(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2009 年3 月12 日 (12.03.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/031368 A1

(51) 国際特許分類:
C21B 11/02 (2006.01) *F27B 1/16* (2006.01)
F27B 1/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2008/063077

(22) 国際出願日: 2008 年7 月14 日 (14.07.2008)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2007-233287 2007 年9 月7 日 (07.09.2007) JP
特願2008-177087 2008 年7 月7 日 (07.07.2008) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新日本製鐵株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目６番３号 Tokyo (JP). クットナー ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング ウント コンパニー コマンディト ゲゼルシャフト (KUETTNER GMBH & CO. KG) [DE/DE]; 45128 エッセン, ビスマルクシュトラーセ, ６７ Essen (DE).

(72) 発明者; および

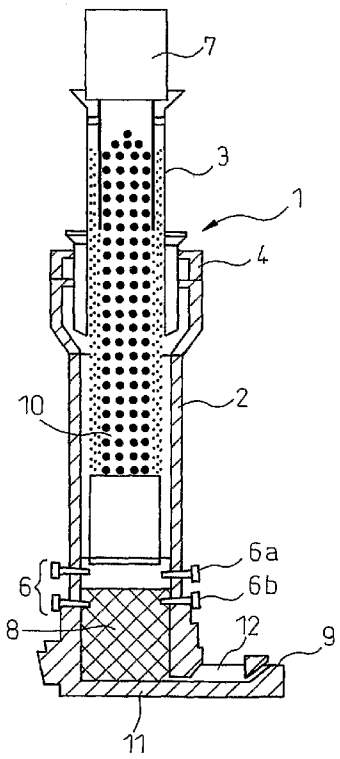
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 篠竹昭彦 (SHINOTAKE, Akihiko) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目６番３号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 尾松保彦 (OMATSU, Yasuhiko) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目６番３号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 内藤誠章 (NAITO, Masaaki) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目６番３号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 赤木一志 (AKAGI, Kazushi) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目６番３号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 新田法生 (NITTA, Michio) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目６番３号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 坪田淳 (TSUBOTA, Jun) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目６番３号新日

[続葉有]

(54) Title: VERTICAL FURNACE AND METHOD OF OPERATING THE SAME

(54) 発明の名称: 竪型炉及びその操業方法

Fig.1



(57) Abstract: A vertical furnace capable of producing pig iron by charging an iron source of high metallization ratio whose average metallization ratio is 95% or higher and a solid fuel containing 70 to 100 mass% of blast furnace coke in layered form or mixed form from the furnace top onto a bed of coke filling an inferior section of the furnace and melting the iron source while sending air through tuyeres of the inferior part of the furnace. The vertical furnace is characterized in that (i) the distance from the lower face of the tuyere of the stage lowest in the direction of the furnace height to the upper face of bottom plate laid on the furnace bottomis 0.7-fold or more of the furnace diameter at the location of the lower face of the tuyere and (ii) as calculated from the heat conductivities and thicknesses of lining refractories respectively applied onto a shaft part, a tuyere periphery, a wall portion on the furnace bottom side and the bottom plate on the furnace bottom, the furnace body heat radiation per the internal volume of furnace height range from the shaft part to the bottom plate on the furnace bottom is 0.15 Mw/m^3 or less.

(57) 要約: 炉下部内に充填されたコークスベッド上に、炉頂から、平均金属化率が９５％以上の金属化率が高い鉄源と、高炉用コークスを７０～１００質量%配合した固体燃料を、層状又は混合の状態で装入し、炉下部の羽口から送風して鉄源を溶融し、銑鉄を製造する竪型炉であって、（ｉ）炉高方向の最下段の羽口の下面から炉底底盤上面までの距離が、羽口下面位置における炉径の０．７倍以上であり、かつ、（ｉｉ）シャフト部、羽口周辺部、炉底側壁部、及び、炉底底盤に、それぞれ配置された内張耐火物の熱伝導率及び厚みを基に計算される、上記シャフト部から炉底底盤までの炉高範囲の内容積当りの炉体放散熱が０．１５Ｍｗ／m^3以下であることを特徴とする竪型炉。

WO 2009/031368 A1

本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 菊池善悦 (KIKUCHI, Zen-etsu) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目６番３号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 村瀬伸 (MURASE, Shin) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目６番３号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木啓之 (SUZUKI, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目６番３号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 松田強志 (MATSUDA, Tsuyoshi) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目６番３号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). ラヒナーハンスーヤーン (LACHNER, Hans Jaan) [DE/DE]; 45128 エッセン，ビスマルクシュトラーセ，６７，クットナー ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング ウント コンパニー コマンディト ゲゼルシャフト内 Essen (DE). ランペールミカエル (LEMPERLE, Michel) [DE/DE]; 45128 エッセン，ビスマルクシュトラーセ，６７，クットナー ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング ウント コンパニー コマンディト ゲゼルシャフト内 Essen (DE).

(74) 代理人: 青木篤，外(AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目５番１号 虎ノ門３７森ビル青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明　細　書

竪型炉及びその操業方法

技術分野

本発明は、スクラップ又は製鉄プロセスで発生する銑鉄屑、製鉄ダストなどの鉄廃棄物を原料として銑鉄を製造するための竪型炉及びその操業方法に関する。

背景技術

鉄鉱石を鉄源とする銑鉄の製造方法としては、高炉法が主流である。高炉法では、炉頂から装入した鉄鉱石が炉内を降下していく間に、羽口から吹き込まれた熱風によってコークスとの反応で生成され、炉内を下から上方に向かって流れる高温還元ガス（ＣＯ）によって、鉄鉱石中の酸化鉄は、約６０％以上の比率で間接還元される。

このため、高炉法では、間接還元率を確保するために、送風温度を１０００℃以上とし、かつ、送風速度を高めることにより、炉内の羽口前にレースウエイ空間を形成し、この領域でのガス利用率：η_{CO}（＝CO_2／（ＣＯ＋CO_2））が０となるように還元ガス（ＣＯ）を生成している。

一方、鉄鉱石に比べて金属化率の高い、鉄屑、鋳物屑、銑鉄等を主体とする鉄源を、通常の高炉に比べて内容積が小さい竪型炉で溶解し、銑鉄を製造する方法として、キュポラ法などが知られている。

この種の竪型炉では、還元を必要としない金属化率の高い鉄源を使用するので、高炉法のように、炉内の羽口前方にレースウエイ空

間を形成すると、送風中の酸素（O_2）によるコークス（C）の燃焼反応（$C+O_2 \rightarrow CO_2$）による発熱後、CO_2ガスとコークス（C）のソルーションロス反応（$CO_2+C \rightarrow 1/2CO$）時の吸熱により、炉内熱量が低減し、鉄源を十分に溶融することが困難となる。

したがって、キュポラなどの竪型炉を用いて金属化率の高い鉄源を溶融する操業では、炉内の羽口前方にレースウェイが形成されない低い送風速度の条件で、羽口から酸素富化した冷風や、６００℃以下の熱風を炉内に吹き込み、さらに、炉内の熱量低下を抑制するために、高炉用コークスに比べてソルーションロス反応が起き難い、粒度の大きな鋳物用コークスを固体燃料として使用していた。

鋳物用コークスは、高炉用コークスに比べて粒径が大きく、強度が高く、灰分が少ない。鋳物用コークスは、粒径が大きいため、ソルーションロス反応の反応性が低い点で、また、粒径が大きく、強度が高く、灰分が少ないため、炉内での粉化量及びスラグ発生量が少なく、炉内通気性に優れる点で、高炉用コークスに比べて有利である。

しかし、鋳物用コークスは、高炉用コークスに比べて高価であることから、銑鉄の製造コストを増加させる原因となるので、銑鉄の製造コスト削減のため、高炉用コークスを多く用いる竪型炉の安定操業が望まれている。

また、製鉄プロセスで大量に発生する鉄分を多く含有する製鉄ダストや銑鉄屑のリサイクル処理に、高炉に比べて操業の自由度が大きいキュポラなどの竪型炉の適用が期待されている。

製鉄ダストは、酸化鉄を多く含有し、銑鉄屑に比べて金属化率が低いため、従来のキュポラなどの竪型炉の鉄源の溶融機能に加えて、金属化率が低い鉄源中に含有する酸化鉄を還元する機能が求めら

れるようになってきた。

このような背景で、近年、キュポラなどの竪型炉の操業において、焼結プロセス鉄屑、鋳物屑、銑鉄等の還元を必要としない（金属化率の高い）鉄源の他に、ダスト塊成鉱、自己還元性鉱塊（炭材含有率の高い塊成鉱）などの還元が必要な鉄源を用いて、鉄源の溶解とともに、一部還元の機能をもたせた竪型炉の操業方法が提案されている。

例えば、「Gokselら、Transactions of the American Foundrymen's Society Vol 85 AFSDes Plaines. III. (1977). p.327-332」には、還元機能も必要とする竪型炉において、６００℃以下の比較的送風温度が低い熱風を炉内に吹き込み、高炉法のように羽口先にレースウエイを形成しないで、含炭ペレットを５質量％使用して操業を行ったことが報告されている。

また、特表平０１－５０１４０１号公報には、２次羽口を有する高炉と、１次羽口を有し、高炉より大きな直径を有する炉床からなる溶解炉を用い、高炉と炉床の結合部に位置する小径コークスからなる燃料ベット上に、高炉炉頂部から鉄屑と自己還元性鉱からなる鉄源のみを装入する方法、が提案されている。

この方法によれば、炉床部で自己還元性鉱が燃料ベットの小径コークスと直接溶融還元を生じ、この吸熱反応により溶融熱量が低下するが、高炉部の２次羽口でＣＯの燃焼反応により発熱量を得ることにより、高い燃焼効率η_{CO}（＝CO_2／（ＣＯ＋CO_2））の下で鉄屑を溶融するための熱量が得られる。

しかし、この方法では、炉床部での自己還元性鉱塊の直接溶融還元による通気性低下や、溶銑への浸炭によるベットコークスの消費量増加などが問題となる。また、炉床部での自己還元性鉱塊の直接溶融還元は吸熱反応であるため、これにより、炉床部の温度が低下

すると、出銑が不安定となり、減風、さらには、休風せざるを得ない事態となり、銑鉄の生産性が大きく低下する原因となる。

また、特開平１０－０３６９０６号公報には、炉下部内に充填されたコークスベッド上に、竪型炉の炉頂部からダスト塊成鉱、自己還元性鉱塊などの還元が必要な鉄源と、溶解だけでよい鉄屑、銑鉄などの鉄源、及び、小径コークスを装入し、炉壁の高さ方向に設けた２段の羽口から、常温又は６００℃以下の酸素含有ガスを送風して、還元と溶解を行う操業方法において、鉄源の平均金属化率に基づいて、還元と溶解に最適なη_{CO}（ガス利用率）を求め、排ガスのη_{CO}を、装入物の炉内高さを調節して、最適範囲に制御する操業方法が提案されている。

また、上記操業方法において、炉頂部から、還元が必要でない金属化率の高い鉄源を比較的粒径の大きなコークスと混合して炉中心部に装入し、還元が必要な金属化率が低い鉄源を小径コークスと混合して炉周辺部に装入し、炉下部のコークスベッドの高さ、及び／又は、装入物の炉内高さを調節することにより、還元と溶解に最適なη_{CO}（ガス利用率）の範囲に、排ガスのη_{CO}を制御する操業方法が提案されている。

また、特開平０９－２０３５８４号公にも、自己還元性鉱塊、ダスト塊成鉱、鉄屑等の鉄源、小径コークス等の原燃料を竪型炉に装入する際に、原燃料装入の２チャージ以上を１サイクルとし、各サイクル毎に、炉中心部には還元を必要としない鉄屑等の鉄源等と大径コークス（粒径が６０ｍｍ以上）を混合して装入し、炉周辺部には還元を必要とする自己還元性鉱塊、ダスト塊成鉱等の鉄源等と小径コークス（粒径が６０ｍｍ以下）を混合して装入し、かつ、炉中心部の鉄源／コークスの重量比が炉周辺部に比べて大きくなるようにする方法が提案されている。

これら特開平１０－０３６９０６号公報及び特開平０９－２０３５８４号公報の方法によれば、鉄屑などの金属化率の高い鉄源及び大径の鋳物用コークスの混合物と、自己還元性塊性鉱などの還元が必要な金属化率の低い鉄源及び小径の高炉用コークスの混合物とを、それぞれ、炉半径方向に区分して装入するので、高炉用コークスのソルーションロス反応（吸熱反応）による鉄源の溶融熱量低下を抑制することができる。

しかし、上記操業方法においては、炉半径方向に区分して、それぞれ適した粒径のコークスと混合して装入するための特殊な装入装置が必要となり、また、装入時の制御要因が多く、生産性が低下する原因となるため、高生産を指向する操業には向かないという欠点がある。

また、炉中心部の通気性を向上するために炉中心部に大径の鋳物用コークスを装入する必要があるため、安価な粒径の高炉用コークスの使用量を増加するのには限界がある。

特開２００７－００２３０５号公報には、炉体内壁面から炉中心までの面積に対する、各羽口先端から炉中心までの面積の比（羽口先端面積比）が３２～４２％の範囲内となるように羽口を設けたキュポラ、及び、このキュポラを用い、コークスを主燃料として冷鉄源を溶解して溶銑を溶製するキュポラによる溶銑の溶製方法が記載されている。

このキュポラによれば、コークスの燃焼により発生した高温CO_2ガスと炉壁の接触が少なくなり、側壁からの抜熱量が減少して、炉内熱効率が向上するので、使用コークスの３０～４０％を、鋳物用コークスから高炉用コークスに置換できるが、４０％を超える高炉用コークスの置換は、コークスのソルーションガス反応による吸熱量を増加させ、その結果、炉下部の温度が低下し、安定して溶銑

を製造することが困難となる。

発明の開示

本発明者らの検討によれば、鋳物用コークスに比べて小粒径で、灰分が高く、低強度の高炉用コークスを固体原料として多量に使用して竪型炉の操業を行う場合は、炉内の圧力損失が大きくなり、操業条件によっては、２００ｈＰａを超える高い炉内圧力条件での操業となる。

また、鉄源として、ダスト塊成鉱、自己還元性鉱塊（炭材含有率の高い塊成鉱）などの金属化率が低い鉄源（還元が必要な鉄源）を多く用いる場合には、酸化鉄の還元により生成するスラグによって炉内の通気が低下（圧力損失が上昇）し、炉内圧力が増加する傾向になる。

スクラップ、銑鉄屑、製鉄ダストなどの鉄廃棄物の溶融、還元に使用されるキュポラなどの竪型炉は、通常、操業時の炉内圧を５０～１００ｈＰａ程度を想定して設計されている。本発明者らの検討によれば、このような従来の竪型炉を用いて、上記のような高い炉内圧力条件で操業を行う場合には、以下の問題が生じることが確認された。

つまり、２００ｈＰａ程度を超える高い炉内圧力で竪型炉の操業を行う場合には、減風（羽口からの送風量の減少）時、又は、休風（羽口からの送風を休止する）時に、炉内圧力が急激に低下するので、溶銑滓、特に、比重の軽いスラグ（溶銑上層）が急激に上昇し、羽口の溶損トラブルを招くおそれがある。

キュポラなどの竪型炉は、高炉に比べて操業の自由度が大きい反面、操業時に炉況変動により減風したり、出鉄滓トラブルや設備トラブルにより休風する頻度が、高炉に比べて多く、溶銑滓レベルの

上昇及び溶損トラブルは、銑鉄の生産性を大きく低下させる原因となるので、避けなければならない。

また、本発明者らの検討によれば、粒径が小さい高炉用コークスを多量に使用すると、上述したソルーションロス反応（Ｃ（コークス）＋CO_2（コークスの燃焼ガス）→２ＣＯ－Ｑ（吸熱））の進行が助長され、従来の竪型炉を用いて操業する場合には、炉内の熱量が低減し、鉄源の溶融が不十分となるとともに、炉内温度低下による出銑滓の不安定化などの生産性低下及び溶銑品質低下の原因となることが判明した。

本発明は、上記従来技術の現状に鑑みて、高炉用コークスを多量に配合した固体原料を用いて、高い炉内圧力で操業する際に、減風時又は休風時の炉内圧力低下に起因して生じるスラグ上昇による羽口溶損トラブルを防止し、かつ、コークスのソルーションロス反応に起因する炉内熱量低減を補償することで、低コストでかつ高生産性での操業を可能とする竪型炉及びこれを用いた竪型炉の操業方法を提供する。

本発明は、上記課題を解決するものであって、その要旨は、以下のとおりである。

（１）炉下部内に充填されたコークスベッド上に、炉頂から、平均金属化率が９５％以上の金属化率が高い鉄源と、高炉用コークスを７０～１００質量％配合した固体燃料を、層状又は混合の状態で装入し、炉下部の羽口から送風して鉄源を溶融し、銑鉄を製造する竪型炉であって、

（ｉ）炉高方向の最下段の羽口の下面から炉底底盤上面までの距離が、羽口の下面位置における炉径の０．７倍以上であり、かつ、

（ii）シャフト部、羽口周辺部、炉底側壁部、及び、炉底底盤に、それぞれ配置された内張耐火物の熱伝導率及び厚みを基に計算さ

れる、上記シャフト部から炉底底盤までの炉高範囲における内容積当りの炉体放散熱が、０．１５Ｍｗ／m^3以下である
ことを特徴とする竪型炉。

（２）前記平均金属化率が９５％以上の金属化率が高い鉄源に加えて、平均金属化率が９５未満％の金属化率が低い鉄源を鉄源として用いることを特徴とする上記（１）に記載の竪型炉。

（３）前記シャフト部、羽口周辺部、炉底側壁部、及び、炉底底盤に配置された内張耐火物の熱伝導率が、それぞれ、２Ｗ／ｍ・ｋ以下、６Ｗ／ｍ・ｋ以下、６Ｗ／ｍ・ｋ以下、及び、２Ｗ／ｍ・ｋ以下であり、該内張耐火物の厚みが、それぞれ、４００ｍｍ以上、５５０ｍｍ以上、５５０ｍｍ以上、及び、２００ｍｍ以上であることを特徴とする上記（１）又は（２）に記載の竪型炉。

（４）前記高炉用コークスは、最大粒径７２ｍｍ以下、灰分が９質量％以上であることを特徴とする上記（１）～（３）の何れかに記載の竪型炉。

（５）前記金属化率が高い鉄源は、鉄屑、銑鉄、鋳物屑、ホットブリケット鉄（ＭＢＩ）、及び、直接還元鉄（ＤＲＩ）の１種又は２種以上からなり、前記金属化率が低い鉄源は、ダスト塊成鉱又は自己還元性鉱塊からなることを特徴とする上記（１）～（４）の何れかに記載の竪型炉。

（６）上記（１）～（５）の何れかに記載の竪型炉を用い、炉下部内に充填されたコークスベッド上に、炉頂から、平均金属化率が９５％以上の金属化率が高い鉄源と、高炉用コークスを７０～１００質量％配合した固体燃料を層状又は混合の状態で装入し、炉下部の羽口から送風して鉄源を溶融し、銑鉄を製造する竪型炉の操業方法であって、

炉内空塔ガス流速が１Ｎｍ／ｓ以上となるように、前記羽口から

吹き込む送風量を制御する
ことを特徴とする竪型炉の操業方法。

（７）前記平均金属化率が９５％以上の金属化率が高い鉄源に加えて、平均金属化率が９５未満％の金属化率が低い鉄源を鉄源として用いることを特徴とする上記（６）に記載の竪型炉の操業方法。

（８）前記シャフト部、羽口周辺部、炉底側壁部、及び、炉底底盤に配置された内張耐火物の熱伝導率が、それぞれ、２Ｗ／ｍ・ｋ以下、６Ｗ／ｍ・ｋ以下、６Ｗ／ｍ・ｋ以下、及び、２Ｗ／ｍ・ｋ以下であり、該内張耐火物の厚みが、それぞれ、４００ｍｍ以上、５５０ｍｍ以上、５５０ｍｍ以上、及び、２００ｍｍ以上であることを特徴とする上記（６）又は（７）に記載の竪型炉の操業方法。

（９）前記高炉用コークスは、最大粒径７２ｍｍ以下、灰分が９質量％以上であることを特徴とする上記（６）～（８）の何れかに記載の竪型炉の操業方法。

（１０）前記金属化率が高い鉄源は、鉄屑、銑鉄、鋳物屑、ホットブリケット鉄（ＭＢＩ）、及び、直接還元鉄（ＤＲＩ）の１種又は２種以上からなり、前記金属化率が低い鉄源は、ダスト塊成鉱又は自己還元性鉱塊からなることを特徴とする上記（６）～（９）の何れかに記載の竪型炉の操業方法。

本発明によれば、キュポラなどの竪型炉を用いて、固体原料として安価な高炉用コークスを多量に使用し、高い炉内圧力条件で操業する際に、竪型炉の羽口から炉底までの深さを十分に確保すること、及び、竪型炉の羽口の高さ及びシャフト部から炉底底盤までの炉体放散熱の最適化により、減風時又は休風時の炉圧力が低下した場合のスラグ上昇による羽口溶損トラブルを防止することができ、かつ、コークスのソルーションロス反応に起因する炉内熱量低減を補償することができる。

図面の簡単な説明

図１は、本発明の竪型炉の一態様を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明について、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図１に、竪型炉の一態様を示す。

竪型炉１は、基本的に、炉本体２の下部に設けられた羽口６と、炉本体２の上部に設けられたガス吸引部４、及び、このガス吸引部４内に貫通して設けられた炉頂部３とで構成されている。

羽口６は、基本的には、炉の高さ方向に、上段羽口６ａ及び下段羽口６ｂの２段設けられ、上段羽口６ａは、炉下部に充填されたコークスベット８表面の直上の高さ位置に設けられ、下段羽口６ｂは、コークスベット８内の高さ位置に設けられる。

羽口径は、羽口先でレースウエイを作らないように、高炉に比べて送風速度が遅くなるように設定される。なお、本発明は、羽口は２段に限られるものではなく、送風条件により１段で行うことも可能である。

上段羽口６ａ及び下段羽口６ｂの２段の羽口から送風する場合は、下段羽口６ｂから、室温又は６００℃以下の空気を吹き込むことで、主として、コークスを燃焼させ、上段羽口６ａから室温の空気を吹き込むことで、一部燃焼ガス（CO_2）とコークスのソルーションロス反応で生成したＣＯガスを燃焼させ、ソルーションロス反応（吸熱）による鉄源の溶融熱量の低下を補償する。

なお、１段の羽口から送風する場合は、羽口を上記下段羽口６ｂと同じ高さ位置に設け、コークスの燃焼を促進し、鉄源の溶融熱量を高めるために、下段羽口６ｂから吹き込まれる室温又は６００℃以下の空気中に酸素を富化し、酸素濃度を高めることが必要となる

。

一方、図１に示す２段の羽口から送風する場合は、上段羽口６ａからの送風により、熱量を補償できるため、下段羽口６ｂから吹き込む室温又は６００℃以下の空気中に酸素を富化し、コークスの燃焼を促進し、鉄源の溶融熱量を高めることは、必ずしも必要としない。

原燃料１０は、それぞれの原料ホッパーから切り出され、それぞれ、秤量器で秤量された後、装入装置であるバケット７内に収容され、このバケット７を介して、竪型炉１の炉頂部３から、竪型炉１の下部に形成されたコークスベット８上に、固体燃料と鉄源が層状又は混合の状態となるように装入される。

なお、固体燃料と鉄源を層状に装入するためには、固体燃料と鉄源をバケット７内に層状に装入し、バケット７底部を開放して炉内に装入するが、落下時に、固体燃料と鉄源の一部が混合するので、固体燃料と鉄源は、主として、固体燃料と鉄源の層状で装入され、その一部が固体燃料と鉄源の混合の状態で装入される。

原燃料１０の堆積高さ（ストックレベル）は、炉頂部３内の上部の高さ位置に調整され、炉頂部３内のガス吸引部４から上方の高さ方向範囲を原燃料１０を充填した状態とすることで、炉頂最上部（開口部）を封止（これを、マテリアルシールという）している。

なお、当然のことながら、操業中、原燃料１０の溶融による原燃料の降下に伴い、原燃料１０の堆積高さ（ストックレベル）レベルは低下する。このため、炉頂部３を封止しながら安定した原燃料の溶融を行うために、炉頂部３の内側にレベル計（図示なし）などを取り付け、これにより、原燃料１０の堆積高さ（ストックレベル）を計測し、ストックレベルを所定レベルに維持するように、原燃料１０の装入タイミングを制御する。

竪型炉１の炉頂部の上方から装入された原燃料１０中の鉄源は、炉内を降下する間に、羽口６から吹き込まれた空気中の酸素によるコークス（Ｃ）の燃焼熱により溶解されるとともに、鉄源中に一部含有される酸化鉄は、還元ガス（ＣＯ）、固体炭素（Ｃ）、又は、溶銑中炭素（［Ｃ］）で還元され、さらに、コークスベッド８を降下して、炉底部に溜まる。

炉底部の炉底底盤上面の高さレベルには、炉外に設けられた貯銑滓部１１と連通する連結管１２が備えられ、炉内の炉底部に溜まった溶銑滓は、連結管１２を通って炉外の貯銑滓部１１に流れ、溶銑滓の上層部の溶滓（スラグ）と下層部の溶銑に分離された後、下層部の溶銑は、出銑口９から取り出される。

なお、鉄源の溶解及び一部還元が行われる溶融還元領域は、主として、コークスベッド８の表面から、上方に、約１～２．５ｍ程度の炉高さ方向範囲（バケット７内に収容された原燃料の約１～２．５チャージに相当する）に形成される。

本発明において、固体燃料として、高炉用コークスを７０～１００質量％配合した固体燃料を用いる。高炉用コークスは、鋳物用コークスに比べて安価であり、製鉄プロセスで製造されるため、安定して入手可能である。銑鉄コストを大幅に低下するためには、高炉用コークスを７０質量％以上配合した固体燃料を用いる必要があるので、固体燃料中の高炉用コークスの配合割合を７０質量％以上とした。

一方、本発明において、固体燃料中に７０質量％以上配合する高炉用コークスは、通常の鋳物用コークスに比べて、粒度が小さく、灰分が多く、強度が低い性状を有する。

通常の鋳物用コークスの粒度は、最大粒径３００ｍｍ以下、平均粒径８０ｍｍ以上、灰分が９％以下である。これに対して、本発明

では、最大粒径７２ｍｍ以下、平均粒径６０ｍｍ以下、灰分が９質量％以上の高炉用コークスを使用する。

一般にコークスの粒度が小さくなるほど、炉内の圧力損失が高まり、コークス中の灰分量が多くなるほど、スラグ発生量が多くなるので、通気性の悪化により、炉内の圧力損失が高まる。また、コークス強度が低くなると、コークス装入時や炉内での荷重付加により、コークスの破壊により粉化する割合が増加し、炉内の通気性が低下し、圧力損失が上昇する原因となる。本発明において使用する高炉コークスの粒径は、４０ｍｍ以上が好ましく、灰分は、１４％以下が好ましい。

本発明者らの検討によれば、上記の性状を有する高炉用コークスを７０質量％以上配合した固体燃料を用いて、鉄源を溶融又は溶融、還元する場合には、炉内の圧力損失が大きくなり、操業時の炉内圧力が２００ｈＰａを超えることを確認した。

また、操業時の炉内圧力の上昇は、鉄源によっても影響し、金属化率が高い鉄源のみを溶融する場合に比べ、金属化率が低い鉄源を溶融、還元する場合には、操業時の炉内圧力が高くなる。

本発明では、鉄源は、平均金属化率が９５％以上の金属化率が高い鉄源と、平均金属化率が９５％未満の金属化率が低い鉄源に区分される。

平均金属化率が９５％以上の金属化率が高い鉄源は、例えば、鉄屑、銑鉄、鋳物屑、ホットブリケット鉄（ＭＢＩ）、直接還元鉄（ＤＲＩ）などが挙げられ、金属化率の高く、溶解のみが必要な（還元を必要としない）鉄源を意味する。また、平均金属化率が９５％未満の金属化率が低い鉄源は、例えば、ダスト塊成鉱、自己還元性鉱塊（炭材含有率の高い塊成鉱）などが挙げられ、金属化率の低く、還元が必要な鉄源を意味する。

平均金属化率が９５％以上の金属化率が高い鉄源のみを用いて鉄源を溶融する場合に比べて、この金属化率が高い鉄源に加えて、平均金属化率が９５％未満の金属化率が低い鉄源を用いて鉄源を溶融、還元する場合には、上記金属化率が低い鉄源中の酸化鉄の溶融、還元により生成されるスラグが、炉内の通気性を低下させるため、炉内圧力が上昇しやすくなる。

スクラップ、銑鉄屑、製鉄ダストなどの鉄廃棄物の溶融、還元に使用されるキュポラなどの竪型炉は、通常、操業時の炉内圧を５０～１００ｈＰａ程度を想定して設計されている。本発明者らの検討によれば、このような従来の竪型炉を用いて、上記のような高い炉内圧力条件で操業を行う場合には、以下の問題が生じることが確認された。

つまり、２００ｈＰａ程度を超える高い炉内圧力で竪型炉の操業を行う場合には、減風（羽口からの送風量の減少）時、又は、休風（羽口からの送風を休止する）時に、炉内圧力が急激に低下するため、溶銑滓、特に比重の軽いスラグ（溶銑上部）が急激に上昇し、羽口の溶損トラブルを招くおそれがある。

キュポラなどの竪型炉は、高炉に比べて操業の自由度が大きい反面、操業時に炉況変動により減風したり、出鉄滓トラブルや設備トラブルにより休風する頻度が高炉に比べて多いため、溶銑滓レベルの上昇及び溶損トラブルは、銑鉄の生産性を大きく低下させる原因となるので、避けなければならない。

また、本発明者らの検討によれば、粒径が小さい高炉用コークスを多量に使用すると、上述したソルーションロス反応（Ｃ（コークス）＋CO_2（コークスの燃焼ガス）→２ＣＯ－Ｑ（吸熱））の進行が助長され、従来の竪型炉を用いて操業する場合には、炉内の熱量が低減し、鉄源の溶融が不十分となるとともに、炉内温度の低下

による出銑滓の不安定化などの、生産性の低下及び溶銑品質の低下の原因となることが判明した。

本発明は、このような高炉用コークスを多量に配合した固体原料を用いて鉄源を溶融又は溶融、還元する竪型炉の操業において生じる上記羽口溶損トラブルと熱量低減の問題を解決するために、以下に詳述するように、竪型炉において、（ｉ）炉高方向の最下段の羽口の位置、及び、（ii）シャフト部から炉底底盤までの炉高範囲の内張耐火物の熱伝導率及び厚み、及び、炉内温度条件及び炉体冷却条件で決まる炉体放散熱、を最適化したことを特徴とする。

以下に、本発明の竪型炉における、炉高方向の最下段の羽口の位置、及び、シャフト部から炉底底盤までの炉高範囲の内張耐火物の熱伝導率及び厚みで決まる炉体放散熱の限定理由について説明する。

（最下段の羽口位置：炉底底盤上面から炉径の０．７倍以上）

上述したように竪型炉本体の炉底部は、炉本体外側に設けられた貯銑部と、連結管で連通した管路連通構造（サイホン構造）となっているので、貯銑部に溜まった溶銑滓の圧力とがバランスする炉内圧（ガス圧）までは、操業が可能となる。

本発明者らの検討によれば、最大粒径７２ｍｍ以下、平均粒径６０ｍｍ以下、灰分が９質量％以上の性状を有する高炉用コークスを７０質量％以上配合した固体燃料を用いて鉄源を溶融又は溶融、還元する場合には、炉内の圧力損失が大きくなり、操業時の最大の炉内圧力が２５０ｈＰａまでは、安定操業が可能となることを確認している。

本発明の竪型炉において、炉高方向の最下段の羽口位置は、操業時の最大の炉内圧力が３００ｈＰａとなることを前提とし、この操業時の最大炉圧力条件におけるスラグ高さレベル（溶銑滓最上部位置

）から、減風（羽口からの送風量の減少）時、又は、休風（羽口からの送風を休止する）時の炉内圧力の低下条件下における、スラグ高さレベルの上昇量を考慮し、スラグ上昇時における羽口溶損を防止するため、炉高方向における最下段の羽口の位置を、羽口下面から炉底底盤上面までの距離が、羽口下面位置における炉径の０．７倍以上となる位置とした。

なお、炉高方向の最下段の羽口位置を、羽口下面位置における炉径との相対値で規定した理由は、竪型炉の炉径の違いによって、炉内圧力低下時のスラグ上昇量が変化するからである。

羽口の高さレベルが、炉底から炉径の０．７倍未満と短い距離にある場合には、減風、休風時などの炉内ガス圧の低下の際に、炉下部に貯留している溶銑滓が羽口レベル近傍まで上昇して、羽口が溶損する危険が生じる。

また、本発明では、操業時の最大炉内圧力を３００ｈＰａであることを前提とするが、瞬間的には３００ｈＰａを超える圧力になる場合があり、限界圧付近での送風付近での送風量変動を防止するとの理由から、３００ｈＰａ以下の炉内設計圧力に合わせて、本発明の溶解炉には送風圧力３５０ｈＰａ以上の能力を持つ送風機を装備するのが好ましい。

（単位内容積あたりの炉体放散熱：０．１５ＭＷ／m^3以下）

本発明者らの検討によれば、従来の竪型炉では、最大粒径７２ｍｍ以下、平均粒径６０ｍｍ以下の高炉用コークスを７０質量％以上配合した固体燃料を用いて鉄源を溶融又は溶融、還元する場合には、粒度の粗い鋳物用コークスに比べてコークス（Ｃ）のソルーションロス反応（Ｃ（コークス）＋CO_2（コークスの燃焼ガス）→２ＣＯ－Ｑ（吸熱））の進行が助長され、炉内の熱量が低減し、鉄源の溶融が不十分となるとともに、炉内温度の低下による出銑の不安

定化などの、生産性の低下及び溶銑品質の低下を招くことが確認されている。

本発明では、最大粒径７２ｍｍ以下、平均粒径６０ｍｍ以下の高炉用コークスを７０質量％以上配合した固体燃料を使用することによる炉内の熱量低下の条件下において、鉄源を溶解するための炉内の熱量を十分に確保し、かつ、安定操業のための炉内温度を確保するため、シャフト部から炉底底盤までの炉高範囲における内容積当りの炉体放散熱を０．１５Ｍｗ／m^3以下とする必要がある。

具体的には、シャフト部から炉底底盤までの炉高範囲における内容積当りの炉体放散熱が０．１５Ｍｗ／m^3以下となるように、竪型炉のシャフト部、羽口周辺部、炉底側壁部、及び、炉底底盤にそれぞれ配置された内張耐火物の熱伝導率及び厚みを設計する。

なお、本発明では、例えば、下記（１）式により、これらの各部位に配置される内張耐火物の熱伝導率及び厚みを基に計算されるシャフト部から炉底底盤までの炉高範囲における内容積当りの炉体放散熱が０．１５Ｍｗ／m^3以下となるように設計するが、それぞれの内張耐火物の熱伝導率及び厚みは、適宜調整されるべきものである。

各部位に配置される内張耐火物の熱伝導率λ１、λ２、λ３、及び、λ４、及び、同厚みＬ１、Ｌ２、Ｌ３、及び、Ｌ４と、シャフト部から炉底底盤までの炉高範囲における内容積当りの炉体放散熱の関係は、以下のように示される。

$$Q_{loss}/V = 1000 \times \Sigma_{k=1\text{-}4} \lambda_k (T_{ik} - T_{ok}) / L_k - S_k / V \quad \cdots (1)$$

なお、上記λ１、λ２、λ３、及び、λ４は、竪型炉のシャフト部、羽口周辺部、炉底側壁部、及び、炉底底盤にそれぞれ配置された内張耐火物の熱伝導率（Ｗ／ｍｋ）を示し、Ｌ１、Ｌ２、Ｌ３、

及びＬ４は、竪型炉のシャフト部、羽口周辺部、炉底側壁部、及び、炉底底盤に、それぞれ配置された内張耐火物の厚み（ｍｍ）を示す。

T_{ik}は耐火物の炉内側壁温度（炉内条件に関係）（℃）、T_{ok}は耐火物の炉外側壁温度（冷却条件に関係）（℃）、S_kは各部位の表面積（m^2）、Ｖは炉内容積（m^3）を示す。

より具体的には、竪型炉の高さ方向各部位に配置される内張耐火物の熱伝導率及び厚みは、各部位の原料の状態（固体、ガス、溶融）や熱負荷の程度を考慮し、上記炉体放散熱の規定範囲内で設計される。前記シャフト部、羽口周辺部、炉底側壁部、及び、炉底底盤に配置された内張耐火物の熱伝導率は、それぞれ、２Ｗ／ｍ・ｋ以下、６Ｗ／ｍ・ｋ以下、６Ｗ／ｍ・ｋ以下、及び、２Ｗ／ｍ・ｋ以下であり、該内張耐火物の厚みは、それぞれ、４００ｍｍ以上、５５０ｍｍ以上、５５０ｍｍ以上、２００ｍｍ以上であることが好ましい。

以上が本発明の竪型炉の特徴とする技術的要件及びその限定理由である。

本発明は、上記の本発明の特徴とする竪型炉の構成により、この竪型炉を用いて、固体原料として安価な高炉用コークスを多量に使用し、さらには、鉄源として還元が必要な金属化率の低い鉄源を使用し、高い炉内圧力条件で操業する際に、炉内圧力低下時のスラグ上昇による羽口溶損トラブルを防止でき、かつ、コークスのソルーションロス反応に起因する炉内熱量低減を抑制することができる。

また、本発明の竪型炉の操業方法は、本発明の竪型炉を用いることに加え、以下の理由から、以下の操業条件を規定することが好ましい。

（竪型炉の操業時の炉内空塔ガス流速：１Ｎｍ／ｓ以上）

竪型炉の操業時の炉内空塔ガス速度が１Ｎｍ／ｓ未満に低下すると、炉内通過時間の増加によりソリューションロス反応がより進行し、ガス利用率η_{CO}が低下する。それとともに、送風量減少により出銑速度（生産速度）が低下し、溶銑１ｔ当りの熱損失が増加して溶銑温度が低下し、不安定操業となり易い。

鋳物用コークスより粒径が小さい高炉用コークスを多量に使用した場合でも、羽口からの送風量を増大し、炉内空塔ガス速度を１Ｎｍ／ｓ以上に維持することにより、コークスの高温燃焼領域（$C+O_2 \rightarrow CO_2$：発熱反応）を炉上部に拡大するとともに、ソリューションロス反応域（$C+CO_2 \rightarrow 2CO$：吸熱反応）を縮小することができる。その結果、鉄源を炉上部で効率的に溶融し、出銑速度（生産速度）を向上することが可能となる。

なお、炉内空塔ガス流速を１Ｎｍ／ｓ以上に調整するには、羽口から吹き込む送風量を制御する。

本発明炉を用いることにより、ガス利用率（炉頂ガスのη_{CO}＝（CO_2）／（$CO+CO_2$））が、例えば、２０％以下の低レベルであっても、安定して操業が可能となるから、鉄屑、型銑等の溶解のみが必要で還元を必要としない原料に加えて、ダスト塊成鉱、自己還元性鉱塊、金属化率の低い還元鉄等の還元が必要な原料のうち少なくとも１種類を鉄源として操業する場合でも、ＣＯ濃度が高い還元性ガスを有効に利用することができて、原料中の酸化鉄の還元を安定に進行させ、還元と溶解を両立して溶銑を製造することが可能となる。

実施例

次に、本発明の実施例について説明するが、実施例の条件は、本発明の実施可能性及び効果を確認するために採用した一条件例であ

り、本発明は、この一条件例に限定されるものではない。本発明は、本発明の要旨を逸脱せず、本発明の目的を達成する限りにおいて、種々の条件を採用し得るものである。

（実施例）

発明例として、図１に示す竪型炉に、表１に示す原燃料の配合条件で鉄源と固体燃料（コークス）を装入し、表３に示す装入条件で７日間の操業を継続した場合における炉頂排ガスのガス利用率（η_{CO}）、炉頂排ガスの温度（℃）、炉内圧力（ｈＰａ）、送風圧力（ｋＰａ）、減風回数（回）、休風回数（回）、及び生産率（Ｔ／Ｈ）を測定した。

また、比較例として、従来の竪型炉を用いて、表２に示す原燃料の配合条件で鉄源と固体燃料（コークス）を装入し、表４に示す装入条件で７日間の操業を継続した場合における炉頂排ガスのガス利用率（η_{CO}）、炉頂排ガスの温度（℃）、炉内圧力（ｈＰａ）、送風圧力（ｋＰａ）、減風回数（回）、休風回数（回）、及び、生産率（Ｔ／Ｈ）を、発明例と同様に測定した。

表４に、本発明例で使用した竪型炉と比較例で使用した竪型炉の最下段の羽口の位置（ｍｍ）、シャフト部、羽口周辺部、炉底側壁部、及び、炉底底盤にそれぞれ配置された内張耐火物の熱伝導率（ｗ／ｍｋ）及び厚み（ｍｍ）、シャフト部から炉底底盤までの炉高範囲の内容積当りの炉体放散熱（Ｍｗ／m^3）を示す。

なお、炉頂排ガスのガス利用率η_{CO}（TOP）は、

η_{CO}（TOP）＝（排ガス中のＣＯ$_2$含有量（vol％）／（排ガス中のＣＯ含有量（vol％）＋排ガス中のＣＯ$_2$含有量（vol％））

で定義される。

また、平均金属化率Ｍは、

Ｍ＝（鉄源中の金属鉄（Ｍ．Ｆｅ）（質量％））／（鉄源中のト

ータル鉄（Ｔ．Ｆｅ）（質量％））
で定義される。

表３に示すように、最下段の羽口位置及びシャフト部から炉底底盤までの内容積当りの炉体放散熱が、本発明で規定する条件を満足する竪型炉を用いた、発明例１～５では、高炉用コークスを７０～１００質量％配合した固体燃料を用いて鉄源を溶融する際に、減風時及び休風時の炉内圧力の低下があった場合でも、羽口溶損などのトラブルを防止し、炉頂排ガスのガス利用率を高く維持して、効率的な鉄源の溶融、還元を行うことができた。

特に、発明例の中でも、発明例１～４は、炉内空塔ガス流速が１Ｎｍ／ｓ以上となるように、羽口から吹き込む送風量を制御したため、炉内圧力を高く維持し、より高い生産性で溶銑を製造することができた。

一方、表４に示す比較例１～５は、最下段の羽口位置及びシャフト部から炉底底盤までの内容積当りの炉体放散熱が、本発明で規定する条件を満足しない竪型炉を用いたので、高炉用コークスの配合比率を増加すると、炉内圧力の上昇及びη_{CO}の低下を招き、最大でも、高炉用コークスを４０％程度しか配合することができなかった。

これらの結果から、本発明を適用することにより、固体原料として安価な高炉用コークスを多量に使用し、高い炉内圧力条件で操業する際、竪型炉における羽口の高さ及びシャフト部から炉底底盤までの炉体放散熱を最適化することにより、減風時又は休風時、炉圧力が低下した場合におけるスラグ上昇による羽口溶損トラブルを防止することができ、かつ、コークスのソルーションロス反応に起因する炉内熱量の低減を抑制し、高生産性でかつ安定して銑鉄の製造を行うことができることが解る。

表１（発明例）

原燃料条件	高金属化率鉄源			低金属化率鉄源		固体燃料				
						高炉用ｺｰｸｽ			その他	鉄源に対する固体燃料の割合(外数)(質量%)
	ｼｭﾚｯﾀﾞｰ層(M：99質量%)	銑鉄層(M：>99質量%)	還元鉄(M：96質量%)	ﾀﾞｽﾄﾍﾟﾚｯﾄ(C：15質量%、M：5質量%)	自己還元鉄性鉱(C：15質量%、M：5質量%)	粒径(mm)	灰分(質量%)	配合割合(質量%)		
A	70	5	25	0	0	50	13	80	鋳物用ｺｰｸｽ	19
B	90	0	10	0	0	50	13	100	－	20
C	60	0	30	10	0	50	13	70	鋳物用ｺｰｸｽ	21
D	50	0	30	10	10	50	13	80	鋳物用ｺｰｸｽ	21
E	50	0	30	20	0	50	13	100	－	23

※Mは平均金属化率、Cは炭素含有量を示す。

表２（比較例）

原燃料条件	高金属化率鉄源			低金属化率鉄源		固体燃料				
	ｼｪﾚｯﾀﾞｰ層（M：99質量%）	銑鉄層（M：>99質量%）	還元鉄（M：96質量%）	ﾀﾞｽﾄﾍﾟﾚｯﾄ（C：10質量%、M：2質量%）	自己還元鉄性鉱（C：　質量%、M：　質量%）	高炉用ｺｰｸｽ			その他	鉄源に対する固体燃料の割合（外数）（質量%）
						粒径（mm）	灰分（質量%）	配合割合（質量%）		
A	70	5	25	0	0	50	13	30	鋳物用ｺｰｸｽ	17
B	90	0	10	0	0	50	13	40	—	18
C	60	0	30	10	0	50	13	30	鋳物用ｺｰｸｽ	19
D	50	0	30	10	10	50	13	30	鋳物用ｺｰｸｽ	19
E	50	0	30	20	0	50	13	20	—	20

※Mは平均金属化率、Cは炭素含有量を示す。

表３（発明例）

区分	原燃料条件	炉内空塔ガス流速 (Nm／s)	炉内圧力 (hPa)	炉頂排ガスのガス利用率 (η_{CO}) (%)	炉頂排ガスの温度 (℃)	送風圧 (kPa)	減風回数 (回)	休風回数 (回)	生産率 (T／H)
発明例１	A	1.2	200	22	180	20	2	0	56
発明例２	B	1.1	220	19	150	22	3	0	55
発明例３	C	1.1	220	23	140	22	4	0	48
発明例４	D	1.0	220	22	130	22	4	0	48
発明例５	E	0.9	230	22	150	23	5	0	42

表４（比較例）

区分	原燃料条件	炉内空塔ガス流速(Nm／s)	炉内圧力(hPa)	炉頂排ガスのガス利用率(η_{CO})(%)	炉頂排ガスの温度(℃)	送風圧(kPa)	減風回数(回)	休風回数(回)	生産率(T／H)
比較例１	A	1.2	120	30	230	12	2	0	48
比較例２	B	1.1	140	27	200	14	4	1	46
比較例３	C	1.1	140	30	200	14	3	0	40
比較例４	D	1.1	140	30	210	14	3	0	40
比較例５	E	1.0	140	32	240	14	4	1	35

表5

竪型炉種別	羽口			羽口位置での炉径(mm)	内張耐火物の熱伝導率(w/mk)				内張耐火物の厚み(mm)				炉体放散熱(Mw/m³)
	上下段数(段)	本数(本)	最下段羽口位置(mm)		シャフト部	羽口周辺部	炉底側壁部	炉底底盤	シャフト部	羽口周辺部	炉底側壁部	炉底底盤	
本発明	2	上4,下8	2300	2900	1.5	5	5	1.5	450	600	600	250	0.12
従来	2	6	1200	2600		10	10	5	—	500	500	200	0.22

※羽口位置は羽口下面から炉底底盤上面までの距離を示し、炉体放散熱はシャフト部から炉底底盤までの内容積当りの炉体放散熱を示す。

産業上の利用可能性

前述したように、本発明によれば、キュポラなどの竪型炉を用いて、固体原料として安価な高炉用コークスを多量に使用し、高い炉内圧力条件で操業する際に、竪型炉の羽口から炉底までの深さを十分に確保すること、及び、竪型炉の羽口の高さ及びシャフト部から炉底底盤までの炉体放散熱の最適化により、減風時又は休風時の炉圧力が低下した場合のスラグ上昇による羽口溶損トラブルを防止することができ、かつ、コークスのソルーションロス反応に起因する炉内熱量低減を補償することができる。

したがって、本発明の適用により、スクラップ又は製鉄プロセスで発生する銑鉄屑、製鉄ダストなどの鉄廃棄物を原料として銑鉄を製造する際に、銑鉄の製造コストを低減することができるとともに、生産性の高い操業を安定して行うことができる。よって、本発明による産業上への貢献は多大なものである。

請　求　の　範　囲

１．炉下部内に充填されたコークスベッド上に、炉頂から、平均金属化率が９５％以上の金属化率が高い鉄源と、高炉用コークスを７０～１００質量％配合した固体燃料を、層状又は混合の状態で装入し、炉下部の羽口から送風して鉄源を溶融し、銑鉄を製造する竪型炉であって、

（ｉ）炉高方向の最下段の羽口の下面から炉底底盤上面までの距離が、羽口の下面位置における炉径の０．７倍以上であり、かつ、

（ii）シャフト部、羽口周辺部、炉底側壁部、及び、炉底底盤に、それぞれ配置された内張耐火物の熱伝導率及び厚みを基に計算される、上記シャフト部から炉底底盤までの炉高範囲における内容積当りの炉体放散熱が、０．１５Ｍｗ／m^3以下である

ことを特徴とする竪型炉。

２．前記平均金属化率が９５％以上の金属化率が高い鉄源に加えて、平均金属化率が９５未満％の金属化率が低い鉄源を鉄源として用いることを特徴とする請求の範囲１に記載の竪型炉。

３．前記シャフト部、羽口周辺部、炉底側壁部、及び、炉底底盤に配置された内張耐火物の熱伝導率が、それぞれ、２Ｗ／ｍ・ｋ以下、６Ｗ／ｍ・ｋ以下、６Ｗ／ｍ・ｋ以下、及び、２Ｗ／ｍ・ｋ以下であり、該内張耐火物の厚みが、それぞれ、４００ｍｍ以上、５５０ｍｍ以上、５５０ｍｍ以上、及び、２００ｍｍ以上であることを特徴とする請求の範囲１又は２に記載の竪型炉。

４．前記高炉用コークスは、最大粒径７２ｍｍ以下、灰分が９質量％以上であることを特徴とする請求の範囲１～３の何れかに記載の竪型炉。

５．前記金属化率が高い鉄源は、鉄屑、銑鉄、鋳物屑、ホットブ

リケット鉄（ＭＢＩ）、及び、直接還元鉄（ＤＲＩ）の１種又は２種以上からなり、前記金属化率が低い鉄源は、ダスト塊成鉱又は自己還元性鉱塊からなることを特徴とする請求の範囲１～４の何れかに記載の竪型炉。

６．請求の範囲１～５の何れかに記載の竪型炉を用い、炉下部内に充填されたコークスベッド上に、炉頂から、平均金属化率が９５％以上の金属化率が高い鉄源と、高炉用コークスを７０～１００質量％配合した固体燃料を、層状又は混合の状態で装入し、炉下部の羽口から送風して鉄源を溶融し、銑鉄を製造する竪型炉の操業方法であって、

炉内空塔ガス流速が１Ｎｍ／ｓ以上となるように、上記羽口から吹き込む送風量を制御する

ことを特徴とする竪型炉の操業方法。

７．前記平均金属化率が９５％以上の金属化率が高い鉄源に加えて、平均金属化率が９５未満％の金属化率が低い鉄源を鉄源として用いることを特徴とする請求の範囲６に記載の竪型炉の操業方法。

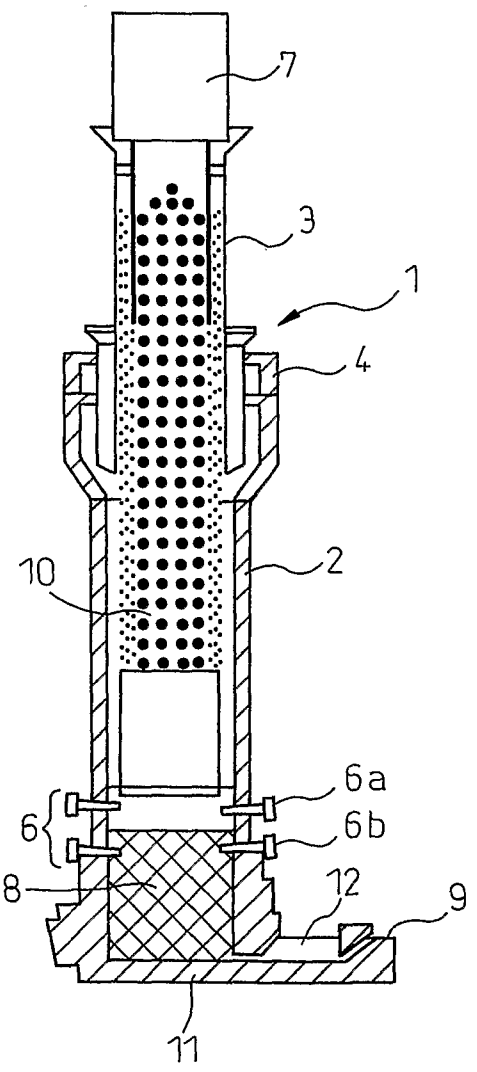
８．前記シャフト部、羽口周辺部、炉底側壁部、及び、炉底底盤に配置された内張耐火物の熱伝導率が、それぞれ、２Ｗ／ｍ・ｋ以下、６Ｗ／ｍ・ｋ以下、６Ｗ／ｍ・ｋ以下、及び、２Ｗ／ｍ・ｋ以下であり、該内張耐火物の厚みが、それぞれ、４００ｍｍ以上、５５０ｍｍ以上、５５０ｍｍ以上、及び、２００ｍｍ以上であることを特徴とする請求の範囲６又は７に記載の竪型炉の操業方法。

９．前記高炉用コークスは、最大粒径７２ｍｍ以下、灰分が９質量％以上であることを特徴とする請求の範囲６～８の何れかに記載の竪型炉の操業方法。

１０．前記金属化率が高い鉄源は、鉄屑、銑鉄、鋳物屑、ホットブリケット鉄（ＭＢＩ）、及び、直接還元鉄（ＤＲＩ）の１種又は

２種以上からなり、前記金属化率が低い鉄源は、ダスト塊成鉱又は自己還元性鉱塊からなることを特徴とする請求の範囲６～９の何れかに記載の竪型炉の操業方法。

Fig.1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/063077

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C21B11/02(2006.01)i, *F27B1/14*(2006.01)i, *F27B1/16*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C21B11/02, F27B1/14, F27B1/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	Yasuo KAMEI et al., "Bifuntan Taryo Fukikomi o Heiyo shita Kosanso Nodo Kuki Fuki Tategataro ni yoru Scrap Yokai", Journal of the Iron & Steel Institute of Japan, 01 February, 1993 (01.02.93), Vol.79, No.2, pages 139 to 146	1,3,4 2,5-10
Y	JP 10-36906 A (Nippon Steel Corp.), 10 February, 1998 (10.02.98), Claim 1 & US 6129776 A & EP 0818543 A1	2,5,7,10
Y	JP 11-71607 A (NKK Corp.), 16 March, 1999 (16.03.99), Claim 1; Par. Nos. [0005] to [0007], [0015], [0016] (Family: none)	6-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 September, 2008 (18.09.08)	30 September, 2008 (30.09.08)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/063077

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-263811 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 07 October, 1997 (07.10.97), Par. Nos. [0060], [0061] (Family: none)	1-10
A	JP 56-156709 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 03 December, 1981 (03.12.81), Page 3, lower right column, line 19 to page 4, upper left column, line 4 (Family: none)	1-10
A	JP 7-278635 A (Nippon Steel Corp.), 24 October, 1995 (24.10.95), Par. No. [0030] (Family: none)	1-10
A	JP 7-332860 A (Taiyo Chuki Kabushiki Kaisha), 22 December, 1995 (22.12.95), Claims 1, 2; Fig. 1 (Family: none)	1-10
A	JP 2002-357309 A (NKK Corp.), 13 December, 2002 (13.12.02), Par. Nos. [0038] to [0041] (Family: none)	1-10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００８／０６３０７７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C21B11/02(2006.01)i, F27B1/14(2006.01)i, F27B1/16(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C21B11/02, F27B1/14, F27B1/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
X Y	亀井康夫他，微粉炭多量吹き込みを併用した高酸素濃度空気吹き竪型炉によるスクラップ溶解，鉄と鋼，1993.02.01，Vol. 79，No. 2，p. 139 - 146	1，3，4 2，5 - 10
Y	JP 10-36906 A（新日本製鐵株式会社）1998.02.10，【請求項1】 & US 6129776 A & EP 0818543 A1	2，5，7，10
Y	JP 11-71607 A（日本鋼管株式会社）1999.03.16，【請求項1】，【0005】-【0007】，【0015】，【0016】（ファミリーなし）	6 - 10

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 １８．０９．２００８	国際調査報告の発送日 ３０．０９．２００８
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｋ　３６４０ 佐藤　陽一 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４３５

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	JP 9-263811 A（住友金属工業株式会社）1997.10.07, 【0060】, 【0061】（ファミリーなし）	1 - 10
A	JP 56-156709 A（三菱重工業株式会社）1981.12.03, 第3頁右下欄第19行 - 第4頁左上欄第4行（ファミリーなし）	1 - 10
A	JP 7-278635 A（新日本製鐵株式会社）1995.10.24, 【0030】（ファミリーなし）	1 - 10
A	JP 7-332860 A（太洋鋳機株式会社）1995.12.22, 【請求項1】, 【請求項2】, 【図1】（ファミリーなし）	1 - 10
A	JP 2002-357309 A（日本鋼管株式会社）2002.12.13, 【0038】-【0041】（ファミリーなし）	1 - 10