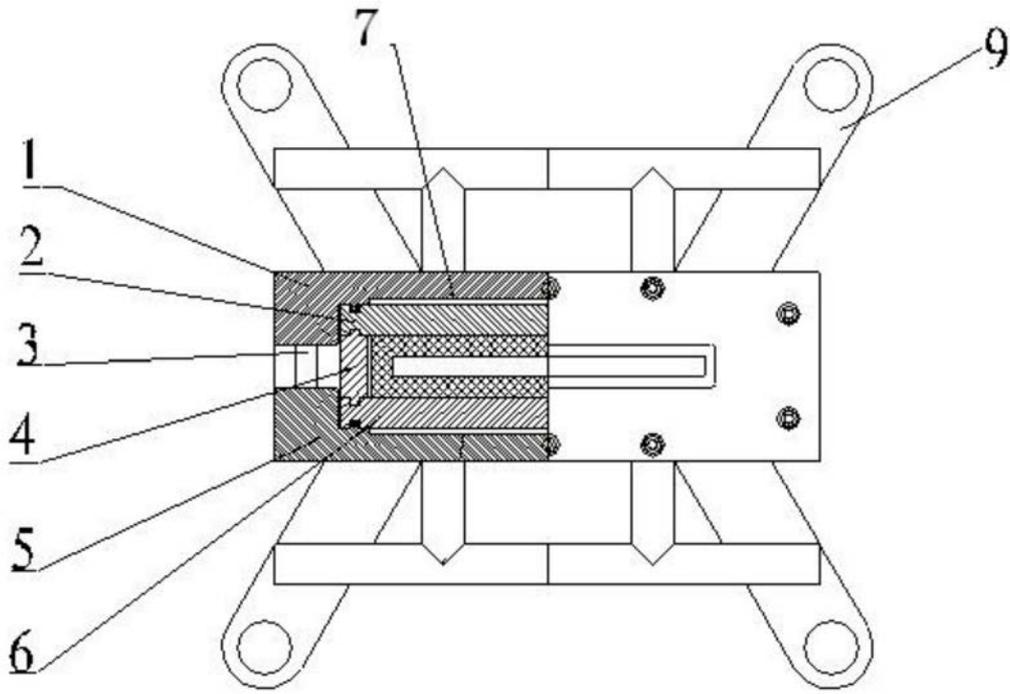


图1

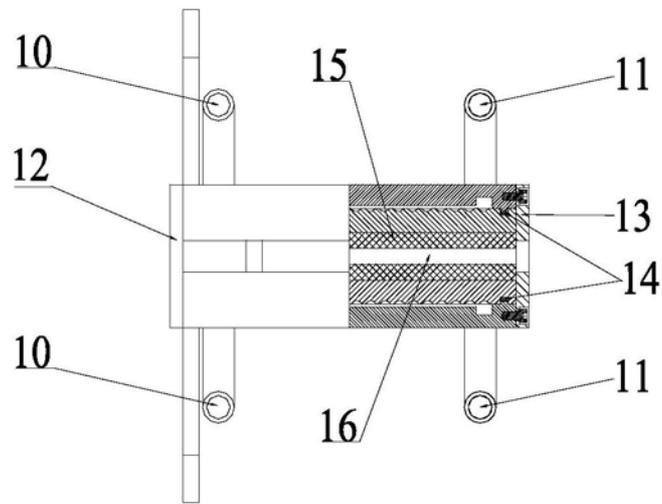


图2

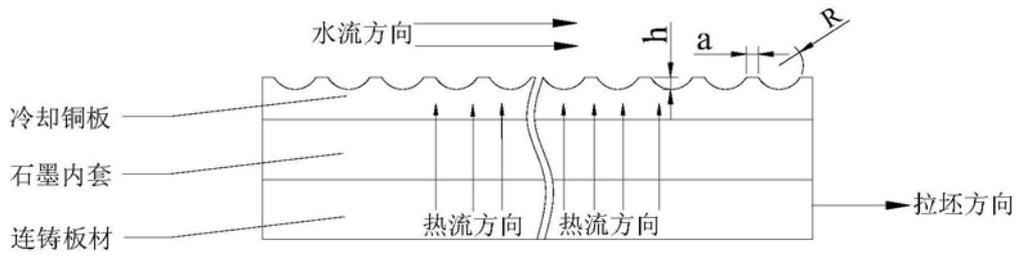


图3