



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104039987 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201380003819. 7

(22) 申请日 2013. 06. 27

(30) 优先权数据

2012-144473 2012. 06. 27 JP

2012-144557 2012. 06. 27 JP

2012-235692 2012. 10. 25 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 05. 09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/067665 2013. 06. 27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/003123 JA 2014. 01. 03

(73) 专利权人 新日铁住金株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 原田俊哉 新井贵士 平田浩

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 刘航 段承恩

(51) Int. Cl.

C21C 5/28(2006. 01)

C21C 5/52(2006. 01)

F27D 15/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1791685 A, 2006. 06. 21, 权利要求 1、3, 说明书第 7 页第 5 段.

JP 特开 2002-69520 A, 2002. 03. 08, 说明书第 [0010]-[0020] 段、图 1.

JP 特开 2002-69526 A, 2002. 03. 08, 说明书第 [0006]-[0097] 段、图 1-4.

审查员 李文静

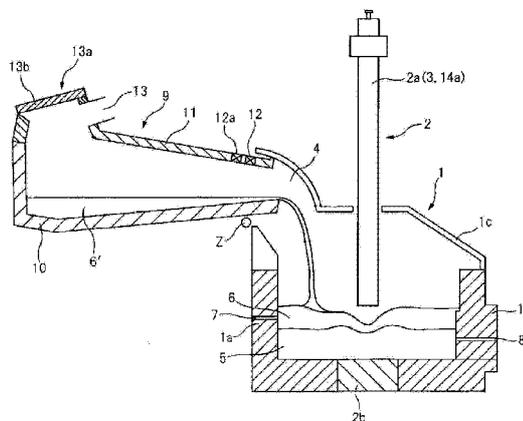
权利要求书1页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称

炼钢炉渣还原处理方法

(57) 摘要

一种炼钢炉渣还原处理方法, 具备 : 热态炼钢炉渣流入工序, 该工序使热态炼钢炉渣从炉渣供给容器一边通过所述炉渣供给容器调整流入量一边向收容于电炉内的铁液上的熔融渣层连续或间歇地流入 ; 还原材料供给工序, 该工序向所述熔融渣层供给还原材料 ; 通电加热工序, 该工序将所述铁液和所述熔融渣层通电加热 ; 和还原处理工序, 该工序一边将所述熔融渣层的熔融渣、或所述铁液间歇地排出, 一边在非氧化性气氛中继续所述热态炼钢炉渣的还原处理。



1. 一种炼钢炉渣还原处理方法,其特征在于,具备:

热态炼钢炉渣流入工序,该工序使热态炼钢炉渣从炉渣供给容器一边通过所述炉渣供给容器调整流入量一边向收容于电炉内的铁液上的作为缓冲带预先形成的熔融渣层连续或间歇地流入;

还原材料供给工序,该工序向所述熔融渣层供给还原材料;

通电加热工序,该工序将所述铁液和所述熔融渣层通电加热;和

还原处理工序,该工序一边将所述熔融渣层的熔融渣、或所述铁液间歇地排出,一边在非氧化性气氛中继续所述热态炼钢炉渣的还原处理。

2. 根据权利要求 1 所述的炼钢炉渣还原处理方法,其特征在于,在所述热态炼钢炉渣流入工序中,基于向所述电炉供给的电能调整所述热态炼钢炉渣向所述熔融渣层的流入量。

3. 根据权利要求 1 所述的炼钢炉渣还原处理方法,其特征在于,在所述还原处理工序中,将从所述电炉排出的排气经由所述炉渣供给容器排出。

4. 根据权利要求 1 所述的炼钢炉渣还原处理方法,其特征在于,还具备炉渣改性材料供给工序,该工序向所述熔融渣层连续或间歇地供给炉渣改性材料。

5. 根据权利要求 1 所述的炼钢炉渣还原处理方法,其特征在于,还具备悬浮工序,该工序向所述熔融渣层中添加与所述熔融渣的还原反应所需要的化学计量量的 1.1 倍以上且 1.6 倍以下的碳材料并使其悬浮。

6. 根据权利要求 1 所述的炼钢炉渣还原处理方法,其特征在于,所述铁液中的 C 浓度为 3 质量%以下。

炼钢炉渣还原处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及炼钢炉渣还原处理方法,该方法将在炼钢工序中产生的炉渣(炼钢炉渣)进行还原、回收有价值成分,并且对炼钢炉渣的性状进行改性以使其适合于各种用途。本申请基于2012年6月27日在日本提出的专利申请2012-144473号、2012年6月27日在日本提出的专利申请2012-144557号、和2012年10月25日在日本提出的专利申请2012-235692号要求优先权,将其内容援引于本申请中。

背景技术

[0002] 在炼钢工序中,产生大量的炼钢炉渣。炼钢炉渣包含Fe、Mn等金属成分、和P等,由于包含大量CaO所引起的膨胀和崩坏性,向路基材料、骨料等的利用被限制。但是,近年来,资源的再循环在积极地推进,到目前为止公开了许多从炼钢炉渣回收有价值物质的方法。

[0003] 专利文献1中公开了一种钢铁炉渣的处理方法,该方法对收纳于熔炉的钢铁熔液,添加在钢铁熔炼时产生的钢铁炉渣,而且施加热和还原材料,一边对钢铁炉渣进行改性,一边使Fe、Mn和P向熔液转移来取得改性炉渣,然后使熔液中的Mn和P向炉渣中转移。但是,该处理方法直到得到所需的成分组成的炉渣为止,需要连续进行数次的批量处理,因此工作效率差。

[0004] 专利文献2中公开了一种方法,该方法向碳含有率低于1.5重量%的钢铁浴供给氧化铁含有率超过5重量%的钢铁炉渣,然后导入碳或碳载体,将钢铁浴碳化,得到碳含有率超过2.0重量%的钢铁浴后,进行还原处理。

[0005] 但是,专利文献2的方法通过在装入熔融渣时将铁液中的C浓度(碳浓度)设为低于1.5重量%,抑制大量的气体产生,在实施熔融还原时使C浓度上升至超过2.0重量%来进行所期望的还原。因此,由于反复进行脱碳升温 and 加碳还原,因此成为批量处理,工作效率差。

[0006] 再者,在实施还原处理时,由于使C浓度上升至超过2.0重量%,因此可认为专利文献2的方法主要通过炉渣-金属间的反应来促进还原反应。

[0007] 另外,在专利文献2的方法中,除了将碳材料作为还原材料使用以外,也将其作为热源使用,因此排气量增加。其结果,可设想到热效率降低、粉尘发生量增加。

[0008] 非专利文献1中公开了将炼钢炉渣粉、碳材料粉和炉渣改性材料粉从中空电极装入电炉内,进行了还原试验的结果。但是,非专利文献1的还原试验是将固化并粉碎了的冷态的炼钢炉渣作为处理对象物,因此能源单耗大。

[0009] 另外,专利文献3中公开了在开放型直流电炉中,将在有色金属精炼中产生的熔融渣用碳质还原材料进行还原,分离为金属相和炉渣相,从而回收有价值金属的技术。但是,专利文献3的方法同样是将冷态炉渣作为处理对象物,因此能源单耗大。

[0010] 这样,从炉渣回收有价值成分的方法都存在工作效率差、或能源消耗率大的难点。

[0011] 在先技术文献

[0012] 专利文献1:日本国特开昭52-033897号公报

[0013] 专利文献 2 :日本国特表 2003-520899 号公报

[0014] 专利文献 3 :澳大利亚专利 AU-B-20553/95 号说明书

[0015] 非专利文献 1 :Scandinavian Journal of Metallurgy2003 ;32 :p. 7-14

发明内容

[0016] 如上所述,将热态炼钢炉渣通过批量处理进行再循环的现有方法,存在工作效率差的难点,另外,将冷态炼钢炉渣熔融并作为资源进行再循环的现有方法,存在能源单耗高的难点。

[0017] 因此,本发明的目的是作为工作效率良好、并且能源单耗低的方法,进行炼钢炉渣的还原处理,(i) 将炼钢炉渣改性为能够用于水泥原料、土方工程材料、陶瓷制品等各种用途的材料。

[0018] 另外,本发明的目的是,同时地(ii) 将 Fe、Mn 和 P 等有价值元素还原回收至铁液中,然后,(ii-1)Fe 和 Mn 向炼铁工艺中再循环,(ii-2)P 对铁液实施氧化处理而作为氧化物回收,作为磷酸肥料、磷酸原料利用。

[0019] 本发明的主旨如下。

[0020] (1) 本发明的第一方式为一种炼钢炉渣还原处理方法,该方法具备:热态炼钢炉渣流入工序,该工序使热态炼钢炉渣从炉渣供给容器一边通过上述炉渣供给容器调整流入量一边向收容于电炉内的铁液上的熔融渣层连续或间歇地流入;还原材料供给工序,该工序向上述熔融渣层供给还原材料;通电加热工序,该工序将上述铁液和上述熔融渣层通电加热;和还原处理工序,该工序一边将上述熔融渣层的熔融渣、或上述铁液间歇地排出,一边在非氧化性气氛中继续上述热态炼钢炉渣的还原处理。

[0021] (2) 根据上述(1)所述的炼钢炉渣还原处理方法,在上述热态炼钢炉渣流入工序中,可以基于向上述电炉供给的电能调整上述热态炼钢炉渣向上述熔融渣层的流入量。

[0022] (3) 根据上述(1)或(2)所述的炼钢炉渣还原处理方法,在上述还原处理工序中,可以将上述电炉排出的排气经由上述炉渣供给容器排出。

[0023] (4) 上述(1)~(3)的任一项所述的炼钢炉渣还原处理方法,还可以具备炉渣改性材料供给工序,该工序向上述熔融渣层连续或间歇地供给炉渣改性材料。

[0024] (5) 上述(1)~(4)的任一项所述的炼钢炉渣还原处理方法,还可以具备悬浮工序,该工序向上述熔融渣层中添加与上述熔融渣的还原反应所需要的化学计量量的 1.1 倍以上且 1.6 倍以下的碳材料并使其悬浮。

[0025] (6) 上述(1)~(5)的任一项所述的炼钢炉渣还原处理方法,上述铁液中的 C 浓度可以为 3 质量%以下。

[0026] 根据上述方式,能够将炼钢炉渣以低成本改性为能够用于水泥原料、土方工程材料、陶瓷制品等各种用途的材料,并且能够将 Fe、Mn 和 P 等有价值元素还原回收至铁液中。并且,Fe 和 Mn 能够向炼钢工艺中再循环,P 能够作为磷酸肥料、磷酸原料利用。

附图说明

[0027] 图 1 是表示用于实施本发明的一实施方式涉及的炼钢炉渣还原处理方法的电炉和炉渣供给容器的一例的模式图。

[0028] 图 2 是表示用于实施本发明的一实施方式涉及的炼钢炉渣还原处理方法的电炉和炉渣供给容器的另一例的模式图。

[0029] 图 3 是表示用于实施本发明的一实施方式涉及的炼钢炉渣还原处理方法的电炉和炉渣供给容器的另一例的模式图。

[0030] 图 4 是表示使用了中空电极的情况下的熔融渣层内的反应方式的图。

[0031] 图 5 是表示铁液的 C 浓度与熔融渣的合计 Fe (Total Fe) 的关系的图。

[0032] 图 6 是比较地示出电炉有开口部的情况和没有开口部的情况下的熔融渣的合计 Fe (Total Fe) 的随时间的推移的图。

具体实施方式

[0033] 如果考虑作为本发明目的的工作效率良好、并且能源单耗低的方法,使用热态炼钢炉渣(以下有时简称为炼钢炉渣),从降低能源单耗的观点来看是有效的。但是,使热态炼钢炉渣向收容于电炉内的铁液上流入时,热态炼钢炉渣与铁液急剧反应引起暴沸的现象(炉渣起泡),如果该现象变得激烈则有时炉渣从电炉溢出(overflow)。

[0034] 如上所述,在专利文献 2 的方法中,寻求暴沸现象的解决对策为“通过降低铁液的 C 浓度来缓和反应速度”,但采用该方法时工作效率差。

[0035] 即,即使在本发明中,作为应解决的课题,也具有同样的课题,在通过炉渣-金属间的反应来促进还原反应的还原炉(转炉等)中,铁液中的 C 将炉渣中的 FeO 还原。因此,为了使还原力提高,需要反复进行脱碳和加碳,其结果,工作效率变差。

[0036] 因此,本发明人进行了认真研讨后,通过实验新发现了在电炉中,还原反应与炉渣-金属间的反应相比,炉渣中的 FeO 与 C 的反应是支配性的。因此,判明了虽然存在一些还原力的降低,但即使是 1.5 质量%左右的低的 C 浓度,也能够不加碳地进行炉渣的还原处理,能够使工作效率良好。

[0037] 因此,通过使用电炉,能够抑制在热态炼钢炉渣的流入时突发性地引起的炉渣起泡,可成为防止炉渣溢出的对策之一。

[0038] 但是,也可能存在铁液中的 C 浓度高的情况,因此研究了即使铁液中的 C 浓度高,工作效率也良好、并且能源单耗也低的方法。

[0039] 其结果,作为使热态下具有流动性的热态炼钢炉渣直接向电炉内一边防止溢出一边供给的具体方法,实验发现了在抑制熔融渣的暴沸现象、避免溢出的方面优选以下两点:

[0040] (a) 将热态下具有流动性的热态炼钢炉渣暂时收容于可调整向电炉的流入量的装置中后,调整向电炉的流入量而使其流入,使得热态炼钢炉渣在电炉内不溢出;以及

[0041] (b) 预先在铁液上形成熔融渣层、优选形成惰性的熔融渣层(还原渣层),来作为缓冲带,向其上流入热态炼钢炉渣。

[0042] 另外,发现了以下两点也上述的(a)、(b)的方法并用是更合适的:

[0043] (c) 预先向热态炼钢炉渣供给碳材料使其过量地悬浮;以及

[0044] (d) 将铁液的 C 浓度减低至 3 质量%以下(但是,是不需要强还原的情况)。

[0045] 本发明立足于下述技术思想:如果对炼钢炉渣在为热态且具有流动性的期间进行还原处理,则能够将能源单耗抑制为较低。

[0046] 具体而言,本发明人想到了使在炼钢工序中产生的炼钢炉渣在为热态且具有流动性的期间流入电炉进行还原,回收有价值成分,并且将炉渣改性,能够将炼钢炉渣以低能源单耗进行资源化。

[0047] 以下,对本发明的一实施方式涉及的炼钢炉渣处理方法,参照附图进行详细说明。

[0048] 作为本实施方式涉及的炼钢炉渣处理方法处理的对象的炼钢炉渣,只要是在炼钢工序中产生的炉渣即可,不限于于特定的成分组成的炉渣。

[0049] 本实施方式涉及的炼钢炉渣处理方法,使热态下具有流动性的热态炼钢炉渣从后述的炉渣供给容器向收容于电炉内的铁液上的熔融渣层,即对炼钢炉渣实施还原处理而生成了的铁液上的熔融渣的层(以下有时简称为「熔融渣层」。)连续或间歇地流入,继续地进行还原处理。

[0050] 预先使电炉内存在例如 100 ~ 150 吨的铁液。铁液的 C 浓度影响将熔融渣中的氧化铁还原的还原能力,因此优选根据作为目标的熔融渣的还原水平进行设定。

[0051] 铁液的 C 浓度通常为 1.5 ~ 4.5 质量%。实验发现了铁液的 C 浓度(质量%)与还原处理后的熔融渣的合计 Fe(Total Fe)(质量%)相关。具体而言,通过在试验炉中,使铁液中的 C 浓度(质量%)的浓度变更了的条件下,测定还原处理后的熔融渣中的合计 Fe(Total Fe)(质量%)的关系而发现的。

[0052] 图 5 表示其结果。可知如果铁液的 C 浓度超过 3 质量%,则熔融渣中的氧化铁的还原被促进,熔融渣的合计 Fe(Total Fe)减少至 2 质量%以下。再者,该试验中,还原处理前的炼钢炉渣的合计 Fe(Total Fe)为 18.6 质量%。

[0053] 铁液的成分组成没有特别限定,将一例示于表 1 中。但是, Mn 和 P 的含量([Mn]、[P])有随着熔融渣的还原的进行而增加的倾向。

[0054] 表 1(质量%)

[0055]

	[C]	[Si]	[Mn]	[P]	[S]	温度
铁液组成	3.0	0.01	0.32	0.12	0.024	1450℃

[0056] 图 1 将用于实施本实施方式涉及的炼钢炉渣还原处理方法的电炉 1 和炉渣供给容器 9 作为一例示出。

[0057] 电炉 1 的左上部,设置有使在热态(例如 300℃以上)下具有流动性的热态炼钢炉渣 6' 通过炉渣供给部 4 流入电炉 1 内的炉渣供给容器 9。该炉渣供给容器 9,通过设为例如能够以倾动轴 z 为中心倾动成任意的角度的结构,能够调整热态炼钢炉渣 6' 向电炉 1 的流入量。

[0058] 该电炉 1 为炉壁上没有开口的、密闭型的固定式的直流电炉。另外,炉渣供给容器 9 设置有排气部 13,从该排气部 13,在电炉 1 内产生的排气通过炉渣供给部 4 被排出。

[0059] 在该排气部 13 连接到外部的集尘器(没有图示)的情况下,能够使炉渣供给容器 9 的气氛总是为负压状态,因此优选。该情况下,即使外部气体从炉渣供给容器 9 与电炉 1 的连接部的间隙等侵入,侵入了的外部气体也向炉渣供给容器 9 的内部流动。

[0060] 通过将电炉 1 设为密闭型,将炉渣供给容器 9 作为排气路径,从而电炉 1 内的气氛,被保持为以通过还原反应产生的 CO 气体、和从所供给的还原材料(碳材料)产生的 H₂

为主成分的非氧化性气氛（还原气氛）。因此，能够防止收容于电炉 1 内的铁液 5 上的熔融渣 6 的表面的氧化反应。

[0061] 在此，图 6 比较地示出电炉 1 的炉壁上有开口的情况与没有开口的情况下的熔融渣 6 的合计 Fe(Total Fe) (%)。通过将还原材料（碳材料）吹入电炉 1 内，对熔融渣 6 进行还原处理，熔融渣 6 的合计 Fe(Total Fe) 减少，但如果电炉 1 的炉壁上有开口，则电炉 1 内变为大气气氛，在熔融渣 6 的表面引起再氧化。如果还原材料的吹入结束，则通过再氧化的影响，熔融渣 6 的合计 Fe(Total Fe) 开始增加。

[0062] 另一方面，如果电炉 1 的炉壁没有开口，则电炉 1 内被保持为还原气氛，因此在熔融渣 6 的表面不引起再氧化，熔融渣 6 和铁液 5 中的 C 所引起的 FeO 的还原反应进行，熔融渣 6 的合计 Fe(Total Fe) 减少了。

[0063] 在电炉 1 的底部侧收容有铁液 5，在铁液 5 之上形成有从炉渣供给容器 9 流入了的热态炼钢炉渣 6' 被还原处理而得到的熔融渣 6 的层（熔融渣层）。关于炉渣供给容器 9、和热态炼钢炉渣 6' 向电炉 1 的流入，在后面描述。

[0064] 电炉 1，如上所述，是密闭型的固定式的直流电炉，具备上部电极 2a 和炉底电极 2b 在铅垂方向上构成对的电极 2。通过该电极 2，能够将铁液 5 和熔融渣 6 的层通电加热。在电炉 1 的炉侧壁 1a 具备将熔融渣 6 间歇地排出的出渣孔 7，在炉侧壁 1b 具备将铁液 5 间歇地排出的出铁孔 8。

[0065] 为了防止炉侧壁 1a 和炉侧壁 1b 的熔损，优选出渣孔 7 和出铁孔 8 不设置于同一炉侧壁附近，只要间隔能够防止炉侧壁 1a 和炉侧壁 1b 的熔损的距离即可。再者，炉侧壁 1a、炉侧壁 1b、和炉顶 1c，通过夹套或喷水冷却（没有图示）而被冷却。

[0066] 电炉 1 也可以具备向铁液 5 供给小块铁屑、DRI(Direct Reduced Iron) 等铁原料的原料供给装置（没有图示）。在电炉 1 内将小块铁屑、还原铁、粉尘(powder dust) 等进行熔化、还原，能够制造铁液 5。

[0067] 电炉 1 上可以设置有供给还原所需的还原材料、和对熔融渣 5 的特性进行改性的改性粉体等的辅助原料的辅助原料供给管 14a。图 2 表示在炉顶 1c 设置了辅助原料供给管 14a 的方式。如果从辅助原料供给管 14a 向电炉 1 内供给辅助原料（还原材料、改性粉体等），则在电炉 1 内产生的气体量少，因此辅助原料通过重力落到熔融渣 6 的表面，与熔融渣 6 混合。

[0068] 另外，可以使电极 2 的上部电极 2a 为中空电极，将中空部作为辅助原料供给管 14a 使用。如果使用中空电极，则可以将辅助原料（还原材料、改性粉体等）直接吹入到电弧点。

[0069] 可以在电炉 1 上设置辅助原料吹入枪 14b，将容易飞散的粉体（辅助原料）向电炉 1 内供给。图 3 表示在电炉 1 的炉顶 1c 贯通炉顶 1c 地设置了辅助原料吹入枪 14b 的方式。

[0070] 炉渣供给容器 9 具备用于接收从渣锅（没有图示）供给的热态炼钢炉渣 6' 的开口部 13a，开口部 13a 在没有从渣锅（没有图示）供给热态炼钢炉渣 6' 时，可以用盖 13b 闭塞。炉渣供给容器 9 可以具备添加对热态炼钢炉渣 6' 进行改性的改性材料的添加装置（没有图示）。

[0071] 炉渣供给容器 9 能够以倾动轴 z 为中心倾动成任意的角度。因此，对以下的任一情况都能应对，可根据从渣锅供给的热态炼钢炉渣 6' 的量，适当灵活运用合适的流入方法。

[0072] (i) 将从渣锅经由开口部 13a 流入的热态炼钢炉渣 6' 暂时储存、保持,然后在电炉 1 中,一边调整流入量,一边使其从炉渣供给部 4 向铁液 5 上的熔融渣 6 的层流入的情况;

[0073] (ii) 将从渣锅经由开口部 13a 流入的热态炼钢炉渣 6' 不进行暂时储存、保持,原样地使其流入铁液 5 上的熔融渣 6 的层的情况。

[0074] 优选炉渣供给容器 9 的下壁 10 由耐火材料构成,上壁 11 由水冷耐火材料内衬壁构成。另外,炉渣供给容器 9 经由炉渣供给部 4 与电炉 1 连结。

[0075] 炉渣供给容器 9 上可以设置有向包含 CO 和 H₂ 的排气吹入氧或含氧气体的喷嘴 12。通过在炉渣供给容器 9 内使排气燃烧,防止热态炼钢炉渣 6' 的凝固附着,并且将热态炼钢炉渣 6' 的温度维持在能确保充分的流动性的温度。该温度,例如如果是一般的炼钢炉渣则可例示 1300℃ 以上。但是,只要能确保流动性,则作为下限温度并不限定于该温度,例如可以是 800℃ 以上,进而也可以是 300℃ 以上。

[0076] 即使利用排气的显热和燃烧热,有时炉渣供给容器 9 内的温度也没有上升到热态炼钢炉渣 6' 不附着于炉渣供给容器 9 的温度,因此可以在炉渣供给容器 9 上设置燃烧器 12a。

[0077] 在炉渣供给容器 9 上配备有倾动装置(没有图示)。利用倾动装置,将炉渣供给容器 9 以倾动轴 z 为中心倾动,使热态炼钢炉渣 6' 的表层的炼钢炉渣从炉渣供给部 4 流入电炉 1 内。关于具体的供给方法,在后面描述。〈熔融渣向电炉的流入方法〉

[0078] 首先,关于手段(a),在下面详细描述。

[0079] (a) 将在热态下具有流动性的热态炼钢炉渣 6',暂时收容于能够调整向电炉 1 的流入量的装置中后,调整向电炉 1 的流入量使得热态炼钢炉渣 6' 在电炉 1 内不溢出,而使其流入。

[0080] 作为本实施方式涉及的方法处理的对象的热态炼钢炉渣 6',只要具有足以使其连续或间歇地流入电炉 1 的流动性即可,就不需要完全处于熔融状态。热态炼钢炉渣 6' 的固相率并没有特别限定,例如,如果在约 1400℃ 左右为 30% 以下左右,则具备可流入电炉 1 的流动性,因此优选。再者,固相率可使用市售的软件进行算出。

[0081] 将炉渣供给容器 9 倾动,对炉渣供给容器 9 内的热态炼钢炉渣 6',一边调整流入量以使得熔融渣 6 不从电炉 1 溢出,一边使其连续地或间歇地流入。在使热态炼钢炉渣 6' 间歇地流入的情况下,可采用下述方式:

[0082] (i) 一边适当反复进行热态炼钢炉渣 6' 的流入和中断一边使其流入的方式,或者,

[0083] (ii) 以规定的时间间隔成批供给所需量的热态炼钢炉渣 6' 的方式。

[0084] 热态炼钢炉渣 6' 的流入量根据向电极 2 的供给电能决定。即,基于炼钢炉渣还原处理所需的电能单耗和供给实际电能,计算连续或间歇地流入的热态炼钢炉渣 6' 的流入量。

[0085] 再者,炼钢炉渣的还原处理所需的电能单耗,可通过考虑了反应热和放热的热平衡计算来求得。但是,上述的电能单耗是通过热平衡计算得到的推定值,因此其误差成为电炉 1 内的熔融渣 6 的温度变化而显现。

[0086] 熔融渣温度的变动可通过调整热态炼钢炉渣 6' 的流入量、还原材料供给量来控制。通常,电炉 1 内的温度,可例示被控制以使得铁液温度成为 1400 ~ 1550℃、熔融渣温度

成为 1500 ~ 1650℃。

[0087] 使炉渣供给容器 9 倾动,使热态炼钢炉渣 6' 流入电炉 1 内时,从温度高的表层的热态炼钢炉渣 6' 来使其流入电炉 1 内。由此,炉渣供给容器 9 内的热态炼钢炉渣 6' 的高温表面层被更新,向残留于炉渣供给容器 9 内的热态炼钢炉渣 6' 的着热效率提高。

[0088] 使热态炼钢炉渣 6' 向电炉 1 流入时,如果流入速度过快,则有时发生气体量暂时增加、熔融渣 6 变为起泡状态,将要导致溢出等异常事态。该情况下,推荐通过减小炉渣供给容器 9 的倾动角,暂时停止热态炼钢炉渣 6' 的流入,或使还原材料供给速度增加来谋求稳定化。

[0089] 再者,是否导致溢出等异常事态,可以通过采用监控摄像机监控炉内状况和炉外状况、采用声级计 (sound meter 监控热态炼钢炉渣 6' 的行为、采用微波照射监控熔融渣表面水平 (surface level) 等进行检测。

[0090] 作为预防熔融渣 6 变为起泡状态、从电炉 1 溢出的手段,除了调整从炉渣供给容器 9 的流入量 (参照上述手段 (a)) 以外,有以下的手段 (b),因此也可以并用 (a) 和 (b)。

[0091] (b) 通过使被还原了的炉渣存在来作为铁液 5 上的渣,能够使其具有作为缓冲带的功能,由此将流入的热态炼钢炉渣 6' 的 FeO 浓度稀释降低,并且降低热态炼钢炉渣 6' 与铁液 5 的接触机会。

[0092] 即,通过在铁液 5 的上面使还原处理后的熔融渣 6 存在来作为缓冲带,能够降低该熔融渣 6 的 (FeO) 浓度,并且也降低熔融渣 6 与铁液 5 的接触机会,因此抑制熔融渣 6 的起泡,结果可防止熔融渣 6 从电炉 1 的溢出。

[0093] 下面,对在电炉 1 内的熔融渣 6 的处理方法进行说明。

[0094] < 熔融渣的处理 >

[0095] 预先将相当量的铁液 5 作为铁水收容于电炉 1 内。接着,使与向电炉 1 的电力供给速度相称的量的热态炼钢炉渣 6', 从炉渣供给容器向铁液 5 上的熔融渣 6 流入,继续地保持熔融渣 6 的层。

[0096] 将热态炼钢炉渣 6' 连续地向电炉 1 供给的情况下,供给速度,在长的时间内必须与向电极 2 的电力供给速度一致,但在短的时间内不需要与向电极的电力供给速度一致。原因是,使规定量的热态炼钢炉渣 6' 间歇地流入电炉 1 的情况下,流入量在短期不与向电极 2 的电力供给速度一致的缘故。

[0097] 再者,使热态炼钢炉渣 6' 间歇地流入的情况下,预先采用实验等确认 1 次流入的热态炼钢炉渣 6' 的量为不因炉渣起泡而发生溢出的量之后进行设定是重要的。

[0098] 为了对热态炼钢炉渣 6' 所流入的铁液 5 上的熔融渣 6 进行还原处理,需要向电炉 1 内供给与流入到电炉 1 的热态炼钢炉渣 6' 的量对应的量的还原材料。

[0099] 作为还原材料,通常使用碳材料。作为碳材料,可以使用焦炭粉、无烟煤粉、石墨粉、含碳的尘粉 (dust powder)、飞灰 (fly ash) 等。

[0100] 还原材料的吹入方法,可以采用从设置于炉顶 1c 的辅助原料供给管 14a 连续或间歇地供给的方法 (参照图 2),也可以如上所述,从中空电极的中空部或辅助原料吹入枪 14b 进行供给 (参照图 1、图 3)。此时,可以向还原材料混合炉渣改性材料和含铁原料的至少一方,连续或间歇地吹入。

[0101] 炉渣改性材料,主要用于 (SiO₂)、(Al₂O₃) 的调整,因此需要选择适当的材料。炉渣

改性材料优选包含 SiO_2 、 CaO 、 Al_2O_3 和 MgO 的 1 种或 2 种以上。另外,作为炉渣改性剂,可以利用煤灰、较多地含有 SiO_2 、 Al_2O_3 的渣粉、砖屑、铝渣等。含铁原料优选铁屑、还原铁和粉尘的 1 种或 2 种以上。

[0102] 另外,作为预防熔融渣 6 变为起泡状态、从电炉 1 溢出的手段,也可以并用:

[0103] (c) 使碳材料相对于还原处理所需的量过剩地悬浮于熔融渣层中的方法。

[0104] 作为相对于还原处理所需的量过剩的量,优选将与熔融渣 6 的还原反应所需的化学计量量的 1.1 ~ 1.6 倍的还原材料(碳粉末)吹入熔融渣 6 使其悬浮。

[0105] 如果还原材料(粉煤)低于化学计量量的 1.1 倍,则难以体现还原材料(粉煤)的添加所带来的抑制起泡效果,如果超过化学计量量的 1.6 倍,则抑制起泡效果饱和。

[0106] 另外,作为预防熔融渣 6 变为起泡状态、从电炉 1 溢出的手段,也可以并用:

[0107] (d) 将铁液 5 的 C 浓度降低至 3 质量%以下的方法。

[0108] 这是基于以下的实验发现的情况:通过将铁液 5 的 C 浓度降低至 3 质量%以下,容易抑制熔融渣 6 变为起泡状态而从电炉 1 溢出。

[0109] 在本实施方式涉及的方法中,一边使热态下具有流动性的热态炼钢炉渣 6' 从炉渣供给容器 9 向电炉 1 内连续地或间歇地流入,一边将被还原处理了的熔融渣 6 从设置于炉底侧壁の出渣孔 7 间歇地排出,并且将铁液 5 从出铁孔 8 间歇地排出。其结果,在电炉 1 内,能够不中断而继续热态下具有流动性的热态炼钢炉渣 6' 流入而形成的熔融渣 6 的还原处理。

[0110] 即,在本实施方式涉及的方法中,

[0111] (a) 能够使热态炼钢炉渣 6' 根据电力供给速度向电炉 1 内连续或间歇地流入,并且能够减小电炉 1 内的熔融渣层的温度变动;另外,

[0112] (b) 熔融渣 6 与铁液 5 急剧反应发生暴沸的现象的几率减小,因此能够将还原处理后的熔融渣 6 间歇地排出,不中断而效率好地继续热态炼钢炉渣 6' 流入了的电炉 1 内的熔融渣 6 的还原处理。

[0113] 在此,图 4 表示使用了中空电极的情况下的熔融渣层内的反应方式。图 4 所示的反应方式中,从中空电极 3,将碳材料粉 C(还原材料)吹入由电弧 A 加热着的熔融渣 6。

[0114] 碳材料粉 C 不向铁液 5 中转移,悬浮于熔融渣 6 中,因此在铁液 5 与熔融渣 6 的界面上,难以发生 $\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO} \uparrow$ 的反应,在熔融渣 6 的内部, $\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO} \uparrow$ 的反应优先进行,生成了的还原铁(图中,Fe)向铁液 5 中转移。

[0115] 在熔融渣 6 的处理中,优选始终监视熔融渣 6 的温度,在熔融渣 6 的温度处于上升倾向或下降倾向的情况下,可以暂时调整电力供给量。另外,在温度变动小的情况下,可以改变热态炼钢炉渣流入速度和/或碳材料供给速度,将熔融渣 6 的温度保持为大致一定。

[0116] 在电炉 1 内的熔融渣 6 的层厚,符合操作条件地适当调整,但优选为 100 ~ 800mm,进一步优选为 100 ~ 600mm。在熔融渣 6 的层厚较薄的情况下,弧框(arc frame)暴露,辐射热的损失增加。在熔融渣 6 的层厚较厚的情况下,电极与熔融渣 6 的接触面积增加,助长电极 2 的消耗。如果熔融渣 6 的层厚较厚,则必须提高电压。但是,如果提高电压,则有时变得容易与炉壁进行放电,因此考虑到这点,设定电压的上限是重要的。

[0117] 在电炉 1 内的熔融渣 6 的层厚达到了规定水平的情况下,将出渣孔 7 打开,向电炉 1 外排出熔融渣 6。另外,在熔融渣 6 与铁液 5 的界面靠近出渣孔 7 附近的情况下,将位于

比出渣孔 7 靠下方的出铁孔 8 打开, 排出铁液 5。如果熔融渣 6 与铁液 5 的界面接近于出渣孔 7, 则熔融渣 6 与铁液 5 的分离性能下降。

[0118] < 排出后的熔融渣和铁液的处理 >

[0119] 在电炉 1 内熔融渣 6 被碳还原、还原铁被还原至铁液 5 内的渣蓄积在铁液 5 上的熔融渣层内。例如, 熔融渣 6, 每 1 小时 1 次从出渣孔 7 排出约 46 吨, 铁液 5, 每 5 小时 1 次从出铁孔 8 排出约 44 吨。排出渣的组成和排出铁液 5 的组成的例子示于表 2 和表 3。

[0120] 表 2(质量%)

[0121]

	(T. Fe)	(M. Fe)	(CaO)	(SiO ₂)	(Al ₂ O ₃)	(MnO)	(MgO)	(P ₂ O ₅)
排出渣	1.0	0	41.3	34.4	12	3.9	6.9	0.28

[0122] 表 3(质量%)

[0123]

	[C]	[Si]	[Mn]	[P]	[S]
排出铁液	3.0	0.01	0.82	1.38	0.040

[0124] 再者, 如果反复进行热态炼钢炉渣 6' 的流入、还原处理后的熔融渣 6 的排出, 则铁液成分的 [Mn] (Mn 浓度) 和 [P] (P 浓度) 有增加倾向, 还原力减弱, 因此适当地替换电炉 1 内的铁液 5。

[0125] 从出渣孔 7 排出了的熔融渣 6, 当场进行水碎急冷处理, 或收纳于容器中进行缓冷处理, 形成为制品。即, 排出了的熔融渣 6, 通过急速冷却阻止结晶化, 形成为水泥原料, 或通过缓慢冷却促进结晶化, 用于土方工程用、代替天然石等的用途。作为急速冷却的方法, 有水碎处理, 另外, 作为缓慢冷却方法, 有铸模内自然冷却等。

[0126] 从出铁孔 8 排出了的铁液 5, P 浓度高, 因此添加氧或氧化铁、和脱磷材料, 实施脱磷处理。将铁液 5 脱磷直到 P:0.080 ~ 0.150 质量%后, 以熔融状态, 与高炉铁液混合来再循环, 或进行铸造作为铁锭利用。脱磷后的目标磷浓度设为与高炉的出铁磷浓度大致相等, 避免在炼钢工序内的磷的蓄积。

[0127] 此时, 作为脱磷材料, 以转炉炉渣为主体, 适当添加生石灰、白云石、苏打灰、矿石粉、铁酸钙 (calcium-ferrite) 等。另外, 在温度低的情况下, 可以实施吹氧沸腾。脱磷后的铁液 5 制成为铁锭, 或转移到混铁车或铁液锅中, 移送到炼钢工序中。通过脱磷处理生成了的脱磷渣, 例如, P₂O₅ 高达 10 质量%以上, 因此可以作为磷酸肥料的原料, 或作为工业用磷酸原料利用。

[0128] 实施例

[0129] 下面, 对本发明的实施例进行说明, 实施例中的条件是为了确认本发明的实施可能性和效果而采用的一个条件例, 本发明并不限于该一个条件例。只要不脱离本发明的主旨而达成本发明的目的, 就能够采用各种条件。

[0130] (实施例 1)

[0131] 图 2 所示的装置中, 使从转炉排出的热态炼钢炉渣 6' 以高温熔融状态 (固相率 30% 以下) 流入炉渣供给容器 9, 暂时进行了收容、保持。接着, 将炉渣供给容器 9 以每 10

分钟 1 次的频率倾动,使 1 次约 8 吨的热态炼钢炉渣 6' 间歇地流入直流电炉 1 中。

[0132] 在电炉 1 中,生铁约为 130 吨、其上面被还原处理了的熔融渣层以约 200mm 存在的条件下,使热态炼钢炉渣 6' 流入电炉 1 中。再者,将热态炼钢炉渣 6' 的流入量设定为 1 次约 8 吨是因为通过预先的实机试验确认了在这次的条件下不会激烈发生起泡的缘故。

[0133] 另外,热态炼钢炉渣 6' 的流入速度,按平均计,设定为 800kg/ 分钟。这是按后面所述,由于连续供给约 30MW 的电力,因此根据预先由前述的方法求得的热态炼钢炉渣的还原处理所需的电能单耗来算出的。

[0134] 一边供给电力,一边从辅助原料供给管 14a 向电炉 1 内供给了焦炭粉。其供给速度设为与化学计量供给速度的 1.5 倍相当的 85kg/ 分钟。另外,炉渣改性剂,为了达成目标碱度 1.2、目标 (Al₂O₃) 12 质量%,从辅助原料供给管 14a 向熔融渣层连续地供给了飞灰: 378kg/t-slag、铝土矿粉:47kg/t-slag。

[0135] 电炉 1 内的温度进行控制,使得成为铁液温度:1450±5℃、渣温度:1550±5℃。电炉 1 上没有与外部气体相通的开口,因此电炉 1 内被维持为还原气氛。流入电炉 1 中的熔融渣 6 的组成和温度示于表 4。

[0136] 表 4(质量%)

[0137]

	(T. Fe)	(M. Fe)	(CaO)	(SiO ₂)	(MnO)	(MgO)	(P ₂ O ₅)	温度
流入渣	18.6	2.0	49.0	12.2	6.1	8.2	1.5	1450℃

[0138] 在电炉 1 内,使表 1 所示的成分组成的生铁 (C:3.0 质量%) 始终存在 100 ~ 150 吨,使熔融渣层以约 100 ~ 300mm 的厚度存在。在电炉 1 中,从电极 2 连续供给约 30MW 的电力,能够不发生熔融渣 6 的溢出地连续地进行熔融渣 6 的还原处理。

[0139] 熔融渣 6,每 1 小时 1 次从出渣孔 7 排出约 46 吨,铁液 5,每 5 小时 1 次从出铁孔 8 排出约 44 吨。

[0140] 排出了的熔融渣 6 的成分组成和铁液 5 的成分组成如表 2 和表 3 所示,判明炉渣被还原,铁液 5 中 P、Mn 被浓化。

[0141] 表 5(质量%)

[0142]

	(T. Fe)	(M. Fe)	(CaO)	(SiO ₂)	(Al ₂ O ₃)	(MnO)	(MgO)	(P ₂ O ₅)
排出渣	1.1	0	40.5	32.7	12	4.7	9.7	0.28

[0143] 表 6(质量%)

[0144]

	[C]	[Si]	[Mn]	[P]	[S]
排出铁液	4.2	0.01	0.80	1.40	0.038

[0145] 熔融渣 6 的还原处理所需的电能单耗,在 1450℃ 的脱碳渣的情况下为 607kWh/t-slag。另一方面,为了比较,将相同的脱碳渣以冷且为粉状地进行供给,电能单耗为

1314kWh/t-slag。

[0146] (实施例 2)

[0147] 除了将中空电极 3 用于电极 2、以及对于炉渣改性材料和还原材料的供给,代替辅助原料供给管 14a,使用中空电极 3 的中空部作为辅助原料供给管 14a 以外,在与实施例 1 同样的条件下进行了熔融渣 6 的还原改性处理。

[0148] 电炉 1 内的温度进行控制,使得成为铁液温度 : $1450 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、渣温度 : $1450 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。熔融渣 6 的还原处理,能够途中不发生熔融渣 6 的溢出地连续地进行。

[0149] 在还原处理中,熔融渣 6,每 1 小时 1 次从出渣孔 7 排出约 46 吨,铁液 5,每 5 小时 1 次从出铁孔 8 排出约 44 吨。排出的熔融渣 6 的成分组成和铁液 5 的成分组成,与表 2 和表 3 所示的成分组成大致相同。

[0150] (实施例 3)

[0151] 除了在电炉 1 内,如表 7 所示使用了 C 浓度比实施例 1 ~ 2 都高的成分组成的生铁 (C :4.1 质量%)、和将炉渣供给容器 9 以每 5 分钟 1 次的频率倾动,将热态炼钢炉渣 6' 的流入量设定为 1 次约 4 吨以外,在与实施例 1 相同的条件下,进行了炉渣的还原处理。

[0152] 表 7 (质量%)

[0153]

	[C]	[Si]	[Mn]	[P]	[S]	温度
铁液组成	4.1	0.01	0.32	0.12	0.024	1450 $^{\circ}\text{C}$

[0154] 再者,将热态炼钢炉渣 6' 的流入量设定为 1 次约 4 吨,是因为通过预先的实机试验,确认了在铁液的 C 浓度比实施例 1 ~ 2 都高的实施例 3 的条件下不会激烈地发生起泡的缘故。其结果,能够不发生熔融渣 6 的溢出地连续地进行了熔融渣 6 的还原处理。

[0155] 在还原处理中,熔融渣 6,每 1 小时 1 次从出渣孔 7 排出了约 46 吨,铁液 5,每 5 小时 1 次从出铁孔 8 排出了约 44 吨。排出的熔融渣 6 的成分组成和铁液 5 的成分组成如表 5 和表 6 所示,判明了炉渣被还原,铁液 5 中 P、Mn 被浓化。

[0156] 即使是在实施例 1 ~ 2 中以 10 分钟间隔使每次约 8 吨的热态炼钢炉渣 6' 成批流入,在实施例 3 中以 5 分钟间隔使每次约 4 吨的热态炼钢炉渣 6' 成批流入这样的流入条件下,也能够不发生熔融渣 6 的溢出,且继续熔融渣 6 的还原处理。并且,热态炼钢炉渣 6' 的流入速度平均为 800kg/分钟。

[0157] 这意味着:在使热态炼钢炉渣 6' 以流入速度 :800kg/分钟、或流入速度 :800kg/分钟以下连续地流入的情况下,由于变为更难以发生起泡的条件,因此能够不发生熔融渣 6 的溢出,且继续熔融渣 6 的还原处理。即,间歇流入的实施例 1 ~ 3 也是实证热态炼钢炉渣 6' 的连续流入的实施例。

[0158] (比较例)

[0159] 为了将表 4 所示的成分组成的热态炼钢炉渣 6' 还原,向收容有表 1 所示的成分组成的铁液 5 的电炉 1 内,以热状态成批供给了 20 吨炼钢炉渣。刚向电炉 1 内供给了热态炼钢炉渣 6' 后,就急剧地发生炉渣起泡,不得不终止了操作。

[0160] 产业上的利用可能性

[0161] 如上所述,根据本发明,可以在将炼钢炉渣改性为能够用于水泥原料、土方工程材

料、陶瓷制品等各种用途的材料的同时,将 Fe、Mn 和 P 等有价值元素还原回收至铁液中。并且,Fe 和 Mn 可以向炼钢工艺中再循环,P 可以作为磷酸肥料、磷酸原料利用,因此本发明在钢铁产业的精炼技术中可利用性极高。

[0162] 附图标记说明

[0163] 1 电炉

[0164] 1a, 1b 炉侧壁

[0165] 1c 炉顶

[0166] 2 电极

[0167] 2a 上部电极

[0168] 2b 炉底电极

[0169] 3 中空电极

[0170] 4 炉渣供给部

[0171] 5 铁液

[0172] 6 熔融渣

[0173] 6' 热态炼钢炉渣

[0174] 7 出渣孔

[0175] 8 出铁孔

[0176] 9 炉渣供给容器

[0177] 10 下壁

[0178] 11 上壁

[0179] 12 喷嘴

[0180] 12a 燃烧器

[0181] 13 排气部

[0182] 13a 开口部

[0183] 13b 盖

[0184] 14a 辅助原料供给管

[0185] 14b 辅助原料吹入枪

[0186] A 电弧

[0187] C 碳材料粉

[0188] F FeO 粉

[0189] z 倾动轴

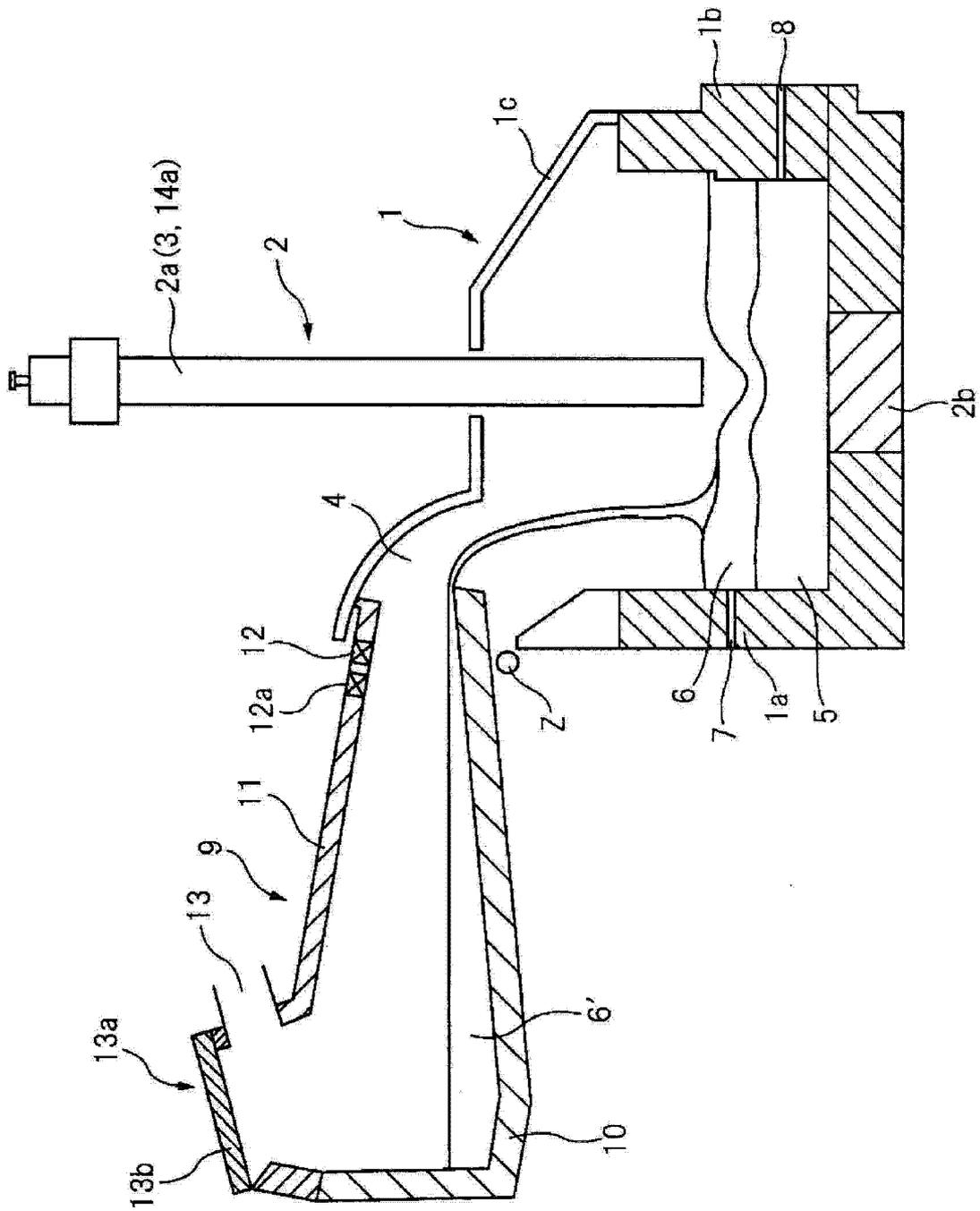


图 1

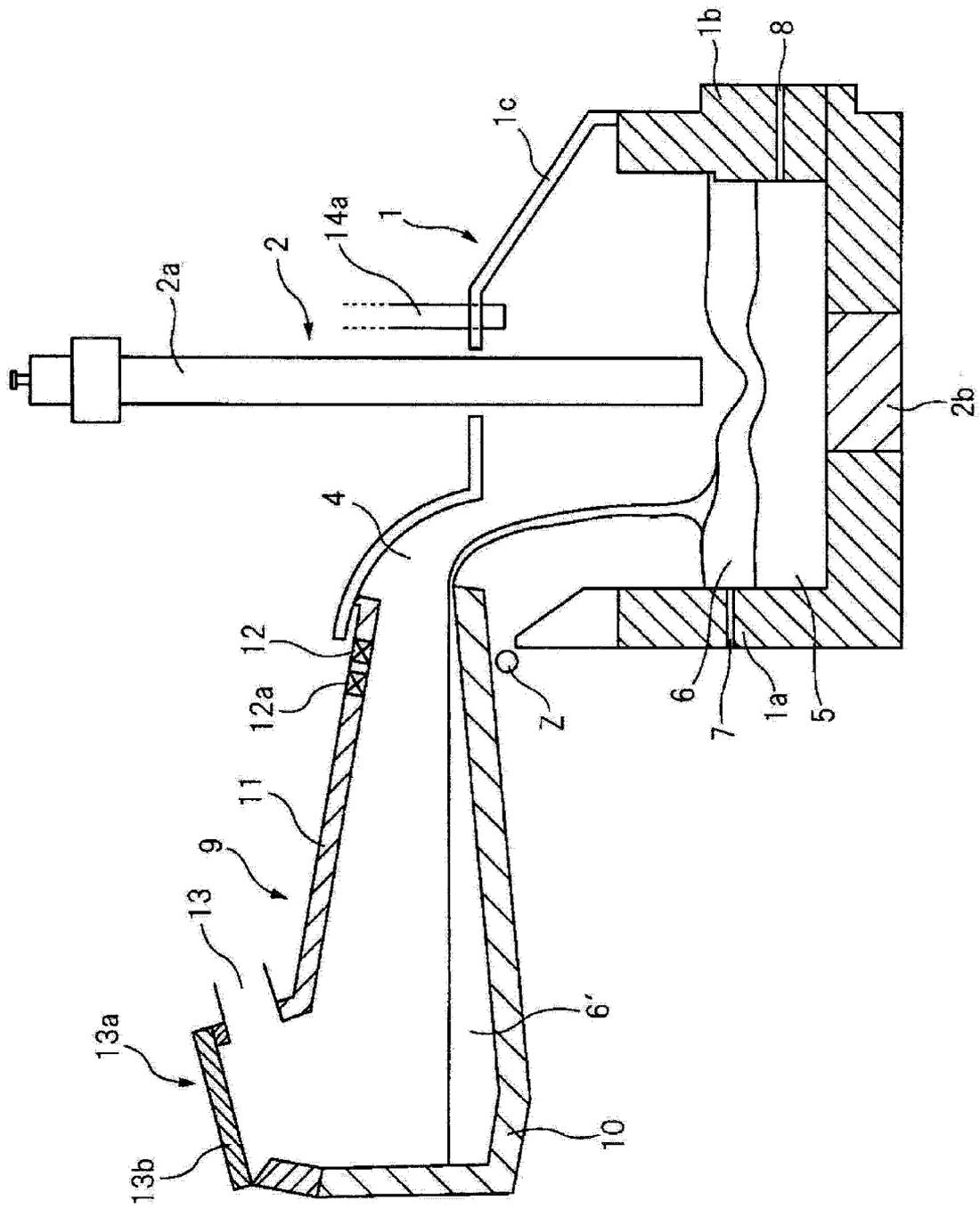


图 2

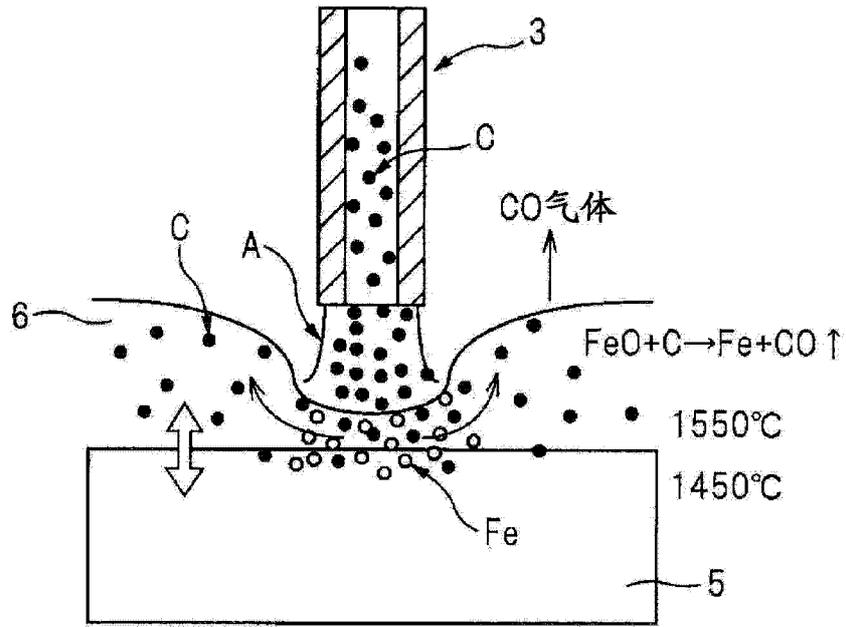


图 4

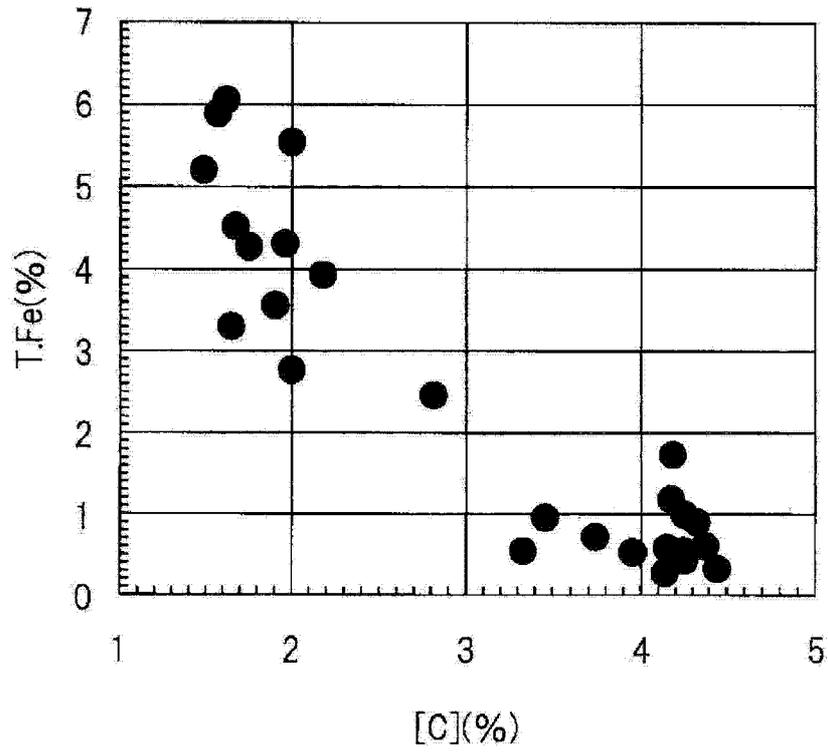


图 5

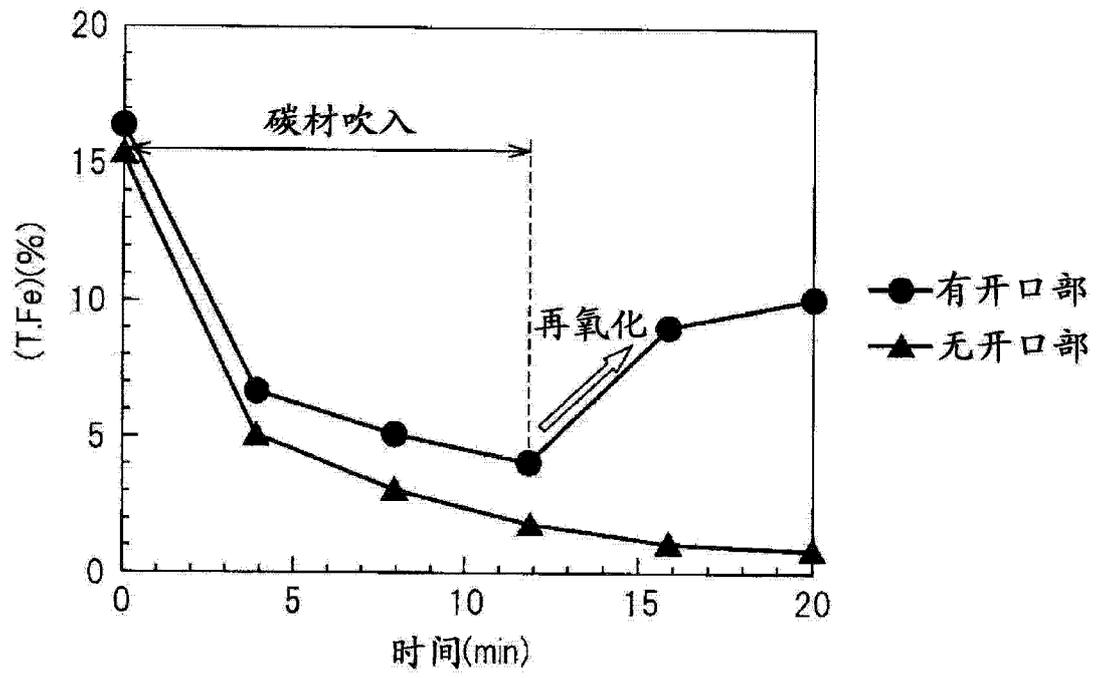


图 6