

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6777894号
(P6777894)

(45) 発行日 令和2年10月28日(2020.10.28)

(24) 登録日 令和2年10月13日(2020.10.13)

(51) Int.Cl.		F I	
C 2 1 B	5/06	(2006.01)	C 2 1 B 5/06
C 2 1 B	5/00	(2006.01)	C 2 1 B 5/00 3 1 6
C 2 1 B	7/00	(2006.01)	C 2 1 B 7/00 3 0 6

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2018-203632 (P2018-203632)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成30年10月30日(2018.10.30)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2019-131884 (P2019-131884A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	令和1年8月8日(2019.8.8)	(74) 代理人	110001542
審査請求日	令和1年8月23日(2019.8.23)		特許業務法人銀座マロニエ特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2018-15043 (P2018-15043)	(72) 発明者	▲高▼橋 功一
(32) 優先日	平成30年1月31日(2018.1.31)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72) 発明者	F E スチール株式会社内
		(72) 発明者	小澤 純仁
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
		(72) 発明者	F E スチール株式会社内
		(72) 発明者	野内 泰平
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸素高炉設備およびその酸素高炉設備を用いた銑鉄の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

羽口から純酸素及び還元材、冷却ガスを吹込み、炉頂から酸素濃度10vol%以下(以下、「実質的に窒素を含まない」と記す)の高炉ガスを発生する酸素高炉と、前記酸素高炉の炉頂から発生する高炉ガスと実質的に窒素を含まない酸素含有ガスとを用いて発電を行う副生ガス発電設備と、を有する酸素高炉設備において、該副生ガス発電設備から発生する実質的に窒素を含まない発電設備排ガスの一部が、該酸素高炉の羽口用冷却ガスとして用いられるように構成したことを特徴とする酸素高炉設備

【請求項2】

請求項1に記載の酸素高炉設備であって、前記実質的に窒素を含まない酸素含有ガスとして、純酸素に前記発電設備排ガスを混合したガスが用いられることを特徴とする酸素高炉設備。

【請求項3】

請求項1に記載の酸素高炉設備であって、前記実質的に窒素を含まない酸素含有ガスとして、純酸素に水蒸気を混合したガスが用いられることを特徴とする酸素高炉設備。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1項に記載の酸素高炉設備を用い、酸素高炉設備を構成する酸素高炉において銑鉄を製造することを特徴とする酸素高炉設備を用いた銑鉄の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、酸素高炉と酸素高炉の炉頂から発生する高炉ガスを用いて発電する副生ガス発電設備とからなる酸素高炉設備およびその酸素高炉設備を用いた銑鉄の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年の製鉄所は、地球環境問題や化石燃料枯渇問題を背景として、省エネが強く求められている。これを受け、最近の高炉操業は、低還元材比（低RAR）操業が強力に推進されるようになってきた。

10

【0003】

一般的な高炉は、羽口においてコークスや微粉炭と熱風（1200程度に加熱した空気）中の酸素が反応し、COおよびH₂ガス（還元ガス）を生成させて、これらの還元ガスにより炉中の鉄鉱石等の還元を行っている。以前は、内容積100m³程度の小型高炉による操業が行われてきたが、生産性の要求と技術の発達に伴い、高炉は年々大容量化し、近年では5000m³級の大型高炉が主流となっている。しかし、高炉の大型化は、高炉に装入するコークスや焼結鉱の強度を高くする必要が生じ、そのために原料の塊成化が発達してきた。一方で、近年は原料の劣質化が進んでおり、従来のように高強度の原料を得ることが困難となっている。このことは、低強度の原料でも操業できる小型高炉への技術開発が求められている。また、近年の安全要求の厳格化により、高炉のみならずその周辺設備も可能な限り小型化し、保守性を高めることが求められている。

20

【0004】

高炉小型化技術の1つとして、酸素高炉の研究がある。通常高炉では熱風（1200程度の高温に加熱した空気）を羽口から吹込むのに対し、酸素高炉は純酸素を羽口から吹込む炉である。この酸素高炉は、通常高炉と比べると高炉内部を流れる還元ガスの体積を半減できるので、高炉サイズを大幅に小型化できるメリットがある。また、熱風炉が不要となるため、周辺設備の大幅な小型化も可能となる。

【0005】

ただし、酸素高炉では羽口から純酸素を吹込むことで、羽口先で生じる燃焼は純酸素による燃焼となるため、熱風送風と比べて、火炎温度が極めて高温になるという問題がある。このように、火炎温度が高すぎると、羽口や炉壁の損傷や、スラグ成分の揮発による荷下がり不調などのトラブルが起こる。従って、酸素高炉では、羽口から純酸素とともに羽口冷却材を吹き込み、火炎温度を適正温度（2000 - 2600）に制御する技術の採用が必須となる。

30

【0006】

ところで、特許文献1は、酸素高炉において、羽口からCO₂もしくはH₂O（水蒸気）を羽口冷却材として吹き込み、これらの吸熱熱分解反応を用いて羽口先の火炎温度を低下させ、適正な温度に制御する技術が開示されている。

【0007】

また、特許文献2には、酸素高炉の羽口から純酸素、微粉炭とともに羽口冷却材として高炉炉頂ガスを吹込む方法が開示されている。この既知の方法は、炉頂ガスに含まれるCO₂が羽口先にて吸熱熱分解を起こすので、火炎温度を低下させ適正温度に制御できるようになることが知られている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開昭60 - 159104号公報

【特許文献2】特開昭62 - 27509号公報

【特許文献3】特開2010 - 261095号公報

【特許文献4】国際公開第2011 / 087036号

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、前記特許文献1に開示の技術は、酸素高炉の羽口から酸素とともに水蒸気もしくは CO_2 ガスを吹込む方法であるが、高炉羽口は一般に銅製かつ水冷仕様となっているため、羽口表面は数十程度にまで冷却されている。従って、羽口から水蒸気を吹込むと、その水蒸気の一部が羽口にて冷やされてドレーン化し、水として流出してしまい、水蒸気の全量を吸熱反応に用いることができない。従って、この場合、水蒸気吹込みでは、火炎温度を目標値に制御することが困難である。また、 CO_2 ガスの場合はドレーン化の問題は起こらないが、一方で純 CO_2 ガスは自然界に存在せず、例えば CO_2 ガスを50vol%程度含む酸素高炉の炉頂ガスから、PSA法(圧力変動分離法)による CO_2 分離設備を用いて、 CO_2 ガスのみを分離する必要がある。しかし、酸素高炉は羽口から CO_2 ガスを吹込む場合、1高炉あたり $30000\text{Nm}^3/\text{h}$ もの多量の CO_2 ガスが必要となる。そのため、酸素高炉の場合、羽口から吹込むのみ必要な多量の CO_2 ガスをガス分離設備によって生成させようとする、巨大なガス分離設備が必要となり、設備が逆に大型化してしまうという問題が起こる。

10

【0010】

また、特許文献2の方法は、酸素高炉自体の炉頂ガスを羽口に再循環して吹込む方法であるから、ガス分離設備のような大型付帯設備は不要となる。しかし、酸素高炉の炉頂ガスは約半分が CO 、残りの約半分が CO_2 であるため、吹込んだガスのうち半分しか吸熱分解反応に寄与しない。従って、羽口先の火炎温度を適正温度にまで下げるためには、羽口あたり $10000\text{m}^3/\text{h}$ もの多量の炉頂ガスを吹込む必要がある。しかし、酸素高炉というのは、通常の高炉よりも小型化することが目的であることを鑑みると、設備レイアウトの都合から羽口から吹込むガス流量は可能な限り少なくすることが望ましく、多量の羽口冷却ガスを吹込む炉頂ガス循環は好ましくない。

20

【0011】

さらに、特許文献3の方法は、高炉ガスを発電プラントのボイラーにて燃焼させ、その排ガスの一部を高炉羽口に供給する方法である。しかし特許文献3の記載によれば、ボイラー排ガスの組成は窒素55%、二酸化炭素45%であり、先行文献2と同様に吸熱分解反応に寄与するガスは約半分しかない。したがって、この場合も羽口先温度を適正温度に下げるためには $10000\text{m}^3/\text{h}$ もの排ガスを吹き込む必要があり、酸素高炉の目的である設備小型化の観点から好ましくない。

30

【0012】

さらにまた、特許文献4の方法は、高炉ガス中の CO_2 を分離して、外部の CO_2 フリーエネルギー(原子力、太陽光、風力等)を用いて CO_2 から CO もしくは固体炭素を生成し、これを製鉄プロセスの還元材として使用する方法である。この方法も CO_2 を循環再利用する方法ではあるが、本発明とは異なり CO_2 ではなく CO もしくは固体炭素を製鉄原料として使う方法なので、本発明のような酸素高炉の羽口先温度の制御には用いることができない。また、特許文献4は CO_2 フリーエネルギーの源として原子力、太陽光、風力等のエネルギー生成設備が必要となるため、全体で見ると設備が巨大化することは避けられない。よって、酸素高炉の目的である設備小型化の観点から好ましくない。

40

【0013】

また、酸素高炉の操業において副生ガスの発電を行う場合、通常の副生ガス発電方法では、酸素高炉ガスと空気とを燃焼させてタービンを動かし発電を行うことになるので、燃焼後ガスに多量の窒素が含まれたものとなっている。従って、この発電設備排ガスを羽口冷却ガスとして利用する場合、排ガスに含まれている窒素分に相当する吸熱分解反応を利用できない分だけやはり多量の羽口冷却ガスを吹込まなければならない、好ましくない。

【0014】

本発明の目的は、冷却ガスの流量を少なくでき、付帯設備の必要もなく、効率よく羽口先温度を冷却することができる、酸素高炉設備およびその酸素高炉設備を用いた鉄鋼の製

50

造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

従来技術が抱えている前述の課題を解決し、前記の目的を実現するために鋭意研究した結果、発明者らは、以下に述べる新規な酸素高炉設備およびその酸素高炉設備を用いた銑鉄の製造方法を開発するに至った。

【0016】

即ち、本発明は、羽口から純酸素及び還元材、冷却ガスを吹込み、炉頂から実質的に窒素を含まない高炉ガスを発生する酸素高炉と、前記酸素高炉の炉頂から発生する高炉ガスと実質的に窒素を含まない酸素含有ガスとを用いて発電を行う副生ガス発電設備と、を有する酸素高炉設備において、該副生ガス発電設備から発生する実質的に窒素を含まない発電設備排ガスの一部が、該酸素高炉の羽口用冷却ガスとして用いられるように構成したことを特徴とする酸素高炉設備である。

10

【0017】

なお、前記のように構成される本発明に係る酸素高炉設備においては、
(1) 前記実質的に窒素を含まない酸素含有ガスとして、純酸素に前記発電設備排ガスを混合したガスが用いられること、
(2) 前記実質的に窒素を含まない酸素含有ガスとして、純酸素に水蒸気を混合したガスが用いられること、
がより好ましい解決手段となるものと考えられる。

20

【0018】

また、本発明は、上記酸素高炉設備を用い、酸素高炉設備を構成する酸素高炉において銑鉄を製造することを特徴とする酸素高炉設備を用いた銑鉄の製造方法である。

【発明の効果】

【0019】

本発明に係る酸素高炉設備によれば、純酸素を用いる酸素高炉から排出される実質的に窒素を含まない高炉ガスを用い、かつ発電設備の燃焼器においても空気を用いずに窒素を含まない酸素含有ガスを用いて高炉ガスを燃焼させて、タービン発電を行うことができるので、実質的に窒素を含まずほぼ CO_2 のみで構成される発電設備排ガスを生成させることができるようになった。そして、この発電設備排ガスの一部を羽口用冷却ガスとして酸素高炉の羽口から吹きこむようにしたので、PSA等の大規模な CO_2 分離設備を用いることなく多量の CO_2 ガスを羽口に吹き込めるようになり、かつ上記発電設備排ガスはほぼ CO_2 のみとなるため、高炉炉頂ガスを再循環させて羽口に吹込む場合と比べて少量の羽口冷却ガスで羽口先温度を適正に制御できるようになった。その結果、 CO_2 分離等の余剰な設備を追加することなく、かつ少量の羽口冷却ガスを吹き込めるだけの吹込み設備を設ければよいので、酸素高炉及び周辺設備の小型化が可能となった。

30

【0020】

また、本発明の酸素高炉設備の好適例では、副生ガス発電設備の燃焼器において、空気を用いずに発電設備排ガスの一部を再循環して純酸素と混合して、あるいは、水蒸気を純酸素と混合して、実質的に窒素を含まない酸素含有ガスとしたうえで、高炉ガスと燃焼させるようにした。これにより、少量の発電設備排ガスを羽口に吹込むだけで羽口先温度を適正值に制御できるようになった。さらに、副生ガス発電設備において、純酸素単体を用いず発電設備排ガスの一部を混合させて希釈しているが、これにより、窒素レスの条件を保ったまま、純酸素燃焼にて生じる異常高温化した燃焼火炎の発生を抑制することが可能となり、発電設備排ガスの羽口先冷却効果を保ちつつ、タービン損傷も抑制することが可能となった。さらには、本発明を用いれば、発電設備排ガスのうち再循環されなかった分は系外に排出されることとなるが、実質的に窒素を含まずほぼ CO_2 のみで構成される発電設備排ガスが生成されるので、CCS(Carbon dioxide Capture and Storage、 CO_2 の回収・貯留)やCCU(Carbon capture and utilization、 CO_2 利用)に適用でき、 CO_2 排出削減に

40

50

も寄与することが可能である。

【 0 0 2 1 】

さらに、本発明の酸素高炉設備を用いた銑鉄の製造方法では、本発明に係る酸素高炉設備において、CO₂分離等の余剰な設備を追加することなく、かつ少量の羽口冷却ガスを吹き込めるだけの吹込み設備を設ければよいので、酸素高炉及び周辺設備の小型化が可能となったことから、酸素高炉設備を構成する酸素高炉から低コストで銑鉄を得ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 2 】

【 図 1 】 本発明の酸素高炉設備の一例の構成を示す図である。

10

【 図 2 】 本発明の酸素高炉設備の他の例の構成を示す図である。

【 図 3 】 本発明の酸素高炉設備に用いる羽口を高炉羽口用バーナーとともに示す概略図である。

【 図 4 】 本発明の酸素高炉設備のさらに他の例の構成を示す図である。

【 図 5 】 比較例 1 の酸素高炉設備の構成を示す図である。

【 図 6 】 比較例 2 の酸素高炉設備の構成を示す図である。

【 図 7 】 比較例 3 の酸素高炉設備の構成を示す図である。

【 図 8 】 比較例 4 の酸素高炉設備の構成を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 3 】

20

図 1 は、本発明の酸素高炉設備の一例の構成を示す図である。この図に示す構成において、1 は酸素高炉、2 は酸素高炉 1 の炉頂から発生する高炉ガス（B ガス）と酸素含有ガス（ここでは酸素）とを用いて発電を行う副生ガス発電設備、3 は上記 B ガスを予熱して炉内に吹込むためのバーナー、4 は酸素高炉 1 内に酸素などを吹込むために使用する羽口である。上述した構成の酸素高炉 1 の操業では、炉頂部から鉍石やコークスなどが装入されるとともに、高炉下部の羽口 4 から酸素とともに微粉炭などが吹込まれる。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、本発明の酸素高炉設備の他の例の構成を示す図である。図 2 に示す構成において、図 1 に示す例と同一の部材には同一の符号を付し、その説明を省略する。この図に示す構成において、図 1 に示す構成に加えて、副生ガス発電設備 2 から発生する発電設備排ガスの一部を、副生ガス発電設備 2 に供給する純酸素と混合する発電設備排ガス再循環路 5 が設けられている。これにより、純酸素を希釈（例えば、酸素を 20 vol % 程度）することが可能となる。

30

【 0 0 2 5 】

本発明の特徴は、図 1 および図 2 に示す酸素高炉設備において、副生ガス発電設備 2 から発生する実質的に窒素を含まない発電設備排ガスの一部を、酸素高炉 1 の羽口 4 から吹込まれる冷却ガスとして用いる点の構成にある。以下、本発明の酸素高炉設備について、具体的に説明する。

【 0 0 2 6 】

一般的な高炉では、羽口にブローパイプと微粉炭等の吹込みランスが取り付けられるが、酸素高炉 1 は羽口 4 から熱風の代わりに純酸素を吹込むため、微粉炭の着火性が悪いという問題を抱えている。そこで、酸素高炉 1 では、微粉炭の着火を促進するために羽口 4 に高炉羽口用バーナーが取り付けられる。

40

【 0 0 2 7 】

図 3 は、酸素高炉設備に用いる羽口を高炉羽口用バーナーとともに示す概略図である。この図に示す構成において、11 は羽口 4 に取付けられた高炉羽口用バーナーである。高炉羽口用バーナー 11 は、外部にガス漏れしないように、羽口 4 に押し付けて設置される。ここで、高炉羽口用バーナー 11 は、中心管 12 - 1、内環状管 12 - 2 および外環状管 12 - 3 からなる同軸多重管から構成されている。一例として、内環状管 12 - 2 と中心管 12 - 1 との間の環状管路から微粉炭を吹込むとともに、外環状管 12 - 3 と内環状

50

管 1 2 - 2 との間の環状管路から純酸素を吹込む。そして、羽口 4 の先の高炉炉内に、純酸素と微粉炭とが反応するレースウェイ 6 を形成している。

【 0 0 2 8 】

上述した構成の高炉羽口用バーナー 1 1 によりこれらガスや微粉炭が羽口 4 内にて強混合され、羽口 4 から出た直後に急速着火・急速燃焼させることが可能となる。また、酸素高炉では炉内ガス量が少なくなるので、炉上部における装入物の昇温が不十分となる問題がある。これを回避するために、酸素高炉 1 においては、高炉ガス (B ガス) を 1 0 0 0 程度となるようにバーナー 3 により部分燃焼させてから、高炉シャフト部に吹込む予熱ガス吹込みを用いている。

【 0 0 2 9 】

酸素高炉 1 では羽口 4 から空気を吹込まず酸素を吹込むようにしたので、炉内では窒素がほとんど発生しない。従って、酸素高炉 1 から排出される高炉ガス (B ガス) は窒素レス高炉ガスとなる。すなわち、通常の高炉の炉頂ガス組成は、窒素が 5 0 %、 $\text{CO} + \text{H}_2$ が 2 5 %、 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ が 2 5 % 程度であるのに対し、酸素高炉 1 では $\text{CO} + \text{H}_2$ が 5 0 %、 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ が 5 0 % 程度の組成である。よって、図 1 に示す酸素高炉設備のように、酸素高炉 1 の高炉ガスを純酸素で燃焼させて副生ガス発電設備 2 で発電すれば、発電設備排ガスもまた窒素レスとなる。また、発電設備排ガスを常温まで冷却すれば水蒸気は自然に分離できるので、結果として副生ガス発電設備 2 から排出される発電設備排ガスは、 CO_2 のみ、もしくは、発電設備にて酸素過剰にて運転した場合であれば、 CO_2 と酸素のみ、を含み窒素を含まない発電設備排ガスとなる。

【 0 0 3 0 】

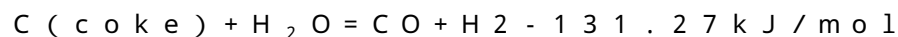
なお、発電設備においてはタービンの熱的制約があり、例えば一般的な火力発電用タービンであれば、1 1 0 0 ~ 1 5 0 0 程度の温度にしなければならない。一方で、純酸素と酸素高炉から発生する高炉炉ガスを燃焼させると、3 0 0 0 を超える極めて高温の燃焼ガスが発生する場合があります、そのままタービンに流し込むことができない場合があります。そこで、純酸素に他のガスを混合希釈して、火炎温度を下げる方法を用いることが好ましい。しかし、下記に示すように希釈ガス中に窒素が含まれることは好ましくない。そのため、図 2 に示す本発明の好適例では、窒素を含まない希釈ガスとして、副生ガス発電設備 2 自体の発電設備排ガスを再循環して用いている。

【 0 0 3 1 】

ここで、酸素高炉に付帯されている副生ガス発電設備 2 から発生する発電設備排ガスもまた窒素を含まないものになるため、この方法を用いた場合でも窒素はほとんど含まれず、実質的に CO_2 のみで構成される発電設備排ガスを生成させることができる。なお、ここで純酸素に発電設備排ガスを混合する際、図 2 に示すように、副生ガス発電設備 2 の燃焼器前に純酸素と発電設備排ガスを混合してもよいし、また発電設備排ガス自体は燃焼反応に寄与しないので、燃焼器にて高炉ガスと発電設備排ガスを燃焼させたのちに発電設備排ガスと混合してもよい。また、両者を併用してもよい。なお、副生ガス発電設備 2 としては、可燃ガスを燃焼させて発電する形式の発電設備であればどのようなものでもよい。例えば、燃焼ガスの熱を用いて蒸気を発生させ、上記にてタービンを回して発電する蒸気タービン発電設備、もしくは燃焼ガスを直接タービンに流入させて発電を行うガスタービン発電設備などを用いればよい。

【 0 0 3 2 】

また、酸素高炉 1 の羽口 4 に吹き込む羽口冷却材としては、高温の羽口先にて熱分解反応を起こす物質が好ましい。羽口先にはコークスが充填されており、たとえば CO_2 、 H_2O はコークスと反応して下記のような吸熱熱分解反応をおこすので、大きな冷却効果をも持つ。



しかしながら、 CO 、 H_2 、 N_2 ガスは熱分解反応を起こさないので、羽口に吹き込んでも顕熱相当の小さな冷却効果しかない。よって、羽口に吹き込む羽口冷却材は、可能な限

10

20

30

40

50

り熱分解をおこす物質、すなわち CO_2 や H_2O の濃度が高いものが好ましい。上記に示す発電設備排ガスは、窒素をほとんど含まずほぼ CO_2 のみで構成されているので、羽口冷却ガスとして適している。

【0033】

なお、本発明において実質的に窒素を含まない高炉ガス、実質的に窒素を含まない酸素含有ガス、実質的に窒素を含まない発電設備排ガスとあるが、これらは羽口先に吹き込んだ際に羽口先の吸熱熱分解反応を妨げない程度に窒素を少なくしておけばよく、必ずしも窒素ゼロである必要はない。例えば、それぞれ窒素濃度10vol%以下、好ましくは3vol%以下となるように窒素濃度を制御しておけば、羽口から吹き込んだ発電設備排ガスによって十分な羽口先の吸熱熱分解反応が起こり、本発明が成り立つ。

10

【実施例】

【0034】

以下に示すように実施例1～2および比較例1～4を準備し、実施例1～2と比較例1～4とを比較した。なお、図2および図4に実施例1～2、図5～図8に比較例1～4のそれぞれの酸素高炉設備の構成を示したが、図4～図8に示す例において、図1に示す例と同じ部材には同じ符号を付して、その説明を省略する。

【0035】

<実施例1>

本発明に適合する第1の例としては、羽口4から酸素を吹き込む酸素高炉1において、図2に示すように、酸素高炉1の窒素をほとんど含まない高炉ガスを副生ガス発電設備2（ここでは蒸気タービンのボイラー）に流しこむ例を基本とする。また、副生ガス発電設備2では、酸素と発電設備排ガスを混合させた酸素含有ガスを生成し、副生ガス発電設備2のボイラーにて上記高炉ガスと混合して発電を行う。副生ガス発電設備2の発電設備排ガスはほぼ CO_2 のみであり、その発電設備排ガスを酸素高炉1の羽口4に送ると共に、羽口4からは酸素ガスを微粉炭とともに吹込んだ。

20

【0036】

<実施例2>

本発明に適合する第2の例としては、図4に示すように、酸素高炉1の窒素をほとんど含まない高炉ガスを副生ガス発電設備2に流し込み、副生ガス発電設備2では、酸素と水蒸気を混合させた酸素含有ガスを生成し、副生ガス発電設備2のボイラーにて上記高炉ガスと混合して発電を行う。副生ガス発電設備2に吹き込んだ水蒸気は排ガス冷却の際に自然に液化分離されるので、発電設備排ガスはほぼ CO_2 のみであり、その発電設備排ガスを酸素高炉1の羽口4に送ると共に、羽口4からは酸素ガスを微粉炭とともに吹込んだ。

30

【0037】

<比較例1>

特許文献1に開示のものであり、高炉ガス（Bガス）からPSAを用いて CO_2 分離設備21により CO_2 分離を行い、分離した CO_2 を冷却ガスとして羽口4から吹込み、酸素高炉1の操業を行った。

<比較例2>

同じく特許文献1に示されていた例であり、羽口4から水蒸気を冷却ガスとして吹込み、酸素高炉1の操業を行った。

40

<比較例3>

特許文献2に示されていた例であり、羽口4から炉頂ガスを循環して冷却ガスとして吹込み、酸素高炉1の操業を行った。

<比較例4>

通常の副生ガス発電方法を示す例であり、酸素高炉1の炉頂から発生する高炉ガス（Bガス）と空気とを副生ガス発電設備2のボイラーにて燃焼させ、副生ガス発電設備2において発生した発電設備排ガスを羽口4から冷却ガスとして吹込み、酸素高炉1の操業を行った。

【0038】

50

まず、上述した本発明に適合する実施例 1 ~ 2 と比較例 1 ~ 4 とを比較するに当たり、酸素高炉の諸元は統一した。すなわち、出銑量 1 0 0 0 0 t / d a y、羽口数 4 0、コークス比 3 7 5 k g / t、微粉炭比 2 0 0 k g / t となるようにした。また、予熱ガス吹込みとして、高炉ガスを 1 0 0 0 となるように純酸素で部分燃焼させ、高炉シャフト部から 1 3 5 0 0 0 N m ³ / h で吹き込むようにした。さらに、各種羽口冷却材（冷却ガス）は、羽口先温度が 2 4 0 0 となるような量を吹き込むようにした。

【 0 0 3 9 】

実施例 1 ~ 2 および比較例 1 ~ 4 を比較した結果を以下の表 1 に示す。

【表 1】

		微粉炭 kg/h	温調ガス		羽口先 火炎温度 °C	付帯 設備 -	ドレーン化 -
			ガス種	流量			
			-	Nm ³ /h			
実施例 1	酸素高炉+発電設備排ガス 循環+発電排ガス吹込み	2083	発電排ガス (窒素レス)	781(O)	2396	なし	なし
実施例 2	酸素高炉+発電設備水蒸気 混合+発電排ガス吹込み	2083	発電排ガス (窒素レス)	781(O)	2396	なし	なし
比較例 1	酸素高炉+CO ₂ 分離+ CO ₂ 吹込み	2083	CO ₂ (分離)	781(O)	2396	大規模 PSA(x)	なし
比較例 2	酸素高炉+水蒸気吹込み	2083	水蒸気	906(O)	2396	なし	あり(x)
比較例 3	酸素高炉+炉頂ガス循環吹 込み	2083	炉頂ガス	1260(x)	2398	なし	なし
比較例 4	酸素高炉+発電排ガス (通常)吹込み	2083	発電排ガス (通常)	1219(x)	2400	なし	なし

【 0 0 4 0 】

表 1 に示す結果からわかるように、実施例 1 ~ 2 においては、温調ガス（冷却ガス）として発電設備排ガス（窒素レス）を各羽口に 7 8 1 N m ³ / h 吹き込むことで羽口先温度を 2 4 0 0 に制御でき、また、特段の付帯設備もなく実施できることが確認できた。

【 0 0 4 1 】

一方、CO₂分離を用いる比較例 1 においては、温調ガスとしての CO₂ ガスの流量は実施例と同一となり、比較的少量の温調ガスで羽口先温度を制御できた。しかし、比較例 1 では、多量の CO₂ を高炉ガスから生成しなければならないため、大規模な P S A による CO₂ 分離設備が必要となるため、付帯設備過大という点で好ましくないことが確認できた。

【 0 0 4 2 】

また、羽口から水蒸気を吹き込む比較例 2 においては、温調ガスとしての水蒸気の流量は 9 0 6 N m ³ / h であり若干実施例より増大するが、比較的小流量の水蒸気で済む利点があることが確認できた。しかし、この比較例 2 では、水蒸気は羽口表面でドレーン化してしまう問題が起こったため、羽口先温度の制御性の観点で問題があることがわかった。

【 0 0 4 3 】

さらに、酸素高炉の炉頂ガスを再循環して羽口から吹き込む比較例 3 では、特段の付帯設備もなく実施可能な形態であることが確認できた。しかし、この比較例 3 では、炉頂ガスは約半分が CO、残り半分が CO₂ となっているため、吸熱熱分解をおこす CO₂ の濃度が低い。結果として、炉頂ガスの吹き込み量が 1 2 6 0 N m ³ / h にもなってしまうため、羽口周りの吹き込み設備が巨大となり、羽口周りのレイアウト上実施困難であることがわかった。

10

20

30

40

50

【0044】

さらにまた、羽口から通常の方法で高炉ガス発電を行った際の発電設備排ガスを吹き込んだ比較例4では、発電設備排ガスの半分以上が窒素となってしまったため、吸熱熱分解をおこす CO_2 の濃度が低下した。結果として、比較例3と同様に、羽口に吹込む発電設備排ガスの流量が巨大になってしまう問題が起こることがわかった。

【0045】

以上の結果から、本発明の実施例1～2の方法は、比較例1～4の各方法に比べて欠点がなく有意な操業ができることが確認できた。

【0046】

また、上述した本発明の酸素高炉設備を用いた銑鉄の製造方法では、(1)酸素高炉で、羽口から純酸素及び還元材、冷却ガスを吹込み、炉頂から実質的に窒素を含まない高炉ガスを発生させ、(2)副生ガス発電設備で、酸素高炉の炉頂から発生する高炉ガスと実質的に窒素を含まない酸素含有ガスとを用いて発電を行い、(3)副生ガス発電設備から発生する実質的に窒素を含まない発電設備排ガスの一部が、該酸素高炉の羽口用冷却ガスとして用いられるように構成することで、酸素高炉に装入した鉬石およびコークスから溶銑を得ることで、銑鉄を製造することができる。

10

【0047】

本発明の酸素高炉設備を用いた銑鉄の製造方法によれば、酸素高炉設備の操業を低コストで行うことができるため、従来の酸素高炉設備を用いて酸素高炉で銑鉄を製造する場合と比較して、酸素高炉から低コストで銑鉄を製造することができる。

20

【産業上の利用可能性】

【0048】

本発明の酸素高炉設備によれば、実質的に窒素を含まずほぼ CO_2 のみで構成される発電設備排ガスが生成されるので、羽口から純酸素及び還元材、冷却ガスが吹込まれ、炉頂から実質的に窒素を含まない高炉ガスを発生せしめる酸素高炉と、前記酸素高炉の炉頂から発生する高炉ガスと実質的に窒素を含まない酸素含有ガスとを用いて発電を行う副生ガス発電設備とからなる酸素高炉設備だけでなく、CCS(Carbon dioxide Capture and Storage、 CO_2 の回収・貯留)やCCU(Carbon capture and utilization、 CO_2 利用)にも適用でき、 CO_2 排出削減にも寄与することが可能である。

30

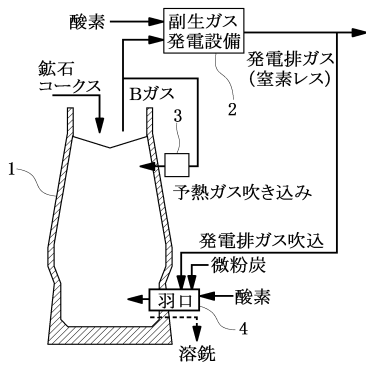
【符号の説明】

【0049】

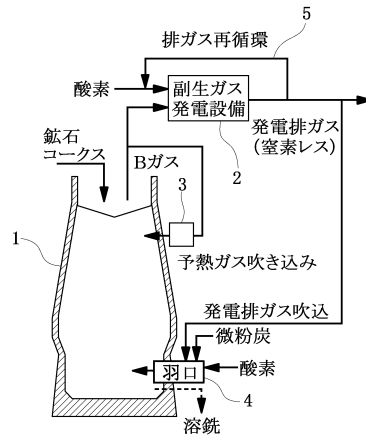
- 1 酸素高炉
- 2 副生ガス発電設備
- 3 バーナー
- 4 羽口
- 5 発電設備排ガス再循環路
- 6 レースウェイ
- 11 高炉羽口用バーナー
- 12-1 中心管
- 12-2 内環状管
- 12-3 外環状管
- 21 CO_2 分離設備

40

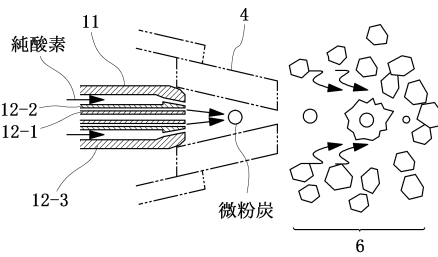
【図1】



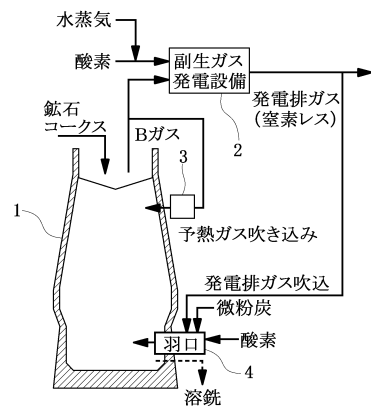
【図2】



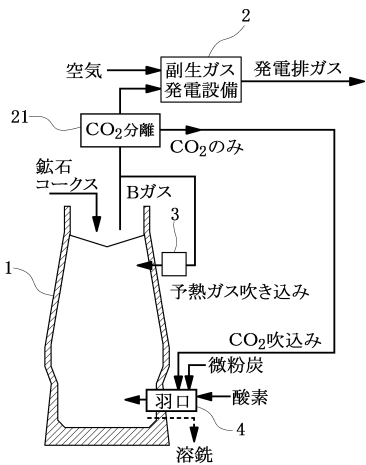
【図3】



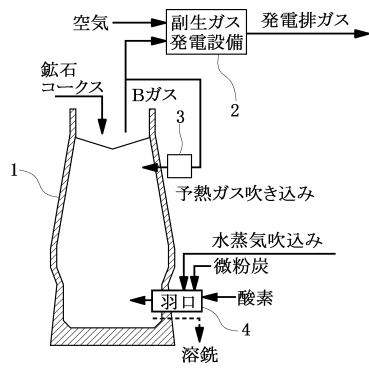
【図4】



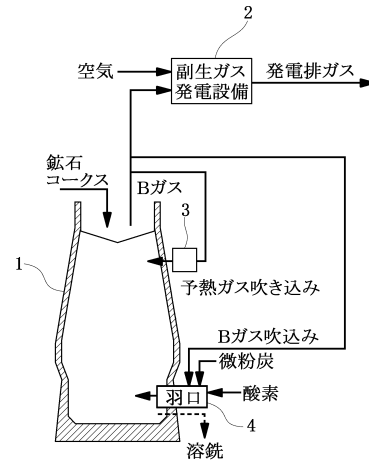
【図5】



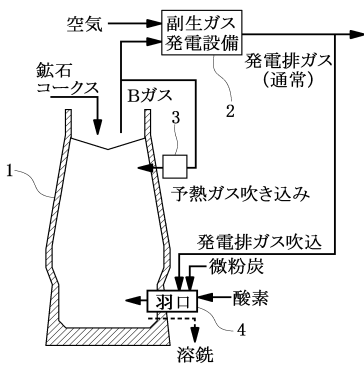
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 川尻 雄基

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチ-ル株式会社内

審査官 酒井 英夫

(56)参考文献 特開昭62-027509(JP,A)

特開昭63-171816(JP,A)

特開2017-053029(JP,A)

国際公開第2016/031653(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

C21B 5/00-7/24