



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113631729 B

(45) 授权公告日 2022. 09. 20

(21) 申请号 201980094720.X

(22) 申请日 2019.04.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113631729 A

(43) 申请公布日 2021.11.09

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.09.26

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2019/015737 2019.04.11

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/208768 JA 2020.10.15

(73) 专利权人 日本制铁株式会社
地址 日本东京都
专利权人 乌克兰国家科学院Z·I·涅克拉
索夫钢铁研究所

(72) 发明人 佐佐木直人 松尾充高
内藤宪一郎 新野崇一 森田浩二
藤健彦 若生昌光 大贯一雄
平田浩 S·I·谢梅金
V·F·波利亚科夫

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247
专利代理师 王潇悦 段承恩

(51) Int.Cl.
G21C 5/36 (2006.01)
G21C 5/46 (2006.01)
F27D 15/00 (2006.01)

审查员 晏轻

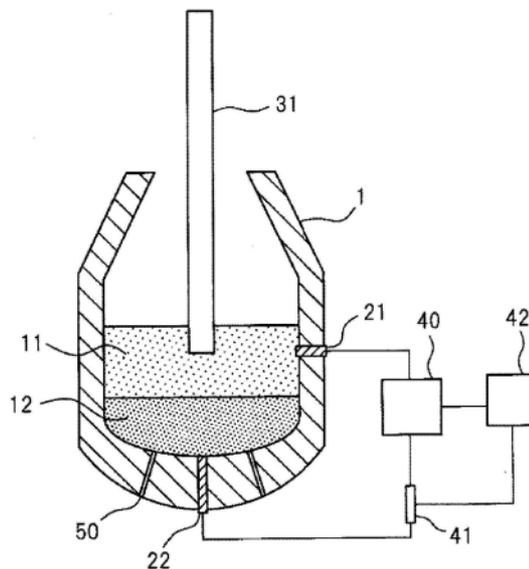
权利要求书1页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

高效的熔融铁合金的精炼方法

(57) 摘要

该熔融铁合金的精炼方法,是在向转炉内的熔融铁合金浴送氧的状态下精炼熔融铁合金的方法,在配置于所述熔融铁合金浴上方的第一电极与配置成与所述熔融铁合金浴接触的第二电极之间供给直流电流,在将流通所述直流电流的通电时间中的直流电流的平均大小设为 I_p [A],将停止所述送氧之前的1分钟内的通电时间中的所述直流电流的平均大小设为 I_p' [A],将所述转炉内的钢液量设为 W_s [t],并将炉腹部的炉内截面积设为 A_s [m²]时,满足下述(1)式~(4)式中的至少一个。 $I_p \geq 0.125 \times W_s$ (1)式、 $I_p \geq 1.5 \times A_s$ (2)式、 $I_p' \geq 0.125 \times W_s$ (3)式、 $I_p' \geq 1.5 \times A_s$ (4)式。



1. 一种熔融铁合金的精炼方法,是在向转炉内的熔融铁合金浴送氧的状态下精炼熔融铁合金的方法,其特征在于,

在配置于所述熔融铁合金浴上方的第一电极与配置成与所述熔融铁合金浴接触的第二电极之间供给直流电流,

在将流通所述直流电流的通电时间中的直流电流的平均大小设为 I_p ,将停止所述送氧之前的1分钟内的通电时间中的所述直流电流的平均大小设为 I_p' ,将所述转炉内的钢液量设为 W_s ,并将炉腹部的炉内截面积设为 A_s 时,满足下述(1)式~(4)式中的至少一个:

$$I_p \geq 0.125 \times W_s \quad (1) \text{ 式}$$

$$I_p \geq 1.5 \times A_s \quad (2) \text{ 式}$$

$$I_p' \geq 0.125 \times W_s \quad (3) \text{ 式}$$

$$I_p' \geq 1.5 \times A_s \quad (4) \text{ 式}$$

其中, I_p 和 I_p' 的单位为安培即A, W_s 的单位为吨即t, A_s 的单位为平方米即 m^2 ,

使用中空的顶吹喷枪作为所述第一电极,

将所述顶吹喷枪的高度控制在炉渣高度H的0.1倍至10倍之间,所述炉渣高度H由下式求得:

$H = (\text{炉内残留炉渣与进料辅料与反应产物的合计重量}) / (\text{炉渣密度} \times \text{炉腹部的截面积})$,其中炉渣高度H的单位为m,上述合计重量的单位为kg,炉渣密度的单位为 kg/m^3 ,炉腹部的截面积的单位为 m^2 。

2. 根据权利要求1所述的熔融铁合金的精炼方法,其特征在于,

在所述熔融铁合金的精炼中使用的炉渣组成的碱度为0.5以上、且氧化铁浓度为5质量%以上。

3. 根据权利要求1或2所述的熔融铁合金的精炼方法,其特征在于,

利用所述熔融铁合金的精炼进行处理之前的熔融生铁的硅浓度为0.25质量%以下。

4. 根据权利要求1或2所述的熔融铁合金的精炼方法,其特征在于,

在所述熔融铁合金的精炼中使用的炉渣的密度为 $1.0kg/m^3$ 以下。

5. 根据权利要求1或2所述的熔融铁合金的精炼方法,其特征在于,

在预先设定的吹炼时间结束前的1分钟内对炉渣通电10秒以上。

6. 根据权利要求1或2所述的熔融铁合金的精炼方法,其特征在于,

所述转炉具有底吹风口。

高效的熔融铁合金的精炼方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种采用转炉的熔融铁合金的精炼方法。本发明特别涉及能够降低炉渣中的金属铁成分含量并减少每一炉料的炉渣中的金属铁成分的含量波动从而提高了炉渣处理效率的精炼方法。

背景技术

[0002] 在用转炉精炼熔融生铁(以下也称为“铁液”)等熔融铁合金时生成的炉渣(以下也称为“转炉炉渣”)中,包含游离CaO,它会与水合反应而膨胀,所以体积稳定性低。

[0003] 此外,虽然也与处理方法有关,但炉渣通常包含1~40%质量%左右的氧化铁,外观发黑,用于混凝土用骨料等时,外观上感觉不协调。

[0004] 因此,炉渣的利用被限于道路的路基改良材料、底基层材料等低级用途,难以用于基层材料、混凝土用骨料、石材原料等。

[0005] 因此,一直以来,将炉渣从转炉排出到反应容器中,并在该容器内实施向熔融状态的转炉炉渣添加煤灰等改性材料而降低游离CaO的改性处理,在作为更高级用途的基层材料和混凝土用骨料等中利用。

[0006] 另外,转炉炉渣中作为金属铁成分,以悬浮状态包含数十质量%左右的粒铁。悬浮的粒铁中存在碳,在熔融炉渣改性时,粒铁的碳与熔融炉渣中的氧化铁和/或搅拌用的氧气发生反应,由此使熔融炉渣中产生CO气体的气泡(成型),造成带来各种不良影响的问题。

[0007] 另外,当由于存在粒铁而对炉渣再利用时,由于粒铁的不均匀分布和粒铁的氧化膨胀等,炉渣强度会发生波动。

[0008] 此外,在关注转炉吹炼时,炉渣中的粒铁是产量损失的原因,其含量越低越好。

[0009] 炉渣中的粒铁量存在波动时,难以直接立即测定炉渣中的粒铁量,因此,在从熔融炉渣的处理和/或冷却后的炉渣中回收粒铁时,不得不选择重处理侧的处理,从而使效率恶化。另外,熔融改性处理时的成型也在处理时间上存在波动,难以进行稳定的处理。

[0010] 另外,例如,专利文献1公开了一种使从转炉取出的熔融炉渣中的粒铁在反应容器内沉淀,然后实施炉渣改性处理的方法。但是,即使在这种情况下,如果炉渣中的粒铁量存在波动,则也会在沉淀时间上产生波动,难以进行稳定的处理。

[0011] 这样,以往,将转炉炉渣排出到反应容器后,在反应容器进行降低炉渣中的金属铁成分的处理,所以在炉渣中的粒铁量存在波动时,出现炉渣处理时间产生波动的问题。

[0012] 另外,近年来如非专利文献1所报道的,尝试了在转炉精炼中,将送氧喷枪作为一个电极,在其与设在炉底的另一个电极之间施加电压,测定吹炼中途的电流、电压和电阻值的变化,由此获得喷枪顶端与熔融金属浴面之间的距离、炉渣层的厚度等信息。

[0013] 但是,对于通电对熔融炉渣的性状的影响并未特别研究。

[0014] 现有技术文献

[0015] 专利文献1:日本特开2006-199984号公报

[0016] 非专利文献1:对钢液施加电位时转炉浴中的电流分布特性,C.I.セムイキン、

V.F.ポリャコフ (Polyakov), E.V.セムキナ (Semkina), 2003

发明内容

[0017] 本发明的课题是提供一种高效的熔融铁合金的精炼方法, 其用转炉精炼熔融铁合金时, 能够获得炉渣中的金属铁成分的含量及其波动比以前更小的炉渣, 在随后的炉渣改性处理中, 能够使降低炉渣中的铁成分的处理简便化。

[0018] 本发明的主旨如下。

[0019] (1) 本发明第一方案是一种熔融铁合金的精炼方法, 是在向转炉内的熔融铁合金浴送氧的状态下精炼熔融铁合金的方法, 在配置于所述熔融铁合金浴上方的第一电极与配置成与所述熔融铁合金浴接触的第二电极之间供给直流电流, 在将流通所述直流电流的通电时间中的直流电流的平均大小设为 I_p [A], 将停止所述送氧之前的1分钟内的通电时间中的所述直流电流的平均大小设为 I_p' [A], 将所述转炉内的钢液量设为 W_s [t], 并将炉腹部的炉内截面积设为 A_s [m²]时, 满足下述(1)式~(4)式中的至少一个:

$$[0020] \quad I_p \geq 0.125 \times W_s \quad (1) \text{ 式}$$

$$[0021] \quad I_p \geq 1.5 \times A_s \quad (2) \text{ 式}$$

$$[0022] \quad I_p' \geq 0.125 \times W_s \quad (3) \text{ 式}$$

$$[0023] \quad I_p' \geq 1.5 \times A_s \quad (4) \text{ 式。}$$

[0024] (2) 上述(1)记载的的熔融铁合金的精炼方法中, 在所述熔融铁合金的精炼中使用的炉渣组成的碱度可以为0.5以上、且氧化铁浓度可以为5%以上。

[0025] (3) 上述(1)或(2)记载的熔融铁合金的精炼方法中, 利用所述熔融铁合金的精炼进行处理之前的熔融生铁的硅浓度可以为0.25质量%以下。

[0026] (4) 上述(1)~(3)中任一项记载的熔融铁合金的精炼方法中, 在所述熔融铁合金的精炼中使用的炉渣的密度可以为1.0kg/m³以下。

[0027] (5) 上述(1)~(4)中任一项记载的熔融铁合金的精炼方法中, 可以在预先设定的吹炼时间结束前的1分钟内对炉渣通电10秒以上。

[0028] (6) 上述(1)~(5)中任一项记载的熔融铁合金的精炼方法中, 可以使用中空的顶吹喷枪作为所述第一电极, 基于炉内残留炉渣的重量、进料辅料的重量和反应产物的重量、以及炉渣密度、炉腹部的截面积来控制所述顶吹喷枪的高度。

[0029] (7) 上述(1)~(6)中任一项记载的熔融铁合金的精炼方法中, 所述转炉可以具有底吹风口。

[0030] 根据本发明, 在用转炉对熔融铁合金进行精炼时, 能够降低炉渣中的粒铁含量及其波动, 能够提高其后的炉渣改性和基体金属回收处理的效率。

附图说明

[0031] 图1是表示本发明的转炉设备一例的概略图。

[0032] 图2A是表示在铁液脱磷期的平均电流值与炉渣中粒铁的含量的关系的图。

[0033] 图2B是表示在脱碳期的平均电流值与炉渣中粒铁的含量的关系的图。

[0034] 图3是表示本发明的转炉设备另一例的概略图。

具体实施方式

[0035] 本发明人对于用转炉精炼熔融铁合金时降低炉渣中的粒铁含量及其波动的方法进行了研究,着眼于对炉渣浴和金属浴通电。

[0036] 并且,发现在通电时施加特定量的电荷的情况下,炉渣中所含的粒铁量及其波动减少。

[0037] 以下,参照附图对基于上述见解而完成的本发明进行说明。

[0038] 首先,参照图1对本发明的精炼方法中使用的转炉设备进行说明。再者,在本说明书中,只要没有特别说明,“%”表示“质量%”,“电流”表示“直流电流”。另外,“直流电流的平均值”表示流通直流电流的时间的直流电流平均值的大小。更严格地讲,“直流电流的平均值”是在流通直流电流的时间之中以一定的时间间隔将10个以上的时间点的电流值取平均值而得到的值。

[0039] 转炉精炼中,从高炉流出的铁液流入转炉内,加入以CaO为主成分的炉渣原料,进行以脱硅和/或脱磷为目的的吹炼和以最终脱磷和脱碳以及温度调整为目的的吹炼。

[0040] 本发明中使用的转炉设备1中,第一电极21在熔融铁合金浴(以下也称为“铁浴”)12的上方被设置在与炉渣11接触的频繁多的位置。另外,以与铁浴12接触的方式配置第二电极22。

[0041] 通过这样配置电极,将其与设在转炉外部的电源装置40连接,能够由炉渣11、铁浴12、第一电极21、第二电极22形成电路,精炼中,在电极间施加电压,能够向炉渣11和铁浴12供给电流。第一电极21可以并用顶吹送氧喷枪31。

[0042] 转炉的吹炼通常有1)进行脱硅、脱磷、脱碳的以往的吹炼方法;2)以脱硅和/或脱磷为目的的吹炼以及以最终脱磷、脱碳和温度调整为目的的吹炼被分离的吹炼方法;以及3)以单独工序进行脱硅,然后以脱磷为目的的吹炼以及以最终脱磷、脱碳和温度调整为目的的吹炼被分离的吹炼方法。

[0043] 在上述2)、3)的情况下,进行通电的时期优选为以脱硅和/或脱磷为目的的吹炼、以最终脱磷和脱碳以及温度调整为目的的吹炼中的一者、或者两者的吹炼。在上述1)~3)各自的吹炼中,特别是在吹炼末期施加电压时,可得到更大的效果。

[0044] 在图2A、2B中示出3)以单独工序进行脱硅,然后以脱磷为目的的吹炼以及以最终脱磷、脱碳和温度调整为目的的吹炼被分离的吹炼方法的结果。

[0045] 在图2A、2B中,在400吨的转炉中,将与炉渣11接触一侧的第一电极21配置在炉腹,并将与铁浴12接触一侧的第二电极22配置在炉底,脱磷吹炼时在即将停止吹炼前的24秒向电极间供给350A以下的电流、且脱碳吹炼时在即将停止吹炼前的24秒向电极间供给350A以下的电流,对于向电极间供给上述电流的情况(ON)、以及没有向电极间通电的情况(OFF),表示其间的平均电流值、粒铁量及其波动的关系。

[0046] 在各自的情况下,将吹炼后的炉渣取出5炉料,以缩分法取样,调查了粒铁的总量和波动量。

[0047] 图2A是平均电流值对转炉中的铁液脱磷处理后的炉渣中的金属铁浓度造成的影响,图2B同样地是对脱碳处理后的炉渣中的金属铁浓度的影响。两者都是电流值越高,铁成分量越减少,并且铁成分量的波动越减少。

[0048] 将图2A、2B所示炉渣中所含的粒铁的含量(质量%)的平均值、标本标准偏差和相

对误差示于表1、表2。在此，样本标准偏差是由各样品的值与平均值之差的平方之和求得的分散值的平方根。另外，相对误差是标准偏差除以平均值而得到的值。

[0049] 表1

[0050] 电流值	OFF	<50A	100±50A	200±50A	300±50A
铁成分量的平均值(%)	19.0	18.5	11.0	7.5	2.9
样本标准偏差	11.3	10.8	5.4	3.7	1.4
相对误差	59	58	49	50	48

[0051] 表2

[0052] 电流值	OFF	<50A	100±50A	200±50A	300±50A
铁成分量的平均值(%)	3.3	3.1	1.9	1.3	0.7
样本标准偏差	2.4	2.2	0.9	0.6	0.3
相对误差	73	72	48	48	46

[0053] 如表1、表2所示，可知与电流值为OFF(断开)的情况相比，电流值越高，铁成分量的平均值、样本标准偏差、相对误差全都降得越低。但是，可知电流值为50A以上的情况下，其降低效果特别显著。

[0054] 通常，改性处理后的炉渣被粉碎，通过磁力筛选回收金属铁成分。上述表1、表2所示结果表明，金属铁成分的含量本身由于向炉渣11中供给电流而降低，并且金属铁成分的波动变少，结果，磁力筛选稳定，具有进一步降低炉渣中的金属铁成分这样的巨大效果。

[0055] 对于在吹炼中途通过向炉渣11中供给电流来获得如上效果的理由尚不明确，但推测是由于通过向滞留在炉渣中的粒铁通电而引起粒铁的凝聚粗大化，该粒铁因自重而沉淀的缘故。

[0056] 本发明人基于该试验结果进一步认真研究了必要条件。结果得知，为了充分获得粒铁降低效果，控制向炉渣11中供给的电流的平均大小、即流通直通电流的通电时间中的直流电流的大小 I_p [A]，在将转炉内的钢液量设为 W_s [t]、并将炉腹部的炉内截面积设为 A_s [m²]时满足以下式中的至少一者是重要的，

$$[0057] \quad I_p \geq 0.125 \times W_s \text{ [A]} \quad (1) \text{ 式}$$

$$[0058] \quad I_p \geq 1.5 \times A_s \text{ [A]} \quad (2) \text{ 式。}$$

[0059] 通过电流的平均大小满足上述条件，具有炉渣中的粒铁量降低，且其波动稳定化的效果。例如，在400吨转炉的情况下， W_s 的值是400，所以 I_p 为 $0.125 \times 400 = 50$ A以上时，炉渣中的粒铁量的偏差以样本标准偏差计，在图2A所示脱磷期为9百分比程度以下(在此百分比为粒铁量的标准偏差，与作为表示含量的单位的“%”同义)，在脱碳期为1.6百分比程度以下。

[0060] 当在脱磷期粒铁量的波动变小到9百分比程度时，在后续工序中回收铁成分时能够稳定地回收。另外，在脱碳期，与脱磷期相比粒铁分布不同，但为1.6百分比程度以下时，在后续工序中回收铁成分时能够稳定地回收。

[0061] I_p 小于 $0.125 \times W_s$ 时，粒铁量的波动超过1.1%变大，炉渣的粒铁量波动变得不稳定。另外， I_p 小于 $1.5 \times A_s$ 时，粒铁量的波动同样会变大。

[0062] 如上所述，认为在炉渣中流动的必要电流与钢液的重量有关。这是因为钢液重量增加时，炉渣重量必然增加，所以如果不增大电流值，就无法在吹炼时间内减少炉渣中的粒

铁量,结果,必要通电量与钢液重量成比例。

[0063] 另外,认为在炉渣中流动的必要电流与转炉的炉腹部的炉内截面积有关。实际降低炉渣中电流密度的主导因素是在炉渣中流动的电流的密度(电流密度)。炉渣是导电性的,所以电流在炉渣整体流动。因此,在炉渣中流动的电流密度成为流动的电流值除以转炉的炉腹部的炉内截面积 A_s 所得的值,该值是必要的电流密度。即,必要的电流密度为 I_p/A_s 。如果将该必要的电流密度设为恒定值,则必要的电流值与炉腹部的炉内截面积成比例。

[0064] 如上所述,认为在炉渣中流动的必要电流与熔钢的重量及炉内的截面积成比例。因此,为了降低炉渣中的粒铁量,使其波动更加稳定化,优选选择从钢液重量导出的必要电流(上述式(1))和从炉内的截面积导出的必要电流(上述式(2))之中较小的电流。

[0065] 此外,在通电开始之前的炉渣组成优选是碱度为0.5以上、且氧化铁浓度为5%以上。炉渣中的 SiO_2 彼此结合力强,所以阻碍导电性。另一方面, CaO 具有切断 SiO_2 结合的作用,所示使导电性提高。另外,氧化铁使导电性提高。

[0066] 用实验调查了通电开始前的优选炉渣组成,结果得知通过炉渣的碱度设为0.5以上且氧化铁浓度设为5%以上,粒铁的波动更加降低。

[0067] 碱度可以根据装入物的比例计算而推定。另外,氧化铁的浓度可以根据送氧量和排气中所含的氧量、以及钢液中所含的氧量来计算。这些值作为实际值存储,所以能够在吹炼前推定这些值。

[0068] 将要处理的熔融铁合金的组成不限定于特定组成,但优选处理硅浓度(Si量)为0.25%以下的熔融生铁。Si量高时,炉渣中的 SiO_2 浓度增加。 SiO_2 是使导电性劣化的因素,所以电流难以在炉渣中流动,在阻碍粒铁量降低的方向上发挥作用。

[0069] 另外,如果Si量为0.25%以下,则吹炼所需的炉渣量降低。产生的粒铁量由炉内投入能量(主要是顶吹)和脱碳量确定,所以在炉渣量少的情况下,炉渣中的含粒铁浓度相对提高。如果在通电前提高炉渣中的含粒铁浓度,则通电时的降低效果增加,所以粒铁的沉淀量增加。因此,熔融生铁的硅浓度为0.25%以下时可得到显著效果。

[0070] 通电时的炉渣密度优选为 $1.0kg/m^3$ 以下,更优选为 $0.8kg/m^3$ 以下。因为炉渣的密度降低时,粒铁的沉淀速度增加,可进一步获得本发明的效果。再者,在本说明书中,炉渣密度是指在转炉内通电时的炉渣的单位体积的重量。

[0071] 在本发明的熔融铁合金的精炼方法中,优选在预先设定的吹炼时间结束前的1分钟内对炉渣通电10秒以上。即,希望将吹炼末期(送氧停止前1分钟内)电流不流动的时间设为50秒以内。此外,通电结束和吹炼停止的间隔越短越好。

[0072] 其理由如下。1)如果在吹炼结束前切断通电,则会再次引起粒铁的混入,炉渣中的粒铁恐怕会增加。2)吹炼结束前,炉渣的密度大多为 $1.0kg/m^3$ 以下,炉渣容易沉淀。3)在进料辅料充分溶解、并且反应产物充分生成的吹炼末期,炉渣中的粒铁容易增加,在该状态下开始通电时容易引起粒铁量的降低。

[0073] 因此,控制即将停止送氧前的1分钟内的通电时间中的直流电流的平均大小 I_p' [A],使其在将转炉内的钢液量设为 $W_s[t]$ 、并将炉腹部的炉内截面积设为 $A_s[m^2]$ 时满足下述(3)式和(4)式中的至少一者是重要的。

$$[0074] \quad I_p' \geq 0.125 \times W_s \quad (3) \text{式}$$

$$[0075] \quad I_p' \geq 1.5 \times A_s \quad (4) \text{式}$$

[0076] 即,通过控制电流以满足上述(1)式~(4)式中的至少一者,能够得到本发明的效果。

[0077] 此外,优选将设在所述转炉内的熔融铁合金浴上方的电极设为中空顶吹喷枪。

[0078] 该情况下,为了获得稳定的通电,优选基于炉内残留炉渣的重量、进料辅料的重量和反应产物的重量、以及炉渣密度、炉腹部的截面积来控制顶吹喷枪的高度。

[0079] 具体而言,优选将顶吹喷枪的高度H控制在炉渣高度的0.1倍至10倍之间。炉渣高度(H)可以由下式求得。

[0080] $H(m) = (\text{炉内残留炉渣、进料辅料和反应产物的合计重量(kg)}) / (\text{炉渣密度(kg/m}^3) \times \text{炉腹部的截面积(m}^2))$

[0081] 在此,炉内残留炉渣量可以由以往的运行数据求得,对于进料辅料和反应产物,可以使用称重值和成分值适当求得。炉渣密度没有限定在 1.0kg/m^3 以下,也可以根据组成使用 $2.0\sim 3.0\text{kg/m}^3$ 的值。

[0082] 认为炉渣包含生成气体而膨胀到10倍左右,因此即使喷枪位置为由上式求得的炉渣高度的10倍左右的高度也可能得到通电。另一方面,在不存在基体金属向喷枪附着和冷却的问题的情况下,将喷枪降低到炉渣高度的0.1倍左右时通电稳定。

[0083] 由于该膨胀程度会根据吹炼条件和吹炼的进行状况而变化,所以从0.1至10倍的范围之中的选择可以根据想要获得效果的时期,从理论上或经验上确定。这样设定喷枪高度时,能够进行调整仅在炉渣密度达到 1.0kg/m^3 程度以下时在炉渣中流动电流,所以能够促进粒铁量的降低。另外,在操作上喷枪没有与钢液接触,所以能够稳定操作。

[0084] 所述转炉优选为具有底吹风口的转炉。通过进行底吹,炉渣的搅拌变强,所以促进炉渣内的粒铁量降低。另外,炉渣与钢液的接触机会增加,所以促进粒铁从炉渣向钢液的移动。底吹气体的流量在惰性气体的情况下优选为 $0.01\sim 0.2\text{Nm}^3/\text{分钟/吨}$ 的范围,在吹入氧的情况下优选为 $0.1\sim 0.4\text{Nm}^3/\text{分钟/吨}$ 的范围。

[0085] 作为精炼方法,依次实行以下工序:在同一转炉中进行以脱硅和/或脱磷为目的的吹炼的第一工序;将部分炉渣排出的第二工序;进行以最终脱磷、脱碳和温度调整为目的的吹炼的第三工序;将已调整到目标成分和温度的钢排出的第四工序;以及将残留在炉内的炉渣中的一部分排出的第五工序。

[0086] 此时,在第一工序和第三工序的送氧时间中的一者或两者进行至少10秒以上的通电,在将流通直流电流的通电时间中的直流电流的平均大小设为 $I_p[A]$,将停止送氧之前的1分钟内的通电时间中的所述直流电流的平均大小设为 $I_p'[A]$,将转炉内的钢液量设为 $W_s[t]$,并将炉腹部的炉内截面积设为 $A_s[m^2]$ 时,进行控制以满足下述(1)式~(4)式中的至少一个是有效的。

[0087] $I_p \geq 0.125 \times W_s$ (1)式

[0088] $I_p \geq 1.5 \times A_s$ (2)式

[0089] $I_p' \geq 0.125 \times W_s$ (3)式

[0090] $I_p' \geq 1.5 \times A_s$ (4)式

[0091] 这是因为第一工序和第三工序的送氧时间是炉渣中的粒铁密度增加的状态,推进粒铁量的降低。由此,粒铁容易向熔融铁合金层沉淀,因此容易降低炉渣中的金属铁含量。特别是所述第一工序中粒铁量大,所以能够有效地降低粒铁的波动。

[0092] 例如,作为转炉设备1的第一电极21,可以将MgO-C质砖等的含碳砖制成的电极配置在转炉的炉腹。作为第一电极21,如图3所示,可以使用顶吹送氧喷枪31。第二电极22可以使用含碳砖等。第二电极22适合设在转炉设备1的炉底或炉腹。

[0093] 当在炉腹配置第一电极21的情况下,优选以根据转炉的容积假定的铁浴12的静止液面为基准设在200mm~4000mm上方,更优选设在200mm~400mm上方。

[0094] 当使用顶吹送氧喷枪31作为第一电极21的情况下,顶端可以上下移动,可以通过在电极间流动的电流使其位置上下移动,控制流动的电流的大小。

[0095] 电源装置40优选具备当第一电极21与第二电极22之间的电阻值为吹炼开始后预设的时间、预设的电流值以上时切断电流供给的机构。电流值通过将来自电流检测单元41的信号输入到控制单元42而求得。并且,求得的电流值在从吹炼开始后起的预设时间内达到预设的电流值以上时,停止电源装置40的输出,切断电流供给。

[0096] 吹炼刚开始后,没有反应产物,进料辅料没有溶解,所以不形成炉渣,因此电流在炉渣11内稳定流动的状况尚未实现。但是,由于炉内附着物、铁浴的干扰或设备上的不良情况而使本来应该绝缘的部分发生漏电等,由此有时电流不经由炉渣而流动。那样的情况下,根据电流值,设备可能会因发热而损坏。通过具备切断电流供给的机构,在这种情况下能够切断电流,避免事故。

[0097] 为了分辨出是在炉渣中流动的电流还是并非那样的电流,需要考虑电流流动的时期和该时间点的电阻值。如上所述,在吹炼开始后的10秒~30秒以内、且电极间电阻为 1Ω ~ 0.1Ω 的范围内,不经由炉渣通电的可能性高,在观察到与该条件相当的电流时,希望设置切断电路的机制。

[0098] 另外,即使由于某些故障,杂散电流在转炉外流动的情况等,也能够切断电流供给,所以能够使设备安全运行。

[0099] 如果电源装置40具有进行控制以免流通一定大小以上的电流的功能则更优选。

[0100] 此外,优选脱磷处理的精炼终点的碳浓度为2.5质量%以上。这是由于在这样的区域精炼时大多在比较低的碱度下进行,并且在低温下结束,因此通电前的炉渣粘性高,炉渣中所含的粒铁量大,因此通电时粒铁量容易降低。

[0101] 优选通过在炉底设置多孔砖制成的底吹风口50,在精炼过程中从炉底向铁浴12中吹入气体来搅拌铁浴12。底吹风口50可以设置1个,但优选设置多个。

[0102] 图1示出在2处设置底吹风口50的例子。从风口流动的气体没有特别限定,可以选择氧气、二氧化碳、氮气、氩气、LPG等中任一种单独气体和2种以上的混合气体,并且配管本身也可以使用单管、多重管、集合管等。此外,也可以将电极22与该风口并用。不过,该情况下,需要对风口和配管的导电路径适当进行绝缘,以消除大电流在炉体铁皮和耳轴等流动的可能性。

[0103] 实施例

[0104] 以下,举出更具体的例子来说明使用了本发明的转炉设备的精炼方法。

[0105] 在具有底吹功能的顶吹转炉设备中,吹炼合计300吨的铁液和冷铁源。转炉的炉腹部的炉内径为6m。即, $0.125 \times W_s$ 的值为37.5, $1.5 \times A_s$ 的值为42.4。

[0106] 在炉腹和炉底设置MgO-C电极,以能够在炉体垂直位置下连接的方式,在炉体侧和操作台侧设有导体连接机构,并且,在操作台设置了能够进行控制以免流通500A以上的电

流的电源。

[0107] 炉腹的电极在距插入300吨主原料时的静止液面为250mm的上方。吹炼开始后,在根据炉内的声学状态能够推定生成了熔融状态的炉渣的时机开始通电,电流开始上升。然后,进行通电直到吹炼结束。

[0108] 作为实验例1~15,基于上述实验条件,变更通电时机,进行了吹炼。吹炼过程中一次也不中断,在钢被控制预定成分和温度下出钢,排渣。另外,在各个实验例中,送氧时间整体为20分钟。

[0109] 炉渣放到炉渣托盘上,流放到堆场上并冷却后,随机从10处制取拳头大小的块,分别进行分析,求出金属铁含量的平均值。吹炼进行5炉料,求出此时炉渣内的粒铁量的平均值,求出5炉料的标准偏差。

[0110] 将实验例1~15的结果示于表3。

[0111] 表3

	I_p	I_p'	$0.125 \times W_s$	$1.5 \times A_s$	(1)式	(2)式	(3)式	(4)式	5炉料的粒铁量的标准偏差	备注
[0112] 实施例1	50A	50A	37.5	42.4	满足	满足	满足	满足	2.8	发明例
实施例2	38A	38A			满足	不满足	满足	不满足	6.5	发明例
实施例3	20A	50A			不满足	不满足	满足	满足	3.4	发明例
实施例4	50A	20A			满足	满足	不满足	不满足	3.7	发明例
实施例5	20A	20A			不满足	不满足	不满足	不满足	11.1	比较例

[0113] 发明例的实验例1~4中,以适当条件进行了精炼,因此能够减小粒铁量的标准偏差。

[0114] 比较例的实验例5中,电流 I_p 和电流 I_p' 都低,因此式(1)~(4)的任一个都不满足,无法减小粒铁量的标准偏差。

[0115] 产业上的可利用性

[0116] 根据本发明,能够使炉渣中所含的粒铁粗大化并溶解在金属浴中,能够稳定地得到金属铁成分含量比以往减少了的炉渣,所以能够提高炉渣改性处理的效率。其结果,能够得到不仅可用于道路的路基改良材料、底基层材料,还可用于基层材料、混凝土用骨料、石材原料等的炉渣,所以产业上的可利用性大。

[0117] 附图标记说明

[0118] 1 转炉设备

[0119] 11 炉渣

[0120] 12 铁浴

[0121] 21 第一电极

[0122] 22 第二电极

[0123] 31 顶吹送氧喷枪

[0124]	40	电源装置
[0125]	41	电流检测单元
[0126]	42	控制装置
[0127]	50	底吹风口

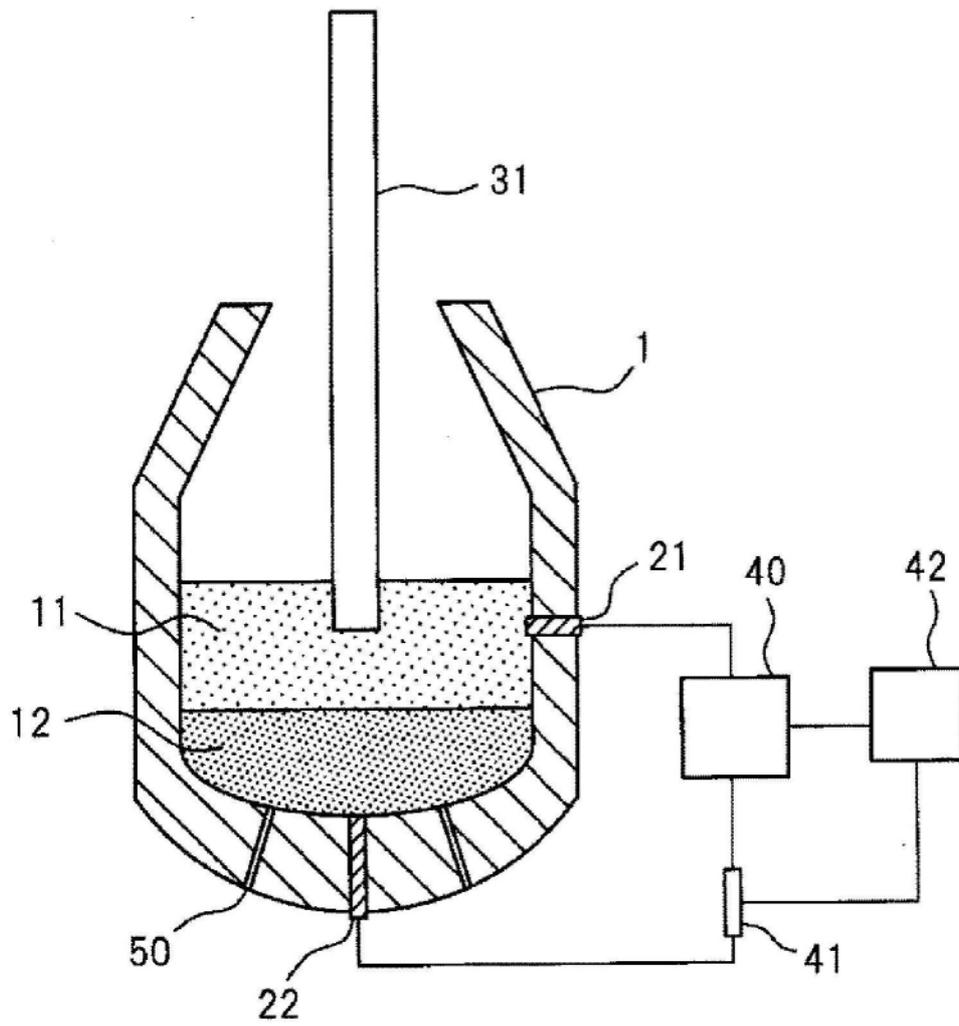


图1

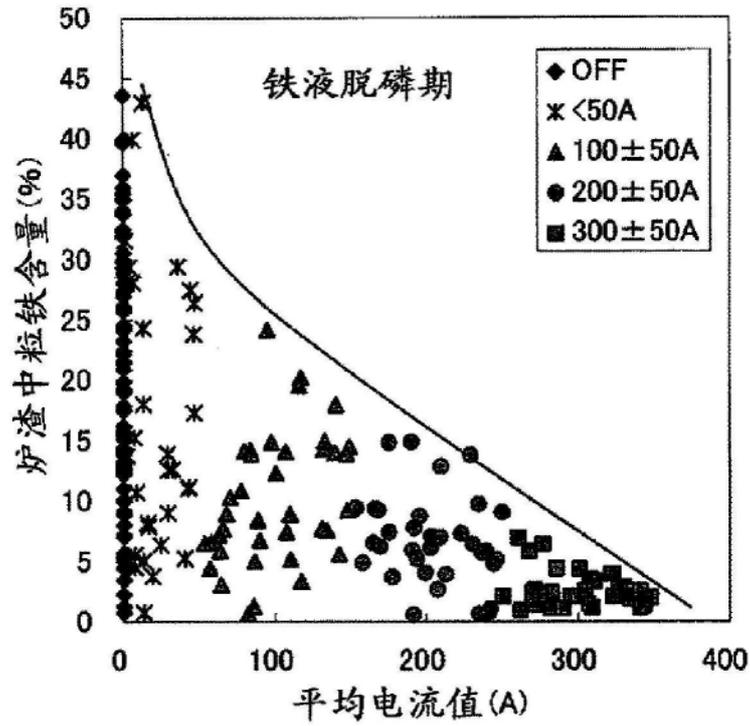


图2A

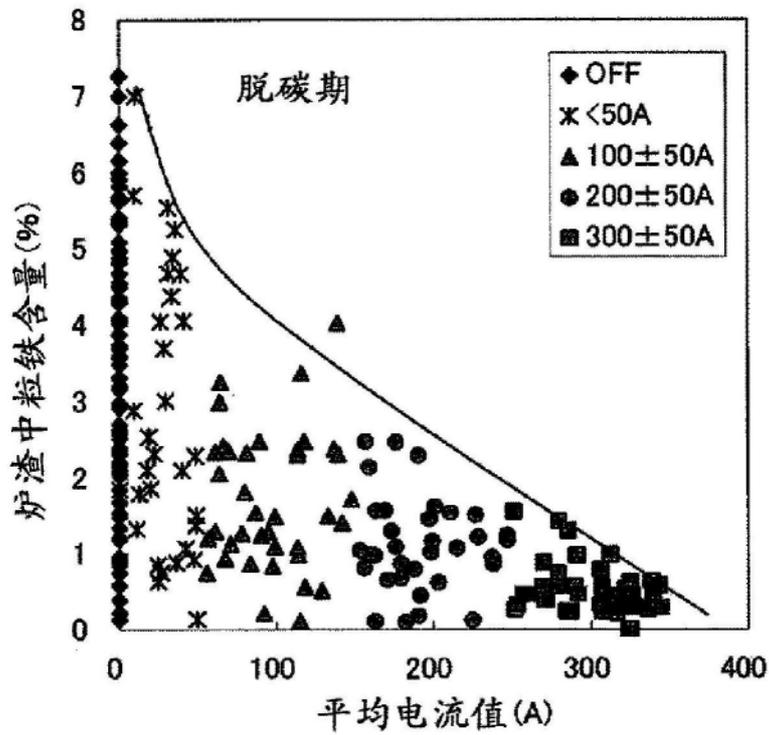


图2B

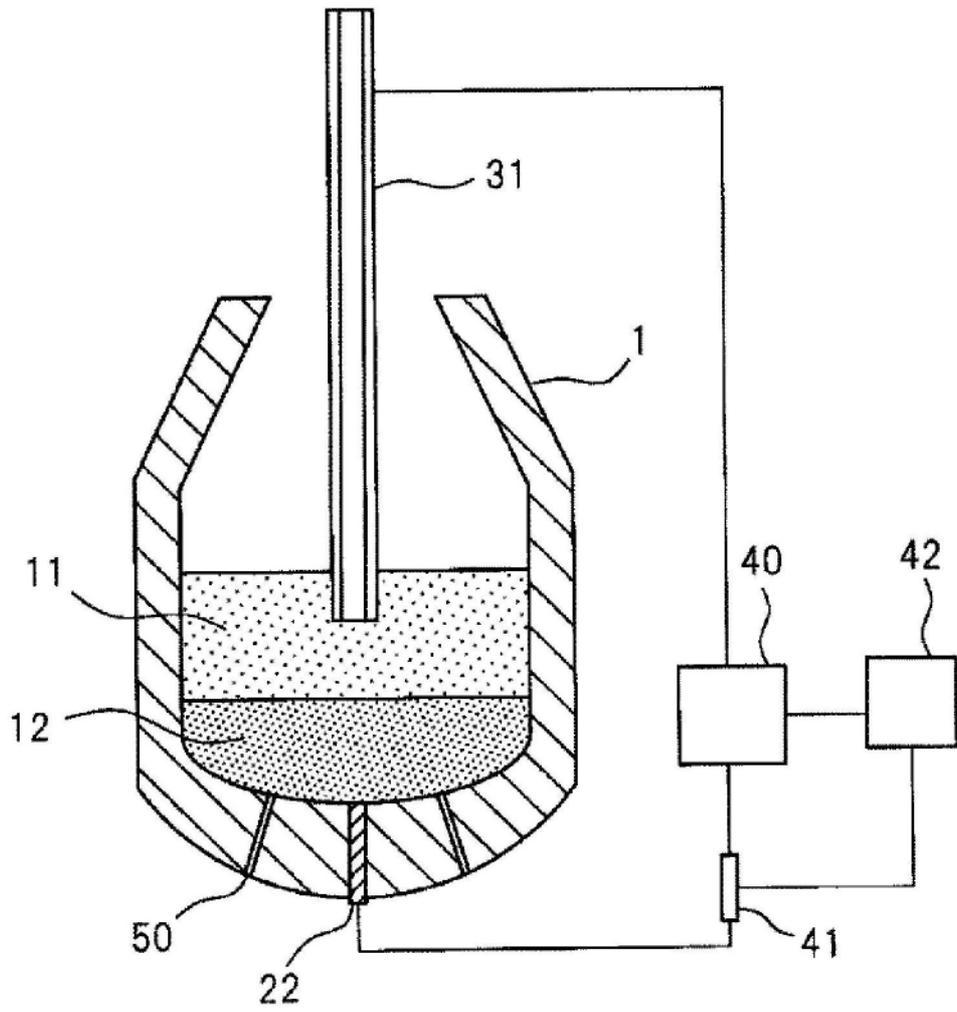


图3