



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113118401 A

(43) 申请公布日 2021.07.16

(21) 申请号 202110374278.5

C22C 1/03 (2006.01)

(22) 申请日 2021.04.07

C22C 1/06 (2006.01)

(71) 申请人 武汉镁里镁科技有限公司

地址 436070 湖北省鄂州市华容区葛店开发区1#工业区A-II 2厂房二至四层

(72) 发明人 王仁辉

(74) 专利代理机构 北京众元弘策知识产权代理事务所(普通合伙) 11462

代理人 李超

(51) Int. Cl.

B22D 11/14 (2006.01)

B22D 11/053 (2006.01)

B22D 11/119 (2006.01)

B22D 11/113 (2006.01)

B22D 11/115 (2006.01)

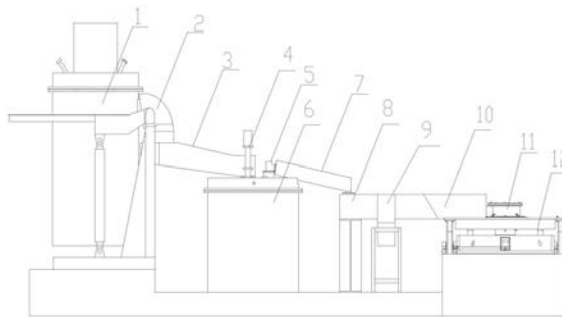
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种有色金属半连续铸造装置及铸造方法

(57) 摘要

本发明涉及高性能合金半连续铸造生产领域,公开了一种有色金属半连续铸造装置,包括熔化炉、精炼炉、结晶器、连铸机,所述熔化炉与精炼炉通过第一转液溜槽连通转液,所述连铸机上连接有过滤装置,所述精炼炉与过滤装置通过第二转液溜槽第三转液溜槽连通转液,所述结晶器上设置有超声震动装置、电磁震动发生装置,所述结晶器上部安装有超声震动装置,结晶器侧面安装有电磁震动发生装置。结晶器上的超声震动装置和电磁震动发生装置共同作用,能够保证铸棒的中间和边沿的搅拌效果都好,从而提高铸棒的质量;同时由于超声震动装置和电磁震动发生装置设置在结晶器上,更靠近铸锭凝固部位,更有利于晶粒细化和防止偏析。



1. 一种有色金属半连续铸造装置,包括熔化炉(1)、精炼炉(6)、结晶器(11)、连铸机(12),所述熔化炉(1)与精炼炉(6)通过第一转液溜槽(3)连通转液,所述连铸机(12)上连接有过滤装置,所述精炼炉(6)与过滤装置通过第二转液溜槽(7)、第三转液溜槽(8)连通转液,其特征在于:所述结晶器(11)上设置有超声震动装置(13)、电磁震动发生装置(14),所述结晶器(11)上部安装有超声震动装置(13),结晶器(11)侧面安装有电磁震动发生装置(14)。

2. 根据权利要求1所述的有色金属半连续铸造装置,其特征在于:所述第一转液溜槽(3)、第二转液溜槽(7)、第三转液溜槽(8)均为密闭溜槽,所述熔化炉(1)、精炼炉(6)、第一转液溜槽(3)、第二转液溜槽(7)、第三转液溜槽(8)、过滤装置均设置有保温加热装置。

3. 根据权利要求2所述的有色金属半连续铸造装置,其特征在于:所述熔化炉(1)与所述第一转液溜槽(3)通过柔性连接管(2)连接,所述柔性连接管(2)为可变形金属波纹软管。

4. 根据权利要求3所述的有色金属半连续铸造装置,其特征在于:所述熔化炉(1)为中频炉,并配置抽真空装置及真空密封装置。

5. 根据权利要求2所述的有色金属半连续铸造装置,其特征在于:所述精炼炉(6)为真空炉,其内设置有真空密封装置及抽真空系统以及精炼除气转子(4),所述精炼炉(6)上部靠近第三转液溜槽(8)方向安装有陶瓷升液管(5)。

6. 根据权利要求2所述的有色金属半连续铸造装置,其特征在于:所述过滤装置包括电磁过滤装置(9)及陶瓷过滤箱(10)。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的有色金属半连续铸造装置,其特征在于:所述结晶器(11)内部下端安装有引锭器(15),结晶器(11)内圈下端四周开有冷却水孔(16),所述引锭器(15)上端高度高于所述冷却水孔(16)10-20mm设置。

8. 一种利用权利要求7所述的有色金属半连续铸造装置铸造铸棒的方法,其特征在于:该方法包括如下步骤:

(a) 熔化及合金化:

往熔化炉(1)内加入有色金属及中间合金,关闭真空密封装置,对炉内进行抽真空,真空度达到100-1000Pa后,熔化炉(1)开始加热,加热到650-1200℃;熔化过程中,对金属熔体进行电磁搅拌,让各种合金成分充分均匀化;

(b) 倾翻转液:

停止熔化炉(1)抽真空,往熔化炉(1)中注入保护气体,解除真空状态,使熔化炉(1)炉内与炉外压力相等,打开熔化炉(1)出液口,在其上安装柔性连接管(2),将熔化炉(1)与第一转液溜槽(3)连通,然后将第一转液溜槽(3)及精炼炉(6)加热到650-1200℃,并往第一转液溜槽(3)及精炼炉(6)内通入保护气体,熔化炉(1)倾翻后金属熔体经柔性连接管(2)和第一转液溜槽(3)向精炼炉(6)内转液,直到转液完成;

(c) 精炼除气及真空精炼:

转液完成后,关闭精炼炉(6)进液口,精炼除气转子(4)开始转动,并通入惰性气体对熔体进行精炼除气除渣,除气10-15分钟后,对精炼炉(6)内表面进行打渣,打渣完成后,对精炼炉(6)进行密封;

密封后,对精炼炉(6)炉内进行抽真空,真空度达到100-1000Pa后,保持20-30分钟;

(d) 升液管气压转液:

真空精炼完成后,往精炼炉(6)内通入惰性气体,解除炉内真空,在精炼炉(6)上安装第二转液溜槽(7),连通精炼炉(6)与第三转液溜槽(8),并将连接处进行密封,第二转液溜槽(7)及第三转液溜槽(8)均加热到650-1200℃,并往二者内部通入保护气体后,继续往精炼炉(6)内通入惰性气体,将金属熔体压入陶瓷升液管(5),并从上端经第二转液溜槽(7)流入到第三转液溜槽(8);

(e) 双级过滤:

金属熔体通过第三转液溜槽(8)依次流经电磁过滤装置(9)及陶瓷过滤箱(10),经双级过滤,将金属熔体中固态夹渣充分去除;

(f) 半连续铸造:

连铸机(12)开始铸造时,引锭器(15)上端上升到结晶器(11)内部,并将结晶器(11)预热到300-500℃,过滤后的金属熔体流入结晶器(11)内,当金属液位在结晶器(11)中达到100-200mm高度后,开启超声震动装置(13)及电磁震动发生装置(14),并通过冷却水孔(16)向引锭器(15)喷洒冷却水,冷却引锭器(15),当引锭器(15)上部形成一层外壳后,引锭器(15)下行引锭,直至整根锭浇注完成。

9. 根据权利要求8所述的有色金属半连续铸造方法,其特征在于:所述超声震动装置(13)的工作参数为:频率10000-30000Hz,输出振幅为5-30 $\mu$ m;所述电磁震动发生装置(14)的工作参数为:电流强度为200-800A,频率为2-10Hz,相对磁导率为500-5000。

10. 根据权利要求9所述的有色金属半连续铸造方法,其特征在于:所述引锭器(15)按照10-50mm/min速度匀速下行引锭。

## 一种有色金属半连续铸造装置及铸造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及高性能合金半连续铸造生产领域,尤其是一种有色金属半连续铸造装置及铸造方法。

### 背景技术

[0002] 铝合金、铜合金及镁合金等有色金属半连续铸造生产过程中,特别是大型铸棒生产过程中,铸棒内部容易形成夹渣、合金成分严重氧化烧损、缩孔缩松、针孔、结晶晶粒粗大及成分偏析严重等影响铸棒品质的缺陷。

[0003] 目前,现有的大型铸棒的生产过程中存在以下问题:1、熔炼及传输过程大部分在大气环境中进行,在这种环境中,有些关键合金元素会出现大比例氧化烧损,并形成夹渣或其它有害相,使得合金成分发生变化,并且新的生成物容易导致熔体污染;2、有些元素容易在熔炼及传输过程中,容易沉积,导致熔体成分不均匀,特别是一些高强度的稀土合金;3、有些熔炼过程中,熔体过滤采用单级过滤,杂质去除比例不高,影响熔体内部质量。

[0004] 大型铸棒生产过程中,为防止缩孔、缩松、晶粒粗大及偏析等缺陷,有的在生产过程单独引入电磁振动的方式细化晶粒,有的单独采用超声波震动的方式细化晶粒。但单独采用电磁振动的方式,由于电磁搅拌的极肤效应,电磁搅拌效果只能在铸棒四周边沿地带效果较好,而铸棒中间效果不好;而单独采用超声波震动,则效果和电磁振动相反。另外,常规的半连续铸棒过程,金属熔体往往不进行保温加热,温度工艺参数无法精确控制,也往往造成半连续铸棒质量的不稳定。

### 发明内容

[0005] 本发明针对上述有色金属半连续铸造过程中的不足,开发一种熔体纯净度高、温度控制精度高、内部晶粒细化、成分均匀及偏析少的半连续铸造装置及铸造方法。

[0006] 实现本发明的技术方案是:一种有色金属半连续铸造装置,包括熔化炉、精炼炉、结晶器、连铸机,所述熔化炉与精炼炉通过第一转液溜槽连通转液,所述连铸机上连接有过滤装置,所述精炼炉与过滤装置通过第二转液溜槽第三转液溜槽连通转液,所述结晶器上设置有超声震动装置、电磁震动发生装置,所述结晶器上部安装有超声震动装置,结晶器侧面安装有电磁震动发生装置。结晶器上的超声震动装置和电磁震动发生装置共同作用,能够保证铸棒的中间和边沿的搅拌效果都好,从而提高铸棒的质量;同时由于超声震动装置和电磁震动发生装置设置在结晶器上,更靠近铸锭凝固部位,更有利于晶粒细化和防止偏析。

[0007] 进一步地,所述第一转液溜槽、第二转液溜槽、第三转液溜槽均为密闭溜槽,采用密闭溜槽,使得金属熔体在传输过程中均不与大气接触,避免合金元素会出现氧化烧损夹渣及吸氢,形成夹渣或其它有害相,从而提高金属熔体的纯净度。

[0008] 进一步地,所述熔化炉、精炼炉、第一转液溜槽、第二转液溜槽、第三转液溜槽、过滤装置均设置有保温加热装置,保温加热装置能够保证金属熔体在由熔化炉转液到精炼炉

的过程中温度参数可控。

[0009] 进一步地,所述熔化炉与所述第一转液溜槽通过柔性连接管连接,所述柔性连接管为可变形金属波纹软管。

[0010] 进一步地,所述熔化炉为中频炉,并配置抽真空装置及真空密封装置。

[0011] 进一步地,所述精炼炉为真空炉,其内设置有真空密封装置及抽真空系统以及精炼除气转子,所述精炼炉上部靠近第三转液溜槽方向安装有陶瓷升液管。

[0012] 进一步地,所述过滤装置包括电磁过滤装置及陶瓷过滤箱,使得精炼后的金属熔体经过双级过滤,提高金属熔体的纯净度。

[0013] 进一步地,所述结晶器内部下端安装有引锭器,结晶器内圈下端四周开有冷却水孔,所述引锭器上端高度高于所述冷却水孔10-20mm设置。

[0014] 还提供一种有色金属半连续铸造装置铸造铸棒的方法,该方法包括如下步骤:

[0015] (a) 熔化及合金化:

[0016] 往熔化炉内加入有色金属及中间合金,关闭真空密封装置,对炉内进行抽真空,真空度达到100-1000Pa后,熔化炉开始加热,加热到650-1200℃;熔化过程中,对金属熔体进行电磁搅拌,让各种合金成分充分均匀化;

[0017] (b) 倾翻转液:

[0018] 停止熔化炉抽真空,往熔化炉中注入保护气体,解除真空状态,使熔化炉炉内与炉外压力相等,打开熔化炉出液口,在其上安装柔性连接管,将熔化炉与第一转液溜槽连通,然后将第一转液溜槽及精炼炉加热到650-1200℃,并往第一转液溜槽及精炼炉内通入保护气体,熔化炉倾翻后金属熔体经柔性连接管和第一转液溜槽向精炼炉内转液,直到转液完成;

[0019] (c) 精炼除气及真空精炼:

[0020] 转液完成后,关闭精炼炉进液口,精炼除气转子开始转动,并通入惰性气体对熔体进行精炼除气除渣,除气10-15分钟后,对精炼炉内表面进行打渣,打渣完成后,对精炼炉进行密封;

[0021] 密封后,对精炼炉炉内进行抽真空,真空度达到100-1000Pa后,保持20-30分钟;

[0022] (d) 升液管气压转液:

[0023] 真空精炼完成后,往精炼炉内通入惰性气体,解除炉内真空,在精炼炉上安装第二转液溜槽,连通精炼炉与第三转液溜槽,并将连接处进行密封,第二转液溜槽及第三转液溜槽均加热到650-1200℃,并往二者内部通入保护气体后,继续往精炼炉内通入惰性气体,将金属熔体压入陶瓷升液管,并从上端经第二转液溜槽流入到第三转液溜槽;

[0024] (e) 双级过滤:

[0025] 金属熔体通过第三转液溜槽依次流经电磁过滤装置及陶瓷过滤箱,经双级过滤,将金属熔体中固态夹渣充分去除;

[0026] (f) 半连续铸造:

[0027] 连铸机开始铸造时,引锭器上端上升到结晶器内部,并将结晶器预热到300-500℃,过滤后的金属熔体流入结晶器内,当金属液位在结晶器中达到100-200mm高度后,开启超声震动装置及电磁震动发生装置,并通过冷却水孔向引锭器喷洒冷却水,冷却引锭器,当引锭器上部形成一层外壳后,引锭器下行引锭,直至整根锭浇注完成。

[0028] 进一步地,所述超声震动装置的工作参数为:频率10000-30000Hz,输出振幅为5-30 $\mu\text{m}$ 。

[0029] 进一步地,所述电磁震动发生装置的工作参数为:电流强度为200-800A,频率为2-10Hz,相对磁导率为500-5000。通过对超声震动装置及电磁震动发生装置工作参数的控制,保证结晶器内铸棒结晶过程中中间和边沿的搅拌较为效果稳定。

[0030] 进一步地,所述引锭器按照10-50mm/min速度匀速下行引锭。

[0031] 本发明与现有技术相比,有如下效果:

[0032] 1、本发明结晶器采用电磁搅拌及超声波震动共同作用对铸棒的中间及边沿进行全方位晶粒细化,去除缩孔缩松等缺陷,降低了成分偏析,进而提高铸棒质量。

[0033] 2、本发明在熔化炉、精炼炉、转液溜槽及过滤装置等元件内部都有加热保温装置,防止熔体热量的散失,实现熔体在传输、熔炼等过程中的温度精确控制,维持半连铸温度工艺参数的稳定。

[0034] 3、本发明熔炼、精炼过程在真空状态下进行,传输在保护气体保护状态下进行密闭传输,能够防止金属溶体氧化烧损夹渣及吸氢。

[0035] 4、本发明采用电磁过滤装置及陶瓷过滤箱双级过滤,大比例降低熔体中固态杂质含量,铸棒内部氧化夹渣、吸氢及缩孔缩松缺陷更少。

## 附图说明

[0036] 附图1为本发明的有色金属半连续铸造装置结构原理图正视图。

[0037] 附图2为本发明的有色金属半连续铸造装置结晶器剖面图。

[0038] 附图标记:1—倾翻式真空感应熔化炉;2—柔性连接管;3—第一转液溜槽;4—精炼除气转子;5—陶瓷升液管;6—精炼炉;7—第二转液溜槽;8—第三转液溜槽;9—电磁过滤装置;10—陶瓷过滤箱;11—结晶器;12—连铸机;13—超声震动装置;14—电磁震动发生装置;15—引锭器;16—冷却水孔。

## 具体实施方式

[0039] 本发明的有色金属半连续铸造装置及铸造方法主要运用于高性能铝合金、铜合金及镁合金半连续铸造生产等领域,特别是高强度铝合金及镁合金大型半连续铸棒生产。

[0040] 如图1所示,具体的,本发明的有色金属半连续铸造装置包括熔化炉1、精炼炉6、结晶器11、连铸机12,所述熔化炉1与精炼炉6通过第一转液溜槽3连通转液,所述精炼炉6与电磁过滤装置9及陶瓷过滤箱10通过第二转液溜槽7、第三转液溜槽8连通转液。所述结晶器11内部下端安装有引锭器15,结晶器11内圈下端四周开有冷却水孔16。

[0041] 为了同时保证铸棒中间及边沿的搅拌效果,如图2所示,同时采用超声震动装置13、电磁震动发生装置14,能够保证铸棒的中间和边沿的搅拌效果都好,晶粒细化和防止偏析,从而提高铸棒的质量;同时为了更有利于晶粒细化和防止偏析,所述超声震动装置13和电磁震动发生装置14均设置在结晶器11上,更靠近铸锭凝固部位。具体的,超声震动装置13数量可以为1-3根。

[0042] 为了保证金属熔体传输过程中不与空气接触发生氧化烧损,所述第一转液溜槽3、第二转液溜槽7、第三转液溜槽8均为密闭溜槽。

[0043] 为了实现金属熔体的倾翻转液,所述熔化炉1为倾翻式真空感应熔化炉1,其与第一转液溜槽3通过柔性连接管2连接。柔性连接管2具体的为可变形金属波纹软管,波纹软管两端有密封法兰,两端法兰分别和翻式真空感应熔化炉1与第一转液溜槽3相连。

[0044] 优选的,所述熔化炉1为中频炉,并配置抽真空装置及真空密封装置,真空密封装置能够保证金属熔体融化过程中不与空气接触发生氧化烧损。

[0045] 优选的,所述熔化炉1、精炼炉6、第一转液溜槽3、第二转液溜槽7、第三转液溜槽8、过滤装置均设置有保温加热装置,能够保证金属熔体的温度参数稳定。

[0046] 优选的,所述精炼炉6为真空炉,其内设置有真空密封装置及抽真空系统,上端中间安装有精炼除气转子4,精炼炉6上部靠近第三转液溜槽8方向安装有陶瓷升液管5。真空密封装置能够保证金属熔体精炼过程中不与空气接触发生氧化烧损。

[0047] 为了提高金属熔体的纯净度,过滤装置采用双级过滤方式,具体的,所述过滤装置电磁过滤装置9及陶瓷过滤箱10相连,电磁过滤装置9通过电磁力的作用捕捉并沉积金属熔体中的杂质,陶瓷过滤箱10通过陶瓷过滤板捕捉金属熔体中的杂质。

[0048] 采用本发明的有色金属半连续铸造装置进行铸造时,包括如下步骤:

[0049] (a) 熔化及合金化:

[0050] 往熔化炉1内加入有色金属及中间合金,关闭真空密封装置,对炉内进行抽真空,真空度达到100-1000Pa后,熔化炉1开始加热,加热到650-1200℃;熔化过程中,对金属熔体进行电磁搅拌,让各种合金成分充分均匀化。

[0051] (b) 倾翻转液:

[0052] 停止熔化炉1抽真空,往熔化炉1中注入不与金属熔体反应的保护气体,解除真空状态,使熔化炉1炉内与炉外压力相等,打开熔化炉1出液口,在其上安装柔性连接管2,将熔化炉1与第一转液溜槽3连通,然后将第一转液溜槽3及精炼炉6加热到650-1200℃,并往第一转液溜槽3及精炼炉6内通入保护气体,熔化炉1的液压驱动装置启动,驱动熔化炉1倾翻,熔化炉1倾翻后金属熔体经柔性连接管2和第一转液溜槽3向精炼炉6内转液,直到转液完成,熔化炉1回位。

[0053] (c) 精炼除气及真空精炼:

[0054] 转液完成后,关闭精炼炉6进液口,精炼除气转子4开始转动,转速为100-400转/分钟,并通入惰性气体对熔体进行精炼除气除渣,除气10-15分钟后,对精炼炉6内表面进行打渣,打渣完成后,对精炼炉6进行密封;

[0055] 密封后,对精炼炉6炉内进行抽真空,真空度达到100-1000Pa后,保持20-30分钟。

[0056] (d) 升液管气压转液:

[0057] 真空精炼完成后,往精炼炉6内通入惰性气体,具体的可以是氩气,解除炉内真空,在精炼炉6上安装第二转液溜槽7,连通精炼炉6与第三转液溜槽8,并将连接处进行密封,第二转液溜槽7及第三转液溜槽8均加热到650-1200℃,并往二者内部通入保护气体后,继续往精炼炉6内通入惰性气体,将金属熔体压入陶瓷升液管5,并从上端经第二转液溜槽7流入到第三转液溜槽8。

[0058] (e) 双级过滤:

[0059] 金属熔体通过第三转液溜槽8依次流经电磁过滤装置9及陶瓷过滤箱10,经双级过滤,将金属熔体中固态夹渣充分去除;电磁过滤装置9及陶瓷过滤箱10均有加热保温装置,

过滤金属熔体的同时,可对金属熔体进行加热控温,控温精度为 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 。

[0060] (f) 半连续铸造:

[0061] 连铸机12开始铸造时,引锭器15上端上升到结晶器11内部,并将结晶器11预热到 $300-500^{\circ}\text{C}$ ,过滤后的金属熔体流入结晶器11内,当金属液位在结晶器11中达到 $100-200\text{mm}$ 高度后,开启超声震动装置13及电磁震动发生装置14,并通过冷却水孔16向引锭器15喷洒冷却水,冷却引锭器15,当引锭器15上部形成一层外壳后,引锭器15下行引锭,直至整根锭浇注完成。

[0062] 优选的,所述超声震动装置13的工作参数为:频率 $10000-30000\text{Hz}$ ,输出振幅为 $5-30\mu\text{m}$ 。

[0063] 优选的,所述电磁震动发生装置14的工作参数为:电流强度为 $200-800\text{A}$ ,频率为 $2-10\text{Hz}$ ,相对磁导率为 $500-5000$ 。通过对超声震动装置13及电磁震动发生装置14工作参数的控制,保证结晶器11内铸棒结晶过程中中间和边沿的搅拌较为效果稳定。

[0064] 优选的,所述引锭器15按照 $10-50\text{mm}/\text{min}$ 速度匀速下行引锭。

[0065] 本发明说明书中未作详细描述的内容属本领域技术人员的公知技术。



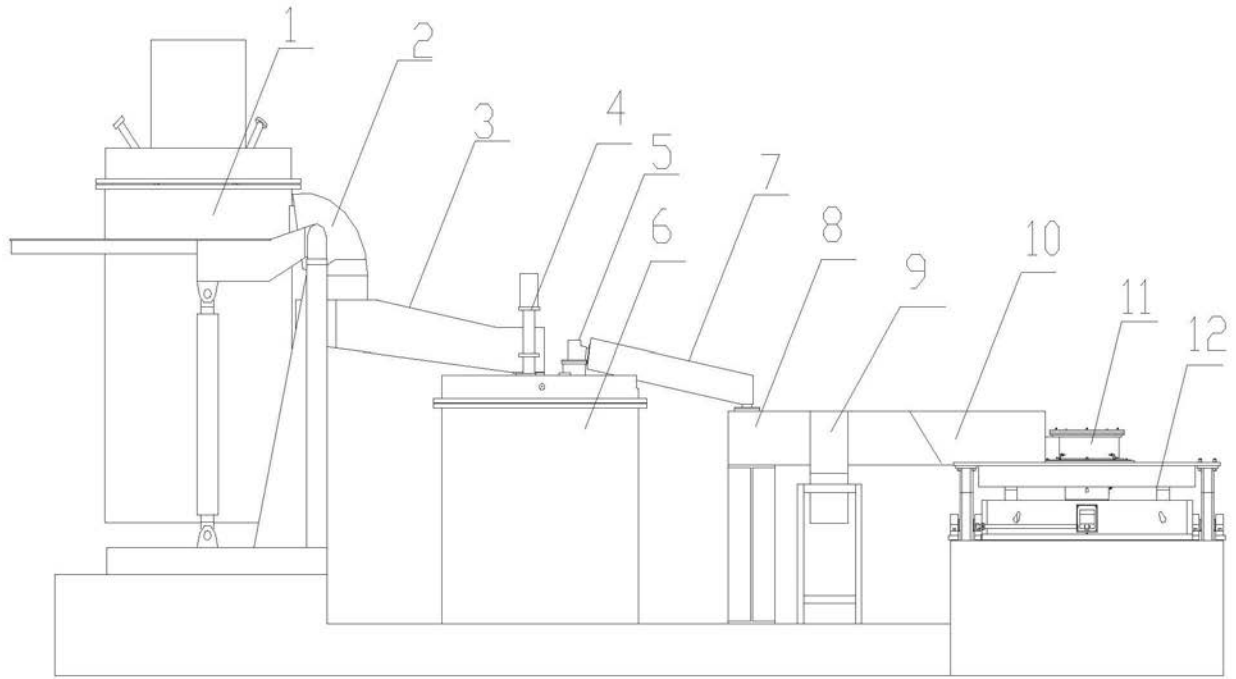


图1

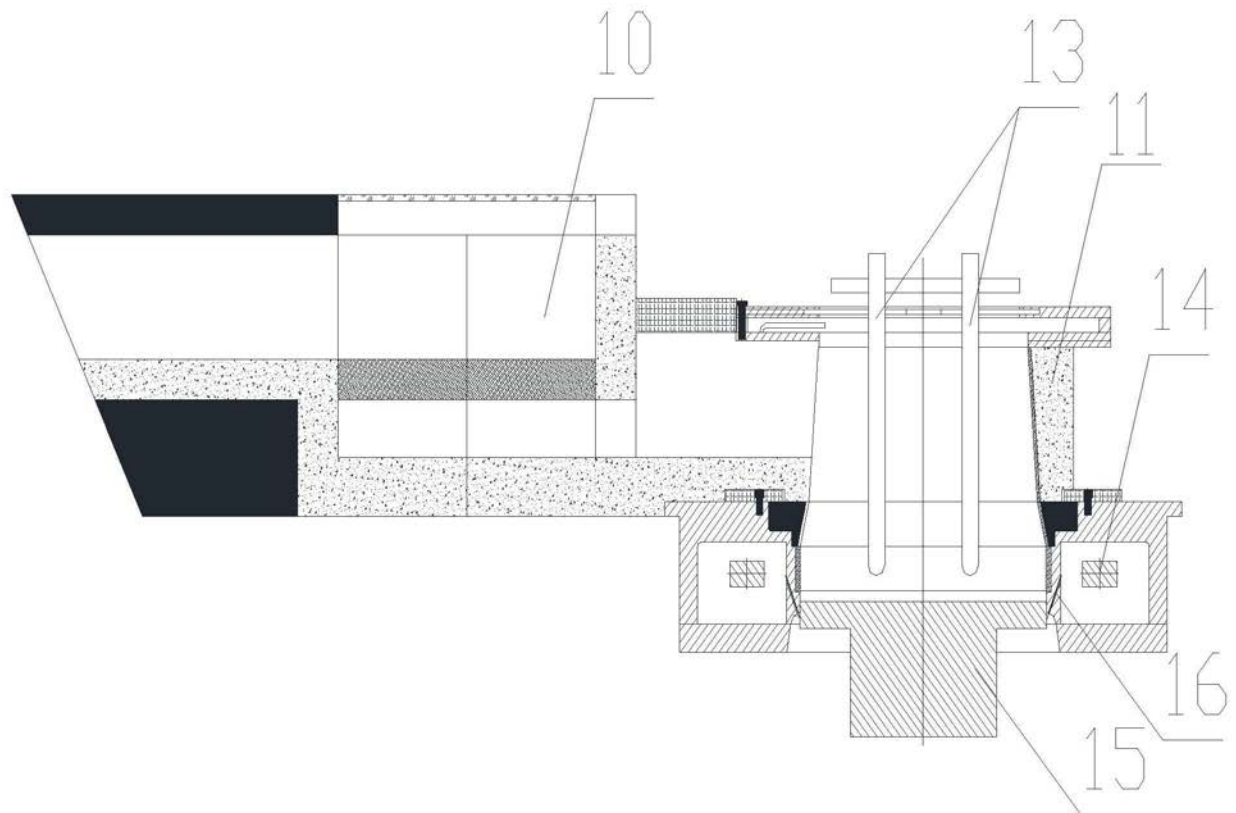


图2