



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104364397 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201380028508.6

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

(22)申请日 2013.03.19

务所(普通合伙) 11277

(30)优先权数据

代理人 刘新宇 张会华

2012-120631 2012.05.28 JP

(51)Int.Cl.

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

C21B 5/00(2006.01)

2014.11.28

C21B 7/20(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

(56)对比文件

PCT/JP2013/001857 2013.03.19

CN 1596315 A, 2005.03.16,

(87)PCT国际申请的公布数据

CN 102010920 A, 2011.04.13,

W02013/179541 JA 2013.12.05

JP S58164710 A, 1983.09.29,

(73)专利权人 新日铁住金株式会社

JP 2000178616 A, 2000.06.27,

地址 日本东京都

审查员 田恩华

(72)发明人 夏井琢哉 中野薰 稲田隆信

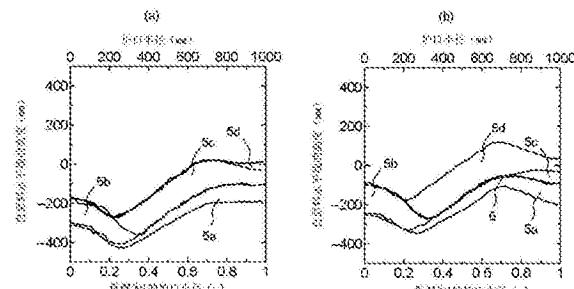
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

无料钟高炉的原料装入方法

(57)摘要

一种无料钟高炉的原料装入方法。自炉中间部到炉壁的原料装入堆积为，以焦炭表面在量纲为1的炉口半径0.6~0.8的范围内具有堆积顶点、并且形成自该堆积顶点到炉中心以及炉壁地倾斜的原料堆积斜面的方式堆积焦炭份(第1装入份5a)，以装入落下点比所述焦炭的堆积顶点靠炉壁侧的方式装入矿石和焦炭的混合物份(第3装入份5c)，以装入落下点形成为量纲为1的炉口半径0.5~0.9的范围内的方式装入矿石份(第4份5d)。由此，不需要新的辅助设备，就能够独立地控制炉壁附近的O/C并且使其降低，不使高炉的还原材料比例大幅度增加，就能够防止炉壁附着物的形成。期望的是，矿石和焦炭的混合份的装入量比矿石份少。



1. 一种无料钟高炉的原料装入方法,其以使焦炭层和矿石层交替堆积的方式装入焦炭层和矿石层,其特征在于,

自炉中间部到炉壁的原料装入按照焦炭份、矿石和焦炭的混合物份、矿石份的顺序装入,

焦炭份包含装入于自炉壁部到中间部的范围的第1焦炭份和装入于比所述第1焦炭份的堆积顶点靠炉的中心侧位置的第2焦炭份,所述第1焦炭份以焦炭表面在量纲为1的炉口半径0.6~0.8的范围内具有堆积顶点、并且形成自该堆积顶点到炉中心以及炉壁地倾斜的原料堆积斜面的方式堆积焦炭,

矿石和焦炭的混合物份以装入落下点比所述第1焦炭份的堆积顶点靠炉壁侧的方式装入,

矿石份以装入落下点形成为比所述第2焦炭份的堆积顶点靠炉壁侧的量纲为1的炉口半径0.5~0.9的范围内的方式装入。

2. 根据权利要求1所述的无料钟高炉的原料装入方法,其特征在于,

所述矿石和焦炭的混合物份的装入量比所述矿石份的装入量少,并且

所述矿石和焦炭的混合物份的装入落下点形成为比由所述第1焦炭份的装入而形成的堆积顶点靠炉壁侧、并且在量纲为1的炉口半径0.9以下的范围地装入原料。

3. 根据权利要求1或2所述的无料钟高炉的原料装入方法,其特征在于,

代替所述矿石和焦炭的混合物份,装入仅有焦炭的份。

无料钟高炉的原料装入方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种在不使高炉的还原材料比例大幅度增加的情况下就能够控制炉壁附近的气体流动的无料钟高炉(日文:ベルレス高炉)的原料装入方法。

背景技术

[0002] 无料钟高炉是在炉顶部设有具备旋转送料槽作为原料装入装置的无料钟式装入装置的高炉。

[0003] 图1是示意性举例表示无料钟高炉的炉顶部的装置结构以及高炉炉内的原料堆积状态的图。如图1所示,在无料钟高炉中,利用旋转送料槽1使作为铁原料的烧结矿、块矿石、条形团矿(pellet)、碎铁(scrap)、以及还原铁等(以下,将这些统称为“矿石”)和作为还原材料的焦炭(将矿石以及焦炭统称为“原料”)呈层状交替堆积于高炉2的炉内,自炉下部的风口与热风一起向炉内吹入煤粉等的辅助燃料。作为装入到高炉内的原料的装入原料(装入物)自炉顶在炉内缓慢地下降的同时,利用上升的高温气体以及装入物中的焦炭而被加热·还原,从而矿石熔融变成生铁,自炉底部侧壁的出铁孔排出。

[0004] 无料钟高炉中的装入物分布操作通过如下过程进行,使所述的旋转送料槽1一边倾动一边旋转,将焦炭和矿石装入炉内,控制原料存放水平线(stock lever)3处的炉口半径4方向的焦炭以及矿石的落下位置。在此,倾动是指在旋转过程中改变旋转送料槽的中心轴线1a和高炉垂直方向的中心轴线2a所成的角度。通常,以装入开始时向炉壁侧配置、之后逐渐向炉中心侧倾动的方式操作旋转送料槽。

[0005] 将在高炉中形成焦炭层和矿石层(以矿石为主体,但是有时包括小、中块焦炭)的一系列的装入操作称为装料(charge)。以往,1装料的原料的装入是通过如下过程进行的,一边使旋转送料槽倾动一边自炉壁侧向中心侧分别连续地装入1份焦炭、以及1份矿石。

[0006] 为了高炉的稳定作业,使装入物的下降以及炉内的气体流动稳定化并且良好地保持通气性是重要的。因此,进行自风口的送风条件的操作,并且进行控制堆积于炉内的原料的在炉半径方向上的矿石和焦炭的质量比(以下,称为“O/C”)的分布、以及粒度分布的操作。由于装入到炉内的焦炭的平均粒径比矿石大,因此,通过控制矿石和焦炭的炉半径方向的O/C分布以及粒度分布(换言之,操作装入物的分布),从而能够控制自炉下部向炉上部的气流分布。

[0007] 为了确保气流稳定,优选的是,将中心部的O/C保持为低位(即,提高焦炭的比率)。另外,为了提升炉整体的反应效率,优选的是,将自占炉口截面积的比例较大的炉中间部(在炉中,中心部附近的区域和炉壁附近的区域之间的部分)到炉壁侧的O/C维持为高位。

[0008] 为了容易得到这样的O/C分布,分别分批装入焦炭、以及矿石。图1中表示了分别将焦炭、以及矿石各分为2份,合计装入了4份的1装料的原料的堆积状态5。

[0009] 自炉壁部到中间部装入有焦炭的第1份(以下,称为“第1装入份”)5a,在炉的中心附近以厚度比第1装入份5a大的方式装入有焦炭的第2份(以下,称为“第2装入份”)5b。在第1装入份5a以及第2装入份5b的上面,自炉壁到炉中间部,装入有矿石的第1份(以下,称为

“第3装入份”)5c,在炉壁侧装入有矿石的第2份(以下,称为“第4装入份”)5d。根据由第1装入份5a以及第2装入份5b构成的焦炭层的厚度和由第3装入份5c以及第4装入份5d构成的矿石层的厚度之间的关系,炉的中心部的O/C保持为低位,从而气流被确保为稳定,自炉中间部到炉壁侧的O/C维持为高位,从而提升炉整体的反应效率。

[0010] 通常,矿石份中混合有粒径比利用焦炭份装入的焦炭粒径小的、所谓的小、中块焦炭。这是因为,能够期待通过矿石和焦炭的靠近配置所带来的反应促进,能够期待通过在矿石软化熔融时焦炭起到骨架材料(spacer)的作用所带来的通气性改善。小、中块焦炭的粒径的下限为5mm程度,其上限根据利用焦炭份装入的焦炭粒径不同而不同,为35mm~40mm程度。

[0011] 然而,在高炉中,存在含锌化合物在炉上部的内壁处凝固而形成附着物,另外,金属铁、熔渣在自炉腹部到炉下部的内壁处凝固而形成附着物的情况。若这样的炉壁附着物过度增长,则装入物的下降、气体流动会不稳定化,从而对高炉的稳定作业造成障碍。而且,若炉壁附着物不定期地脱落而降落到炉下部,则由于该脱落的附着物而引起炉热量不足,甚至引起炉冷等严重的作业问题。因此,为了维持高炉的稳定作业而抑制炉壁附着物的形成是重要的。

[0012] 为了抑制炉壁附着物的形成,通常,习惯于用于将炉壁侧的O/C控制为相对较低的装入物分布操作。通过这样的控制,炉壁侧的气体流动被强化,由于热水平(lever)维持为高位,因此能够抑制附着物的形成。

[0013] 但是,另一方面,由于气体流动越强,在炉内上升的气体与装入物的反应时间越短,因此,O/C的降低牵连到反应效率的降低。在使用了旋转送料槽的以往的原料装入方法中,在以抑制炉壁附着物的形成为目的,而使向炉壁侧装入焦炭的装入量增加的情况下,难以仅对炉壁附近的O/C进行独立控制。这是因为,不仅炉壁附近,在包含占炉口截面积的比例较大的炉中间部的较广范围内的O/C也会降低。因此,炉整体的反应效率下降,由于自炉顶向炉外排出的气体的潜热增加,因此为了填补该增加而增加还原材料比例,从而生铁制造成本上升。出于削减CO₂排出量的观点也是不优选的。

[0014] 因而,为了实现抑制炉壁附着物的形成并且低还原材料比例的作业,需要仅对炉壁附近的O/C进行独立控制的技术,例如,专利文献1~3公开了用于该技术的方法。

[0015] 在专利文献1中,能够通过在自炉壁500mm的范围的矿石层上装入小块焦炭,优选装入小块焦炭和粒径为1mm~5mm的细粒烧结矿的混合物,从而不需要新的辅助设备地控制炉壁附近的O/C。但是,难以使小块焦炭稳定地堆积在自炉壁500mm的范围的平台(terrace)上。

[0016] 在专利文献2中,能够通过在沿着炉口外周部设置圆筒构件的状态下装入原料,从而独立控制炉壁附近的O/C。但是,由于圆筒构件的设置位置固定了控制范围,因此,作业上的自由度较小。

[0017] 在专利文献3中,设置有与通常路线不同的原料装入系统和辅助料仓(bunker),通过与矿石自通常料仓的排出相匹配地自辅助料仓排出焦炭,从而能够独立控制炉壁附近的O/C。但是,由于在该方法中需要与矿石自通常料仓的排出、旋转送料槽的倾动位置相匹配地控制焦炭自辅助料仓的排出,因此,该控制变得烦杂。

[0018] 现有技术文献

- [0019] 专利文献
- [0020] 专利文献1:日本特开平8-239705号公报
- [0021] 专利文献2:日本特开2005-314771号公报
- [0022] 专利文献3:日本特开2009-62576号公报
- [0023] 非专利文献
- [0024] 非专利文献1:Kaoru Nakano, Kohei Sunahara and Takanobu Inada, "Advanced Supporting System for Burden Distribution Control at Blast Furnace Top": ISIJ International, 45(2005), p.538~543

发明内容

- [0025] 发明要解决的问题

[0026] 如前所述,若为了抑制炉壁附着物的形成而通过通常的装入物分布操作使炉壁附近的焦炭装入量增加,则不仅炉壁附近,包括炉中间部的较广范围内的O/C也会降低,因此,难以兼顾还原材料比例低地作业和抑制炉壁附着物的形成。为了兼顾这两者,需要仅对炉壁附近的O/C进行独立控制。

[0027] 在所述的专利文献2、3中所记载的方法中,无论哪一个,都需要在通常的无料钟装入装置设置新的辅助设备,由于在设置成本、维护成本方面是不利的,因此,期望的是不需要新的辅助设备的装入方法。

[0028] 另外,在所述的专利文献1中所记载的方法中,将自炉壁500mm的范围限定为小块焦炭的装入范围,但是,小块焦炭的在炉内半径方向的相对位置会根据高炉的炉口半径而变化。例如,根据高炉炉容积、装入条件,通常借助旋转送料槽装入的原料流的宽度在原料水平线处形成为500mm以上的情况较多,难以使原料稳定地堆积在自炉壁500mm的范围的平台上。由于原料是小块焦炭、细粒烧结矿,因此存在若发生一部分原料自平台溢出并且流入到中心侧,则阻碍中心部的气体流动或者成为气体流动的波动的主要原因的隐患。

[0029] 本发明是鉴于这样的状况而完成的,其目的在于,提供一种不需要新的辅助设备就能够仅对炉壁附近的O/C进行独立的控制的无料钟高炉的原料装入方法。

- [0030] 用于解决问题的方案

[0031] 通常,在多数高炉中,为了持续稳定作业而应该强化中心部的气体流动,通过将中心侧的O/C保持为低位、并且将自占炉口截面积比例较大的炉中间部到炉壁部的O/C维持为高位来谋求还原材料比例的降低。

[0032] 另一方面,在炉壁附着物过度增长并对高炉的稳定作业造成障碍的这样的状况下,作为抑制附着物的形成或者除去附着物的方法,使炉壁附近的O/C降低是有效的。但是,如所述那样,一边使旋转送料槽倾动一边自炉壁侧向中心侧连续地装入原料的通常的方法中,难以仅对炉壁附近的O/C进行独立控制,在包含炉中间部的较广范围内O/C降低。因此,虽然通过强化炉壁侧的气体流动而抑制了炉壁附着物的形成,但是由于炉整体的反应效率降低而导致还原材料比例的大幅度的增加。

[0033] 因而,若在不较大改变自炉中心到中间部的通常的炉半径方向O/C分布的情况下就能够仅对炉壁附近的O/C进行独立控制并使其降低,则能够抑制炉壁附着物的形成、以及还原材料比例的大幅度的上升。

[0034] 因此,本发明人关于能够独立地控制炉壁附近的O/C并使其降低的无料钟高炉的原料装入方法反复进行了各种研究。其结果,发现了如下一种原料的装入方法:通过自送料槽装入原料,形成在炉中间部具有顶点的原料的堆积层,通过利用自该顶点(以下,记作“堆积顶点”)到炉壁的原料斜面所带来的偏析效果,不需要新的辅助设备就能够仅对炉壁附近的O/C进行独立的控制。

[0035] 本发明是基于这样的研究结果而得到的,其旨在下述的无料钟高炉的原料装入方法。

[0036] 即,一种无料钟高炉的原料装入方法,其以使焦炭层和矿石层交替堆积的方式装入焦炭层和矿石层,其特征在于,自炉中间部到炉壁的原料装入按照焦炭份、矿石和焦炭的混合物份、矿石份的顺序装入,

[0037] 以焦炭表面在量纲为1的炉口半径0.6~0.8的范围内具有堆积顶点、并且形成自该堆积顶点到炉中心以及炉壁地倾斜的原料堆积斜面的方式堆积焦炭份,

[0038] 矿石和焦炭的混合物份以装入落下点比所述焦炭的堆积顶点靠炉壁侧的方式装入,

[0039] 矿石份以装入落下点形成为量纲为1的炉口半径0.5~0.9的范围内的方式装入。

[0040] 所述的“量纲为1的炉口半径”是指表示在原料装入面(原料水平线)的相对于炉中心的位置的指标,是通过自炉中心到该位置的距离除以炉口半径而标准化的指标。炉中心表示为0,炉壁表示为1。

[0041] 另外,所述的“炉中间部”在此是指量纲为1的炉口半径0.5~0.8的范围。

[0042] 在本发明的无料钟高炉的原料装入方法中,期望采用如下实施方式,所述矿石和焦炭的混合物份的装入量形成为比所述矿石份少,并且以所述矿石和焦炭的混合物份的装入落下点形成为比由焦炭份的装入而形成的堆积顶点靠炉壁侧、并且在量纲为1的炉口半径0.9以下的范围地装入原料。

[0043] 另外,在本发明的无料钟高炉的原料装入方法中,能够采用如下实施方式,代替所述矿石和焦炭的混合物份,装入仅有焦炭的份。

[0044] 发明的效果

[0045] 采用本发明的无料钟高炉的原料装入方法,不需要新的辅助设备就能够仅对炉壁附近的O/C进行独立的控制并使其降低。由此,能够强化炉壁侧的气体流动,从而抑制炉壁附着物的形成或者除去附着物。在该原料装入方法中,由于不会使高炉的还原材料比例大幅度增加,因此,能够抑制生产率的降低、生铁制造成本的上升、以及CO₂排出量的增加。

附图说明

[0046] 图1是表示无料钟高炉的炉顶部的装置结构以及高炉炉内的原料堆积状态的示意图。

[0047] 图2是表示根据原料堆积剖面(profile)的模拟模型得到的计算结果的图,图2的(a)是比较例,图2的(b)是本发明例。

[0048] 图3是根据炉半径方向O/C分布的模拟模型得到的计算结果的图。

[0049] 图4是表示根据采用本发明的原料装入方法的矿石份中的矿石和焦炭的炉内分布的模拟模型得到的计算结果的图。

[0050] 图5是表示模型实验中的原料堆积剖面的图,图5的(a)是比较例,图5的(b)是本发明例。

[0051] 图6是表示模型实验中的炉半径方向O/C分布的图。

具体实施方式

[0052] 本发明的原料装入方法如所述那样,是以在无料钟高炉中通常所进行的、以使焦炭层和矿石层交替堆积的方式装入原料的原料装入方法为前提。

[0053] 在本发明的原料装入方法中,在使焦炭层和矿石层交替堆积时,针对自炉中间部到炉壁的原料装入,是以焦炭份、矿石和焦炭的混合物份、矿石份的顺序装入。“针对自炉中间部到炉壁的原料装入”旨在重点关注炉的中心乃至除炉中间部以外的炉内区域的原料装入。焦炭例如能够与以往相同地,在作为第1装入份5a地自炉壁部到中间部地装入之后,作为第2装入份5b地装入到炉的中心附近(参照图1)。

[0054] 首先,装入焦炭份,在焦炭装入完成时,焦炭层表面在量纲为1的炉口半径0.6~0.8的范围内具有堆积顶点,以形成自该堆积顶点到炉中心和炉壁地倾斜的原料堆积(焦炭层)斜面的方式堆积焦炭层。接着,以将矿石和焦炭的混合物份的装入落下点形成为比所述焦炭层的堆积顶点靠炉壁侧的方式装入该混合物的份。

[0055] 在所述焦炭装入完成时,焦炭层表面在所述预定的量纲为1的炉口半径的范围内具有堆积顶点,以形成自该堆积顶点到炉中心地倾斜的原料堆积斜面的方式堆积焦炭层,这样是为了促进在该斜面上的粒度偏析、通过使大粒径的原料堆积于炉中心侧来强化中心气体流动。另外,形成自该堆积顶点到炉壁地倾斜的斜面是为了利用在该斜面上的粒度偏析现象使大粒径的颗粒堆积于炉壁附近。

[0056] 因此,并不优选的是焦炭层表面的堆积顶点形成为过度靠近中心。另外,优选的是,防止在焦炭层形成后装入的矿石和焦炭的混合物份的原料向中心侧流入,并且有效地利用自堆积顶点到炉壁的斜面上的粒度偏析。出于这些观点,焦炭层的堆积顶点形成于量纲为1的炉口半径0.6~0.8的范围。通常,在矿石和焦炭的混合物份中混合有小、中块焦炭。在该情况下,由于粒度以及密度不同,因此矿石和焦炭分离,相对于矿石粒径较大且低密度的焦炭堆积于炉壁附近。由此,能够使炉壁附近的O/C降低。

[0057] 因而,矿石和焦炭的混合物份向焦炭斜面上装入的装入位置是重要的。该装入位置比焦炭层的堆积顶点靠炉壁侧。但是,由于若装入位置过于靠近炉壁,则不能够享受偏析效果,而不能够使炉壁附近的O/C降低,因此如后述那样,期望的是形成为量纲为1的炉口半径0.9以下的范围内。

[0058] 此外,在所述的专利文献1中所记载的方法中,于在先形成的矿石层上装入矿石和焦炭的混合物,相对于此,在本发明的原料装入方法中,将矿石和焦炭的混合物例如作为第2份装入到焦炭层上。因而,在本发明的原料装入方法中,平均粒径比焦炭小的矿石容易以填埋焦炭层的空隙的形式留在装入落下点,平均粒径比矿石大的焦炭由于在斜面上的偏析而容易堆积在远离落下点的炉壁侧。

[0059] 接着,装入矿石份。如通常那样,在使旋转送料槽自炉壁侧向中心侧倾动的同时,将装入落下点形成为量纲为1的炉口半径0.5~0.9的范围内地装入该矿石份。由于堆积于炉壁侧的矿石和焦炭的混合物份的装入原料成为矿石份的向炉壁侧堆积的障碍,因此,炉

壁附近的O/C不会极端增加,而保持为低位。

[0060] 在本发明的原料装入方法中,期望的是采用如下实施方式,以所述矿石和焦炭的混合物份的装入量形成为比矿石份的装入量少,并且矿石和焦炭的混合物份的装入落下点比焦炭装入完成后的堆积顶点靠炉壁侧、并且该装入落下点形成为量纲为1的炉口半径0.9以下的范围内的方式进行装入。

[0061] 矿石和焦炭的混合物份的装入量设定为比矿石份的装入量少,这是为了使利用矿石和焦炭的混合物份来装入的原料不会自焦炭层的堆积顶点流入至炉中心侧。

[0062] 装入矿石和焦炭的混合物份是为了通过使矿石和焦炭不是作为层而是作为颗粒来接触(即,使矿石和焦炭靠近配置)从而促进反应,并且通过使焦炭发挥骨架材料(spacer)的功能来强化炉壁侧的气体流动,更加有效地抑制炉壁附着物的形成。在矿石和焦炭的混合物中,与矿石混合的焦炭无论是小、中块焦炭、以及大块焦炭中(利用通常的焦炭份装入的粒径的焦炭)的哪一种,都能够相同地得到上述效果。

[0063] 另外,如果装入矿石和焦炭的混合物,则能够通过调整焦炭的量来控制炉壁附近的O/C,因此,也能够保证作业上的自由度。

[0064] 以矿石和焦炭的混合物份的装入落下点比焦炭装入完成后的堆积顶点靠炉壁侧、并且该装入落下点形成为量纲为1的炉口半径0.9以下的范围内的方式进行装入矿石和焦炭的混合物份,这是因为若矿石和焦炭的混合物份的炉内装入位置过于靠近炉壁,则不能够得到焦炭斜面上的偏析效果,矿石也和焦炭一起堆积于炉壁附近,从而O/C增加。

[0065] 另外,在本发明的无料钟高炉的原料装入方法中,能够采用代替所述矿石和焦炭的混合物份,而装入只有焦炭的份的实施方式。

[0066] 在该情况下,由于不需要考虑在装入矿石和焦炭的混合物份的情况下的由堆积斜面上的粒度偏析效果所带来的矿石和焦炭的分离,因此,能够相对简便地进行装入,而且能够使焦炭的份集中于炉壁附近。关于炉壁附近的O/C的控制性的维持、以及基于该控制性的维持的作业上的自由度的确保,与装入矿石和焦炭的混合物份的情况并没有不同的地方。

[0067] 另外,由于仅装入焦炭,因此,无法期望由矿石和焦炭的靠近配置所带来的促进反应的效果,但能够期待由炉壁侧的气体流动的强化所带来的对抑制炉壁附着物的形成或者除去附着物的立即见效的效果。

[0068] 如以上说明的那样,采用本发明的原料装入方法,不需要设置新的设备、以及伴随着该设置新设备所需要的维护成本,就能够独立地控制炉壁附近的O/C并使其降低。通过炉壁附近的O/C的降低,从而强化炉壁侧的气体流动,能够抑制炉壁附着物的形成或者除去附着物。另外,由于能够仅使炉壁附近的O/C降低,因此不会使高炉的还原材料比例大幅度地增加,能够抑制生产率的降低、生铁制造成本的上升、以及CO₂排出量的增加。

[0069] 实施例

[0070] 使用所述非专利文献1所记载的无料钟高炉的装入物分布模拟模型、以及无料钟装入模型装置验证了本发明的原料装入方法所带来的效果。

[0071] (实施例1)

[0072] 装入物分布模拟

[0073] 对象高炉是炉容积为5370m³的无料钟高炉,基于实际炉的实际装入容积,1装料由2份的焦炭、以及2份的矿石即合计4份构成。1装料对应的装入量形成为,焦炭份合计

25.7ton, 包含4.1ton焦炭(粒径6mm~50mm)在内的矿石份合计140.7ton。2份焦炭中的1份相当于自所述炉中间部到炉壁地装入的焦炭份(以下说明的图2的“第1装入份5a”, 以下记作该用语)。另外, 2份的矿石是所述矿石和焦炭的混合物份(以下, 记作“第3装入份5c”)、以及矿石份(以下, 记作“第4装入份5d”)。本发明的实施例中的第3装入份5c和第4装入份5d的质量比形成为10:90。

[0074] 图2是表示根据原料堆积剖面(profile)的模拟模型得到的计算结果的图。图2的(a)是比较例, 是进行了通过通常作业的原料装入的情况, 图2的(b)是本发明例, 是采用所述本发明的方法进行了原料装入的情况。在图2中, 表示了1装料(即, 焦炭的第1装入份5a和第2装入份5b、以及矿石的第3装入份5c和第4装入份5d; 第3装入份5c包含焦炭)的原料堆积剖面。

[0075] 在图2的(a)所示的比较例的原料堆积剖面中, 以确保中心气体流动的稳定和提高自炉中间部到炉壁侧的反应效率为目标, 将中心部的O/C保持为低位, 并且将自炉中间部到炉壁侧的O/C维持为高位。

[0076] 对此, 在图2的(b)所示的本发明例中, 在矿石装入前形成的焦炭层(第1装入份5a)在量纲为1的炉口半径0.7处具有堆积顶点6, 并且为以形成自该堆积顶点到炉中心和炉壁地倾斜的原料斜面的方式堆积焦炭层。在焦炭层形成后装入的第3装入份5c的原料形成为矿石和焦炭的混合物, 出于防止该份的原料向中心部流入的观点, 调整旋转送料槽的倾动角以便自旋转送料槽供给的原料装入到比焦炭层的堆积顶点靠炉壁侧的量纲为1的炉口半径0.9处的位置。通过采用这样的装入方法, 在自炉中间部的堆积顶点到炉壁的焦炭层的斜面上的粒度偏析的作用下矿石和焦炭分离, 从而焦炭堆积于炉壁附近。

[0077] 接着装入的第4装入份5d以装入落下点形成在量纲为1的炉口半径约0.6~0.8的范围内的方式自炉壁侧到炉中间部地一边使旋转送料槽倾动一边被装入。由于堆积于炉壁侧的第3装入份5c的原料成为对于第4装入份5d的原料向炉壁侧堆积的障碍, 因此, 炉壁附近的O/C保持为低位。

[0078] 图3是表示根据炉半径方向O/C分布的模拟模型得到的计算结果的图, 是对图2的(a)所示的采用通常作业下的原料装入方法(比较例)得到的高炉炉顶部的O/C的半径方向分布和图2的(b)所示的采用本发明的原料装入方法得到的O/C的半径方向分布进行了比较的图。根据图3可知, 与采用通常作业的原料装入方法的情况相比, 在将焦炭层的堆积顶点位置形成在量纲为1的炉口半径0.7处、将第3装入份的原料装入位置形成在量纲为1的炉口半径0.9处的本发明的原料装入方法中, 自炉中心到炉中间部的O/C没有较大变化, 炉壁附近的O/C降低, 能够实现所期望的O/C分布状态。

[0079] 图4是表示根据将焦炭层的堆积顶点位置形成在量纲为1的炉口半径0.7处、将第3装入份的炉内装入位置形成在量纲为1的炉口半径0.9处的本发明的原料装入方法中的该份的矿石和焦炭的炉内分布的模拟模型得到的计算结果的图。根据该图可知, 在焦炭斜面上的粒度偏析的作用下, 焦炭较多地堆积于炉壁附近。

[0080] 使用了以上无料钟高炉的装入物分布模拟模型得到的验证结果, 能够确认采用本发明的原料装入方法而得到的效果(即, 能够独立地控制炉壁附近的O/C)。

[0081] (实施例2)

[0082] 无料钟装入模型实验

[0083] 使用容积缩小为炉容积 5370m^3 的5.6分之1的无料钟装入模型装置,验证了本发明的原料装入方法的效果。

[0084] 实验所使用的原料的粒径为实际炉尺寸的约5.6分之1,相当于1装料的装入量依据相似法则,焦炭份(第1以及第2装入份)合计146kg,包含23kg焦炭(粒径 $1\text{mm}\sim 10\text{mm}$)在内的矿石份(第3以及第4装入份)合计801kg。本发明的实施例的第3装入份和第4装入份的质量比为10:90。

[0085] 在模型实验中,在采用本发明的方法进行原料装入的情况下,与实施例1的情况相同地,将焦炭层的堆积顶点位置形成在量纲为1的炉口半径0.7处,第3装入份的装入位置形成在量纲为1的炉口半径0.9处。

[0086] 图5是表示模型实验中的原料堆积剖面的图。图5的(a)是比较例,是进行了采用通常作业的原料装入的情况,图5的(b)是本发明例,是采用所述本发明的方法进行了原料装入的情况。炉内的原料堆积剖面是使用激光测距仪连续地测量得到的。此外,在图5中,表示了1装料的原料堆积剖面。

[0087] 根据图5可知,无论是进行了采用通常作业的原料装入的情况(比较例)、以及采用本发明的方法进行了原料装入的情况中的哪一种,都成为了与所述的根据装入物分布模拟模型得到的计算结果基本相同的原料堆积剖面。

[0088] 图6是表示模型实验中的炉半径方向O/C分布的图,是对图5的(a)所示的根据采用通常作业下的原料装入方法(比较例)得到的高炉炉顶部的O/C的半径方向分布和图5的(b)所示的根据本发明的原料装入方法得到的O/C的半径方向分布进行了比较的图。根据图6可知,与根据模拟模型得到的计算结果(参照图3)相同地,在采用本发明的原料装入方法进行了原料装入的情况下与采用通常作业的原料装入方法相比,自炉中心到炉中间部的O/C没有较大变化,炉壁附近的O/C降低。

[0089] 使用了以上的无料钟装入模型装置得到的验证结果,能够确认采用本发明的原料装入方法得到的效果(即,能够独立地控制炉壁附近的O/C)。

[0090] 产业上的可利用性

[0091] 采用本发明的无料钟高炉的原料装入方法,能够仅对炉壁附近的O/C进行独立的控制并使其降低。另外,由于不会使高炉的还原材料比例大幅度增加就能够防止炉壁附着物的形成,因此,能够抑制生产率的降低、生铁制造成本的上升等。因而,本发明在向无料钟高炉装入原料时能够被有效地利用。

[0092] 附图标记的说明

[0093] 1:旋转送料槽、1a:旋转送料槽的中心轴线

[0094] 2:高炉、2a:高炉的中心轴线

[0095] 3:原料水平线、4:炉口半径

[0096] 5:1装料的原料、5a:第1装入份

[0097] 5b:第2装入份、5c:第3装入份

[0098] 5d:第4装入份、

[0099] 6:焦炭层的堆积顶点

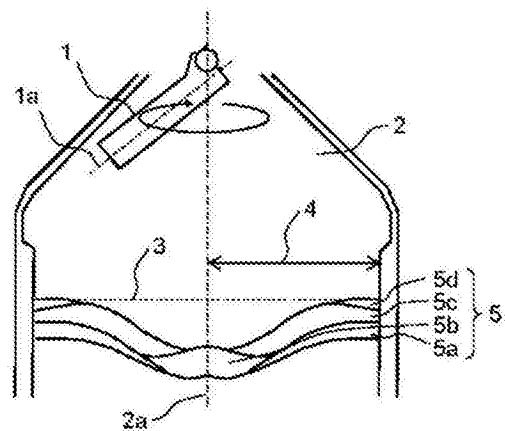


图1

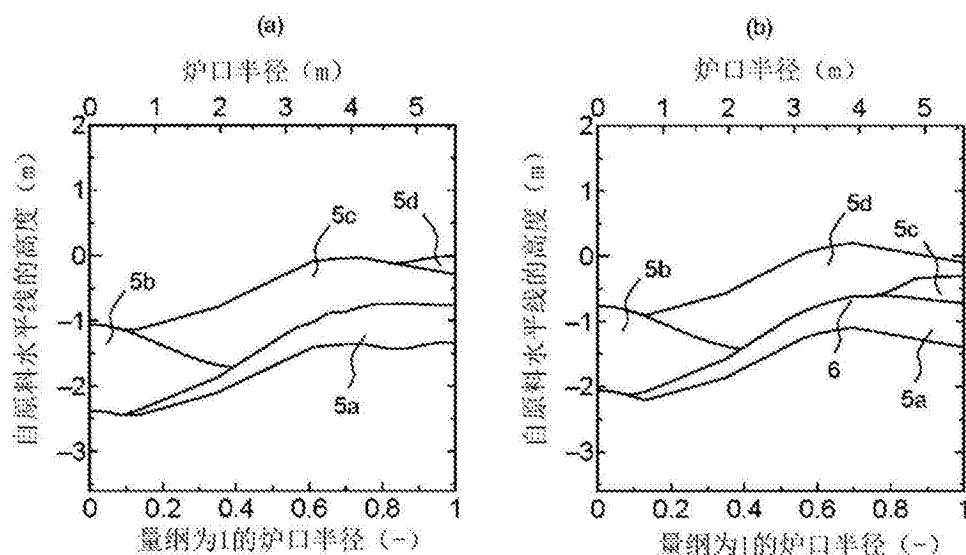


图2

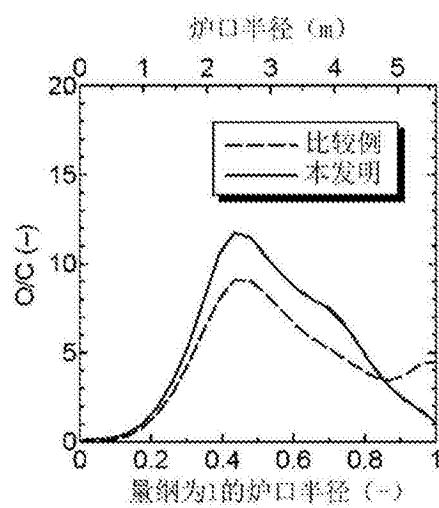


图3

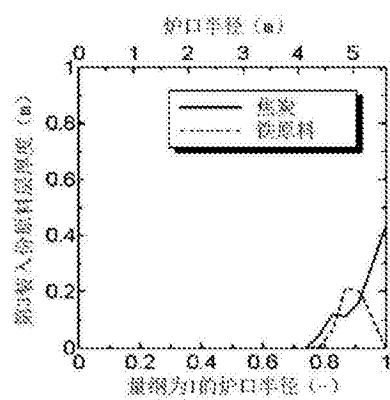


图4

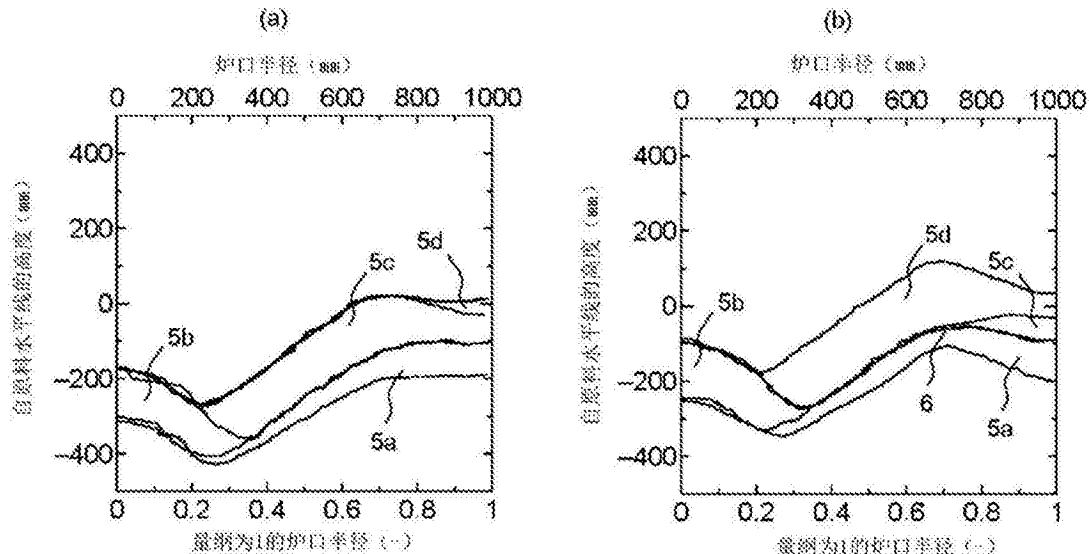


图5

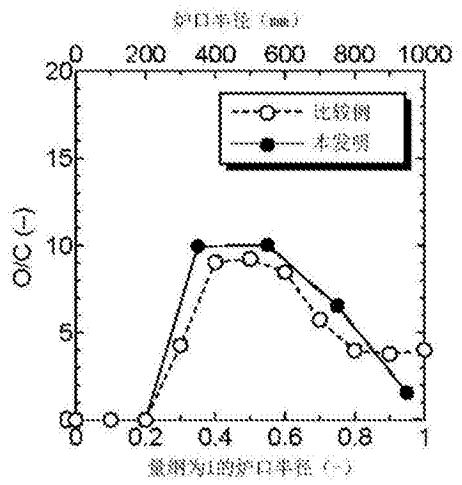


图6