(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118265805 A
(43)申请公布日 2024.06.28

(21)申请号 202280076058.7
(22)申请日 2022.10.26
(30)优先权数据
2021-202068 2021.12.13 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.05.15
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/040024 2022.10.26
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/112505 JA 2023.06.22
(71)申请人 杰富意钢铁株式会社
地址 日本
(72)发明人 堤康一 三轮善广 高田阳介 藤堂涉 小泽纯仁 木岛秀夫
(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
专利代理师 王洋
(51)Int.Cl.
C21C 5/52(2006.01)
C21B 11/10(2006.01)
F27D 3/00(2006.01)
F27D 3/04(2006.01)
F27D 17/00(2006.01)

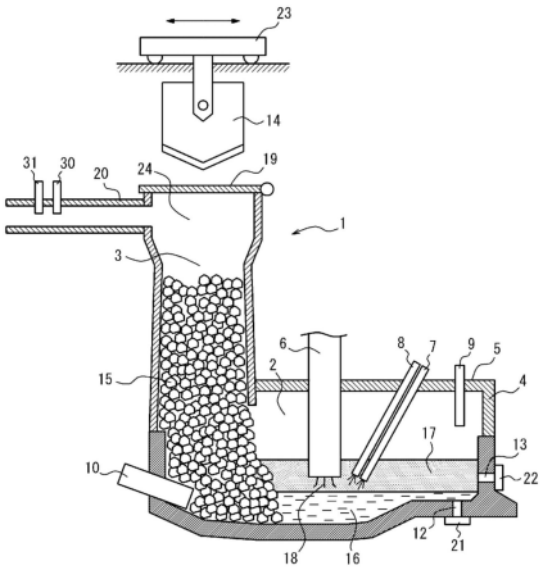
权利要求书1页 说明书13页 附图1页

(54)发明名称

铁水的制造方法

(57)摘要

本发明通过掌握冷铁源的预热状况,高效可靠地预热冷铁源,从而以低电力消耗率得到铁水。一种具有预热室和熔解室的电炉中的铁水的制造方法,包括以下步骤:冷铁源投入步骤;具有预热确认步骤的冷铁源预热步骤;供给步骤;熔解步骤。



CN 118265805 A

1.一种铁水的制造方法,其特征在于,是具有预热室和熔解室的电炉中的铁水的制造方法,具有如下步骤:

冷铁源投入步骤,将冷铁源投入预热室,

冷铁源预热步骤,将所述冷铁源投入步骤中投入的所述冷铁源通过所述熔解室中产生的废气预热到规定的温度,成为预热铁源,

这里,所述冷铁源预热步骤具有确认所述冷铁源为已预热到规定的温度的预热铁源的预热确认步骤,

供给步骤,将在所述预热确认步骤中确认了已预热到规定的温度的所述预热铁源供给到所述熔解室,

熔解步骤,将所述供给步骤中供给到所述熔解室的所述预热铁源通过电弧加热熔解。

2.根据权利要求1所述的铁水的制造方法,其中,根据所述废气的显热量的变化量进行所述预热确认步骤中的所述冷铁源为已预热到规定的温度的预热铁源的确认。

3.根据权利要求2所述的铁水的制造方法,其中,根据连续测定的所述废气的温度和流量以及投入所述预热室内的所述冷铁源的重量算出所述显热量的变化量。

4.根据权利要求2或3所述的铁水的制造方法,其中,当根据下式(1)算出的所述显热量的变化量为700kJ/(秒·吨)以上时,判定所述冷铁源为已预热到规定的温度的预热铁源,

$$\Delta Q = |Q_1 - Q_N|$$

$$= |\{(c \times F_1 \times T_1)/W_1\} - \{(c \times F_N \times T_N)/W_N\}| \cdots (1)$$

这里,

ΔQ:废气的显热量的变化量[kJ/(秒·吨)]

Q_1:将冷铁源投入预热室的时刻的废气的显热量[kJ/(秒·吨)]

Q_N:连续算出的将冷铁源投入预热室的时刻之后的任意时刻N的废气的显热量[kJ/(秒·吨)]

c:废气的比热[kJ/(m^3·℃)]

F_1:将冷铁源投入预热室的时刻的废气的流量[m^3/秒]

F_N:连续测定的将冷铁源投入预热室的时刻之后的任意时刻N的废气的流量[m^3/秒]

T_1:将冷铁源投入预热室的时刻的废气的温度[℃]

T_N:连续测定的将冷铁源投入预热室的时刻之后的任意时刻N的废气的温度[℃]

W_1:将冷铁源投入预热室的时刻的预热室内的冷铁源的重量[吨]

W_N:将冷铁源投入预热室的时刻之后的任意时刻N的预热室内的冷铁源的重量[吨]。

5.根据权利要求1~4中任一项所述的铁水的制造方法,其中,使用挤出机进行所述供给步骤中的所述预热铁源向所述熔解室的供给。

6.根据权利要求1~4中任一项所述的铁水的制造方法,其中,通过从传送带自由落下而进行所述供给步骤中的所述预热铁源向所述熔解室的供给。

铁水的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种在具有预热室和熔解室的电炉中将冷铁源高效熔解来制造铁水的方法。

背景技术

[0002] 在使用电炉的铁水的制造中,利用电弧热熔解废料等冷铁源而得到铁水,因此存在为了生成电弧热而大量消耗电力的问题。以往,为了抑制电炉中的电力消耗,可以采用通过使用化石燃料等的燃烧器对熔解前的冷铁源进行预热的方法;利用先前进行的熔解冷铁源中产生的高温废气对熔解前的冷铁源进行预热的方法;将焦炭作为辅助热源吹入熔解中的冷铁源的方法等方法。

[0003] 例如,在专利文献1中公开了如下技术:在预热立筒与熔解室的上方直接连接的电炉中,一边向预热立筒连续或间断地供给冷铁源以保持冷铁源在熔解室和预热立筒中连续存在的状态,一边通过电弧对熔解室内的冷铁源进行熔解。在专利文献1的技术中,使用不特别需要用于向熔解室输送供给冷铁源的装置的电炉,将用高温废气预热后的冷铁源溶入熔解的铁水中,由此使冷铁源高效地熔解。

[0004] 另外,在专利文献2中公开了如下技术:在电炉和废料预热装置隔着旁通管路分离配置的炼钢设备中,进行废料的预热时,一边测定废料预热装置的入口侧的废气温度,一边确定送入废料预热装置的废气的量,通过用风扇的转速控制该废气的供给量,从而将废料预热到规定温度。

[0005] 进而,在专利文献3中,公开了在具有将从电炉排出的废气装入添加了废料的预热槽的管道的设备结构中,期望保护预热槽并防止废料的熔解,测定上述预热槽的入口侧和出口侧的废气的温度,根据其温度控制挡板的开闭,进行废料预热。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开平10—292990号公报

[0009] 专利文献2:日本特开昭57—43191号公报

[0010] 专利文献3:日本特开平4—273991号公报

发明内容

[0011] 专利文献1记载的技术基本上是通过利用冷铁源的废气的预热和自重,使冷铁源缓缓熔解,同时连续地供给到熔解室。然而,在专利文献1中记载了连续或间断地从预热室向熔解室供给冷铁源的概念,但没有公开冷铁源的供给相关的具体控制指标。本发明人等进行了研究,实际上,在从预热立筒到熔解室的路径中,例如,有时会产生冷铁源被过度预热而以大块残留、或者在冷铁源的预热不足的状态下供给到熔解室等意外状况。然而,在专利文献1中,无法掌握这种冷铁源的预热的过度或不足,产生冷铁源的预热的过度或不足时,发现存在电炉中的电力消耗增加的情况。因此,需要能够掌握冷铁源的预热状况的方

法。

[0012] 另外,专利文献2记载的技术中,一边测定与电炉分离配置的废料预热装置的入口侧的废气温度,一边预先改变·控制用于废料预热的废气量本身。然而,本发明人等进行了研究发现,实际上存在废料预热装置内的废料未预热到计算的温度还是提高了电炉的电力消耗的情况。然而,在专利文献2中也无法掌握这种实际的废料的预热的过度或不足,需要可以掌握废料的预热状况的方法。

[0013] 进而,专利文献3所记载的技术是将从电炉排出的废气经由管道直接导入预热炉,一边用废气的挡片进行控制一边预热废料的技术。然而,在专利文献3所记载的技术中,从保护预热槽和防止废料熔解的观点出发,主要着眼于使两者的温度为设定值以下,因此特别是废料的预热有时不足,需要高精度地掌握废料的预热状况。

[0014] 本发明是鉴于上述情况而完成的,目的在于提供一种电炉的铁水的制造方法,其通过掌握冷铁源的预热状况而高效且可靠地预热冷铁源,由此能够以低电力消耗率(電力原単位)得到铁水。

[0015] 本发明人等对于能够解决上述课题的方法进行了反复研究。其结果,代替直接预先对利用废气预热冷铁源的条件进行控制的方法,提出了设置事后对冷铁源实际被废气已预热到规定的温度进行确认的方法(预热确认步骤)的构思。并且发现通过设置该预热确认步骤、以及将通过该步骤确认的预热铁源供给到熔解室的供给步骤,将废气的显热有效地传递给冷铁源,可以有效地减少电炉中使用的能量指标、即电力消耗率。

[0016] 本发明是基于上述见解而完成的,其要旨如下。

[0017] 1.一种铁水的制造方法,其特征在于,是具有预热室和熔解室的电炉中的铁水的制造方法,具有如下步骤:

[0018] 冷铁源投入步骤,将冷铁源投入预热室,

[0019] 冷铁源预热步骤,将上述冷铁源投入步骤中投入的上述冷铁源通过上述熔解室中产生的废气预热到规定的温度,成为预热铁源,

[0020] 这里,上述冷铁源预热步骤具有确认上述冷铁源为已预热到规定的温度的预热铁源的预热确认步骤,

[0021] 供给步骤,将在上述预热确认步骤中确认了已预热到规定的温度的上述预热铁源供给到上述熔解室,

[0022] 熔解步骤,将上述供给步骤中供给到上述熔解室的上述预热铁源通过电弧加热熔解。

[0023] 2.根据上述1所述的铁水的制造方法,其中,根据上述废气的显热量的变化量进行上述预热确认步骤中的上述冷铁源为已预热到规定的温度的预热铁源的确认。

[0024] 3.根据上述2所述的铁水的制造方法,其中,根据连续测定的上述废气的温度和流量以及投入上述预热室内的上述冷铁源的重量来算出上述显热量的变化量。

[0025] 4.根据上述2或3所述的铁水的制造方法,其中,根据下式(1)算出的上述显热量的变化量为700kJ/(秒·吨)以上时,判定上述冷铁源是为已预热到规定的温度的预热铁源。

[0026] ΔQQ1-QN

[0027] (c×F×T1)W1(c×FN×TN)W

[0028] 这里,

[0029] ΔQ:废气的显热量的变化量[kJ/(秒·吨)]

[0030] Q_1:将冷铁源投入预热室的时刻的废气的显热量[kJ/(秒·吨)]

[0031] Q_N:连续算出的将冷铁源投入预热室的时刻之后的任意时刻N的废气的显热量[kJ/(秒·吨)]

[0032] c:废气的比热[kJ/(m^3·℃)]

[0033] F_1:将冷铁源投入预热室的时刻的废气的流量[m^3/秒]

[0034] F_N:连续测定的将冷铁源投入预热室的时刻之后的任意时刻N的废气的流量[m^3/秒]

[0035] T_1:将冷铁源投入预热室的时刻的废气的温度[℃]

[0036] T_N:连续测定的将冷铁源投入预热室的时刻之后的任意时刻N的废气的温度[℃]

[0037] W_1:将冷铁源投入预热室的时刻的预热室内的冷铁源的重量[吨]

[0038] W_N:将冷铁源投入预热室的时刻之后的任意时刻N的预热室内的冷铁源的重量[吨]

[0039] 5.根据上述1～4中任一项所述的铁水的制造方法,其中,使用挤出机进行上述供给步骤中的上述预热铁源向上述熔解室的供给。

[0040] 6.根据上述1～4中任一项所述的铁水的制造方法,其中,通过从传送带的自由落下而进行上述供给步骤中的上述预热铁源向上述熔解室的供给。

[0041] 根据本发明,在利用废气在预热室内预热冷铁源而得到预热铁源、向熔解室供给预热铁源的铁水的制造方法中,通过掌握冷铁源的预热状况而高效可靠地预热冷铁源,例如可以缩短出钢前的每次装料的熔解时间,有效地减少电炉中使用的能量的主要指标、即电力消耗率。

附图说明

[0042] 图1是能够实施本发明的一个实施方式的电炉的纵截面示意图。

具体实施方式

[0043] 对本发明的实施方式进行具体说明。以下的实施方式表示本发明的一个优选例子,但不受这些例子的任何限定。

[0044] (铁水的制造方法)

[0045] 本发明的铁水的制造方法是使用具有规定的结构的电炉的方法,具有以下步骤:冷铁源投入步骤,将冷铁源投入预热室;冷铁源预热步骤,将冷铁源投入步骤中投入的冷铁源通过熔解室中产生的废气预热到规定的温度,成为预热铁源;供给步骤,将预热铁源供给熔解室;熔解步骤,将供给步骤中供给熔解室的预热铁源通过电弧加热进行熔解;任意的其他步骤。特别是具有如下特征:上述冷铁源预热步骤进一步具有确认冷铁源为已预热到规定的温度的预热铁源的预热确认步骤,在后续的上述供给步骤中,将该确认了已预热到规定的温度的预热铁源供给熔解室。

[0046] 本发明的制造方法通过进一步具有预热确认步骤以及后续的供给步骤,在确认了冷铁源为实际上已预热到规定的温度的预热铁源的基础上,可以立即将预热铁源供给到熔解室内。因此,能够避免过度预热冷铁源以及将预热不足的冷铁源直接供给熔解室。因此,

根据本发明的制造方法,既能可靠地利用废气对冷铁源进行预热,又能将废气的显热有效地传递给冷铁源,其结果,能够有效地减少电炉中的电力消耗率来制造铁水。

[0047] [电炉]

[0048] 以下,参照附图对本发明可以优选使用的电炉进行详细说明。应予说明,图示的电炉是作为优选例而示出的,当然只要是具有熔解室和可导入来自该熔解室的废气的预热室的电炉,就可以适用。

[0049] 图1中例示的电炉1具备:熔解室2,将冷铁源15预热而成的预热铁源利用来自电弧18的热进行熔解而得到铁水16;预热室3,从熔解室2朝铅垂方向直立,用于预热冷铁源15并将得到的预热铁源通过例如挤出机10供给熔解室2;管道20,供在熔解室2中产生的废气24流出。另外,电炉1进一步具备设置在任意位置、优选配置在管道20的路径内的温度计30和流量计31。通过在管道20的路径内配置温度计30和流量计31,能够适时测定流过冷铁源15之间并用于该冷铁源15的预热后的废气24的温度和流量。

[0050] 作为原料的冷铁源15装入到供给用料斗14,经由行驶台车23输送至期望的冷铁源供给口19的上方。接下来,打开冷铁源供给口19,将冷铁源15从上方供给到预热室3。

[0051] 供给到预热室3的冷铁源15如上所述利用在熔解室2产生的废气进行预热,成为预热铁源。例如,如果使先前在熔解室2中产生的高热废气24直接(不经过连接熔解室2与预热室3的配管)通入预热室3来预热冷铁源15,能够提高制造效率。然后,通过管道20吸入废气而使其通过预热室3内,多余的废气可以通过管道20排气。

[0052] 对于图1所示的电炉1,冷铁源15被预热到规定温度而得的预热铁源可以通过挤出机10连续地向熔解室2供给。挤出机10通过使其前端向熔解室2侧反复移动,向熔解室2持续挤出预热室3内的预热铁源。利用挤出机10向熔解室2的预热铁源的供给量和供给时刻例如可以通过使挤出机10移动的时间间隔(挤出间隔)和/或挤出机10的移动量来调整。挤出间隔越短,越能够促进预热铁源的供给,挤出间隔越长,越能够抑制预热铁源的供给。另外,挤出机10的移动量越大,越能够促进预热铁源的供给,挤出机10的移动量越小,越能够抑制预热铁源的供给。

[0053] 从操作效率的观点出发,这些挤出间隔和移动量通常初始设定为某一值后自动运转。然而,由于本发明具有预热确认步骤,因此根据冷铁源15是否成为已预热到规定的温度的预热铁源的确认结果,能够有效地控制预热铁源向熔解室2的供给时间表。作为一个例子,如后面详细说明的那样,可以监测废气的显热量的变化量,基于监测结果进行预热确认步骤,同时进行地控制挤出机10的操作条件。应予说明,挤出机10通常为料筒结构。

[0054] 或者,虽然未图示,但在使用预热室从熔解室向铅垂方向上方且水平方向延伸的电炉的情况下,还可以将预热确认步骤中确认的预热铁源通过能够在预热室内向熔解室方向行驶的传送带搬运,通过从该传送带自由落下将预热铁源供给到熔解室。该情况下,预热铁源向熔解室的供给时刻可以通过控制传送带的移动速度来控制。传送带的移动速度越高,越能促进预热铁源的供给,传送带的移动速度越低,越能抑制预热铁源的供给。

[0055] 从操作效率的观点出发,该传送带的移动速度通常在初始设定为某一值后自动运转。然而,由于本发明具有预热确认步骤,因此作为其他的例子,可以监测废气的显热量的变化量,根据其监测结果进行预热确认步骤,根据冷铁源是否成为为已预热到规定的温度的预热铁源的确认结果,能够同时进行地控制传送带的操作条件。

[0056] 返回图1,熔解室2被炉壁4和炉盖5划分,通常具有用于产生电弧18进行加热的电极6、用于维持所期望的高温状态的氧吹入喷枪7和碳材料吹入喷枪8、以及用于将低温部位局部加热的燃烧器9。供给熔解室2的预热铁源被电弧热熔解而成为铁水16和熔融炉渣17。得到的铁水16可以打开出水用门21从出水口12出钢。另外,熔融炉渣17可以打开出渣用门22从出渣口13排渣。

[0057] 作为冷铁源15,通常有在炼铁厂产生的内部废料、从城市中产生的废料、使铁水凝固而得的生铁、还原铁等,但不限于这些。作为在炼铁厂产生的内部废料,例如有通过连续铸造、造块法铸造的铸片的非稳定部(铸造开始的部分、铸造结束时产生的部分)、通过钢带等钢材的轧制而产生的切边废料等。另外,作为从城市中产生的废料,由建设钢材(H型钢等)、汽车的钢材、罐类等回收材料。另外,使铁水凝固而得的生铁是在高炉等熔矿炉中以铁矿石和焦炭等为原料而得到的铁水流出、凝固而得的。另外,还原铁是指将铁矿石用天然气等还原性气体直接还原而得到的作为铁源的原料。

[0058] 温度计30无论测定方式如何,只要能够测定废气24的正确温度即可,通常优选用热电偶测定的温度计30。温度计30的设置位置为预热室3的壁面或管道20的壁面等任意位置,但优选设置在废气24通过冷铁源15(有时为预热铁源)的后方。

[0059] 这是因为在设置预热上游的温度计的场所中测定的温度,不仅是表示用于本发明确认的步骤中所需的废气的显热的温度,还可能显示含有从钢水直接传来的辐射热双方的温度。因此,在预热部下游进行测温,能够准确地表示废气所具有的显热量。因此,如果在废气24的相对于冷铁源15的下游侧设置温度计30,则能够良好地掌握废气24的显热向冷铁源15的移动。

[0060] 图1所示的电炉1的情况下,作为温度计30的优选设置位置的候补,可以举出堆放有冷铁源15的上表面靠上方的预热室3上部的壁面、或者图1所示的预热室3与管道20的连接部靠废气24流动的下游后方等。在前者的位置上,测定值可能会根据冷铁源15向预热室3的投入而变化。因此,因而能够测定用于确认总的废气的显热量及其变化量的温度而更优选后者的位置。

[0061] 预热室沿水平方向延伸的电炉的情况下,作为温度计的优选设置位置的候补,与预热室存在于垂直方向的情况相同,靠近熔解室一侧时,与上述理由相同,除了废气温度外,无论如何都可能含有来自钢水的直接辐射引起的温度变动,因此优选设置在预热室的下游。

[0062] 从提高响应性的观点出发,使用热电偶时的热电偶的设置方式优选将热电偶前端配置为直接与废气接触,但由于还原气体可能会加速热电偶前端的腐蚀,存在更换频率和温度的测量精度差的担忧。因此,也可以用氧化铝等保护管完全覆盖热电偶本身来使用。但是,该情况下,为了提高温度的测定精度,掌握预先用保护管覆盖的状态下的响应性,掌握·调整可产生的测量温度的差等进行管理即可。从温度计30获取的数据通常经由补偿导线(未图示)与规定的场所、例如操作人员操作的操作室的监测器、记录装置(均未图示)连接进行传送。

[0063] 流量计31与温度计30同样,无论测定方式如何,只要能够测定废气24的正确流量即可。从建造电炉1时就有意识地测定废气的流量,例如可以举出如下的文丘里管式作为优选的测定手段的候补之一,其在管道20内设置节流机构,并在管道20的截面积不同部位设

置多个压力计,根据这些压力计测定的压力算出废气的流速,根据其流速算出废气的流量。另外,作为其他测定手段,可以举出例如在管道20上设置皮托管,测定静压和动压两者,根据这些压力算出废气的流速,乘以管道20的截面积换算成废气的流量的方法。

[0064] 流量计31的设置位置与温度计30同样,在预热室3的壁面或管道20的壁面等任意位置。从良好地掌握废气24的显热向冷铁源15的移动的观点以及避免由于向预热室3投入冷铁源15引起的测定值的变化的影响的观点出发,在图1所示的电炉1的情况下,优选设置在堆放在预热室3内的冷铁源15的塔的上表面靠废气24流动的下游后方。

[0065] 预热室沿水平方向延伸的电炉的情况下,作为温度计的优选设置位置的候补,与预热室存在于垂直方向的情况相同,靠近熔解室一侧时,与上述理由相同,除了废气温度外,无论如何都可能含有来自钢水的直接辐射引起的温度变动,因此优选设置在预热室的下游。

[0066] 在测定流量时,用皮托管等测定压力时,存在在管中混入异物时无法测定正确的压力的问题。因此,需要以适当的频率清理管或者设置定期利用空气等吹扫管内的异物的机构(未图示),防止管堵塞。该情况下,虽然很少产生不能通过吹扫测定的时刻,但该时刻的废气流量使用吹扫之前的数字进行计算即可。从流量计31中获取的数据与温度计30相同,通常经由补偿导线(未图示)与规定的位置、例如操作人员操作的操作室的监测器、记录装置(均未图示)连接并传送。

[0067] [冷铁源投入步骤]

[0068] 在冷铁源投入步骤中将冷铁源投入预热室。在冷铁源投入步骤中可以优选使用上述的行驶台车23、供给用料斗14、冷铁源供给口19。投入的冷铁源的量可以根据使用的电炉的规格、铁水的制造目标量等适当地确定。

[0069] 在将冷铁源的投入分多次进行连续操作的情况下,和/或,在进行多次装料连续操作的情况下,由于之前的熔解步骤中得到的铁水已经积存在熔解室内,所以可以根据预热室的容量、铁水的制造目标量等来确定某个时刻投入的冷铁源的量。另一方面,当进行第一次装料操作时,由于熔解室是空的状态,所以可以供给冷铁源使冷铁源能够存在于熔解室和预热室双方。

[0070] [冷铁源预热步骤]

[0071] 在冷铁源预热步骤中,将冷铁源投入步骤中投入的预热室内的冷铁源通过熔解室中产生的废气预热到规定的温度,成为预热铁源。冷铁源预热步骤中可以优选使用上述的废气24、管道20。

[0072] 这里,在冷铁源预热步骤中,关键是进行确认冷铁源为已预热到规定的温度的预热铁源的预热确认步骤。

[0073] [[预热确认步骤]]

[0074] 在预热确认步骤中,确认冷铁源为已预热到规定的温度的预热铁源。也就是说,在预热确认步骤中,不是在得到预热铁源之前预先改变预热条件,而是事后进行实际得到预热铁源后的确认。通过事后进行实际得到预热铁源的确认,能够可靠地避免过度预热冷铁源和冷铁源的预热不足,因此高效地进行冷铁源的预热,从而能够降低使铁水的制造所需的电力消耗率。预热确认步骤中优选使用上述的温度计30、流量计31。

[0075] 冷铁源为已预热到规定的温度的预热铁源的确认可以根据废气的显热量的变化

量优选地实施。特别是可以以冷铁源的投入时刻为起点,根据在冷铁源的预热中使用后的上述废气的显热量的变化量而更优选地实施。在冷铁源的预热中使用后的废气的显热量的变化量的确认可以通过例如将温度计30和流量计31设置在上述优选的设置位置来实施。即,在冷铁源的预热中使用后的上述废气的显热量的变化量是与(仅通过简单地测量废气温度无法掌握)由废气赋予冷铁源的热量相当的参数,因此对于确认预热铁源确实达到了预热温度是最合适的。

[0076] 废气的显热量的变化量的计算

[0077] 对预热确认步骤中可以优选参照的废气的显热量的变化量的计算方法进行具体说明。废气的显热量的变化量ΔQ例如可以使用上述的温度计30和流量计31,根据连续测定的废气的温度T和废气的流量F以及投入预热室内的冷铁源的重量W,通过以下式(1)~(2)算出。

[0078] $\Delta Q=|Q_1-Q_N|$

[0079] $Q_1=(c\times F_1\times T_1)/W_1$,

[0080] $Q_N=(c\times F_N\times T_N)/W_N$・・・(1)

[0081] 这里,

[0082] ΔQ:废气的显热量的变化量[kJ/(秒・吨)]

[0083] Q_1:将冷铁源投入预热室的时刻的废气的显热量[kJ/(秒・吨)]

[0084] Q_N:连续算出的将冷铁源投入预热室的时刻之后的任意时刻N的废气的显热量[kJ/(秒・吨)]

[0085] c:废气的比热[kJ/(m^3・℃)]

[0086] F_1:将冷铁源投入预热室的时刻的废气的流量[m^3/秒]

[0087] F_N:连续测定的将冷铁源投入预热室的时刻之后的任意时刻N的废气的流量[m^3/秒]

[0088] T_1:将冷铁源投入预热室的时刻的废气的温度[℃]

[0089] T_N:连续测定的将冷铁源投入预热室的时刻之后的任意时刻N的废气的温度[℃]

[0090] W_1:将冷铁源投入预热室的时刻的预热室内的冷铁源的重量[吨]

[0091] W_N:将冷铁源投入预热室的时刻之后的任意时刻N的预热室内的冷铁源的重量[吨]

[0092] 废气的显热量的变化量ΔQ可以通过例如以下的要领计算。即,使用在投入冷铁源的时刻测定的废气的流量F_1、废气的温度T_1和预热室内的冷铁源的重量W_1、和废气的比热c,首先,求出将冷铁源投入预热室的时刻的废气的显热量Q_1。然后,在进行冷铁源预热步骤期间,连续地在任意的各时刻测定2、3・・・N的上述参数$F_{2、3}$・・・$_N$;$T_{2、3}$・・・$_N$;$W_{2、3}$・・・$_N$;连续地求出各时刻的$Q_{2、3}$・・・$_N$。将得到的Q_1和$Q_{2、3}$・・・$_N$代入上述式(1),得到以投入冷铁源的时刻为起点的各时刻的废气的显热量的变化量ΔQ。

[0093] 当计算管道中流动的废气流量时,管道的截面积乘以根据流量计的压力计算出的废气的流速,可以求出单位时间的废气流量。

[0094] $F=v\times S$・・・(2)

[0095] 这里,

[0096] v:废气的流速[m/秒]

[0097] S:废气通过的管道面积[m^2]

[0098] 在本发明的一个实施方式中,通过连续测定废气的温度T和废气的流速v,也能够根据上述式(2)连续测定废气的流量F,因此,根据上述式(1),也能够连续算出废气的显热量的变化量ΔQ(kJ/(秒·吨))。

[0099] 冷铁源的预热结束的判定

[0100] 在预热确认步骤中,作为确认冷铁源为已预热到规定的温度的预热铁源、即冷铁源的预热结束的判定基准,可以举出以下一个例子。即,废气的显热量Q通过向预热室内的冷铁源传递热量并进行预热而降低。与此同时,从投入冷铁源的时刻起的废气的显热量的变化量ΔQ随冷铁源预热而提高。本发明人等进行了深入研究,结果发现如果如上所述算出的废气的显热量的变化量ΔQ为700kJ/(秒·吨)以上,则由于冷铁源的温度升高为250℃左右以上,因此可以判定预热室内的冷铁源的预热充分进行。显热量的变化量ΔQ更优选为800kJ/(秒·吨)以上,进一步优选为1000kJ/(秒·吨)以上。

[0101] 另一方面,如果预热室内的冷铁源过度预热,则冷铁源在预热室内过度熔解而形成大块,废气的通气性变差,妨碍向熔解室的供给,有时产生电炉的操作不良。另外,冷铁源的过度预热也容易导致使用的能量的过度消耗。从这些观点出发,显热量的变化量ΔQ优选为1200kJ/(秒·吨)以下。

[0102] [供给步骤]

[0103] 在供给步骤中,将在预热确认步骤中经确认的已预热到规定的温度的预热铁源供给熔解室。供给步骤中可以优选使用上述的挤出机10或传送带(未图示)。

[0104] 预热室沿铅垂方向直立的电炉的情况下,冷铁源15的供给量和供给时刻取决于每次挤出时的挤出机10的移动量与移动挤出机10的时间间隔(挤出间隔)。或者,预热室主要沿水平方向配置的电炉的情况下,取决于传送带的移动速度。并且,在通常的操作中,这些移动量和挤出间隔或移动速度的值,根据冷铁源的种类、预热状况而具有多个设定参数,采用合适的设定参数自动运转。然而,在本发明中,因为预先设置了预热确认步骤,所以可以根据是否确认预热铁源,适当变更冷铁源15的供给量和/或供给时刻。

[0105] 这里,“挤出间隔”是指为了将预热铁源反复挤出并供给到熔解室,从某一次开始使挤出机向熔解室方向移动的时间到下次开始使挤出机向熔解室方向移动的时间的时间间隔。

[0106] 作为一个优选的实施方式,如果能够确认冷铁源为已预热到规定的温度的预热铁源,则作为具体例,如果废气的显热量的变化量ΔQ为上述优选下限以上,则能够缩短挤出机的挤出间隔,立即将预热铁源供给熔解室。同样地,可以增大挤出机的移动量来促进预热铁源向熔解室的供给。反之,如果无法确认冷铁源是已预热到规定的温度的预热铁源,则作为具体例,如果废气的显热量的变化量小于上述优选下限,则能够不改变挤出机的挤出间隔和/或移动量,或者增大挤出间隔和/或缩短移动量,抑制预热铁源向熔解室的供给。

[0107] 当确认预热铁源为规定的温度时,挤出机的挤出间隔基本上恒定在20秒间隔。例如,当废气的显热量的变化量ΔQ高于规定值5%以上时,优选缩短10%以上,当高于10%以上时,优选缩短20%以上。

[0108] 作为优选的其他实施方式,如果确认了冷铁源是已预热到规定的温度的预热铁源,则作为具体例,如果废气的显热量的变化量ΔQ为上述优选下限以上,则可以加快传送

带的移动速度,立即向熔解室供给预热铁源。反之,如果无法确认冷铁源是已预热到规定的温度的预热铁源,则作为具体例,如果废气的显热量的变化量小于上述优选下限,则可以减慢传送带的移动速度,抑制向熔解室供给预热铁源。

[0109] 当确认预热铁源为规定的温度时,传送带的移动速度在恒定为1m/分钟的移动速度下进行操作。例如,当废气的显热量的变化量ΔQ高于规定值5%以上时,优选提高10%以上,当高于10%以上时,优选提高20%以上。

[0110] [熔解步骤]

[0111] 在熔解步骤中,将供给步骤中供给熔解室的预热铁源通过电弧加热进行熔解。具体的熔解方法如上述关于电炉所述,熔解步骤中可以优选使用上述的电极6、氧吹入喷枪7、碳材料吹入喷枪8、燃烧器9。在本发明中,因为预先设置了预热确认步骤,所以将经过可靠预热的预热铁源立即供给熔解室,因此能够减少熔解步骤所需的电力消耗。

[0112] [其他步骤]

[0113] 作为其他步骤,可以举出例如出钢步骤。在出钢步骤中,可以在熔解步骤后将积存于熔解室2的铁水16经由出水口12取出到电炉1的外部。

[0114] 实施例

[0115] 以下,基于实施例对本发明进行具体地说明。应予说明,以下的实施例表示本发明的一个优选例子,对本发明没有任何限定。另外,以下的实施例也可以在能够符合本发明的主旨的范围内进行变更来实施,这样的方式也包含在本发明的技术的范围内。

[0116] 在图1所示的熔解室2、预热室3、管道20中具备温度计30和流量计31的电炉1中,按照以下要领对冷铁源15进行预热,成为预热铁源,进而熔解,制造铁水16。以下示出该电炉的设备规格。

[0117] 熔解室的铁水容量(出钢量):130吨

[0118] 电力:交流50Hz

[0119] 变压器容量:75MVA

[0120] 电极数:3

[0121] 温度计30使用前端直径为3.2㎜的铠装型K型热电偶。在管道20的侧面开设有专用的带凸缘的孔,将温度计30插入以使热电偶的前端位于管道20内的中心部分。由于铠装型的热电偶被假设因为高温废气而弯曲等不良,因此用直径32㎜的氧化铝保护管覆盖,使前端部分露出长度约3㎜左右。从管道20的炉外侧,通过连接到温度计30的补偿导线,经由数据记录收集装置(未图示),获取与测定温度相关的数字数据并记录在个人计算机中。

[0122] 流量计31与温度计30同样,从设置在管道20的侧面的专用的带凸缘的其他孔插入皮托管进行设置。为了测定动压和静压,将两根管插入皮托管的同一位置,将静压测定用的管开放面设置为孔位于废气的流动下游侧,将动压测定用管的开放面设置为与废气的流动对置的正面。由于皮托管与热电偶同样暴露在高温的废气中,因此,将共计2根每根直径12㎜、材质SUS316的动压用和静压用的管捆在一起,除了前端部分,用直径32㎜的氧化铝保护管覆盖。从管道20的炉外侧起,通过连接到流量计31的辅助导线经由数据收集装置,获取测定流量相关的数字数据并记录在个人计算机中。

[0123] 然后,使用得到的温度和流量数据,算出废气的显热量的变化量ΔQ。

[0124] 在控制室内安装了新型的监测器,可随时确认废气显热量及其变化量以使操作电

炉的操作人员能够直接监测。另外,还向电气控制室传送挤出机10的移动量、挤出间隔等数据,能够同时确认·控制挤出机10的操作参数和与废气的显热量的变化量相关的数据。

[0125] (现有例)

[0126] 现有例为不使用温度计和流量计、不实施预热确认步骤、在通常的电力消耗率的范围内进行操作的作为基准的例子。

[0127] 时刻N的操作中的管道20内的废气温度为198℃,废气流量58Nm^3/秒,预热室的每吨冷铁源重量的单位时间的废气显热量为418kJ/(t·秒)。在本发明之前,由于没有监测废气的显热量,所以以20秒间隔、挤出机10的移动量1000mm进行而不特别引起动作。在铁水16和熔融炉渣17所在的熔解室2的内部存在的废气24的气氛温度为平均1100℃左右,如果预热室3的上部的废气24的温度充分下降,则认为该下降部分的废气的显热被传递到冷铁源。然而,废气24的温度经常变动,如本发明那样,如果不对根据温度计30、流量计31的测定数据算出的废气24的显热量进行监测,则不能进一步降低作为操作成本的主要因素的电力消耗率。此假设时的每1ch的电力消耗率为353kWh/t。

[0128] (比较例1)

[0129] 比较例1是在使用温度计和流量计的基础上,根据算出的废气的显热量的变化量ΔQ,无法确认冷铁源是被预热到规定的温度的预热铁源的状态下(即预热不足的状态下),将冷铁源供给熔解室的例子。

[0130] 即,时刻N的操作中的管道20内的废气温度为201℃,废气流量58Nm^3/秒,预热室的每吨冷铁源重量且单位时间的废气显热量为424kJ/(t·秒)。保持原样放置的状态下,冷铁源的挤出机10的间隔保持20秒而不发生任何动作时,每1ch的电力消耗率比为358kWh/t,比预期差。

[0131] (比较例2)

[0132] 比较例2是在使用温度计和流量计的基础上,根据算出的废气的显热量的变化量ΔQ,无论冷铁源是否为已预热到规定的温度的预热铁源,由于不实施预热确认步骤而未进行确认,因此是不改变冷铁源的挤出机10的间隔而忽略的例子。

[0133] 即,时刻N的操作中的管道20内的废气温度为321℃,废气流量62Nm^3/秒,预热室的每吨冷铁源重量且单位时间的废气显热量为718kJ/(t·秒)。保持原样放置的状态下,冷铁源的挤出机10的间隔保持20秒而不发生任何动作时,每1ch的电力消耗率比为367kWh/t,比预期差。

[0134] (比较例3)

[0135] 比较例3是在使用温度计和流量计的基础上,根据算出的废气的显热量的变化量ΔQ,无论冷铁源是否为已预热到规定的温度的预热铁源,由于不实施预热确认步骤而未进行确认,因此是不改变冷铁源的挤出机10的间隔而忽略的预热过度的例子。

[0136] 即,时刻N的操作中的管道20内的废气温度为578℃,废气流量69Nm^3/秒,预热室的每吨冷铁源重量且单位时间的废气显热量为1441kJ/(t·秒)。保持原样放置的状态下,冷铁源的挤出机10的间隔保持20秒而不发生任何动作时,每1ch的电力消耗率比为374kWh/t,比预期差很多。

[0137] (比较例4)

[0138] 比较例4是仅进行温度计的测定、不实施流量计的测定而无法算出废气的显热量、

无法掌握显热量的变化量ΔQ的例子。其结果,将预热铁源供给到熔解室需要时间(即过度预热)的另一个例子。

[0139] 即,时刻N的操作中的管道20内的废气温度为244℃,原本是为了缩短冷铁源的挤出机10的挤出间隔而将挤出时刻提前的事例。因此,每1ch的电力消耗率为361kWh/t,比预期差。

[0140] (发明例1)

[0141] 发明例1是在使用温度计和流量计的基础上,根据算出的废气的显热量的变化量ΔQ,确认冷铁源是预热到规定的温度的预热铁源,为了将经确认的预热铁源立即供给熔解室而控制挤出机10的挤出间隔的例子。

[0142] 即,时刻N的操作中的管道20内的废气温度为211℃,废气流量与比较例1的49Nm^3/秒大致相同,为55Nm^3/秒,预热室的单位冷铁源重量且单位时间的废气显热量为418kJ/(t·秒)。该废气24的显热量的变化量为1023kJ/(t·秒),大致是比较例1的3倍的值。因此,将冷铁源的挤出机10的间隔从20秒变为15秒间隔。其结果,废气24的显热量达到以往的332kJ/(t·秒),认为废气的显热传递到冷铁源侧,每1ch的电力消耗率改善到341kWh/t。

[0143] (发明例2)

[0144] 发明例2是在使用温度计和流量计的基础上,根据算出的废气的显热量的变化量ΔQ,确认冷铁源是预热到规定的温度的预热铁源,为了将经确认的预热铁源立即供给熔解室而控制挤出机10的挤出间隔的又一个例子。

[0145] 即,时刻N的操作中的管道20内的废气温度为比较例2的574℃,废气流量67Nm^3/秒,预热室的每吨冷铁源重量且单位时间的废气显热量为1394kJ/(t·秒)。与以往相比,该显热量变大,将冷铁源的挤出机10的间隔从20秒变为12秒间隔。其结果,废气显热量下降到969kJ/(t·秒),认为气体的热量向冷铁源侧移动,每1ch的电力消耗率改善到324kWh/t。

[0146] (发明例3)

[0147] 发明例3是在使用温度计和流量计的基础上,根据算出的废气的显热量的变化量ΔQ,确认冷铁源是预热到规定的温度的预热铁源,为了将经确认的预热铁源立即供给熔解室而控制挤出机10的挤出间隔的又一个例子。

[0148] 即,时刻N的操作中的管道20内的废气温度为164℃,废气流量49Nm^3/秒,预热室的每吨冷铁源重量且单位时间的废气显热量为293kJ/(t·秒)。在将其放置的状态下,将冷铁源的挤出机10的间隔从20秒缩短到15秒。其结果,每1ch的电力消耗率为349kWh/t,比预期稍有改善。如果显热量的变动过大,则冷铁源在预热部中熔解、压焊,废气难以流动,预热部分变弱,但热能充分传递的效果较大的一个例子,成为了表现ΔQ的上限的例子。

[0149]

[表1]

	测定的时刻	预热室内的冷铁源的重量W（吨）	废气的比热c（kJ/(Nm³·℃)）	废气的温度T（℃）	废气的流速v（m/秒）	管道面积S（m²）	废气的流量F（Nm³/秒）	废气的显热量=cFT（MJ/秒）	单位重量的冷铁源的废气的显热量Q=(cFT)/W（kJ/(秒·吨)）	时刻N				时刻N之后					每一次装料的电力消耗率（kWh/吨）	综合评价
										冷铁源的挤出间隔（秒）	显热量的变化量 $\Delta Q=\lvert Q_1-Q_N\rvert$（kJ/(秒·吨)）	预热确认步骤	冷铁源的挤出间隔（秒）	废气的温度T（℃）	废气的流速v（m/秒）	单位重量的冷铁源的废气的显热量Q=(cFT)/W（kJ/(秒·吨)）	显热量的变化量 $\Delta Q=\lvert QN-QN+1\rvert$（kJ/(秒·吨)）	供给步骤		
现有例	*1	35	1.302	341	35	1.767	62	27	763	20	未算出	不实施	20	201	32	411	未算出	不经过预热确认步骤而实施	353	—
	*N	35	1.302	198	33	1.767	58	15	418											
比较例1	*1	35	1.302	341	35	1.767	62	27	763	20	339	无法确认是预热铁源	20	204	33	430	-6	在无法确认是预热铁源的状态下供给	358	不良
	*N	35	1.302	201	33	1.767	58	15	424											
比较例2	*1	35	1.302	578	39	1.767	69	52	1,441	20	723	不实施（未确认是预热铁源）	20	315	35	705	13	由于没有确认是预热铁源，所以实际上预热了，但预热铁源的供给时刻延迟	367	不良
	*N	35	1.302	321	35	1.767	62	26	718											
比较例3	*1	35	1.302	823	41	1.767	72	78	2,156	20	716	不实施（未确认是预热铁源）	20	586	38	1,423	18	由于没有确认是预热铁源，所以实际上预热了，但预热铁源的供给时刻延迟	374	不良
	*N	35	1.302	578	39	1.767	69	52	1,441											
比较例4	*1	35	1.302	379	未测定	1.767	无法算出	无法算出	无法算出	20	无法算出	不实施	20	244	未测定	无法算出	无法算出	由于无法算出显热量，所以不经过预热确认步骤而实施	361	不良
	*N	35	1.302	241		1.767														
发明例1	*1	35	1.302	578	39	1.767	69	52	1,441	20	1,023	确认是预热铁源	15	173	30	332	86	直接供给确认了预热的预热铁源	341	良好
	*N	35	1.302	211	31	1.767	55	15	418											
发明例2	*1	35	1.302	841	43	1.767	76	83	2,311	20	917	确认是预热铁源	12	399	42	1,071	323	直接供给确认了预热的预热铁源	324	良好
	*N	35	1.302	574	38	1.767	67	50	1,394											
发明例3	*1	35	1.302	612	38	1.767	67	54	1,486	20	1,193	确认是预热铁源	15	135	28	242	52	由于未确认预热而直接供给预热铁源	349	略好
	*N	35	1.302	164	28	1.767	49	11	293											

*1：将冷铁源投入预热室的时刻

*N：在将冷铁源投入预热室的时刻之后的任意时刻

[0150] 在表1中，以现有例中消耗的每1次装料的电力消耗率为基准，将该电力消耗率减少超过5kWh/吨的情况判断为良好；减少大于0且5kWh/吨以下的情况判断为略好；将与上述

基准相同或增大的情况判断为不良。即,在与上述基准相比减少电力消耗率的情况下,判定为有效。

[0151] 根据以上的说明可知,在确认了冷铁源为预热铁源且将经确认的预热铁源立即供给熔解室的发明例中,能够大幅提高制造成本中占据主要部分的电力消耗率,其效果非常大。可以认为这是由于在发明例中,能够将高效地预热冷铁源所得的预热铁源送至熔解步骤,因此预热铁源的熔解时间缩短,出钢时间也变短。

[0152] 符号说明

[0153] 1电炉

[0154] 2熔解室

[0155] 3预热室

[0156] 4炉壁

[0157] 5 炉盖

[0158] 6 电极

[0159] 7氧吹入喷枪

[0160] 8碳材料吹入喷枪

[0161] 9燃烧器

[0162] 10挤出机

[0163] 12出水口

[0164] 13出渣口

[0165] 14供给用料斗

[0166] 15冷铁源

[0167] 16铁水

[0168] 17熔融炉渣

[0169] 18电弧

[0170] 19冷铁源供给口

[0171] 20管道

[0172] 21出水用门

[0173] 22出渣用门

[0174] 23行驶台车

[0175] 24废气

[0176] 30温度计

[0177] 31流量计

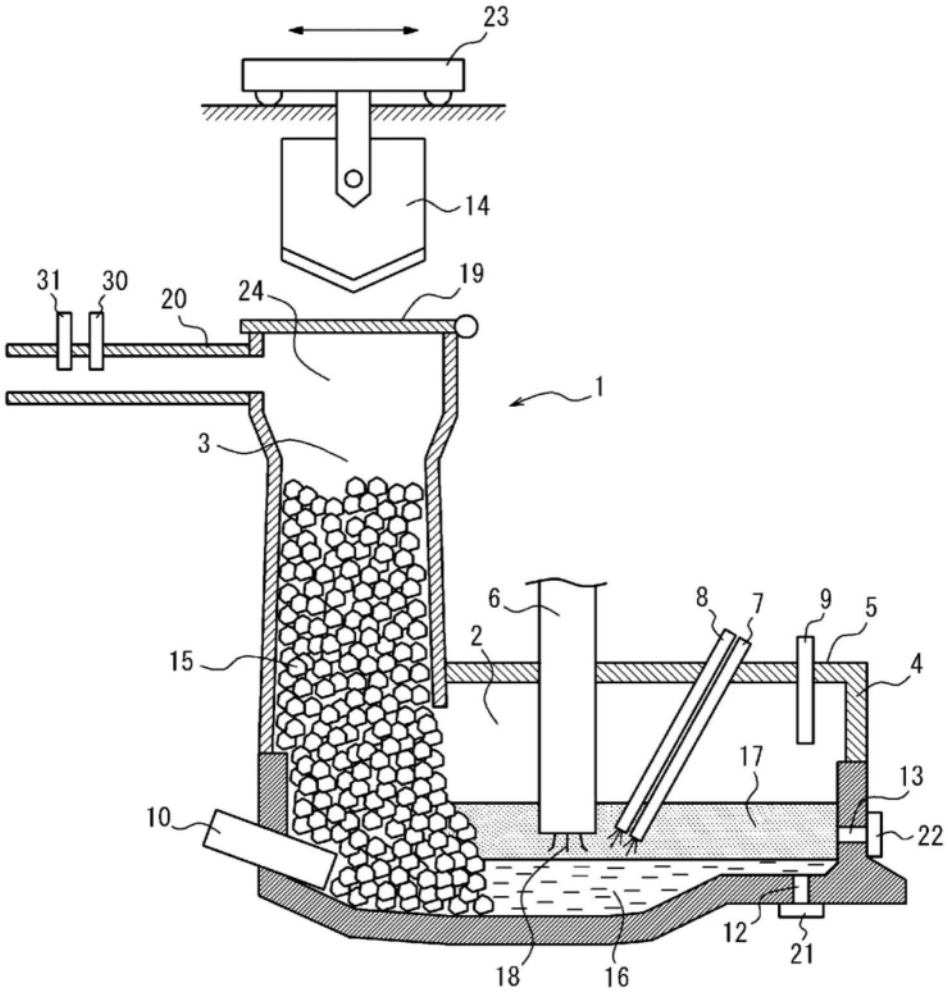


图1