



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I859671 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：111149329

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 12 月 22 日

(51)Int. Cl. : C21B5/00 (2006.01)

C21B5/04 (2006.01)

(30)優先權：2022/04/11 日本

2022-064977

(71)申請人：日商杰富意鋼鐵股份有限公司(日本) JFE STEEL CORPORATION (JP)  
日本

(72)發明人：澤木直美 SAWAKI, NAOMI (JP)；川尻雄基 KAWASHIRI, YUKI (JP)

(74)代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀

(56)參考文獻：

TW 514668B

TW I396749B

CN 105349725A

CN 110229939A

JP 2015-199978A

期刊 大野陽太郎・松浦正博 (Yotaro OHNO and Masahiro MATSUURA) 酸素高炉プロセスにおける炉内装入物の昇温, 反応特性 (Heating-up and Reaction Characteristics of Burdens in Oxygen Blast Furnace Process) Blast Furnace Process) 鉄と鋼 1990 年 76 卷 8 号 p. 1262-1269 日本鉄鋼協会平成元年 4 月本会講演大会にて発表 平成元年 8 月 15 日受付 (Received Aug. 15, 1989) 60-67

審查人員：周永泰

申請專利範圍項數：3 項 圖式數：3 共 19 頁

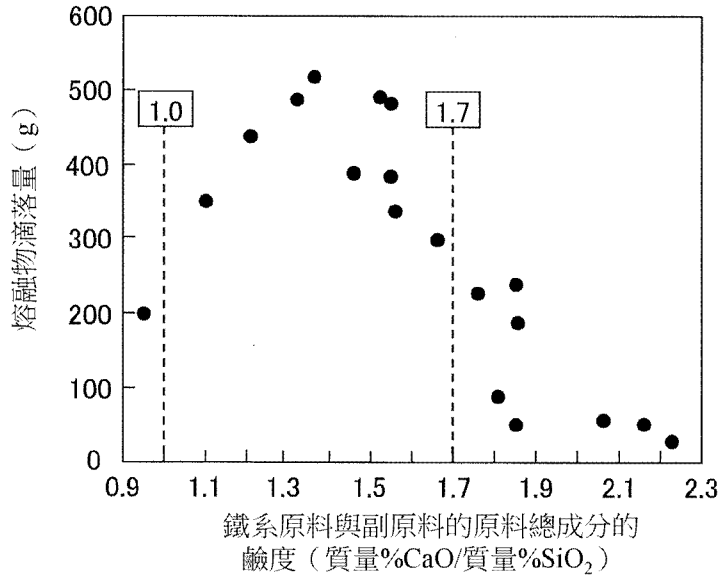
(54)名稱

高爐操作方法

(57)摘要

本發明提供一種高爐操作方法，其於實施使風口前的爐內產生高濃度還原氣體的高爐操作時，即便熔渣中的 FeO 成分減少，亦可改善於爐下部生成的熔渣性狀，確保爐內的熔著帶及滴落帶中的通氣性。本發明的高爐操作方法是自高爐的爐頂裝入鐵系原料、副原料以及焦炭，並自高爐的風口吹入使風口前的爐內產生高濃度還原氣體的氣體，所述高爐操作方法將所述鐵系原料與所述副原料的原料總成分的鹼度設為規定範圍內。該情況下，較佳為將所述原料總成分的鹼度設為 1.0 以上且 1.7 以下的範圍內。

指定代表圖：



【圖2】



I859671

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】高爐操作方法

【中文】

本發明提供一種高爐操作方法，其於實施使風口前的爐內產生高濃度還原氣體的高爐操作時，即便熔渣中的 FeO 成分減少，亦可改善於爐下部生成的熔渣性狀，確保爐內的熔著帶及滴落帶中的通氣性。本發明的高爐操作方法是自高爐的爐頂裝入鐵系原料、副原料以及焦炭，並自高爐的風口吹入使風口前的爐內產生高濃度還原氣體的氣體，所述高爐操作方法將所述鐵系原料與所述副原料的原料總成分的鹼度設為規定範圍內。該情況下，較佳為將所述原料總成分的鹼度設為 1.0 以上且 1.7 以下的範圍內。

【指定代表圖】圖 2。

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】高爐操作方法

【技術領域】

【0001】本發明是有關於一種使風口前的高爐內產生高濃度還原氣體的高爐操作方法，詳細而言，是有關於一種改善高爐內的熔著帶及滴落帶中的熔渣的性狀而提高高爐內的通氣性的高爐操作方法。

【先前技術】

【0002】近年來，削減作為溫室效應氣體之一的 CO<sub>2</sub> 氣體（二氧化碳氣體）的排放量的動態高漲。於利用高爐進行的煉鐵法中，使用炭材作為還原材料，因此產生大量的 CO<sub>2</sub> 氣體。因此，鋼鐵業於 CO<sub>2</sub> 氣體的排放量中成為主要的產業之一，必須響應削減 CO<sub>2</sub> 氣體的排放量這一社會要求。具體而言，高爐操作中的源自煤炭的還原材料比的進一步削減已成為當務之急。所謂源自煤炭的還原材料比，是指製造 1 噸熔鐵所需的源自煤炭的焦炭及源自煤炭的還原氣體的合計質量。

【0003】還原材料具有於爐內變成熱而使裝入物升溫的作用、以及將爐內的作為鐵系原料的鐵礦石、鐵礦石的燒結礦、鐵礦石的顆粒還原的作用。為了降低還原材料比以削減 CO<sub>2</sub> 氣體的排放量，需要一邊保持爐內的熱量，一邊提高還原材料的還原效率。

【0004】作為以削減 CO<sub>2</sub> 氣體的排放量為目的的還原材料，氫備受矚目。利用氫進行的鐵礦石的還原為吸熱反應，但其吸熱量小於

直接還原反應（反應式： $\text{FeO}+\text{C}\rightarrow\text{Fe}+\text{CO}$ ），基於氫的還原速度快於基於  $\text{CO}$  氣體的還原速度。因此，藉由向高爐吹入氫系氣體，可同時實現  $\text{CO}_2$  氣體的排放量的削減以及還原效率的提高。

【0005】為了高爐的穩定操作，需要確保高爐內的鐵系原料熔著的熔著帶的通氣性。但是，於使風口前的爐內產生高濃度還原氣體的高爐操作、以及較先前的操作而言爐內還原氣體濃度高並且還原反應速度快的高爐操作中，高爐內的通氣性並不清楚。

【0006】高爐於生產銑鐵的同時，亦大量產出作為副產物的高爐熔渣（包含  $\text{FeO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、及  $\text{SiO}_2$  等的氧化物）。為了良好地保持爐內的通氣性，需要進行可將所產出的高爐熔渣的黏度抑制得低而確保通液性的原料設計。

【0007】作為用於解決與所述課題類似的問題的現有技術，提出有專利文獻 1～專利文獻 3 中所揭示的技術。

【0008】於專利文獻 1 中，揭示有一種自爐頂裝入焦炭、並自風口吹入輔助燃料的高爐操作。根據專利文獻 1，藉由將焦炭及輔助燃料的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  與  $\text{SiO}_2$  的比（ $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ）設為 0.6 以上，且將高爐熔渣的鹼度（ $(\text{CaO}+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO})/\text{SiO}_2$ ）設為 1.8 以上，可改善高爐熔渣的性狀，提高通氣性及通液性。

【0009】於專利文獻 2 中，揭示有一種自風口將相對於 1 噸出鐵而為 150 kg 以上的粉煤與熱風一起吹入至高爐內的高爐操作法。根據專利文獻 2，藉由在自爐頂裝入的除焦炭以外的裝入物的 80% 以上中使用  $\text{SiO}_2$  成分為 4.0 質量%～4.8 質量%、 $\text{MgO}$  成分為 1.2

質量%~2.4 質量%、CaO 成分為 6.0 質量%~9.0 質量%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成分為 1.9 質量%~2.5 質量%的燒結礦，即便熔渣組成的 FeO 成分降低，亦可將滴落熔渣的黏度抑制得低。

【0010】於專利文獻 3 中，揭示有根據通常所使用的燒結礦中的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量來調整副原料的調配比率，並使用高強度（破碎指數（shatter index, SI）> 92%）且高被還原性（還原性指數（reducibility index, RI）> 70%）的燒結礦的高爐操作方法。根據專利文獻 3，藉由自高爐風口吹入與高強度且高被還原性的燒結礦、和通常所使用的燒結礦的副原料的調配比率的差相當的量的副原料，可長期穩定地進行高礦石/還原材料比操作。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0011】專利文獻 1：日本專利特開 2004-10948 號公報

專利文獻 2：日本專利特開平 9-13107 號公報

專利文獻 3：日本專利特開 2005-298923 號公報

【發明內容】

【0012】[發明所欲解決之課題]

但是，該些現有技術均是將自風口吹入 SiO<sub>2</sub> 粉末等副原料、包含 CaO 或 SiO<sub>2</sub> 等的輔助燃料或粉煤的高爐操作設為對象，並未提及使風口前的爐內產生高濃度還原氣體的高爐操作中的裝入原料成分或熔渣成分。

【0013】於本發明中的高爐操作中，風口前的爐內所生成的還原

氣體的濃度非常高。因此，於爐內引起鐵系原料的還原率的上升以及熔渣中的 FeO 濃度的減少，熔渣中的 FeO 成分降低至比所述現有技術中所記載的操作範圍低的範圍。所述現有技術並未考慮到熔渣中的 FeO 成分進一步降低的情況。

【0014】即，於以風口前的爐內產生的高濃度還原氣體成為圖 1（圖 1 的說明將於以後敘述）的區域 A 的範圍內（包含 H<sub>2</sub> 氣體=0 體積%~100 體積%、N<sub>2</sub> 氣體=0 體積%~71 體積%、CO 氣體=0 體積%~100 體積%的範圍內）的方式進行操作時，比先前的操作更促進鐵系原料自低溫的還原，爐下部的鐵系原料的到達還原率上升。該情況下，若保持先前的操作方法的狀態，則有可能因熔渣中的 FeO 成分的減少而熔渣通液性降低，熔渣滯留於焦炭層的空隙中，爐內通氣阻力增加而誘發竄氣。

【0015】本發明是鑒於所述情況而成，其目的在於提供一種高爐操作方法，其於實施使風口前的爐內產生高濃度還原氣體的高爐操作時，改善熔渣性狀，即便熔渣中的 FeO 成分減少，亦可確保高爐內的熔著帶及滴落帶中的通氣性。

#### [解決課題之手段]

【0016】用於解決所述課題的本發明的主旨如以下般。

[1] 一種高爐操作方法，自高爐的爐頂裝入鐵系原料、副原料以及焦炭，並自高爐的風口吹入使風口前的爐內產生高濃度還原氣體的氣體，所述高爐操作方法將所述鐵系原料與所述副原料的原料總成分的鹼度設為規定範圍內。

[2] 如[1]所述的高爐操作方法，其中將所述原料總成分的鹼度設為 1.0 以上且 1.7 以下的範圍內。

[3] 如[1]所述的高爐操作方法，其中所述高濃度還原氣體於以爐腹氣體（Bosh gas）組成來表示時為如下組成、即包含 H<sub>2</sub> 氣體、N<sub>2</sub> 氣體及 CO 氣體、且 H<sub>2</sub> 氣體、N<sub>2</sub> 氣體及 CO 氣體的比例處於 H<sub>2</sub> 氣體-N<sub>2</sub> 氣體-CO 氣體的三元系圖表中的由 H<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、CO 氣體：100 體積%的點、H<sub>2</sub> 氣體：100 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、CO 氣體：0 體積%的點、H<sub>2</sub> 氣體：29 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：71 體積%、CO 氣體：0 體積%的點、以及 H<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：37 體積%、CO 氣體：63 體積%的點此四點包圍的區域內的組成，且包含 0 體積%~100 體積%的範圍內的 H<sub>2</sub> 氣體、0 體積%~71 體積%的範圍內的 N<sub>2</sub> 氣體、以及 0 體積%~100 體積%的範圍內的 CO 氣體。

[4] 如[2]所述的高爐操作方法，其中所述高濃度還原氣體於以爐腹氣體組成來表示時為如下組成、即包含 H<sub>2</sub> 氣體、N<sub>2</sub> 氣體及 CO 氣體、且 H<sub>2</sub> 氣體、N<sub>2</sub> 氣體及 CO 氣體的比例處於 H<sub>2</sub> 氣體-N<sub>2</sub> 氣體-CO 氣體的三元系圖表中的由 H<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、CO 氣體：100 體積%的點、H<sub>2</sub> 氣體：100 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、CO 氣體：0 體積%的點、H<sub>2</sub> 氣體：29 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：71 體積%、CO 氣體：0 體積%的點、以及 H<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：37 體積%、CO 氣體：63 體積%的點此四點包圍的區域內的組成，且包含 0 體積%~100 體積%的範圍內的 H<sub>2</sub> 氣體、0 體積

%~71 體積%的範圍內的  $N_2$  氣體、以及 0 體積%~100 體積%的範圍內的 CO 氣體。

[5] 如[1]至[4]中任一項所述的高爐操作方法，其中所述高濃度還原氣體中的  $H_2$  氣體量為  $0 \text{ Nm}^3/\text{熔鐵-噸}$ ~ $500 \text{ Nm}^3/\text{熔鐵-噸}$ 的範圍內。

[發明的效果]

【0017】於本發明中，在實施使風口前的爐內產生高濃度還原氣體的高爐操作時，將鐵系原料與副原料的原料總成分的鹼度(質量%CaO/質量%SiO<sub>2</sub>)設為規定範圍內。藉此，於高爐內的熔著帶及滴落帶中生成的熔渣的黏度得以最佳化，高爐內的熔渣的通液性被控制為能夠操作的範圍內，結果，可良好地保持高爐內的氣體通氣性，實現高爐的穩定操作。

【圖式簡單說明】

【0018】

圖 1 是於  $H_2$  氣體- $N_2$  氣體-CO 氣體的三元系圖表的氣體成分組成中，以爐腹氣體組成表示藉由本實施形態的高爐操作方法使風口前的爐內生成的高濃度還原氣體的成分範圍的圖。

圖 2 是表示於使風口前的爐內生成高濃度還原氣體的試驗中，原料總成分的鹼度對熔融物滴落量造成的影響的圖形。

圖 3 是表示於使風口前的爐內生成高濃度還原氣體的試驗中，原料總成分的鹼度對通氣阻力指數 KS 造成的影響的圖形。

【實施方式】

【0019】以下，說明本發明的實施形態。本實施形態的高爐操作方法為如下高爐操作方法，其自高爐的爐頂將鐵系原料、副原料以及焦炭交替且呈層狀地裝入至高爐內，並且自設置於高爐下部的風口向高爐內吹入氣體，利用自風口吹入的氣體使風口前的高爐內生成高濃度還原氣體。鐵系原料中例如包含鐵礦石、鐵礦石的燒結礦、鐵礦石的顆粒、還原鐵及廢鐵。副原料中單獨包含或複合包含  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaO}$ 。使用的鐵系原料、副原料以及焦炭的種類並無特別限制，若為先前的高爐操作中所使用的鐵系原料、副原料以及焦炭，則於本發明中亦可適宜地使用。

【0020】用於生成高濃度還原氣體的氣體包含將高爐內的鐵系原料還原的還原成分。此處，將高爐內的鐵系原料還原的還原成分中不僅包含可將鐵系原料還原的成分即  $\text{CO}$  氣體、 $\text{H}_2$  氣體、烴氣體，而且亦包含藉由與焦炭的反應或分解反應等而生成還原氣體的成分即  $\text{CO}_2$  氣體、 $\text{H}_2\text{O}$  氣體等。

【0021】圖 1 是於  $\text{H}_2$  氣體- $\text{N}_2$  氣體- $\text{CO}$  氣體的三元系圖表的氣體成分組成中，以爐腹氣體組成表示藉由本實施形態的高爐操作方法使風口前的爐內生成的高濃度還原氣體的成分範圍的圖。所謂本實施形態中的高濃度還原氣體，為使用該高濃度還原氣體將鐵系原料於  $900^\circ\text{C}$  下還原 180 分鐘時的平均還原率為 80% 以上的還原氣體。於以爐腹氣體組成表示該還原氣體時，為如下組成、即包含  $\text{H}_2$  氣體、 $\text{N}_2$  氣體以及  $\text{CO}$  氣體、且  $\text{H}_2$  氣體、 $\text{N}_2$  氣體以及  $\text{CO}$  氣體的比例（其中，設為  $\text{H}_2$  氣體+ $\text{N}_2$  氣體+ $\text{CO}$  氣體=100 體積%時的

比例)為圖 1 中斜線部所表示的區域 A(本發明的操作範圍)的範圍內、並且包含 0 體積%~100 體積%的範圍內的 H<sub>2</sub> 氣體、0 體積%~71 體積%的範圍內的 N<sub>2</sub> 氣體、以及 0 體積%~100 體積%的範圍內的 CO 氣體的氣體組成。

【0022】區域 A 為於 H<sub>2</sub> 氣體-N<sub>2</sub> 氣體-CO 氣體的三元系圖表中，由點 O (H<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、CO 氣體：100 體積%)、點 P (H<sub>2</sub> 氣體：100 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、CO 氣體：0 體積%)、點 Q (H<sub>2</sub> 氣體：29 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：71 體積%、CO 氣體：0 體積%)及點 R (H<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：37 體積%、CO 氣體：63 體積%)此四點包圍的範圍內。另外，圖 1 中比較示出先前的一般的高爐操作範圍的氣體組成。於該區域 A 中的由點 O (H<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、CO 氣體：100 體積%)、點 P (H<sub>2</sub> 氣體：100 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、CO 氣體：0 體積%)、點 Q' (H<sub>2</sub> 氣體：43 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：57 體積%、CO 氣體：0 體積%)及點 R' (H<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：14 體積%、CO 氣體：86 體積%)此四點包圍的範圍內，將鐵系原料於 900℃ 下還原 180 分鐘時的平均還原率為 90%以上，因此爐內的熔著帶中的熔渣成分中的 FeO 含量明顯降低。因此，於使風口前的爐內生成該成分範圍的高濃度還原氣體時，由針對恢復包含熔渣的熔融物的滴落量的、原料總成分的鹼度 (質量%CaO/質量%SiO<sub>2</sub>) 的調整帶來的效果進一步變高。

【0023】本發明者等人使用模擬高爐的比例尺 1/4 的小型試驗爐，

進行使風口前的爐內生成高濃度還原氣體的試驗，對爐內的熔著帶及滴落帶中的熔渣成分進行調查。表 1 中示出小型試驗爐中所使用的鐵系原料的成分組成的一例。

【0024】[表 1]

	鐵系原料的成分組成(質量%)							
	T-Fe	M-Fe	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
燒結礦 1	57.30	0.03	9.04	71.77	5.36	1.83	9.05	1.25
燒結礦 2	54.14	0.10	8.04	68.32	5.72	2.08	12.76	1.19
鐵礦石 1	62.93	0.10	0.29	89.65	1.75	2.24	0.04	0.02
鐵礦石 2	57.81	0.10	0.29	82.34	7.15	4.35	0.01	0.03

【0025】於小型試驗爐中，進行如下試驗，即，將鐵系原料、副原料及焦炭的配方設為與專利文獻 2 中所記載的操作方法相同、且鐵系原料與副原料的原料總成分的鹼度為 2.0 的配方，並使風口前的爐內生成高濃度還原氣體。於該試驗條件下，算出爐內的熔著帶中的熔渣成分中，FeO 成分小於 3.5 質量%，SiO<sub>2</sub> 成分為 25.4 質量%~28.3 質量%，Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成分為 8.6 質量%~9.2 質量%，CaO 成分為 52.5 質量%~56.7 質量%，MgO 成分為 5.3 質量%~7.3 質量%。因熔渣的鹼度變高而為約 2.0，且熔渣的滴落量減少至先前試驗的十分之一左右，因此氣體通氣性劣化至能夠穩定地繼續試驗的範圍外。

【0026】認為於增加熔渣的滴落量時必須降低生成的熔渣的鹼度。因此，使鐵系原料與副原料的原料總成分的鹼度於 0.95~2.23 的範圍內變更，進行使風口前的爐內生成高濃度還原氣體的試驗，調查原料總成分的鹼度對熔融物滴落量及通氣阻力指數 KS 造成的影響。

【0027】關於熔融物滴落量，於實驗後回收試驗中滴落的熔融物，利用重量計測定其總重量。通氣阻力指數 **KS** 是作為以在爐內溫度為 1000°C 以上的區域中測定的壓力損失、與根據操作條件推測的物性值為基礎而算出的通氣阻力 **K** 值（1/m）的積分值來算出。

【0028】〈通氣阻力指數 **KS** 的算出方法〉

通氣阻力 **K** 值（1/m）是藉由下述（1）式來算出。

$$K = (\Delta P / H) / (\rho_{\text{gas}}^{0.7} \times \mu_{\text{gas}}^{0.3} \times v_{\text{gas}}^{1.7}) \quad \dots (1)$$

此處， $\Delta P$  為壓力損失（Pa）， $H$  為爐內填充層層厚（m）， $\rho_{\text{gas}}$  為氣體密度（ $\text{kg}/\text{m}^3$ ）， $\mu_{\text{gas}}$  為氣體黏度（ $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ）， $v_{\text{gas}}$  為氣體流速（ $\text{m}/\text{s}$ ）。 $\Delta P$  是藉由在風口與試驗爐上部（比填充層更靠上部的空間）的爐壁設置壓力計並計算壓力的差量而求出。關於  $H$ ，自例如於試驗爐上部穿孔的孔插入測定用夾具來測定填充層表面的位置，並使用填充層表面位置與設置有風口的位置於高度方向上的距離作為  $H$ 。可使用雷射距離計測定填充層表面的位置。 $\rho_{\text{gas}}$  可根據自風口導入的氣體成分、爐內的溫度、以及爐內的壓力來算出。 $\mu_{\text{gas}}$  可根據自風口導入的氣體成分、與爐內的溫度來算出。 $v_{\text{gas}}$  可根據自風口導入的氣體流量、爐內的溫度、以及爐內的壓力來算出。此處，爐內的溫度是於與填充層對應的位置的爐壁設置多個溫度計，並使用該溫度計的測定值的平均值。同樣地，爐內的壓力是於與填充層對應的位置的爐壁設置多個壓力計，並使用該壓力計的測定值的平

均值。亦可使用  $\Delta P$  的算出中使用的風口的壓力與填充層上部的壓力的平均值作為爐內的壓力。

【0029】通氣阻力指數  $KS$  是藉由下述 (2) 式來算出。

【0030】[數 1]

$$KS = \int_{1000^{\circ}\text{C}}^{T_{\text{max}}} K dt \quad \dots (2)$$

【0031】於 (2) 式中， $T_{\text{max}}$  為測定爐內壓力損失的最高溫度，雖然每次測定均不同，但為  $1500^{\circ}\text{C} \sim 1650^{\circ}\text{C}$  左右。

【0032】圖 2 是表示於使風口前的爐內生成高濃度還原氣體的試驗中，原料總成分的鹼度對熔融物滴落量造成的影響的圖形。圖 2 的橫軸為原料總成分的鹼度 (質量%CaO/質量%SiO<sub>2</sub>)，縱軸為熔融物滴落量 (g)。

【0033】圖 3 是表示於使風口前的爐內生成高濃度還原氣體的試驗中，原料總成分的鹼度對通氣阻力指數  $KS$  造成的影響的圖形。圖 3 的橫軸為原料總成分的鹼度 (質量%CaO/質量%SiO<sub>2</sub>)，縱軸為通氣阻力指數  $KS$  ( $10^5^{\circ}\text{C}/\text{m}$ )。

【0034】如圖 2 所示，於鐵系原料與副原料的原料總成分的鹼度為 1.0~1.7 的範圍內，熔融物滴落量增加。另外，如圖 3 所示，確認到於鐵系原料與副原料的原料總成分的鹼度為 1.0~1.7 的範圍內，通氣阻力指數  $KS$  降低至作為目標值的 2000 以下。通氣阻

力指數 KS 的目標值 2000 為能夠繼續穩定的試驗的閾值。所謂穩定的試驗，是指填充層表面高度相對於時間而言均勻地降低，不會產生竄氣等故障的試驗。

【0035】根據該些結果，確認到藉由將鐵系原料與副原料的原料總成分的鹼度設為 1.0~1.7 的範圍內，可穩定地進行使風口前的爐內生成高濃度還原氣體的試驗。

【0036】本實施形態的高爐操作方法是基於所述試驗結果而成者，且為如下高爐操作方法，其中自高爐的爐頂裝入鐵系原料、副原料以及焦炭，並自高爐的風口吹入使風口前的爐內產生高濃度還原氣體的氣體，所述高爐操作方法將裝入的鐵系原料與裝入的副原料的原料總成分的鹼度設為規定範圍內。

【0037】此處，裝入的鐵系原料與裝入的副原料的原料總成分的鹼度較佳為 1.0 以上且 1.7 以下的範圍內。藉此，可提高高爐爐下部的熔融物的滴落性與通氣性。於鐵系原料與副原料的原料總成分的鹼度小於 1.0 的情況下、以及鐵系原料與副原料的原料總成分的鹼度超過 1.7 的情況下，熔渣的黏度均上升並脫離穩定操作範圍，因此欠佳。

【0038】再者，裝入的鐵系原料與副原料的原料總成分的鹼度更佳為 1.1 以上且 1.7 以下，進而佳為 1.4 以上且 1.5 以下。藉此，熔渣的黏度進一步降低，可進一步提高熔融物的滴落性與通氣性。於原料調整時，較佳為將熔渣量設為 400 kg/熔鐵-噸以下。藉由將熔渣量設為 400 kg/熔鐵-噸以下，可抑制由自低溫區域熔出的熔融

物量的增加所致的通氣性的降低。

【0039】另外，高濃度還原氣體較佳為該高濃度還原氣體中的  $H_2$  氣體量（包含煙中的氫在內）為  $0 \text{ Nm}^3/\text{熔鐵-噸} \sim 500 \text{ Nm}^3/\text{熔鐵-噸}$  的範圍內。藉此，可抑制爐內溫度的降低及還原反應速度的降低。另一方面，若高濃度還原氣體中的  $H_2$  氣體量超過  $500 \text{ Nm}^3/\text{熔鐵-噸}$ ，則爐內溫度降低，還原反應速度降低，因此欠佳。另外，於以單質的形式吹入  $H_2$  氣體的情況下，為了將風口前溫度保持為操作範圍內，較佳為於對  $H_2$  氣體進行加熱後予以送風。

【0040】如以上所說明般，於本實施形態的高爐操作方法中，在實施使風口前的爐內產生高濃度還原氣體的高爐操作時，將裝入的鐵系原料與裝入的副原料的原料總成分的鹼度控制為規定範圍內。藉此，於高爐內的熔著帶及滴落帶中生成的熔渣的黏度得以最佳化，高爐內的熔渣的通液性被控制為能夠操作的範圍內，可良好地保持高爐內的氣體通氣性，可實現穩定操作。

#### [實施例]

【0041】使用大型高爐實施如下高爐操作試驗，即，自爐頂交替裝入鐵系原料、副原料以及焦炭，使自爐頂裝入的鐵系原料與副原料的原料總成分的鹼度發生變化，並使風口前的爐內生成高濃度還原氣體。表 2 中示出了試驗結果的一例。

【0042】 [表 2]

	項目	單位	發明例 1	發明例 2	發明例 3	發明例 4	比較例 1	比較例 2	比較例 3
裝入原料 總成分	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	質量%	73.26	72.43	82.23	75.82	70.09	74.08	74.08
	FeO	質量%	6.61	6.53	4.25	5.85	6.32	6.68	6.68
	SiO <sub>2</sub>	質量%	6.68	7.73	4.19	5.89	10.72	5.63	5.63
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	質量%	1.70	1.68	1.97	2.10	1.63	1.72	1.72
	CaO	質量%	10.33	10.21	6.47	9.09	9.88	10.44	10.44
	MgO	質量%	1.43	1.41	0.90	1.26	1.37	1.45	1.45
	鹼度 (CaO/SiO <sub>2</sub> )	-	1.55	1.32	1.54	1.54	0.92	1.85	1.85
爐腹 氣體	TFT* <sup>1</sup>	°C	2050	2050	2050	2100	2050	2050	2100
	氣體量	Nm <sup>3</sup> /t	1140	1140	1140	930	1140	1140	930
	CO	體積%	62	62	62	84	62	62	84
	H <sub>2</sub>	體積%	38	38	38	15	38	38	15
	N <sub>2</sub>	體積%	0	0	0	1	0	0	1
	H <sub>2</sub> 量	Nm <sup>3</sup> /t	433	433	433	140	433	433	140
操作規格	焦炭比	kg/t	390	390	390	290	390	390	290
	PCR* <sup>2</sup>	kg/t	0	0	0	250	0	0	250
	甲烷比* <sup>3</sup>	kg/t	155	155	155	0	155	155	0
	送風基本單位	Nm <sup>3</sup> /t	350	350	350	300	350	350	300
	富氧	% (乾)	100	100	100	100	100	100	100
	送風溫度	°C	25	25	25	25	25	25	25
	送風含濕量	g/Nm <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0
操作結果	滴落性	-	良好	良好	良好	良好	不良	不良	不良
	通氣性	-	良好	良好	良好	良好	不良	不良	不良

\*1：所謂 TFT，為理論燃燒溫度（Theoretical Flame Temperature 的簡稱），且為於絕熱下完全燃燒時的溫度

\*2：所謂 PCR，為煤粉比（Pulverized Coal Ratio 的簡稱），為每 1 噸熔鐵的煤粉吹入量

\*3：所謂甲烷比，為每 1 噸熔鐵的甲烷吹入量

【0043】如表 2 所示般，確認到於將自爐頂裝入的鐵系原料與副原料的原料總成分的鹼度設為本發明的範圍的發明例 1～發明例 4 中，滴落性及通氣性良好，能夠進行穩定操作。另一方面，於自爐頂裝入的鐵系原料與副原料的原料總成分的鹼度為本發明的範圍外的比較例 1～比較例 3 中，無法獲得充分的滴落量，通氣性亦不良。

【符號說明】

【0044】

無

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種高爐操作方法，自高爐的爐頂裝入鐵系原料、副原料以及焦炭，並自高爐的風口吹入使風口前的爐內產生高濃度還原氣體的氣體，

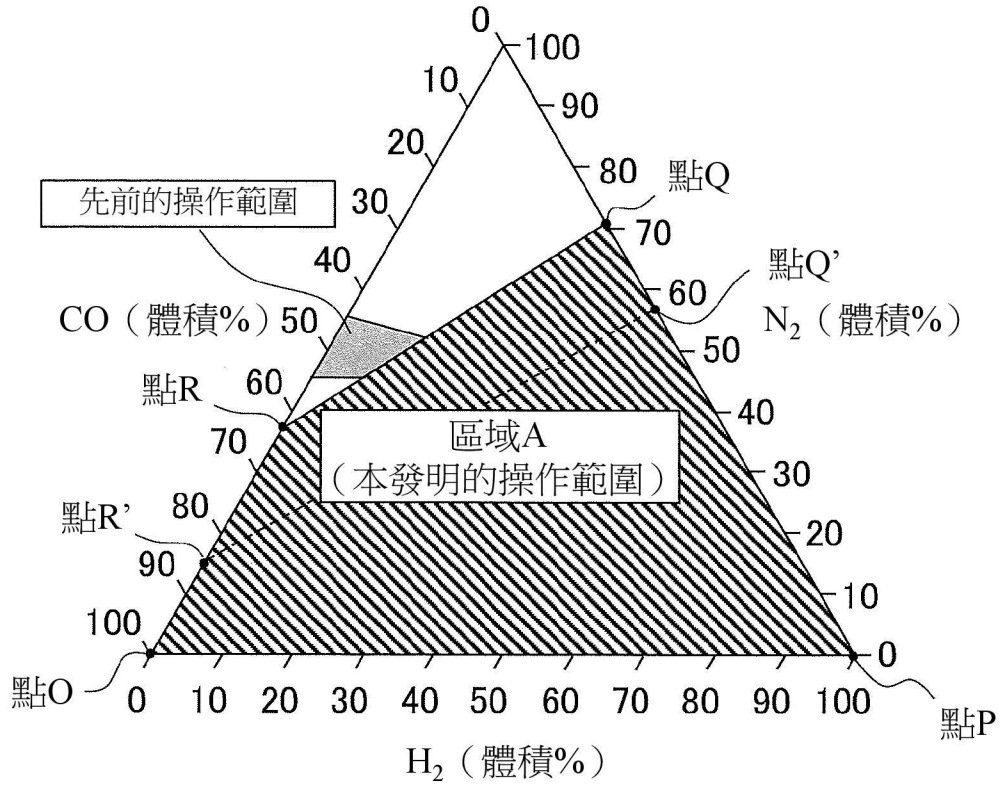
所述高濃度還原氣體於以爐腹氣體組成來表示時為如下組成、即包含 H<sub>2</sub> 氣體、N<sub>2</sub> 氣體及 CO 氣體、且 H<sub>2</sub> 氣體、N<sub>2</sub> 氣體及 CO 氣體的比例處於 H<sub>2</sub> 氣體-N<sub>2</sub> 氣體-CO 氣體的三元系圖表中的由 H<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、CO 氣體：100 體積%的點、H<sub>2</sub> 氣體：100 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、CO 氣體：0 體積%的點、H<sub>2</sub> 氣體：29 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：71 體積%、CO 氣體：0 體積%的點、以及 H<sub>2</sub> 氣體：0 體積%、N<sub>2</sub> 氣體：37 體積%、CO 氣體：63 體積%的點此四點包圍的區域內的組成，且包含 0 體積%~100 體積%的範圍內的 H<sub>2</sub> 氣體、0 體積%~71 體積%的範圍內的 N<sub>2</sub> 氣體、以及 0 體積%~100 體積%的範圍內的 CO 氣體，

所述高爐操作方法將所述鐵系原料與所述副原料的原料總成分的鹼度設為規定範圍內。

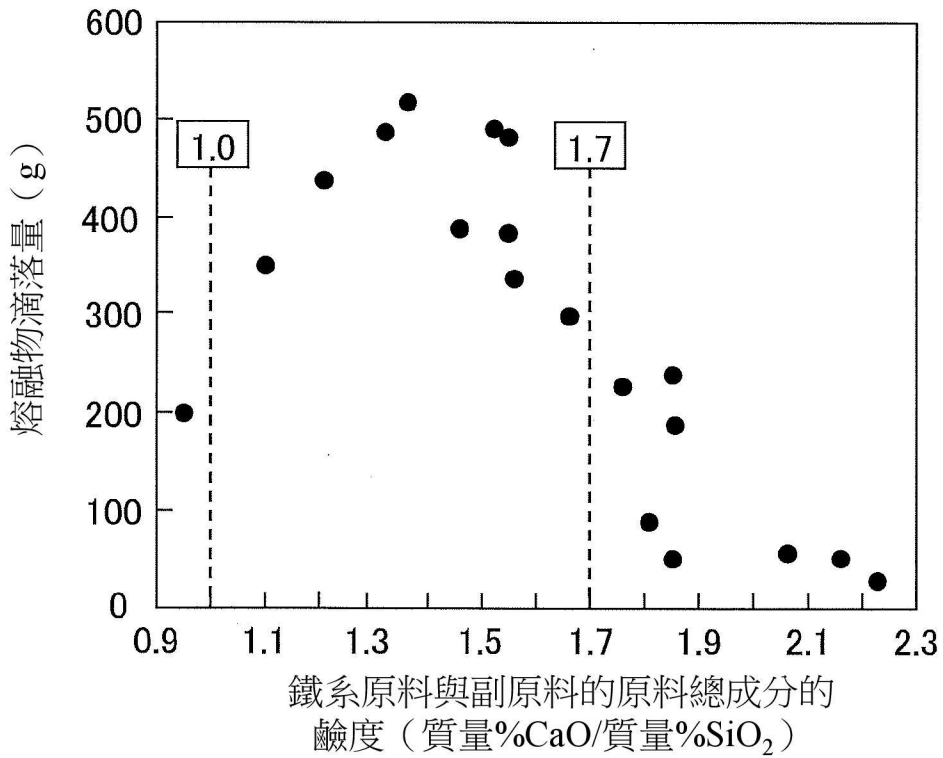
【請求項2】如請求項 1 所述的高爐操作方法，其中將所述原料總成分的鹼度設為 1.0 以上且 1.7 以下的範圍內。

【請求項3】如請求項 1 或 2 所述的高爐操作方法，其中所述高濃度還原氣體中的 H<sub>2</sub> 氣體量為 0 Nm<sup>3</sup>/熔鐵-噸~500 Nm<sup>3</sup>/熔鐵-噸的範圍內。

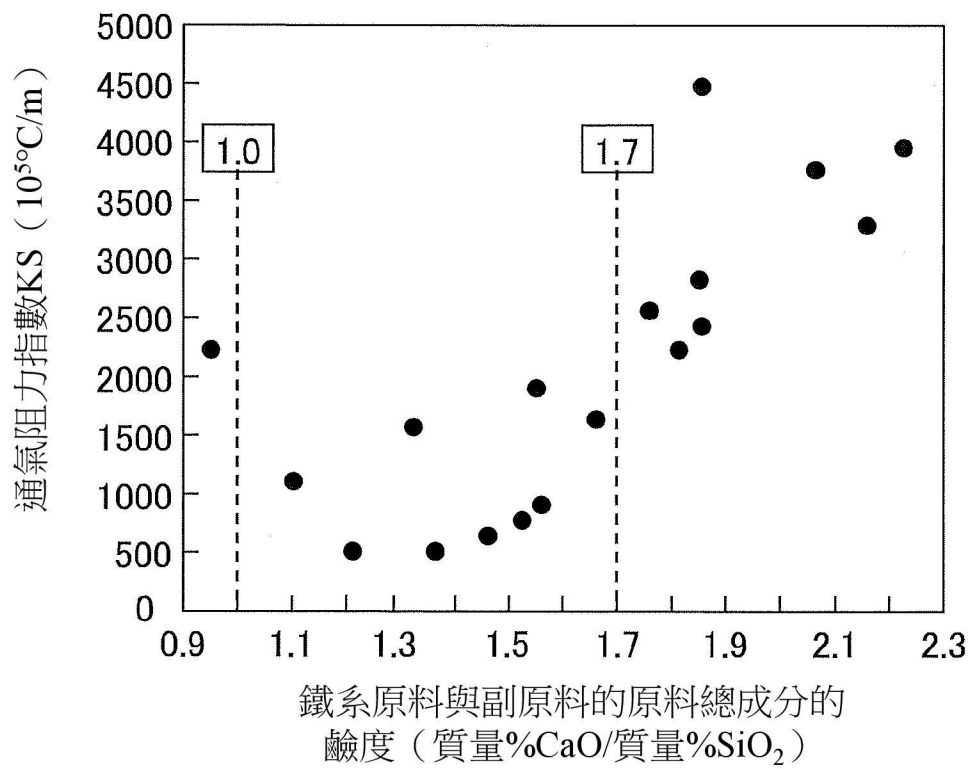
【發明圖式】



【圖1】



【圖2】



【圖3】