



(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 I681061 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：108101109

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 01 月 11 日

(51)Int. Cl. : C21C5/30 (2006.01)

C21C5/48 (2006.01)

(30)優先權：2018/01/17 美國

15/873616

(71)申請人：美商氣體產品及化學品股份公司 (美國) AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC.
(US)

美國

(72)發明人：布拉吉諾 葛雷格里 J BURAGINO, GREGORY J. (US)；甘戈利 夏雷茲普拉迪
浦 GANGOLI, SHAILESH PRADEEP (IN)；古普塔 安舒 GUPTA, ANSHU (IN)；
薩尼 阿努普瓦桑特 SANE, ANUP VASANT (IN)；古哈 艾維夏克 GUHA,
AVISHEK (IN)；何筱毅 HE, XIAOYI (CN)；巴辛斯基 麥克大衛 BUZINSKI,
MICHAEL DAVID (US)；涅姆凱維奇 凱爾 J NIEMKIEWICZ, KYLE J. (US)；
荷沃特森 魯西爾詹姆士 HEWERTSON, RUSSELL JAMES (US)

(74)代理人：陳展俊

(56)參考文獻：

TW 201139688A

TW 201144734A

CN 101096718A

EP 1963541B1

US 6627256B1

US 2005/0160876A1

審查人員：羅玉山

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：11 共 32 頁

(54)名稱

鹼性氧氣爐之底部攪拌風口及方法

(57)摘要

一種操作鹼性氧氣爐底部攪拌風口之方法，其具有由環形噴嘴圍繞的內部噴嘴，該方法包括，於熱金屬澆注階段及吹製階段，使惰性氣體流過該二噴嘴；於出料階段，使第一反應物流過內部噴嘴並使第二反應物流過環形噴嘴，並停止惰性氣體流過該等噴嘴，其中第一及第二反應物分別包括燃料與氧化劑，或反之亦然，藉此當燃料與氧化劑離開風口時形成火焰；於爐渣飛濺階段，繼續燃料與氧化劑之流動以維持火焰；以及於結束爐渣飛濺階段並開始另一熱金屬澆注階段之後，引發惰性氣體流過該二噴嘴並停止第一與第二反應物之流動。

A method of operating a BOF bottom stir tuyere having an inner nozzle surrounded by an annular nozzle, including during a hot metal pour phase and a blow phase, flowing an inert gas through both nozzles; during a tap phase, initiating a flow of a first reactant through the inner nozzle and a flow of a second reactant through the annular nozzle, and ceasing the flow of inert gas through the nozzles, wherein the first and second reactants includes fuel and oxidant, respectively, or vice-versa, such that a flame forms as the fuel and oxidant exit the tuyere; during a slag splash phase, continuing the flows of fuel and oxidant to maintain the flame; and after ending the slag splash phase and commencement of another hot metal pour phase, initiating a flow of inert gas through both nozzles and ceasing the flows of the first and second reactants.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S1,S2,S3,S4,S5 . . .

步驟

M . . . 燃料-氧化劑

混合物

10 . . . 爐渣

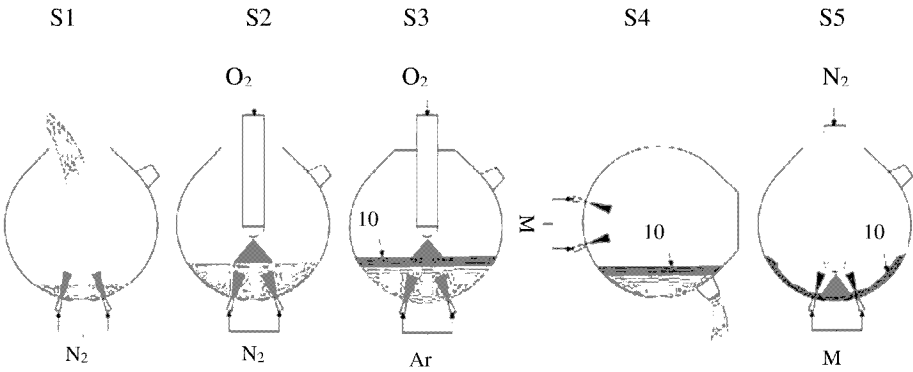


圖 7

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種於煉鋼用鹼性氧氣爐中操作底部攪拌風口之方法，其中該底部攪拌風口具有一同心噴嘴裝置，其配置有經一環形噴嘴包圍之一內部噴嘴，該方法包含：

(a) 於一熱金屬澆注階段，使一惰性氣體流過該底部攪拌風口之該二噴嘴；

(b) 於一吹製階段，繼續使該惰性氣體流過該底部攪拌風口之該二噴嘴；

(c) 於一出料階段，啟動一第一反應物之一流動流過該風口之該內部噴嘴並停止該惰性氣體流過該風口之該內部噴嘴，並啟動一第二反應物之一流動流過該風口之該環形噴嘴並停止該惰性氣體流過該風口之該環形噴嘴，其中該第一反應物包括燃料與氧化劑中之一者，且該第二反應物包括該燃料與氧化劑中之另一者，使得當該燃料與氧化劑離開該風口時形成一火焰；

(d) 於一爐渣飛濺階段，繼續該燃料與氧化劑之該等流動以維持該火焰；
以及

(e) 於結束該爐渣飛濺階段及開始另一熱金屬澆注階段後，啟動一惰性氣體流過該底部攪拌風口之該二噴嘴並停止該第一與該第二反應物之該等流動。

【第2項】 如請求項1所述之方法，其中於步驟(a)中流過該二噴嘴之惰性氣體包含氮氣、氬氣、二氧化碳或其組合。

【第3項】 如請求項1所述之方法，其中於步驟(c)及(d)中，該氧化劑作為該第一反應物流過該內部噴嘴，且該燃料作為該第二反應物流過該環形噴嘴。

【第4項】如請求項1所述之方法，其中該第一反應物具有一速度 V_P ，該第二反應物具有一軸向速度 V_S ，且其中該第一反應物速度與該第二反應物軸向速度之比率為 $2 \leq V_P/V_S \leq 30$ 。

【第5項】如請求項1所述之方法，進一步包含，於步驟(d)中，額外使一稀釋氣體與該氧化劑一同流動並調節稀釋氣體與氧化劑之相對比例，藉此調節該燃燒器之一能量釋放曲線。

【第6項】如請求項5所述之方法，進一步包含，於步驟(d)中，額外使一稀釋氣體與該燃料一同流動並調節稀釋氣體與燃料之該相對比例。

【第7項】如請求項1所述之方法，進一步含使該第一反應物與該惰性氣體中之一者或兩者以達到0.8馬赫至1.5馬赫之一速度離開該中心噴嘴。

【第8項】如請求項1所述之方法，進一步包含向離開該環形噴嘴之該第二反應物以及該惰性氣體賦予渦流。

【第9項】如請求項1所述之方法，進一步包含感測該風口之一壓力與一溫度中至少一者以偵測與正常作業條件的偏差，並且響應於經偵測與正常作業條件之偏差採取校正動作，其中該校正動作包括高體積之惰性氣體流流過該風口之該二噴嘴、指示該熔爐之底部清洗，以及關閉熔爐作業中之至少一者。

【第10項】一種用於煉鋼用鹼性氧氣爐之底部攪拌風口，包含：

一內部噴嘴，其經配置成選擇性流動一第一反應物或一惰性氣體；

一環形噴嘴，圍繞該內部噴嘴並且經配置成選擇性流動一第二反應物或一惰性氣體；以及

一控制器，其經編程為於該熔爐作業之一熱澆注階段及一吹製階段使一惰性氣體流過該二噴嘴，並於該熔爐作業之一出料階段及一澆渣階段使一第一反應物流過該內部噴嘴以及使一第二反應物流過該環形通道；

其中第該一反應物包括燃料與氧化劑中之一者，且該第二反應物包括燃料與氧化劑中之另一者。

【第11項】如請求項10所述之風口，其中該內部噴嘴為一縮擴噴嘴，其尺寸經調整使該第一反應物以達到0.8馬赫至1.5馬赫之速度離開該內部噴嘴。

【第12項】如請求項11所述之風口，其中該內部噴嘴進一步包括於該縮擴噴嘴下游之一腔體，該腔體具有一長度 L 、一深度 D ，且長度與深度比為 $1 \leq L/D \leq 10$ 。

【第13項】如請求項12所述之風口，其中該腔體位於該縮噴嘴的下游距離 L_D 之處，該距離 L_D 係自該腔體之上游邊緣測量至縮擴噴嘴之喉部所測量，其中 $0 < L_D / L \leq 3$ 。

【第14項】如請求項12所述之風口，其中該腔體從該內部噴嘴之一出口端凹進距離該腔體之下游邊緣所測量之距離 L_R ，其中 $0 < L_R / L \leq 20$ 。

【第15項】如請求項10所述之風口，其中該內部噴嘴包括具有長度 L 、深度 D 以及長度與深度比 $1 \leq L/D \leq 10$ 之一腔體，其中該腔體位於該縮噴嘴之下游一距離處，該距離係自該腔體上游邊緣測量至縮擴噴嘴的喉部之一距離 L_D ，其中 $0 < L_D / L \leq 3$ ，且其中該腔體自該內部噴嘴之一出口端凹進一距離，該距離係自該腔體的下流邊緣測量之一距離 L_R ，其中 $0 < L_R / L \leq 20$ 。

【第16項】 如請求項10所述之風口，其中該環形噴嘴包括相對於該軸向流動方向具有 10° 至 60° 之一銳角的渦流葉片。

【第17項】 如請求項10所述之風口，進一步包含壓力轉換器，用於偵測該內部噴嘴上游的壓力，其中該控制器進一步被編程為根據所檢測之該壓力檢測風口之可能堵塞或腐蝕。

【第18項】 如請求項10所述之風口，進一步包含一溫度感測器以偵測一風口溫度，其中該控制器進一步經編程為基於經偵測之該溫度偵測該風口之可能腐蝕。

【第19項】 一種於煉鋼用鹼性氧氣爐中操作一底部攪拌風口之方法，其中該底部攪拌風口具有一同心噴嘴裝置，其配置有受一環形噴嘴圍繞之一內部噴嘴，該方法包含：

- (a) 於一熱金屬澆注階段，使一惰性氣體流過該底部攪拌風口之該二噴嘴；
- (b) 於一吹製階段，繼續使該惰性氣體流過該底部攪拌風口之該二噴嘴；
- (c) 於一出料階段，於該內部噴嘴與該環形噴嘴之間開始放電同時繼續該惰性氣體流過該內部噴嘴與該環形噴嘴，因此使一電漿從該風口排出；
- (d) 於一爐渣濺射階段，繼續放電以保持該風口之該電漿放電；
- (e) 於結束該爐渣飛濺階段並開始另一熱金屬澆注階段後，繼續使該惰性氣體流過該底部攪拌風口之該內部與該環形噴嘴，同時停止放電。

【發明說明書】

【中文發明名稱】 鹼性氧氣爐之底部攪拌風口及方法

【英文發明名稱】 BOTTOM STIRRING TUYERE AND METHOD FOR A
BASIC OXYGEN FURNACE

【技術領域】

【0001】 本申請係有關於風口以及使用惰性氣體底部攪拌一鹼性氧氣爐（BOF）以改善可操作性之方法。

【先前技術】

【0002】 自20世紀中期以來，鹼性氧氣爐已廣泛用於將生鐵轉化為鋼，主要透過利用氧氣去除碳與雜質。鹼性氧氣爐比先前的柏賽麥（Bessemer）法更進步，該方法將空氣吹入生鐵中以實現轉化。於鹼性氧氣爐中，將氧吹過熔融生鐵會降低金屬之碳含量並將其轉變為低碳鋼。該方法亦使用作為化學基質的生石灰或白雲石之助熔劑，以促進雜質之去除並保護容器內襯。

【0003】 於鹼性氧氣爐中，利用頂部噴槍以超音速將氧氣吹入爐浴中，此引起氧氣與碳的放熱反應，藉此產生熱能並除去碳。將包括氧氣之成分建立模型，並吹入精確之氧氣量，以便於約20分鐘內達到目標化學物質與溫度。

【0004】 藉由底部攪拌（亦可稱為組合吹製）可改善吹氧之冶金與效率；基本上，透過從下方引入氣體以攪拌熔融金屬可改善動力學，並使溫度更均勻，因此能更佳地控制碳-氧比率並且去除磷。

【0005】 於美國以外地區使用惰性氣體如氬氣與/或氮氣進行底部攪拌係為相對常見。鹼性氧氣爐底部攪拌之好處包括可能有更高之產量及更佳之能量效率。然而，鹼性氧氣爐之底部攪拌於美國並不常見，因為由於美國常見之澆渣作法，導致底部攪拌噴嘴之可靠率低落且難以維護。澆渣有助於改善耐火材料與容器壽命，但會導致現有底部攪拌噴嘴出口堵塞。

【0006】 即使於採用鹼性氧氣爐底部攪拌的非美國設施中，現有底部攪拌噴嘴在其堵塞或封閉之前的壽命通常顯著小於熔爐活動之長度。例如，鹼性氧氣爐活動作業中加熱一萬次、一萬五千次甚至兩萬次並不罕見，但是底部攪拌噴嘴在它們不再可用之前很少持續超過三到五千次加熱。因此，對於熔爐運動之至少一半以及於某些情況下多達85%之期間，無法進行底部攪拌。

【0007】 歷史上，在熔融金屬下方引入氣體之其他操作已時常用於煉鋼。例如，於1970年代開發之方法為藉由透過具有同心噴嘴的風口注入天然氣（或其他用作冷卻劑之氣體）與氧氣，（通常氧氣流過內部中心噴嘴而燃料流過外環形噴嘴）於煉鋼過程中利用氧氣進行脫碳。例如，100%底吹法（OBM）過程利用天然氣以覆蓋將氧氣注入已進入該過程之風口。亦可利用該方法之某些變化，例如Q-BOP（鹼性氧氣加工法），其亦透過風口注入粉狀石灰。例如，該方法係描述於氧氣煉鋼法; Fruehan, R.J., 鋼鐵之製作、成型及處理：煉鋼與精煉卷，第11版，AIST, 1998, ISBN: 0930767020中之第8章：氧氣煉鋼熔爐機械描述與維護考量中描述該些方法；第9章： 以及以下網址 <https://mme.iitm.ac.in/shukla/BOF%20steelmaking%20process.pdf>。該等方法通常最終將導致較高之底部磨損，並且需要在熔爐運轉中途進行底部更換。

【0008】 於其他情況下，即便不需要底部攪拌以對抗堵塞之可能性，惰性氣體流仍持續維持高流速，此係為效率低落且將使用過量惰性氣體。參見如，Mills, Kenneth C., et al, 「對濺渣的評論」 (A review of slag splashing), ISIJ international 45.5 (2005) : 619-633) ; 及 https://www.jstage.jst.go.jp/article/isijinternational/45/5/45_5_619/_pdf。

【0009】 再於其他情況中，爐渣化學組合物已經過改良，結合較原本高出50%之流量，以於偵測到堵塞之情況下用於攪拌。例如，參見Guoguang, Zhao & Hüskens, Rainer & Cappel, Jürgen, (2012), 具有長鹼性氧氣爐運動壽命和TBM底部攪拌技術的經驗 (Experience with long BOF campaign life and TBM bottom stirring technology), Stahl und Eisen, 132, 61-78 (其將風口壽命提高至8,000-10,000次循環)。然而，此等改進需要大量製程知識與控制，例如添加氧化鈣顆粒並根據爐渣中之[C]-[O]水平控制氧化鈣 / 二氧化矽比率。

【發明內容】

【0010】 層面一，一種於煉鋼用之鹼性氧氣爐中操作底部攪拌風口的方法，其中底部攪拌風口具有同心噴嘴，其配置有經環形噴嘴包圍之內部噴嘴，該方法包含：(a) 於熱金屬澆注階段，使惰性氣體流過底部攪拌風口之二噴嘴；(b) 於吹製階段，繼續使惰性氣體流過底部攪拌風口之二噴嘴；(c) 於出料階段，啟動第一反應物之流動並停止惰性氣體流過風口之內部噴嘴，亦啟動第二反應物之流動並停止惰性氣體流過風口之環形噴嘴，其中第一反應物包括燃料與氧化劑中之一者，而第二反應物包括燃料與氧化劑中之另一者，使得

當燃料與氧化劑離開風口時形成火焰；（d）於爐渣飛濺階段，繼續燃料與氧化劑之流動以維持火焰；以及（e）於結束爐渣飛濺階段以及開始另一熱金屬澆注階段後，啟動惰性氣體流過底部攪拌風口之二噴嘴並停止第一與第二反應物之流動。

【0011】 層面二，層面一的方法，其中於步驟（a）中流過二噴嘴之惰性氣體包含氮氣、氬氣、二氧化碳或其等之組合。

【0012】 層面三，層面一或二之方法，其中於步驟（c）與（d）中，氧化劑作為第一反應物流過內部噴嘴，且燃料作為第二反應物流過環形噴嘴。

【0013】 層面四，如層面一至三中任一方法，其中第一反應物具有速度 V_P 並且第二反應物具有軸向速度 V_S ，且其中第一反應物速度與第二反應物軸向速度之比率為 $2 \leq V_P / V_S \leq 30$ 。

【0014】 層面五，如層面一至四中任一方法，進一步包含，於步驟（d）中，使稀釋氣體與氧化劑一同流動並調節稀釋氣體與氧化劑之相對比例，藉此調節燃燒器之能量釋放曲線。

【0015】 層面六，層面五之方法，進一步包含，於步驟（d）中，額外使稀釋氣體與燃料一同流動並調節稀釋氣體與燃料之相對比例。

【0016】 層面七，如層面一至六中任一方法，進一步包含使第一反應物與惰性氣體中的一或兩者以達到0.8馬赫至1.5馬赫之速度離開中心噴嘴。

【0017】 層面八，如層面一至七中任一方法，進一步包含向第二反應物與離開環形噴嘴之惰性氣體賦予渦流。

【0018】 層面九，如層面一至八中任一方法，進一步包含感測風口之壓力與溫度中之至少一者以檢測與正常作業條件的偏差，並且響應於經檢測與正常作業條件之偏差採取校正動作，其中校正動作包括使大量惰性氣體流過風口的二噴嘴、指示清洗熔爐底部，或關閉熔爐作業中之至少一者。

【0019】 層面十，一種用於煉鋼之鹼性氧氣爐中的底部攪拌風口，包括：一內部噴嘴，其經配置並安排以選擇性流動一第一反應物或一惰性氣體；一環形噴嘴，其圍設於內部噴嘴並經配置並安排以選擇性流動一第二反應物或一惰性氣體；以及一控制器，其經編程以於熔爐作業之熱澆注階段與吹製階段使一惰性氣體流過二噴嘴，並於熔爐作業之出料階段以及爐渣飛濺階段使第一反應物流過內部噴嘴並使第二反應物流過環形通道；其中第一反應物包括燃料與氧化劑中之一者，第二反應物包括燃料與氧化劑中之另一者。

【0020】 層面十一，根據層面十之風口，其中內部噴嘴為一縮擴噴嘴，其尺寸經調整使第一反應物以達到0.8馬赫至1.5馬赫之速度離開內部噴嘴。

【0021】 層面十二，根據層面十一之風口，其中該內部噴嘴進一步包括該縮擴噴嘴之一下游腔體，該腔體具有長度 L 、深度 D ，且長度與深度比為 $1 \leq L/D \leq 10$ 。

【0022】 層面十三，根據層面十二之風口，其中該腔體位於該縮噴嘴之下游距離 L_D ，其係自該腔體之上游邊緣測量至縮擴噴嘴之喉部，其中 $0 < L_D / L \leq 3$ 。

【0023】 層面十四，根據層面十二之風口，其中該腔體自該內部噴嘴的出口端凹入一距離 L_R ，其係測量自距腔體之下游邊緣，其中 $0 < L_R / L \leq 20$ 。

【0024】 層面十五，根據層面十之風口，其中該內部噴嘴包括具有長度L、深度D且長度與深度比率 $1 \leq L/D \leq 10$ 之腔體，其中腔體位於縮噴嘴之下游距離 L_D ，該距離 L_D 係自腔體之上游邊緣測量至縮噴嘴之喉部，其中 $0 < L_D/L \leq 3$ ，且其中腔體自內部噴嘴之出口端凹入一距離 L_R ，其係測量自腔體之下游邊緣，其中 $0 < L_R/L \leq 20$ 。

【0025】 層面十六，根據層面十至十五中任一者之風口，其中該環形噴嘴包括相對於軸向流動方向具有 10° 至 60° 銳角之渦流葉片。

【0026】 層面十七，根據層面十至十六中任一者之風口，進一步包含壓力轉換器，用於檢測內部噴嘴上游之壓力，其中控制器進一步經編程以基於所偵測之壓力偵測風口可能之堵塞或腐蝕。

【0027】 層面十八，層面十至十七中任一者之風口，進一步包含用於偵測風口溫度之溫度感測器，其中控制器進一步經編程為基於所偵測之溫度以偵測風口可能之腐蝕。

【0028】 層面十九，一種在用於煉鋼之鹼性氧氣爐中操作底部攪拌風口的方法，其中該底部攪拌風口具有同心噴嘴裝置，其具有受環形噴嘴圍繞之內部噴嘴，該方法包含：（a）於熱金屬澆注階段，使惰性氣體流過底部攪拌風口之二噴嘴；（b）於吹製階段，繼續使惰性氣體流過底部攪拌風口之二噴嘴；（c）於出料階段，於內部噴嘴與環形噴嘴之間開始放電，同時繼續惰性氣體流過內部噴嘴與環形噴嘴，藉此使電漿自風口放電；（d）於爐渣飛濺階段，繼續放電以維持風口之電漿放電；以及（e）於結束爐渣飛濺階段及開始

另一熱金屬澆注階段後，繼續使惰性氣體流過底部攪拌風口之內部噴嘴與環形噴嘴，同時停止放電。

【0029】 本發明於此之系統與方法的各方面可單獨使用或彼此組合使用。

【圖式簡單說明】

【0030】 圖1為一示意圖，顯示不使用底部攪拌之鹼性氧氣爐煉鋼基準製程的作業順序。

【0031】 圖2為一示意性剖面圖，顯示在不使用於此所述之風口與製程改進之方法中在鹼性氧氣爐底部中堵塞現存底部攪拌噴嘴。

【0032】 圖3為一示意性截面圖，示出於爐渣飛濺期間利用惰性氣體流以試圖降低底部攪拌噴嘴堵塞之可能性之方法實施例。

【0033】 圖4為一示意性剖面圖，示出如圖3所示爐渣飛濺期間具有惰性氣體流動情況下爐渣於底部攪拌噴嘴上的橋接。

【0034】 圖5為一示意性剖面圖，顯示爐渣於鹼性氧氣爐底部堆積於底部攪拌噴嘴周圍。

【0035】 圖6為一示意性剖視圖，顯示利用如圖10所示之底部攪拌風口之實施例，於爐渣飛濺期間從底部攪拌風口排出高動量粘性火焰或熱噴射以減少底部攪拌風口堵塞可能性之工序。

【0036】 圖7為一示意圖，顯示利用底部攪拌及於此所述方法之經改進的鹼性氧氣爐煉鋼法之一實施例的作業順序，其用於抑制底部攪拌風口於爐渣飛濺期間堵塞。

【0037】 圖8為一圖表，顯示具有如本文所述無腔體內噴嘴的風口在一定燃燒速率與化學計量範圍內之穩定性。

【0038】 圖9為一圖表，顯示具有如本文所述有腔體內噴嘴的風口在一定燃燒速率與化學計量範圍內之穩定性。

【0039】 圖10為一示意性剖面圖，顯示用於底部攪拌作業及飛濺期間之底部攪拌風口。

【0040】 圖11為一詳細局部剖面圖，顯示圖10之底部攪拌風口之腔體噴嘴。

【實施方式】

【0041】 於此所述之本發明製程與本發明的底部攪拌風口之使用相結合，使於鹼性氧氣爐中使用底部攪拌於會進行濺渣之作業中，具有經改進之可靠性、及時偵測/減輕問題，並更容易維護底部攪拌風口，。此等改良亦將使目前未使用濺渣之鹼性氧氣爐底部攪拌作業能夠開始使用濺渣並因此得益。

【0042】 如於此所用，氧化劑應指含分子氧濃度為至少23%、優選者至少70%，更優選者至少90%之富氧空氣或氧氣。如於此所用，惰性氣體應指氮氣、氬氣、二氧化碳、其他相似惰性氣體及其等之組合。如於此所用，燃料應指氣體燃料，其可包括但不限於天然氣。

【0043】 為了使底部攪拌可用於亦利用濺渣的鹼性氧氣爐，本發明人已確定必須使堵塞底部攪拌風口之可能性最小化，並且具有風口噴嘴流動結構，該結構藉由新型鹼性氧氣爐以及在連續濺渣作業引起之底部堆積情形下實現所期望的攪拌條件。

【0044】 典型鹼性氧氣爐煉鋼法有四階段，透過圖1之五步驟顯示：澆注階段（步驟1（S1））、吹製階段（自步驟2（S2）開始並在步驟3（S3）結束）、出料階段（步驟4（S4））以及爐渣飛濺階段（步驟5（S5））。該循環係重複進行，因此在步驟5之後，該過程循環至步驟1。

【0045】 於步驟1（S1）（熱金屬澆注），將熱金屬（生鐵）透過頂部開口裝入或倒入熔爐容器中，以達到所需之填充水平。

【0046】 於步驟2（S2）（開始吹製），透過插入熔爐頂開口的噴槍注入氧氣流；於此過程中，爐渣10形成於熔融金屬頂部表面上。於步驟3（S3）（吹製結束），停止氧氣流並自頂部開口移除噴槍。

【0047】 於步驟4（S4）（出料），熔爐傾斜且熔融金屬透過熔爐側面的水龍頭倒出，同時爐渣10留置熔爐中。

【0048】 於步驟5（S5）（爐渣飛濺），熔爐返回至直立位置，並且透過插入熔爐頂部開口之噴槍注入氮氣流。氮氣以超音速大量流入（例如，20,000 SCFM）鹼性氧氣爐，使爐渣10濺至熔爐之整體壁面上。此導致鹼性氧氣爐容器塗覆一層保護渣，其部分取代於鹼性氧氣爐過程中消耗或侵蝕掉的某些容器耐火材料。然而，如果於具有底部攪拌噴嘴之容器中進行，則濺渣通常導致位於容器底部的底部攪拌噴嘴部分或完全堵塞。如圖2所示，熔爐底部20的此種

堵塞40基本上防止或限制了氣體透過底部攪拌噴嘴30進入鹼性氧氣爐的進一步流動，且最終在多次濺渣之後，導致完全失去底部攪拌之能力。

【0049】 先前已進行某些嘗試以透過於濺渣過程中使氮氣流過底部攪拌噴嘴30以保持現有的底部攪拌噴嘴開啟50，此意味氮氣流將對即將到來的爐渣10飛濺提供阻力（參見圖3）。然而，該方法無法可靠地保持底部攪拌噴嘴30不堵塞。於該等嘗試中經歷的另一挑戰係為橋接（參見圖4），其中底部攪拌噴嘴本身保持開放但圍繞噴嘴形成爐渣橋60，實際上消除由離開噴嘴的流動獲得任何攪拌效果。橋接導致惰性氣體於離開鹼性氧氣爐容器前持續並浪費地流入爐渣及耐火壁之間的空間，而非參與攪拌。於該等嘗試期間經歷之另一挑戰為底部堆積70（參見圖5），其中在底部攪拌噴嘴30之下游形成延伸的爐渣10通道，因此引起惰性氣體射流之減速並降低攪拌效率。

【0050】 本發明揭露一種自持式底部攪拌風口及底部攪拌方法，兩者結合以克服前述困難，並揭露與該風口及方法共用之控制系統。自持式風口基本上為同心管設計，其中一流體流過內部中心噴嘴，而另一流體流過外部環形噴嘴。於以下描述中，內部中心噴嘴有時可稱為主噴嘴，外部環形噴嘴有時可稱為輔助噴嘴。

【0051】 於一實施例中，根據鹼性氧氣爐之作業階段，內部中心通道經設置成選擇性地使燃料或惰性氣體流動，並且外部環形通道經設置成選擇性地使氧氣或惰性氣體流動。於一替代實施例中，內部中心通道經設置成選擇性地使氧化劑或惰性氣體流動，並且外部環形通道經設置成選擇性地使燃料或惰性氣體流動，同樣取決於鹼性氧氣爐之作業階段。

【0052】 更具體地，各攪拌風口由同軸噴嘴（管套管構造）構成，例如如圖10所示。風口安裝於鹼性氧氣爐中，使其有一出口端或熱尖端面向熔爐中。於作業期間，取決於鹼性氧氣爐中之作業階段，燃料與氧氣，或者可替代性地如氮氣、氬氣或二氧化碳的惰性氣體，可互換地引入內部及外部噴嘴中。

【0053】 主噴嘴的主要作用為提供有效攪拌的流動狀態，例如噴射流以防止反向衝擊。輔助噴嘴之主要作用為替主噴嘴提供保護並增強與主噴嘴流的相互作用，特別是藉由利用特殊特徵（例如渦流）幫助於爐渣飛濺階段穩定火焰。

【0054】 主噴嘴可具有各種配置中之一者。例如，主噴嘴可為直噴嘴、縮擴噴嘴（以產生超音速流）、腔體噴嘴，或縮擴噴嘴與腔體之組合。

【0055】 當主噴嘴係為或包括縮擴噴嘴時，噴嘴尺寸優選為 $Mach > 1.25$ 以確保噴射流（參見例如Farmer, L., Lach, D., Lanyi, M., Winchester, D., 「氣體注入風口設計與經驗」 Gas injection tuyeres design and experience），Steelmaking Conference Proceedings, Pg.487-495（1989））。噴射流有助於：（a）防止對底部耐火材料之反擊，以及（b）實現更有效的攪拌。當存在足夠的氣體壓力以產生未膨脹噴射時（當離開風口的氣體壓力大於周圍流體的壓力或靜壓頭時）實現噴射流，使連續氣流（無氣泡形成）產生以防止流體（金屬/爐渣）週期性地回流至風口中。

【0056】 當主噴嘴包括腔體時（例如PCT/US2015/37224中之範例），腔體尺寸應設定為具有1比10的長度直徑比率（L/D），優選為1.5比2.5。具有此等尺寸的腔體噴嘴細節顯示於圖11中。優選的L/D比範圍有助於：（a）增加噴

射流之連貫性與滲透性以進行更有效的攪拌，以及（b）改善廣範圍點火速率與化學計量比下之火焰穩定性。圖8與9顯示具有腔體之噴嘴（圖9）與無腔體之噴嘴（圖8）的火焰穩定性之改善，其中噴嘴設計成以0.2MMBtu/hr之速度點火。另外，參見圖10，腔體噴嘴100可從主噴嘴的熱尖端向上凹入長度為 L_R 之距離，以改善壽命並保持主噴嘴之性能，其中 L_R 係測量自腔體下游邊緣。優選者 L_R/L 為大於0至大約20，更優選為0.1至5。

【0057】 當一同使用時，縮擴噴嘴110與腔體之間之距離可達長度 L_D ，其中 L_D/L 係自大於0至3，且優選為自0.1至1，且其中 L_D 係自上游之腔體邊緣測量至縮擴噴嘴之喉部。

【0058】 輔助噴嘴應優選地具有渦流葉片以引發渦流，該渦流增強與主流之交互作用並且於步驟4與5期間協助穩定火焰。葉片相對於風口軸向的銳角（ Θ ）可為0度與90度（參見圖10），並且優選為從10度至60度，更優選為從15度至45度。

【0059】 由主流入口120進入的主噴嘴流（ V_P ）與由輔助流入口130進入的輔助噴嘴流（ V_S ）之間之速度比（ V_P/V_S ）可為2至30，其中 V_S 是輔助速度的軸向分量。

【0060】 自持式風口於兩種操作模式下運作。於鹼性氧氣爐的吹製階段，風口80係以底部攪拌（BS）模式運作，其中惰性氣體以足以實現熔爐中熔融金屬之有效攪拌速率流過噴嘴。於鹼性氧氣爐之爐渣飛濺階段，風口於爐渣飛濺（SS）模式中發揮作用，其中燃料與氧化劑之組合以及任選的惰性氣體流

過風口（參見圖6）。爐渣飛濺（SS）期間從底部攪拌風口排出高動量粘性火焰或熱噴射90以減少底部攪拌風口堵塞可能性。

【0061】 更具體地，圖7示出自持式底部攪拌風口之作業策略，更具體地，顯示所提出的製程與鹼性氧氣爐煉鋼之標準製程有何差異。於步驟1至3（於澆注階段與吹製階段期間），底部攪拌風口於底部攪拌模式下作業，而於步驟4至5（於出料階段與爐渣飛濺階段期間），底部攪拌風口作業於濺渣模式下。

【0062】 於步驟1（熱金屬澆注），於開始將熱金屬倒入熔爐中前開始（或繼續）通過兩個噴嘴通道之惰性氣體流，並且保持惰性氣體流過澆注。此可防止底部攪拌噴嘴過熱與/或堵塞。於步驟2（開始吹製），惰性氣體流繼續以相同或不同流速通過兩個噴嘴通道，以實現熔融金屬之攪拌。於步驟3（結束吹製），如步驟2中繼續惰性氣體的流動。於步驟1至3期間，藉由使惰性氣體如氬氣、氮氣、二氧化碳或其組合流過風口之主噴嘴與輔助噴嘴以實現最有效的結果。

【0063】 於步驟4（出料），當鹼性氧氣爐容器傾斜以將金屬倒出時，將通過噴嘴通道流動的其中一通道而切換為燃料，另一通道切換為氧化劑，以產生火焰（爐壁熱度足以引起排出噴嘴之燃料-氧化劑混合物M的自然）。必須在開始濺渣作業前，展開以離開各底部攪拌風口的火焰形式呈現之燃燒。於步驟5（爐渣飛濺），火焰防止風口堵塞，亦防止形成橋接。因此，於步驟4與5期間，透過噴嘴引入燃料-氧化劑混合物M。首選者係透過主噴嘴引入氧化劑並透過輔助噴嘴引入燃料。然而，亦可使用相反之配置。另外，可通過主噴嘴與輔

助噴嘴中任一或二者將諸如氮氣或空氣的稀釋氣體添加至流動中，以幫助管理熱釋放之位置（即，離噴嘴多遠之距離發生大量燃燒）以及提供期望流動概況所需之體積或動量（即，添加氮氣或空氣以增加體積流速或動量）。此可透過調節稀釋氣體與氧化劑與/或燃料的比例或相對比例以實現。

【0064】 或者，可使用放電（電漿弧）代替燃料與氧化劑作為能量源，以防止於出料與濺渣階段期間堵塞噴嘴。實際上，於內部噴嘴與風口的環形噴嘴之間會產生放電，同時於該等階段作業期間保持惰性氣體之流動。進一步可替代地，可使用預熱（優選溫度高於2500°F）之氣流作為能量源。

【0065】 爐渣飛濺過程包括形成爐渣液滴（透過撞擊高動量超音速氮氣射流），隨後快速對流冷卻爐渣液滴（藉由旋轉通過容器之相同氮氣流）。該過程導致爐渣之粘度與表面張力增加，而後相當快速地固化，因此導致僅靠惰性氣流無法防止之橋接與/或堵塞。

【0066】 相反地，本發明之風口與方法可防止於濺渣過程中底部攪拌風口之橋接與堵塞。防止堵塞之主要機制為藉由利用熱量（即燃料與氧化劑之燃燒熱）以同時：（a）降低圍繞底部攪拌噴嘴的爐渣之粘度與表面張力，以及（b）增加離開風嘴之氣體射流之粘度，並且熱增強通過噴嘴的流動動量。

【0067】 底部攪拌風口與本文所述方法相結合，將實現利用先前技術的底部攪拌噴嘴與方法無法獲得之結果。首先，與試圖改變所有爐渣之化學組成（此亦可能影響鋼本身之化學性質）相比，於風口附近的局部熱處理爐渣之粘度與表面張力係更容易實現。其次，與僅增加惰性氣體流速相比，熱增強氣體射流的動量與粘度提供顯著之噴嘴清除力道。第三，僅在循環之特定部分

（即，圖7中之步驟4與5）使用燃料與氧氣以使堵塞之可能性最小化，於整體煉鋼過程中，比連續使用氧氣與燃料（作為冷卻劑）更有效且成本更低。底部流之利用係根據圖7之表格。

【0068】 感測器可用於增強偵測與防止噴嘴堵塞之能力。於一實施例中，壓力轉換器安裝於風口出口端處或其附近，以偵測噴嘴之堵塞或橋接，此將導致背壓增加。壓力轉換器還可用於檢測噴嘴的腐蝕和噴嘴的縮擴和/或腔體特徵的損壞，如壓降的變化所表現的。壓力轉換器亦可用於偵測噴嘴的腐蝕及噴嘴之縮擴與/或腔體特徵的損壞，如壓降變化所表現。於另一實施例中，熱電偶可安裝於風口出口端處或其附近，以偵測由於噴嘴的腐蝕以及熔融金屬滲漏通過噴嘴而導致的溫度與正常作業之偏差。

【0069】 除上述外，可周期性地使用高容量（高壓）射流以響應於所偵測自正常作業偏離之壓力/溫度，以防止噴嘴堵塞或引入。其他校正措施，例如以氧氣對容器進行底部清洗，可用於及時疏通噴嘴。

【0070】 本發明不限於實施例中公開的具體方面或實施例，其旨在說明本發明之某些方面，並且功能上等同之任何實施例都落於本發明範圍內。除了本文所示與所述的那些外，本發明之各種修改對於本領域技術人員而言將變得顯而易見，並且旨在落入所附請求項範圍內。

【符號說明】

【0071】

S1, S2, S3, S4, S5 步驟

L長度

D直徑

M 燃料-氧化劑混合物

10 爐渣

20 熔爐底部

30 底部攪拌噴嘴

40 堵塞

50 開啟

60 爐渣橋

70 底部堆積

80 風口

90 火焰或熱噴射

100 腔體噴嘴

110 縮擴噴嘴

120 主流入口

130 輔助流入口



I681061

【發明摘要】

【中文發明名稱】 鹼性氧氣爐之底部攪拌風口及方法

【英文發明名稱】 BOTTOM STIRRING TUYERE AND METHOD FOR A

BASIC OXYGEN FURNACE

【中文】

一種操作鹼性氧氣爐底部攪拌風口之方法，其具有由環形噴嘴圍繞的內部噴嘴，該方法包括，於熱金屬澆注階段及吹製階段，使惰性氣體流過該二噴嘴；於出料階段，使第一反應物流過內部噴嘴並使第二反應物流過環形噴嘴，並停止惰性氣體流過該等噴嘴，其中第一及第二反應物分別包括燃料與氧化劑，或反之亦然，藉此當燃料與氧化劑離開風口時形成火焰；於爐渣飛濺階段，繼續燃料與氧化劑之流動以維持火焰；以及於結束爐渣飛濺階段並開始另一熱金屬澆注階段之後，引發惰性氣體流過該二噴嘴並停止第一與第二反應物之流動。

【英文】

A method of operating a BOF bottom stir tuyere having an inner nozzle surrounded by an annular nozzle, including during a hot metal pour phase and a blow phase, flowing an inert gas through both nozzles; during a tap phase, initiating a flow of a first reactant through the inner nozzle and a flow of a second reactant through the annular nozzle, and ceasing the flow of inert gas through the nozzles, wherein the first and second reactants includes fuel and oxidant, respectively, or vice-versa, such

that a flame forms as the fuel and oxidant exit the tuyere; during a slag splash phase, continuing the flows of fuel and oxidant to maintain the flame; and after ending the slag splash phase and commencement of another hot metal pour phase, initiating a flow of inert gas through both nozzles and ceasing the flows of the first and second reactants.

【指定代表圖】 圖7

【代表圖之符號簡單說明】

S1, S2, S3, S4, S5 步驟

M 燃料-氧化劑混合物

10 爐渣