

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006年4月6日 (06.04.2006)

PCT

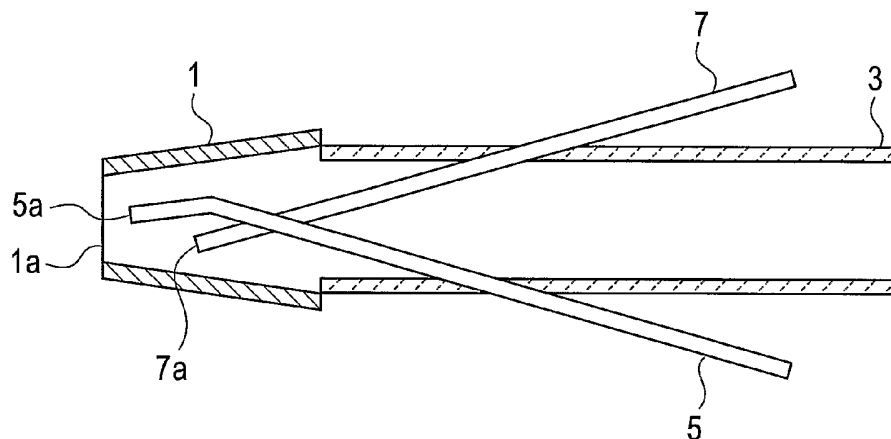
(10) 国際公開番号
WO 2006/035976 A1

- (51) 国際特許分類:
C21B 7/00 (2006.01) C21B 5/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/018246
- (22) 国際出願日: 2005年9月27日 (27.09.2005)
- (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2004-286277 2004年9月30日 (30.09.2004) JP
特願2004-286276 2004年9月30日 (30.09.2004) JP
特願2005-025847 2005年2月2日 (02.02.2005) JP
特願2005-025846 2005年2月2日 (02.02.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): JFE
スチール株式会社 (JFE STEEL CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番
3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 築地 秀明 (TSUKI-
JI, Hideaki) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸
町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社 知的財産部
内 Tokyo (JP). 山口 富 (YAMAGUCHI, Tomasu) [JP/JP];
〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFE
スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 佐藤 道貴
(SATO, Michitaka) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区
内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社 知的財
産部内 Tokyo (JP). 長谷川 伸二 (HASEGAWA, Shinji)
[JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番
3号 JFEスチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).
下村 昭夫 (SHIMOMURA, Akio) [JP/JP]; 〒1000011 東

[続葉有]

(54) Title: APPARATUS FOR BLOWING REDUCING AGENT INTO BLAST FURNACE, AND METHOD FOR OPERATING BLAST FURNACE USING SAID APPARATUS

(54) 発明の名称: 高炉への還元材吹込み装置、該装置を用いた高炉操業方法



(57) Abstract: A reducing agent blowing apparatus for blowing a gaseous reducing agent from a tuyere (1) of a blast furnace, wherein it has a lance (5) for blowing the gaseous reducing agent and a port (5a) for blowing the gaseous reducing agent positioning at the tip of the lance (5) for blowing the gaseous reducing agent is arranged in the vicinity of the inner side end (1a) of the blast furnace tuyere (1); the above reducing agent blowing apparatus, wherein it further has a lance (7) for blowing a solid reducing agent and a port (7a) for blowing the solid reducing agent positioning at the tip of the lance (7) for blowing said solid reducing agent is arranged upstream in the blast direction from the gas blow-off port of the lance (5) for blowing a gaseous reducing agent; the above reducing agent blowing apparatus, wherein it has a tuyere having a distance between the tuyere tip and the furnace wall (2) of 350 mm to 600 mm; and a method for operating a blast furnace which comprises using the above reducing agent blowing apparatus. The above reducing agent blowing apparatus allows the reduction of the coke rate without the generation of pressure drop even when a natural gas or the like is blown in from a tuyere of a blast furnace as a gaseous reducing agent, and also the inhibition of the temperature rise of the wall of the furnace.

(57) 要約: 天然ガス等を気体還元材として高炉羽口から吹込む場合においても、圧損を生ずることなくコークス比を低減できる、また、高炉炉壁の温度上昇を抑制できる高炉への還元材吹込み装置及び該装置を用いた高炉操業

[続葉有]

WO 2006/035976 A1



京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 落合 憲一郎 (OCHIAI, Kenichiro); 〒1000005
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 JFEテクノロジー
サーチ株式会社 特許出願部内 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, 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

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

方法を得る。具体的には、高炉羽口1から気体還元材を吹込む還元材吹込み装置であって、気体還元材を吹込む気体還元材吹込み用ランス5を備え、該気体還元材吹込み用ランス5の先端に位置する気体還元材吹込み口5aを高炉羽口1の炉内側端部1a近傍に配置した。また、固体還元材吹込み用ランス7を備え、該固体還元材吹込み用ランス7の先端に位置する固体還元材吹込み口7aを気体還元材吹込み用ランス5の気体噴出し口より送風方向上流側に配置した。また、高炉内壁面2から炉内側への突出長さを350mm～600mmに設定された羽口を持つものである。

明細書

高炉への還元材吹込み装置、該装置を用いた高炉操業方法

技術分野

本発明は、高炉の羽口部(tuyere)から気体還元材(gaseous reducing agent)を単独または他の還元材と共に吹き込む還元吹込み装置、及び該装置を用いた高炉操業方法に関する。

背景技術

高炉操業において、高価なコークス(coke)の代替として、安価で燃焼性(combustibility)がよい燃料(微粉炭、石油、ナフサ等)を羽口から吹込むことが一般に行なわれており、特に天然ガス等の燃料ガス(fuel gas)を羽口から吹き込むものとして以下のものが知られている。

(1) 微粉炭を170kg/t以上吹込んでも、その燃焼性を確保してコークスとの置換率(replacement ratio)を高く保ち、生産量、燃料比(fuel rate)を維持することを目的とした高炉操業方法であって、微粉炭吹込み位置の手前より燃料ガスを吹込むことを特徴とする高炉操業方法(特開平4-268003号公報参照)。

(2) 合成樹脂(plastics)の多量吹き込みを実現することを主目的とした高炉操業方法であって、羽口部の送風支管に設置した補助燃料吹込みノズルから天然ガス等の補助燃料を吹き込むとともに、該補助燃料吹込み位置よりも送風の上流側に設置されたノズル(nozzle)から合成樹脂粒を吹き込むことを特徴とする高炉操業方法(特開2000-178614号公報参照)。

また、微粉炭吹込み操業に関し、微粉炭を多量に吹き込んでも高炉炉下部炉壁部への熱負荷を増大させることなく、しかも微粉炭吹込みランスの溶損を防止することのできる最適ランス位置を決定する方法が提案されている。

このランス位置決定方法とは、微粉炭吹込み用ランス(lance)を、高炉羽口に連設された熱風吹込み用ブローパイプ(blow pipe)の壁を貫通して該ランスの先端を該ブローパイプ内へ突入させ、上記ランスから吹込まれた微粉炭を、上記ブロー

パイプ内を流れる熱風と共に高炉羽口から吹込む方法における微粉炭吹込み用ランス位置決定方法であって、高炉羽口とブローパイプの境界位置から前記ランスの先端までの距離（以下、ランス位置ということがある） L （mm）が、下記

（１）式を満足する様に前記ランスの配設位置を定めることを要旨とするものである（特開平８－１３４５１８号公報参照）。

$$0.22 \times [\text{PCR}] + 48.2 \leq L \leq 1017.3 - 1.33 \times [\text{PCR}] - 14.7 \times [\text{VM}] \quad \text{----- (1)}$$

但し、 $[\text{PCR}]$ ：微粉炭吹込み量（kg／銑鉄 t）

$[\text{VM}]$ ：微粉炭中の揮発分含有率（％）

特開平４－２６８００３号公報に開示された高炉操業方法においては、微粉炭の吹込み量を多くすることに主眼がおかれ、燃料ガスは微粉炭の熱分解促進を目的として吹込まれるものである。

したがって、本願のように燃料ガス等を微粉炭と同様に還元材として用いるものとは、基本的に異なるものである。

また、特開２０００－１７８６１４号公報に記載のものは、合成樹脂の多量吹き込みを実現することを主目的としており、この目的を達成するために合成樹脂の吹き込み位置と補助燃料の吹き込み位置の相対関係を規定するものである。

このように、特開平４－２６８００３号公報、特開２０００－１７８６１４号公報には天然ガス等を羽口から吹込む技術についての開示はあるものの、天然ガス等を微粉炭等と同等の還元材として吹込むことを前提として、その際の問題点の指摘、およびその解決手段について言及したものではなく、このような問題点の指摘及びその解決手段を開示した先行技術はない。

本発明は天然ガス等を気体還元材として高炉羽口から吹込む場合について、具体的な問題点の指摘、およびその解決手段を示すものである。

天然ガス等は燃焼性が高いことから、高炉羽口から吹込むに際して、ブローパイプの途中にて吹込むと、吹込まれた天然ガス等が急激に燃焼してガスボリュームが増大し、その結果ブローパイプ内で圧損（pressure drop）が生ずる。圧損が生ずると高炉内への送風量が低下させざるを得ず、生産性の低下等重大な問題が発生する。これを回避するためには、送風能力を大きくする必要があるが、送風

能力を大きくすることはランニングコスト(running cost)の増加になり、また圧損の程度によっては送風機(ventilator)の能力不足の問題が生ずることもある。

また、天然ガス等がブローパイプ内で燃焼すると、その熱は羽口やブローパイプの周囲を冷却する冷却装置(cooling system)によって奪われることになり、熱が無駄になる。また、冷却装置の冷却効率の低下にもなる。

天然ガス等の気体還元材を羽口から吹き込むと、ランスから吹き込まれた都市ガス(city gas)は瞬時に燃焼する。このために、高炉内のレースウェイ(raceway)内における最高温度位置(以下、単に「炉内最高温度位置」という。)が、微粉炭のみを吹込んだときよりも炉壁(furnace wall)側にシフトし、高炉炉壁温度が高くなり、炉壁からの熱損失が増大するという問題がある。

通常、炉壁の温度が上昇すると、炉壁の冷却を強化することになるが、そうすると熱効率が低下する。都市ガス吹き込みは、低還元材比操業を目的に吹き込むものであるが、高炉炉壁温度上昇の問題を解決しないかぎり低還元材比操業を実現することは難しい。

この点、特開平4-268003号公報、特開2000-178614号公報においては天然ガス等の気体還元材の吹き込みを実施しているものの、微粉炭吹き込みランスまたは合成樹脂吹き込みランスと、気体還元材吹き込みランスとの相対位置を規定するのみであり、炉内最高温度位置については何らの言及もない。

他方、特開平8-134518号公報においては、炉内最高温度位置についての考察がなされているが、特開平8-134518号公報においては、微粉炭吹き込みのみについての考察に止まり、気体還元材の吹き込みについては何ら言及されていない。

以上のように、気体還元材を羽口から吹き込むことにより、炉内最高温度位置のシフトによる高炉炉壁温度上昇の問題について、従来は何らの解決もなされていない。

本発明の解決すべき課題は、天然ガス等を気体還元材として高炉羽口から吹き込む場合においても、圧損を生ずることなくコークス比(coke rate)を低減できる高

炉への還元材吹き込み装置及び該装置を用いた高炉操業方法を得ることを目的としている。

また、気体還元材を羽口から吹き込む場合に、高炉炉壁の温度上昇を抑制できる還元材吹き込み装置、及び高炉操業方法を得ることを目的としている。

発明の開示

(1) 本発明に係る還元材吹き込み装置は、高炉羽口から還元材を吹き込む還元材吹き込み装置であって、気体還元材の吹き込み口が前記高炉羽口の炉内側先端部近傍に設けられてなることを特徴とするものである。

なお、高炉羽口の炉内側先端部近傍とは、気体還元材の吹き込み口から吹込まれる気体還元材が羽口又はブローパイプ内で燃焼することによるガスボリューム増大に起因する圧損が生ずることがない位置をいう。

(2) また、高炉羽口から気体還元材を吹き込む還元材吹き込み装置であって、気体還元材を吹き込む気体還元材吹き込み用ランスを備え、該気体還元材吹き込み用ランスの吹き込み口を前記高炉羽口の炉内側先端部近傍に配置したことを特徴とするものである。

(3) また、気体還元材吹き込み位置を高炉羽口の炉内側先端部から炉外側に 0 ～ 50 mm の範囲内に配置したことを特徴とするものである。

(4) また、上記 (1) ～ (3) に記載のものにおいて、固体還元材吹き込み用ランスを備え、該固体還元材吹き込み用ランスの吹き込み口を気体還元材吹き込み用ランスの送風方向上流側に配置したことを特徴とするものである。

(5) また、上記 (4) に記載のものにおいて、送風通路内において、固体還元材吹き込み用ランスと気体還元材吹き込み用ランスが交差するように配置したことを特徴とするものである。

(6) また、上記 (4) または (5) に記載のものにおいて、固体還元材吹き込み用ランスの吹き込み口を高炉羽口の炉内側先端部から炉外側に 50 mm ～ 200 mm の範囲内に配置したことを特徴とするものである。

(7) また、上記(2)～(6)に記載の気体還元材吹き込み用ランスが屈曲部又は湾曲部を有していることを特徴とするものである。

(8) また、本発明に係る還元材吹き込み装置は、高炉羽口から少なくとも気体還元材を吹込む還元材吹き込み装置であって、高炉内壁面から炉内側への突出長さ(distance between tuyere tip and furnace wall)が350mm～600mmに設定された羽口と、該羽口の炉内側先端部近傍に設けられた気体還元材吹き込み口と、を備えたことを特徴とするものである。

なお、高炉羽口の炉内側先端部近傍とは、気体還元材の吹き込み口から吹込まれる気体還元材が羽口又はブローパイプ内で燃焼することによるガスボリューム増大に起因する圧損が生ずることがない位置をいう。

(9) また、高炉羽口から少なくとも気体還元材を吹込む還元材吹き込み装置であって、高炉内壁面から炉内側への突出長さが350mm～400mmに設定された羽口と、該羽口の炉内側先端部近傍に設けられた気体還元材吹き込み口と、を備えたことを特徴とするものである。

高炉内壁面から炉内側への羽口の突出長さを350mm～400mmに設定することにより、都市ガス等の気体還元材を羽口から吹込む場合にも炉内最高温度位置が炉壁側にシフトするのを防止して高炉炉壁の温度上昇を抑制できると共に、羽口先端の欠損を可及的に防止できる。

(10) また、高炉羽口から少なくとも気体還元材を吹込む還元材吹き込み装置であって、高炉内壁面から炉内側への突出長さが350mm～600mmに設定された羽口と、気体還元材を吹込む気体還元材吹き込み用ランスを備え、該気体還元材吹き込み用ランスの吹き込み口を前記羽口の炉内側端部近傍に配置したことを特徴とするものである。

(11) また、高炉羽口から少なくとも気体還元材を吹込む還元材吹き込み装置であって、高炉内壁面から炉内側への突出長さが350mm～400mmに設定された羽口と、気体還元材を吹込む気体還元材吹き込み用ランスを備え、該気体還元材吹き込み用ランスの吹き込み口を前記羽口の炉内側端部近傍に配置したことを特徴とするものである。

(12) また、上記(10)または(11)のものにおいて、気体還元材吹き込み用ランスの吹き込み口を羽口先端から炉外側に0～25mmの範囲内に配置したことを特徴とするものである。

(13) また、本発明に係る高炉操業方法は、上記(1)～(12)のいずれかに記載の還元材吹き込み装置を用いて、該気体還元材吹き込み装置から気体還元材を吹き込むことを特徴とするものである。

図面の簡単な説明

- 図1： 本発明の一実施形態に係る還元材吹き込み装置の説明図である。
- 図2： 本発明の実施例に用いた試験炉の説明図である。
- 図3： 実施例1における比較例の実験結果のグラフである。
- 図4： 実施例1における本発明例の実験結果のグラフである。
- 図5： 実施例1における圧損変化率と都市ガス吹き込み位置との関係を示すグラフである。
- 図6： 実施例6におけるダスト捕集量と微粉炭吹き込み位置との関係を示すグラフである。
- 図7： 実施例6における圧損と微粉炭吹き込み位置との関係を示すグラフである。
- 図8： 本発明の一実施形態に係る還元材吹き込み装置の説明図である。
- 図9： 本発明の一実施形態の検証結果を示すグラフである。
- 図10： 都市ガス吹き込みをしない場合の炉内最高温度位置を示すグラフである。
- 図11： 従来例において都市ガス吹き込みを行った場合の炉内最高温度位置を示すグラフである。
- 図12： 羽口の炉内への突出長さLの説明図である。
- 図13： 羽口欠損の説明図である。
- 図14： 羽口突出長さLと羽口欠損長さLa、Lbとの関係を示すグラフである。
- 図15： 本発明の別の実施形態に係る気体還元材吹き込み装置である。
- 図16： 本発明の別の実施形態に係る固体還元材吹き込み装置である。

(符号の説明)

1 : 羽口、1 a : 羽口炉内側端部、3 : ブローパイプ、5 : 気体還元材吹込み用ランス、5 a : 気体還元材吹込み口、7 : 固体還元材吹込み用ランス、7 a : 固体還元材吹込み口。

発明を実施するための最良の形態

(実施の形態 1)

図 1 は本実施の形態に係る高炉への還元材吹込み装置の要部の説明図である。本実施の形態に係る還元材吹込み装置は、高炉羽口 1 に接続されたブローパイプ 3 内に、気体還元材としての都市ガスを吹込む気体還元材吹込み用ランス 5 と、固体還元材としての微粉炭を吹込む固体還元材吹込み用ランス 7 とを、両者が交差するように設置したものである。

なお、都市ガスとしては、液化天然ガスを主に、増燃用として液化プロパンガスを加えたもので、発熱量を $11000 \pm 100 \text{ kcal/m}^3$ に管理されたものを使用した。

気体還元材吹込み用ランス 5 はブローパイプ 3 の周壁からブローパイプ 3 の中心に向けて斜めに挿入され、ブローパイプ 3 の中心近傍でブローパイプ 3 の軸線に平行な方向に屈曲されている。そして、気体還元材吹込み用ランス 5 の先端に位置する気体還元材吹込み口 5 a が羽口炉内側先端部 1 a から炉外側に 25 mm 後退した位置に配置されている。

固体還元材吹込み用ランス 7 は、気体還元材吹込み用ランス 5 と同様にブローパイプの周壁からブローパイプ 3 の中心に向けて斜めに挿入されて設置されている。そして、固体還元材吹込み用ランス 7 の先端に位置する固体還元材吹込み口 7 a は気体還元材吹込み用ランス 5 との交差位置よりも若干だけ炉内側に延出しており、気体還元材吹込み用ランス 5 の先端に位置する気体還元材吹込み口 5 a よりも炉外側に配置されている。

気体還元材吹込み用ランス 5 の後端側は都市ガスを供給する都市ガス供給管に連結されており、都市ガス供給管には図示しない都市ガス供給装置から所定圧力、所定量の都市ガスが供給される。

また、固体還元材吹込み用ランス 7 の後端側は、図示しない微粉炭製造装置によって製造される微粉炭を気流搬送する微粉炭気流搬送管に連結されている。

上記のように構成された還元材吹込み装置においては、気体還元材吹込み用ランス 5 から都市ガスが所定量吹込まれ、また固体還元材吹込み用ランス 7 から微粉炭が所定量吹込まれる。吹込まれた都市ガス及び微粉炭は還元材としてコークスの代替として機能する。

そして、本実施の形態においては、気体還元材吹込み用ランス 5 の先端に位置する気体還元材吹込み口 5 a が羽口炉内側先端近傍、具体的には羽口先端部 1 a から炉外側に 25 mm 後退した位置に配置されているので、気体還元材吹込み用ランス 5 から吹込まれた都市ガスはブローパイプ 3 及び羽口内で燃焼することなく、炉内に供給されて炉内にて燃焼して還元性ガスとなる。

なお、上記の実施の形態においては、気体還元材吹込み用ランス 5 の先端に位置する気体還元材吹込み口 5 a の位置を羽口炉内側先端 1 a から炉外側に 25 mm 後退した位置に配置した例を示したが、本発明はこれに限られるものではなく、気体還元材吹込み用ランス 5 の先端に位置する気体還元材吹込み口 5 a の位置は、気体還元材吹込み用ランス 5 から吹込まれる都市ガスがブローパイプ 3 又は羽口 1 内で燃焼することによるガスボリューム増大に起因する圧損が生ずることがない位置であればよい。具体的には、羽口炉内側先端 1 a から炉外側に 0～50 mm の範囲に配置されることが好ましい。また、羽口先端位置から炉外側に 0～25 mm の範囲に配置されることがより好ましい。

なお、気体還元材吹込み用ランスの炉外側の限界位置として羽口炉内側先端から 50 mm としたのは、気体還元材吹込み用ランスの都市ガス吹込み位置を羽口炉内側先端から徐々に炉外側にずらして圧損変化率（圧損変化率＝都市ガス吹込み後圧損／都市ガス吹込み前圧損）を試験的に調査した結果、羽口炉内側先端か

ら 50 mm の位置で圧損変化率が急激に上昇することが判明したからである。詳細は後述の実施例においてさらに詳細に説明する。

上記実施の形態においては、気体還元材吹き込み手段としてブローパイプ 3 の周壁から挿入する気体還元材吹き込みランス 5 を示したが、本発明はこれに限られるものではなく、例えば図 15 に示すように、羽口に通気路を設けて気体還元材を吹き込むようにしてもよい。

また、複数種類の固体還元材を吹き込む場合には、固体還元材吹き込み用ランスを図 16 に示すように、二重管または三重管以上の多重管として一箇所から 2 種類以上の固体還元材 a、b を吹き込むようにしてもよい。このようにすることで、固体還元材の吹き込み効率を向上させることができる。

(実施の形態 2)

上記の実施の形態 1 においては、固体還元材吹き込み用ランス 7 の配置に関し、固体還元材吹き込み口 7 a が気体還元材吹き込み口 5 a よりも炉外側に位置しているとしたが、その具体的な範囲については示していなかった。

そこで、この実施の形態 2 においては、固体還元材吹き込み口 7 a の最適な配置について以下検討すると共にその具体的な範囲を示す。

固体還元材は、気体還元材に比べて比熱が高いため昇温速度が遅い。そのため、固体還元材吹き込み口は気体還元材吹き込み口より羽口先端からより炉外側に配置した方がブローパイプ内での予熱時間が長くなり、高炉内での燃焼性が向上する。

他方、予熱時間が短い場合には高炉内での燃焼性が低くなり、還元材比が下げられないと同時に未燃の固体還元材がコークス充填層内で目詰まりを発生させて、通気性が悪化してしまうという問題が生ずる。

一方、固体還元材吹き込み口の位置を炉外側に後退させていくと、予熱時間は長くなるが、ある距離以上後退させると固体還元材がブローパイプまたは羽口内で燃焼してしまうことになる。固体還元材がブローパイプまたは羽口内で燃焼すると、圧損が生じ、高炉内への送風量が減少し、還元効率の低下等重大な問題が発生する。

このように、固体還元材吹込み口の位置は、予熱を十分するためには羽口炉内側先端よりも炉外側により多く後退させることがよいが、他方、後退させすぎると圧損の問題が生ずるので、このバランスを上手くとることが重要である。

しかしながら、従来においてはこのバランスをとるのは非常に難しく、より重大な問題である固体還元材がブローパイプまたは羽口内で燃焼して圧損が生ずるのを避けるために、若干未燃の問題が生ずることを許容し、固体還元材吹込み口は、羽口先端から炉内側に 50～150 mm の範囲内に配置していた。

そこで、本実施の形態 2 においては、実施の形態 1 に示した気体還元材吹込み口を羽口先端から炉外側に 0～50 mm に配置するという新規な構成を前提として、固体還元材吹込み口の最適位置の範囲について検討した。

その結果、気体還元材吹込み口を羽口先端から炉外側に 0～50 mm に配置することを前提とすれば、固体還元材吹込み口の位置を羽口先端から 200 mm の範囲に配置すれば、固体還元材の炉内での燃焼性を高く維持できると共に固体還元材のブローパイプまたは羽口内での燃焼による圧損の問題も生ずることがないことを見出した。

したがって、本実施の形態 2 における還元材吹込み装置は、図 1 に示した気体還元材吹込み口 5 a を羽口先端から炉外側に 0～50 mm の範囲に配置すると共に、固体還元材吹込み口 7 a を羽口先端から炉外側に 200 mm の範囲に配置するというものである。

また、より好ましくは、固体還元材吹込み口 7 a を羽口先端から炉外側に 75～200 mm の範囲に配置するというものである。

上記の範囲が最適である理由は以下の通りである。

気体還元材を羽口先端近傍で吹込んでいることから、固体還元材は炉内において気体還元材の助燃効果により未燃分が少なくなる。つまり、固体還元材吹込み口 7 a の位置が羽口先端から炉外側に 50 mm 程度であっても、羽口先端近傍にて吹込まれる気体還元材の助燃効果により未燃分を多量に生ずることがなく、通気性(permeability)悪化の問題が生じないのである。

また、固体還元材吹込み口 7 a の位置が羽口先端から炉外側に 200 mm の場合には固体還元材の予熱が十分され炉内での燃焼性はより向上するが、前述したような固体還元材のブローパイプまたは羽口内での燃焼による圧損発生の問題が懸念される。

しかし、気体還元材を羽口先端近傍で吹込んでいることから、気体還元材吹込み口 5 a の近傍では、炉内における羽口近傍での気体還元材の燃焼および羽口先端近傍での圧損を生じない程度の気体還元材の燃焼により、羽口先端近傍では熱風中の酸素が消費され予熱 (preheating) が十分された固体還元材が通過しても固体還元材に圧損を生ずるような燃焼が起こらないのである。

なお、固体還元材吹込み口 7 a を羽口先端から炉外側に 200 mm の範囲に配置したときの具体的な効果については、以下の実施例 6 において実証する。

(実施の形態 3)

また、発明者は炉内最高温度位置のシフトによる高炉炉壁温度上昇の問題を解決するために、都市ガスの吹込みを行った場合に炉内最高温度位置がどの程度移動するのかについて、高炉を模擬したコークス充填型試験燃焼炉を用いて考察した。

コークス充填型試験燃焼炉 (experimental combustion furnace equipped with coke packed bed) 10 は、図 2 に示すように、炉内高さ 1000 mm、炉内奥行き 600 mm の矩形の炉であり、炉壁 10 a に羽口 11 を一本有している。羽口 11 には熱風吹き込み用のブローパイプ 13 が接続され、ブローパイプ 13 にはブローパイプ内の圧力を測定する入側圧力計 15 が設けられている。また、炉の上部にはコークス装入口 17 と排気口 19 が設けられ、排気口には排ガスの圧力を測定する出側圧力計 21 が設けられている。

また、ブローパイプ 13 には、気体還元材吹込み用ランスと微粉炭吹込み用ランスが設けられている。コークス充填型試験燃焼炉 10 においては、気体還元材吹込み用ランスと微粉炭吹込み用ランスのそれぞれの設置位置、および羽口 11 は適宜変更可能になっている。

上記のように構成されたコークス充填型試験燃焼炉 10 においては、高炉と同様に羽口 11 から熱風を吹込むと共に微粉炭と気体還元材としての都市ガスを吹き込み、炉内のコークスを燃焼させる。

まず、微粉炭のみの吹込みを行なってそのときの炉内ガス温度を計測した。その結果を図 10 に示す。図 10 においては、横軸が羽口先端から炉内側への距離であり、縦軸がガス組成とガス温度を示している。

図 10 に示されるように、都市ガス吹込みを行わない場合には、炉内最高温度位置は羽口先端から約 500 mm の位置であることが分かる。

次に、都市ガス吹込みを実施した場合について同様の実験を行った。その結果を図 11 に示す。なお、都市ガスはその燃焼性が高く吹込み後直ぐに燃焼する。そのため、都市ガス吹込み位置がブローパイプ内にあると都市ガスの燃焼によるガスボリュームの増加により圧損が生じてしまう。そこで、都市ガス吹込み位置は羽口先端近傍とした。なお、ここで圧損とは、入側圧力計 15 で計測される入側圧力と出側圧力計 21 で計測される出側圧力の差をいう。なお、実験で用いた都市ガスの組成は、メタンガス 88.5 体積%、エタンガス 4.6 体積%、プロパンガス 5.4 体積%、ブタンガス 1.5 体積%で、カロリーは、11800kcal/kg である。

図 11 に示すように、都市ガス吹込みを行った場合には、炉内最高温度位置が羽口先端から約 400 mm の位置にあることが分かる。

図 10 と図 11 を比較すると、都市ガスを吹込むことによって炉内最高温度位置が炉外側に約 100 mm シフトしていることが分かる。炉内最高温度位置は都市ガスの吹込み位置によって決定されるので、都市ガス吹込みを行った場合において、炉内最高温度位置を都市ガス吹込みを行わない場合と同様の位置に戻すには、都市ガスの吹込み位置を 100 mm 炉内側に移動させればよいことになる。

しかしながら、羽口先端を越えて都市ガス吹込みランスのみを炉内に延出させると、ランスが直ぐに溶損してしまう。

これを防止するために、発明者は羽口の炉内側への突出長さを長くして、その中にランスを設置すれば、ランスの溶損を防止しつつランス先端を炉内側に移動できるとの知見を得た。

以上のように、都市ガス吹込みを行った場合において、炉内最高温度位置が炉内側にシフトすることによる高炉炉壁温度上昇の問題を解決するためには、都市ガスの吹込み位置を都市ガス吹込みによる前記シフト分である100mm炉内側に移動させればよいことになる。

発明者はさらに考察を進め、高炉炉壁温度上昇防止の観点からすれば、炉内最高温度位置を微粉炭のみの吹込みの場合よりもさらに炉内側に移動させることが望ましいことに気づいた。

もっとも、炉内最高温度位置をさらに炉内側に移動させるには都市ガスの吹込み位置を炉内側に移動させる必要があり、その場合には羽口を炉内側にさらに突出させることになる。羽口を炉内側にさらに突出させると、コークスやスラグ等の炉内物の影響によって羽口が損耗することが考えられる。そのため、無作為に羽口を炉内側に突出させることはできない。

そこで、発明者は羽口を炉内側に突出させたときの影響について、羽口の欠損状況がどのように変化するかという観点から調査するため、下記の操業テストを行った。

1) テスト方法

(1) 下記の表1に示す炉内突出長さの違う羽口を表1に示す本数準備し、高炉に設置した。なお、炉内突出長さLとは、図12に示すように、高炉に羽口30を設置した状態において高炉炉内壁面31から羽口炉内側先端30aまでの距離をいう。

表 1

炉内突出長さ L (mm)	羽口本数 (本)
300	4
350	8
400	8
450	4
500	4
600	4
700	4
800	2

(2) 設置してから3ヶ月後に羽口を取外して、図13に示すように羽口先端の羽口上部欠損長さ L_a 及び羽口下部欠損長さ L_b を測定した。

2) テスト結果

図14は羽口突出長さ L と羽口欠損長さ L_a 、 L_b との関係を示すグラフであり、横軸が炉内突出長さ L を、縦軸が羽口先端欠損長さをそれぞれ示している。

図14に示すように、炉内突出長さ L を長くした場合、羽口下部欠損長さ L_b はほとんど変化がないのに対して、羽口上部欠損長さ L_a は、炉内突出長さ L が600mmを超えると急激に増加することがわかった。

羽口の炉内突出長さ L が600mmを超えると羽口上部欠損が急激に増加する理由は以下のように考えられる。

羽口先端の欠損は、レースウェイ部のコークスの旋回による磨耗によるものと、炉内の滴下溶銑による溶損によるものの2種類が考えられる。炉内への突出長さ L が短い場合は、コークスの旋回による磨耗がほとんどを占めるため、羽口上下部の欠損長さは大きくは変わらない。しかし、突出長さ L が600mmを超えると、羽口上部が滴下溶銑の影響を受け、溶損により欠損長さが急激に増加したものと考えられる。

羽口には、図 1 2、図 1 3 に示すように、その内部に冷却パイプ 3 3 が設けられており、パイプ内を冷却水が流れている。そのため、欠損が冷却パイプ 3 3 に到達すると冷却パイプ 3 3 が破損して炉内に水が浸入することになるので、その羽口 3 0 はもはや使用することができない。したがって、欠損が冷却パイプ 3 3 に到達するまでの期間が羽口の寿命と考えることができる。

このように考えると、羽口突出長さ L が 6 0 0 mm を超えることは羽口の寿命が著しく短くなると同時に、操業中に冷却パイプ 3 3 が破損して炉内に水が浸入するトラブルが発生する危険性が高くなることを示している。

したがって、羽口突出長さ L は 6 0 0 mm 以下にすることが、羽口寿命と冷却パイプ破損による炉内トラブル防止の観点から、好ましいと言える。

もっとも、微粉炭単独での吹込みの場合よりも、炉内最高温度位置をさらに炉内側に移動させて、炉壁からの熱損失 (heat loss) をさらに小さくして低還元材比操業を実現するには、羽口の突出長さ L を高炉内壁面 2 から炉内側へ 6 0 0 mm 以下の範囲でさらに長くしてもよい。羽口の突出長さ L が 6 0 0 mm 以下の範囲であれば、前述で述べたように、羽口寿命が極端に短くなることなく実用に供することができるからである。

さらに好ましくは、下記の理由から 3 5 0 ~ 4 0 0 mm である。

下記の実施の形態においては、高炉内壁面 2 から炉内側への突出長さ L が 4 0 0 mm に設定された羽口を用いた例を示す。羽口における高炉内壁面 2 から炉内側への突出長さ L は気体還元材吹込み用ランス 5 を炉内側に配置するためのものであり、必ずしも 4 0 0 mm である必要はなく、都市ガス吹込みによる炉内最高温度位置のシフト分だけ突出長さを長くしたものであればよい。発明者の考察によれば、都市ガス吹込みによる炉内最高温度位置のシフト分は 5 0 ~ 1 0 0 mm であるので、羽口の突出長さは通常よりも 5 0 ~ 1 0 0 mm 長くして、3 5 0 ~ 4 0 0 mm の範囲であればよい。

図 8 は本実施の形態に係る高炉への還元材吹込み装置の要部の説明図である。

本実施の形態に係る気体還元材吹込み装置は、高炉羽口から微粉炭と気体還元材を吹込む還元材吹き込み装置であって、高炉内壁面 2 から炉内側への突出長さ

Lが400mmに設定された羽口1を備え、羽口1に接続されたブローパイプ3内に、気体還元材としての都市ガスを吹込む気体還元材吹込み用ランス5と、固体還元材としての微粉炭を吹込む固体還元材吹込み用ランス7とを、両者が交差するように設置したものである。

羽口における高炉内壁面2から炉内側への突出長さLを400mmに設定したのは、通常の羽口における高炉内壁面2から炉内側への突出長さLが約300mmであることから、都市ガス吹込みによる最高温度位置のシフト量である100mmだけ羽口1の炉内側への突出長さを長くして、都市ガス吹込み位置を100mm炉内側に移動できるようにするためである。

気体還元材吹込み用ランス5はブローパイプ3の周壁からブローパイプ3の中心に向けて斜めに挿入され、ブローパイプ3の中心近傍でブローパイプ3の軸線に平行な方向に屈曲されている。そして、気体還元材吹込み用ランス5の先端部5aが羽口炉内側先端部1aと同位置に配置されている。

固体還元材吹込み用ランス7は、気体還元材吹込み用ランス5と同様にブローパイプの周壁からブローパイプ3の中心に向けて斜めに挿入されて設置されている。そして、固体還元材吹込み用ランス7の先端に位置する固体還元材吹込み口7aは気体還元材吹込み用ランス5との交差位置よりも若干だけ炉内側に延出しており、気体還元材吹込み用ランス5の先端に位置する気体還元材吹込み口5aよりも炉外側に配置されている。

気体還元材吹込み用ランス5の後端側は都市ガスを供給する都市ガス供給管に連結されており、都市ガス供給管には図示しない都市ガス供給装置から所定圧力、所定量の都市ガスが供給される。

また、固体還元材吹込み用ランス7の後端側は、図示しない微粉炭製造装置によって製造される微粉炭を気流搬送する微粉炭気流搬送管に連結されている。

上記のように構成された還元材吹込み装置においては、気体還元材吹込み用ランス5から都市ガスが所定量吹込まれ、また固体還元材吹込み用ランス7から微粉炭が所定量吹込まれる。吹込まれた都市ガス及び微粉炭は還元材としてコークスの代替として機能する。

そして、本実施の形態 3 においては、高炉内壁面 2 から炉内側への突出長さ L が 400 mm に設定された羽口 1 を備え、気体還元材吹込み用ランス 5 の先端に位置する気体還元材吹込み口 5 a が羽口炉内側先端近傍に配置されているので、気体還元材吹込み用ランス 5 の先端に位置する気体還元材吹込み口 5 a が通常よりも約 100 mm 炉内側に配置されていることになり、炉内炉内最高温度位置を通常の微粉炭のみの吹込みと同様の位置にすることができる。

このように本実施の形態 3 においては、高炉内壁面 2 から炉内側への突出長さ L が通常よりも約 100 mm 長い 400 mm に設定された羽口 1 を用いると共に気体還元材吹込み用ランス 5 の先端に位置する気体還元材吹込み口 5 a が羽口炉内側先端近傍に配置したことにより、気体還元材吹込み用ランス 5 の先端に位置する気体還元材吹込み口 5 a が通常よりも約 100 mm 炉内側に配置することができ、都市ガス吹込みによる炉内最高温度位置のシフトを回避できる。

上記の実施の形態 3 においては、気体還元材吹込み用ランス 5 の先端に位置する気体還元材吹込み口 5 a の位置を羽口炉内側先端 1 a と同位置に配置した例を示したが、気体還元材吹込み用ランス 5 の先端に位置する気体還元材吹込み口 5 a の位置は、都市ガス吹込みによる炉内最高温度位置のシフト分だけ炉内側に延出させることを本質としているので、羽口の炉内側延出長さを前記シフト分よりも長くした場合には、必ずしも羽口炉内側先端 1 a と一致させる必要がない。

もっとも、気体還元材吹込み用ランス 5 から吹込まれる都市ガスがブローパイプ 3 又は羽口 1 内で燃焼することによるガスボリューム増大に起因する圧損が生ずることがない位置にする必要があり、その意味では、羽口炉内側先端 1 a から炉外側に 0～50 mm、さらに好ましくは、0～25 mm の範囲に配置されることが好ましい。

また、上記の実施の形態 1、2 および 3 においては、いずれも気体還元材吹込み用ランス 5 の先端に位置する気体還元材吹込み口 5 a を羽口炉内側先端近傍に配置したので、供給される都市ガスが羽口内やブローパイプ内で燃焼することがなく、羽口内やブローパイプ内で燃焼した場合に発生するガスボリュームの増大に起因する圧損の問題がない。また、都市ガスの燃焼が炉内で行なわれるので、

羽口 1 やブローパイプ 3 の周囲を冷却している冷却装置に過大な熱負荷をかけることもなく、また、熱ロスも少ない。

また、上記の実施の形態 1、2 および 3 においては、いずれも固体還元材吹込み用ランス 7 を、気体還元材吹込み用ランス 5 と交差して配置したので、固体還元材吹込み用ランス 7 から噴出される微粉炭が気体還元材吹込み用ランス 5 に直接吹きかけられることがなく、気体還元材吹込み用ランス 5 の損耗を防止できる。

また、上記の実施の形態 1、2 および 3 においては、いずれも気体還元材吹込み用ランス 5 の先端部近傍を屈曲または、湾曲して、ブローパイプ 3 の軸線に平行な方向になるようにし、かつ都市ガス吹き出し位置が羽口中心位置になるようにしたので、都市ガスを炉内に偏りなく吹込むことができ、安定的な操業ができる。安定的な操業をするためには、都市ガス吹込み位置は羽口が円形の場合、羽口の中心軸から半径が羽口口径の 6 分の 1 以内とするのが好ましい。

都市ガスの吹込みに偏りがあれば、炉内の還元反応に偏りが生じ、装入物の降下異常等の操業状態の悪化を誘発し、結果として、還元効率が悪化する。

なお、気体還元材吹込み用ランス 5 内を通過するのは気体であることから、気体還元材吹込み用ランスを屈曲または、湾曲させても管の閉塞や損耗の心配はない。

なお、上記の実施の形態 1、2 および 3 において気体還元材の例として、都市ガスを例に挙げたが、その他にも液化天然ガス（LNG）、液化石油ガス（LPG）、コークスガス（COG）などを用いてもよい。

また、上記の実施の形態 1、2 および 3 においては、固体還元材の例として微粉炭を例に挙げたが、その他に、微粒化した合成樹脂、木材チップなどを用いてもよい。

さらに、上記の実施の形態 1、2 および 3 においては、気体還元材と固体還元材の両方を吹込む例を示したが、気体還元材のみを吹込む場合であっても同様である。

実施例 1

本発明の効果を確認するために、高炉を模擬したコークス充填型試験燃焼炉を用いて都市ガス吹込みと圧損との関係を検証した。

コークス充填型試験燃焼炉 10 は、図 2 に示したコークス充填型試験燃焼炉を用いた。

上記のように構成されたコークス充填型試験燃焼炉 10 においては、高炉と同様に羽口 11 から熱風を吹込むと共に固体還元材としての微粉炭と気体還元材としての都市ガスを吹き込み、炉内のコークスを燃焼させる。

本実施例では、羽口炉内側先端から 200 mm の位置で微粉炭及び都市ガスの吹込みを行う場合（比較例）と、都市ガスを羽口炉内側先端位置で吹き込みその後方から羽口炉内側先端から 200 mm の位置で微粉炭の吹込みを行う場合（本発明例）の、2 つの場合を行なった。なお、本実施例で用いた都市ガスの組成は、メタンガス 88.5 体積%、エタンガス 4.6 体積%、プロパンガス 5.4 体積%、ブタンガス 1.5 体積%で、カロリーは、11800 kcal/kg である。また、本実施例で用いた微粉炭は、74 μ m のメッシュ間隔の篩いを通過した微粒子が 80 % で、銘柄は、Blackwater 炭である。

図 3、図 4 は上記 2 つの場合のコークス充填型試験燃焼炉 10 による試験結果をグラフ化したものであり、図 3、図 4 は共に縦軸が圧損（kPa）、横軸が時間（min）を示している。図 3 が比較例の場合であり、図 4 が本発明の実施例の場合である。なお、ここで圧損とは、入側圧力計 15 で計測される入側圧力と出側圧力計 21 で計測される出側圧力の差をいう。

図 3 に示すように、比較例においては都市ガスの吹込みを開始した時点（実験の開始から約 40 分の時点）で圧損が約 4 kPa から約 6 kPa に上昇している。これは、都市ガスの吹込みによって羽口内で都市ガスが燃焼し、ガスボリュームの増大によって流路抵抗が増し、圧損が上昇したものと考えられる。

他方、本発明の実施例の場合には、都市ガスの吹込みを開始しても圧損の大きな変化はない。

このように、本発明の実施例によれば、気体還元材としての都市ガスを吹込んでも圧損が生じないことが検証された。

次に、都市ガス吹込み位置と圧損との関係を調べるために、都市ガスの吹込み位置を羽口炉内側先端から徐々に炉外側に移動させて圧損変化率を求めた。圧損変化率とは、前述したように、都市ガス吹込み後圧損を都市ガス吹込み前圧損で除算したものである。

図5は圧損変化率と都市ガス吹込み位置との関係を示したグラフであり、縦軸が圧損変化を、横軸が羽口炉内側先端からの距離を示している。

図5から分かるように、羽口炉内側先端から50mmまでは圧損変化率1.0でほぼ横ばいであり、50mmを超えた地点から圧損変化率が急上昇している。

このことから、圧損を生ずることなく都市ガスを吹込むことができる位置としては、羽口炉内側先端から炉外側に50mmまでの範囲であると認められる。

なお、圧損の発生を確実に防止することを考えれば、都市ガス吹込み位置は羽口炉内側先端から炉外側に25mmまでの範囲にするのがより望ましい。

上記の試験炉による検証結果から本発明例のようにして気体還元材を吹き込むようにすれば、圧損の問題を生じないことがわかった。そこで、この点が高炉の実操業に与える影響についての検証を行なった。検証結果を表2に示す。

表2

	ベース操業	比較例	本発明例
出銑量 (T/D)	11500	11000	11700
送風量 (Nm ³ /min)	8005	7930	7770
RAR (kg/T)	500	520	490
CR (kg/T)	400	370	340
PC (kg/T)	100	100	100
都市ガス (kg/T)	0	50	50
コークス置換率 (-)	0	0.60	1.20

表2においては、微粉炭のみ吹き込み、都市ガスの吹込み無しの場合（以下において「ベース操業」という。）を左欄に、羽口炉内側先端から200mmの位置で微粉炭（PC（Pulverized Coal）：100kg/T）及び都市ガス（50kg

／T) の吹込みを行った場合 (以下において「比較例」という。) を中央欄に、図 1 に示した本発明例のランスを用いて比較例と同様に微粉炭 (PC (Pulverized Coal) : 100 kg／T) 及び都市ガスを 50 (kg／T) 吹込んだ場合 (都市ガスを羽口炉内側先端位置で吹き込みその後方から羽口炉内側先端から 200 mm の位置で微粉炭の吹込みを行う場合、以下において「本発明例」という。) を右欄にそれぞれ記載している。

表 2 における送風量の欄を見ると、ベース操業では 8005 (Nm³／min)、比較例では 7930 (Nm³／min)、本発明例では 7770 (Nm³／min) となっている。これは、本発明例の都市ガス吹込み構造を用いることで、都市ガスを吹込む場合にもベース操業の場合と同様の送風が可能であることを示している。これは、都市ガスを吹込んでも圧損が生じないことの効果である。

還元材比 (RAR (Reducing Agent rate)) の欄を見ると、ベース操業では還元材比が 500 (kg／T) であったのが、本発明例では 490 (kg／T) に低下しており、還元効率が向上したことが分かる。このことは、還元効率の高い都市ガスを還元材として効果的に利用できたことを示している。他方、比較例では本発明例と同量の都市ガスを吹込んでいるにもかかわらず、還元材比は 520 (kg／T) であり、ベース操業の場合よりも還元材比が高くなっている。これは還元効率のよい都市ガスを吹込んだにもかかわらず圧損上昇により、送風量の低下や操業の不安定化が助長され還元材として効果的に利用できなかったことを示している。

また、コークス比 (CR) の欄を見ると、ベース操業ではコークス比が 400 (kg／T) であったのが、本発明例では 340 (kg／T) になっており、コークス比が 60 (kg／T) 低下したことが分かる。都市ガスを 50 (kg／T) 吹込んだことによってコークス比が 60 (kg／T) 低下しており、このことは、吹込んだ都市ガスがコークスと効果的に置換 (コークス置換率: 60/50=1.20) されていることを示している。他方、比較例では本発明例と同量の都市ガスを吹込んでいるにもかかわらず、コークス比は 370 (kg／T) であり、ベース操業の場合より 30 (kg／T) 低下したにすぎない。これは還元効率のよい都市ガ

スを吹込んだにもかかわらず圧損上昇により、送風量の低下や操業の不安定化が助長されコークスとの置換（コークス置換率： $30/50=0.60$ ）が効果的にできなかったことを示している。結果的に、コークス置換率の欄に数値を示すが、比較例では0.60であったのに対し、本発明では1.20と大きくなっており、コークスの削減効果が大きいことが分かる。なお、コークス置換率は、コークス比の削減量を都市ガス比で除して求めた。

さらに、表2の出銑量の欄を見ると、ベース操業では出銑量が11500（T/D）であったのが、本発明例では11700（T/D）に増えており、還元効率のよい都市ガスを吹込んだ効果が、出銑量に反映されている。他方、比較例においては、出銑量が11000（T/D）であり、ベース操業の場合よりも減少している。これは、還元効率のよい都市ガスを吹込んだにもかかわらず、その吹込み方が適切でなかったため、圧損上昇により、送風量の低下や操業の不安定化が助長され還元材を効果的に利用できなかったためである。

このように、都市ガスのような還元効率の高い気体還元材を吹込んで、その吹込み方が不適切であれば、効果的な高炉操業ができない。

この点、本発明によれば、効果的な高炉操業が実現され、その効果は絶大である。

（実施例2）（気体還元材が、LNG）

実施例1の都市ガスを液化天然（LNG）ガスに代えて、試験炉での検証と高炉の実証に与える影響について、検証を行った。なお、試験の条件は、都市ガスをLNGガスに代えた以外は、実施例1と同じ方法で行った。なお、本実施例で用いたLNGガスの組成は、メタンガス：88.8体積%、エタンガス：5.6体積%、プロパンガス：3.7体積%、ブタンガス：1.8体積%で、カロリーは、11800kcal/kgである。また、本実施例で用いた微粉炭は、 $74\mu\text{m}$ のメッシュ間隔の篩いを通過した微粒子が80%で、銘柄は、Blackwater炭である。

その結果、本発明の範囲で、気体還元材を吹き込むようにすれば、圧損の問題を生じないことが分かった。また、高炉の実操業に与える影響について、検証を行った効果を表 3 に示す。

表 3

	ベース操業	比較例	本発明例
出銑量 (T/D)	11500	11200	11600
送風量 (Nm ³ /min)	8005	7930	7770
RAR (kg/T)	500	522	495
CR (kg/T)	400	372	345
PC (kg/T)	100	100	100
LNG ガス (kg/T)	0	50	50
コークス置換率 (-)	0	0.56	1.10

表 3 においては、LNG ガスの吹込み無しの場合（以下において「ベース操業」という。）を左欄に、羽口炉内側先端から 200 mm の位置で微粉炭及び LNG ガス（50 kg/T）の吹込みを行った場合（以下において「比較例」という。）を中央欄に、図 1 に示した本発明例のランスを用いて比較例と同様に LNG ガスを 50（kg/T）吹込んだ場合（LNG ガスを羽口炉内側先端位置で吹き込みその後方から羽口炉内側先端から 200 mm の位置で微粉炭の吹込みを行う場合、以下において「本発明例」という。）を右欄にそれぞれ記載している。

表 3 における送風量の欄を見ると、ベース操業では 8005（Nm³/min）、比較例では 7930（Nm³/min）、本発明例では 7770（Nm³/min）となっている。これは、本発明例の LNG ガス吹込み構造を用いることで、都市ガスを吹込む場合にもベース操業の場合と同様の送風が可能であることを示している。これは、LNG ガスを吹込んだ後も圧損が生じないことの効果である。

還元材比の欄を見ると、ベース操業では還元材比が 500（kg/T）であったのが、本発明例では 495（kg/T）に低下しており、還元効率が向上したことが分かる。このことは、還元効率の高い LNG ガスを還元材として効果的に利用できたことを示している。他方、比較例では本発明例と同量の LNG ガスを

吹込んでいるにもかかわらず、還元材比は522 (kg/T)であり、ベース操業の場合よりも還元材比が高くなっている。これは還元効率のよいLNGガスを吹込んだにもかかわらず圧損上昇により、送風量の低下や操業の不安定化が助長され還元材として効果的に利用できなかったことを示している。

また、コークス比の欄を見ると、ベース操業ではコークス比が400 (kg/T)であったのが、本発明例では345 (kg/T)になっており、コークス比が55 (kg/T)低下したことが分かる。LNGガスを50 (kg/T)吹込んだことによってコークス比が55 (kg/T)低下しており、このことは、吹込んだLNGガスがコークスと効果的に置換（コークス置換率： $55/50=1.10$ ）されていることを示している。他方、比較例では本発明例と同量のLNGガスを吹込んでいるにもかかわらず、コークス比は372 (kg/T)であり、ベース操業の場合より28 (kg/T)低下したにすぎない。これは還元効率のよいLNGガスを吹込んだにもかかわらず圧損上昇により、送風量の低下や操業の不安定化が助長されコークスとの置換（コークス置換率： $28/50=0.56$ ）が効果的にできなかったことを示している。実施例1と同様、コークス置換率は比較例では0.58であったのに対し、本発明では1.10と大きくなっていることが分かる。

さらに、表3の出銑量の欄を見ると、ベース操業では出銑量が11500 (T/D)であったのが、本発明例では11600 (T/D)に増えており、還元効率のよいLNGガスを吹込んだ効果が、出銑量に反映されている。他方、比較例においては、出銑量が11200 (T/D)であり、ベース操業の場合よりも減少している。これは、還元効率のよいLNGガスを吹込んだにもかかわらず、その吹込み方が適切でなかったため、圧損上昇により、送風量の低下や操業の不安定化が助長され還元材を効果的に利用できなかったためである。

このように、LNGガスのような還元効率の高い気体還元材を吹込んでも、その吹込み方が不適切であれば、効果的な高炉操業ができない。

この点、本発明によれば、効果的な高炉操業が実現され、その効果は絶大である

(実施例 3) (気体還元材が、L P G)

実施例 1 の都市ガスをプロパンガス (L P G) に代えて、試験炉での検証と高炉の実操業に与える影響について、検証を行った。なお、試験の条件は、都市ガスを L P G ガスに代えた以外は、実施例 1 と同じ方法で行った。なお、本実施例で用いた L P G ガスの組成は、プロパンガス：95 体積%、ブタンガス：5 体積%で、カロリーは、11100kcal/kg である。また、本実施例で用いた微粉炭は、74 μ m のメッシュ間隔の篩いを通過した微粒子が 80 % で、銘柄は、Blackwater 炭である。

その結果、本発明の範囲で、気体還元材を吹き込むようにすれば、圧損の問題を生じないことが分かった。また、高炉の実操業に与える影響について、検証を行った効果を表 4 に示す。

表 4

	ベース操業	比較例	本発明例
出銑量 (T/D)	11500	11400	11900
送風量 (Nm ³ /min)	8005	7900	7890
RAR (kg/T)	500	517	488
CR (kg/T)	400	367	338
PC (kg/T)	100	100	100
LPG (kg/T)	0	50	50
コークス置換率 (-)	0	0.66	1.24

表 4 においては、L P G ガスの吹き込み無しの場合 (以下において「ベース操業」という。

) を左欄に、羽口炉内側先端から 200 mm の位置で微粉炭及び L P G ガス (50 kg / T) の吹き込みを行った場合 (以下において「比較例」という。) を中央欄に、図 1 に示した本発明例のランスを用いて比較例と同様に L P G ガスを 50 (kg / T) 吹き込んだ場合 (L P G ガスを羽口炉内側先端位置で吹き込みその後方から羽口炉内側先端から 200 mm の位置で微粉炭の吹き込みを行う場合、以下において「本発明例」という。) を右欄にそれぞれ記載している。

表4における送風量の欄を見ると、ベース操業では8005 (Nm^3/min)、比較例では7900 (Nm^3/min)、本発明例では7890 (Nm^3/min)となっている。これは、本発明例のLPGガス吹込み構造を用いることで、都市ガスを吹込む場合にもベース操業の場合と同様の送風が可能であることを示している。これは、LPGガスを吹込んでも圧損が生じないことの効果である。

還元材比の欄を見ると、ベース操業では還元材比が500 (kg/T)であったのが、本発明例では488 (kg/T)に低下しており、還元効率が向上したことが分かる。このことは、還元効率の高いLPGガスを還元材として効果的に利用できたことを示している。他方、比較例では本発明例と同量のLPGガスを吹込んでいるにもかかわらず、還元材比は517 (kg/T)であり、ベース操業の場合よりも還元材比が高くなっている。これは還元効率のよいLPGガスを吹込んだにもかかわらず圧損上昇により、送風量の低下や操業の不安定化が助長され還元材として効果的に利用できなかったことを示している。

また、コークス比の欄を見ると、ベース操業ではコークス比が400 (kg/T)であったのが、本発明例では338 (kg/T)になっており、コークス比が62 (kg/T)低下したことが分かる。LPGガスを50 (kg/T)吹込んだことによってコークス比が62 (kg/T)低下しており、このことは、吹込んだLNGガスがコークスと効果的に置換（コークス置換率： $62/50=1.24$ ）されていることを示している。他方、比較例では本発明例と同量のLPGガスを吹込んでいるにもかかわらず、コークス比は367 (kg/T)であり、ベース操業の場合より33 (kg/T)低下したにすぎない。これは還元効率のよいLPGガスを吹込んだにもかかわらず圧損上昇により、送風量の低下や操業の不安定化が助長されコークスとの置換（コークス置換率： $33/50=0.66$ ）が効果的にできなかったことを示している。

さらに、表4の出銑量の欄を見ると、ベース操業では出銑量が11500 (T/D)であったのが、本発明例では11900 (T/D)に増えており、還元効率のよいLPGガスを吹込んだ効果が、出銑量に反映されている。他方、比較例においては、出銑量が11400 (T/D)であり、ベース操業の場合よりも減

少している。これは、還元効率のよいLPGガスを吹込んだにもかかわらず、その吹込み方が適切でなかったため、圧損上昇により、送風量の低下や操業の不安定化が助長され還元材を効果的に利用できなかったためである。

このように、LPGガスのような還元効率の高い気体還元材を吹込んで、その吹込み方が不適切であれば、効果的な高炉操業ができない。

この点、本発明によれば、効果的な高炉操業が実現され、その効果は絶大である

(実施例4) (気体還元材が、COG)

実施例1の都市ガスをコークスガス(COG)に代えて、試験炉での検証と高炉の実操業に与える影響について、検証を行った。なお、試験の条件は、都市ガスをCOGガスに代えた以外は、実施例1と同じ方法で行った。なお、本実施例で用いたCOGガスの組成は、水素：58.5体積%、COガス：6.4体積%、CO₂ガス：2.0体積%、メタンガス：27.4体積%、エチレンガス：2.6体積%、N₂ガス2体積%、その他で、カロリーは、4580kcal/Nm³である。また、本実施例で用いた微粉炭は、74μmのメッシュ間隔の篩いを通過した微粒子が80%で、銘柄は、Blackwater炭である

その結果、本発明の範囲で、気体還元材を吹き込むようにすれば、圧損の問題を生じないことが分かった。また、高炉の実操業に与える影響について、検証を行った効果を表5に示す。

表5

	ベース操業	比較例	本発明例
出銑量 (T/D)	11500	11300	11900
送風量(Nm ³ /min)	8005	7780	7760
RAR(kg/T)	500	529	500
CR(kg/T)	400	379	350
PC(kg/T)	100	100	100
COG(kg/T)	0	50	50
コークス置換率(-)	0	0.42	1.00

表5においては、COGガスの吹込み無しの場合（以下において「ベース操業」という。）を左欄に、羽口炉内側先端から200mmの位置で微粉炭及びCOGガス（50kg/T）の吹込みを行った場合（以下において「比較例」という。）を中央欄に、図1に示した本発明例のランスを用いて比較例と同様にCOGガスを50（kg/T）吹込んだ場合（COGガスを羽口炉内側先端位置で吹き込みその後方から羽口炉内側先端から200mmの位置で微粉炭の吹込みを行う場合、以下において「本発明例」という。）を右欄にそれぞれ記載している。

表5における送風量の欄を見ると、ベース操業では8005（Nm³/min）、比較例では7780（Nm³/min）、本発明例では7760（Nm³/min）となっている。これは、本発明例のCOGガス吹込み構造を用いることで、COGガスを吹込む場合にもベース操業の場合と同様の送風が可能であることを示している。これは、COGガスを吹込んでも圧損が生じないことの効果である。

還元材比の欄を見ると、ベース操業では還元材比が500（kg/T）であったのが、本発明例では500（kg/T）と変化はないが、比較例では同量のCOGガスを吹込んでいるにもかかわらず、還元材比は529（kg/T）まで上昇している。

また、コークス比の欄を見ると、ベース操業ではコークス比が400（kg/T）であったのが、本発明例では350（kg/T）まで低下しており、高価なコークスを50（kg/T）削減できていることが分かる（コークス置換率：50/50=1.00）。他方、比較例では本発明例と同量のCOGガスを吹込んでいるにもかかわらず、コークス比は379（kg/T）であり、ベース操業の場合より21（kg/T）低下したにすぎない。これは還元効率のよいCOGガスを吹込んだにもかかわらず圧損上昇により、送風量の低下や操業の不安定化が助長されコークス（コークス置換率：21/50=0.42）との置換が効果的にできなかったことを示している。

さらに、表5の出銑量の欄を見ると、ベース操業では出銑量が11300（T/D）であったのが、本発明例では11900（T/D）に増えており、還元効率のよいCOGガスを吹込んだ効果が、出銑量に反映されている。他方、比較例

においては、出銑量が11300 (T/D) であり、ベース操業の場合よりも減少している。これは、還元効率のよいCOGガスを吹込んだにもかかわらず、その吹込み方が適切でなかったため、圧損上昇により、送風量の低下や操業の不安定化が助長され還元材を効果的に利用できなかったためである。

このように、COGガスのような還元効率の高い気体還元材を吹込んで、その吹込み方が不適切であれば、効果的な高炉操業ができない。

この点、本発明によれば、効果的な高炉操業が実現され、その効果は絶大である。

(実施例5) (固体還元材が、合成樹脂)

実施例1の微粉炭を合成樹脂(灰分3.0mass%(db), C: 85.0mass%(daf), H:15mass%(daf))に代えて、試験炉での検証と高炉の実操業に与える影響について、検証を行った。なお、試験の条件は、微粉炭を合成樹脂に代えた以外は、実施例1と同じ方法で行った。なお、本実施例で用いた合成樹脂は、平均粒径が6.5mmで、樹脂の種類は、ポリエチレンである。

その結果、本発明の範囲で、気体還元材を吹き込むようにすれば、圧損の問題を生じないことが分かった。また、高炉の実操業に与える影響について、検証を行った効果を表6に示す。

表6

	ベース操業	比較例	本発明例
出銑量 (T/D)	11500	11400	11700
送風量(Nm ³ /min)	7870	7950	7800
RAR(kg/T)	503	520	493
CR(kg/T)	403	370	343
合成樹脂(kg/T)	100	100	100
都市ガス(kg/T)	0	50	50
コークス置換率(-)	0	0.66	1.20

表6においては、都市ガスの吹込み無しの場合(以下において「ベース操業」という。)を左欄に、羽口炉内側先端から200mmの位置で合成樹脂及び都市

ガス（ 50 kg/T ）の吹込みを行った場合（以下において「比較例」という。）を中央欄に、図1に示した本発明例のランスを用いて比較例と同様に都市ガスを 50 (kg/T) 吹込んだ場合（都市ガスを羽口炉内側先端位置で吹き込みその後方から羽口炉内側先端から 200 mm の位置で合成樹脂の吹込みを行う場合、以下において「本発明例」という。）を右欄にそれぞれ記載している。

表6における送風量の欄を見ると、ベース操業では $7870 \text{ (Nm}^3/\text{min)}$ 、比較例では $7950 \text{ (Nm}^3/\text{min)}$ 、本発明例では $7800 \text{ (Nm}^3/\text{min)}$ となっている。これは、本発明例の都市ガス吹込み構造を用いることで、都市ガスを吹込む場合にもベース操業の場合と同様の送風が可能であることを示している。これは、都市ガスを吹込んでも圧損が生じないことの効果である。

還元材比の欄を見ると、ベース操業では還元材比が 503 (kg/T) であったのが、本発明例では 493 (kg/T) に低下しており、還元効率が向上したことが分かる。このことは、還元効率の高い都市ガスを還元材として効果的に利用できたことを示している。他方、比較例では本発明例と同量の都市ガスを吹込んでいるにもかかわらず、還元材比は 520 (kg/T) であり、ベース操業の場合よりも還元材比が高くなっている。これは還元効率のよい都市ガスを吹込んだにもかかわらず圧損上昇により、送風量の低下や操業の不安定化が助長され還元材として効果的に利用できなかったことを示している。

また、コークス比の欄を見ると、ベース操業ではコークス比が 403 (kg/T) であったのが、本発明例では 343 (kg/T) になっており、コークス比が 60 (kg/T) 低下したことが分かる。都市ガスを 50 (kg/T) 吹込んだことによってコークス比が 60 (kg/T) 低下しており、このことは、吹込んだ都市ガスがコークスと効果的に置換（コークス置換率： $60/50=1.20$ ）されていることを示している。他方、比較例では本発明例と同量の都市ガスを吹込んでいるにもかかわらず、コークス比は 370 (kg/T) であり、ベース操業の場合より 33 (kg/T) 低下したにすぎない。これは還元効率のよい都市ガスを吹込んだにもかかわらず圧損上昇により、送風量の低下や操業の不安定化が助長

されコークスとの置換（コークス置換率： $33/50=0.66$ ）が効果的にできなかったことを示している。

さらに、表 6 の出銑量の欄を見ると、ベース操業では出銑量が 1 1 5 0 0（T/D）であったのが、本発明例では 1 1 7 0 0（T/D）に増えており、還元効率のよい都市ガスを吹込んだ効果が、出銑量に反映されている。他方、比較例においては、出銑量が 1 1 4 0 0（T/D）であり、ベース操業の場合よりも減少している。これは、還元効率のよい都市ガスを吹込んだにもかかわらず、その吹込み方が適切でなかったため、圧損上昇により、送風量の低下や操業の不安定化が助長され還元材を効果的に利用できなかったためである。

このように、都市ガスのような還元効率の高い気体還元材を吹込んでも、その吹込み方が不適切であれば、効果的な高炉操業ができない。

この点、本発明によれば、効果的な高炉操業が実現され、その効果は絶大である

実施例 6

実施の形態 2 の効果を実証するために図 2 に示したコークス充填型試験燃焼炉によって、都市ガス吹込がある場合とない場合について微粉炭吹込み位置による影響を調査する実験を行った。なお、都市ガス吹込み位置は羽口炉内先端から 25 mm で一定とした。

図 6 に微粉炭吹込み位置を羽口先端から 50 mm ごとに変化させた場合の、微粉炭吹込み位置と排ガス中のダスト捕集量との関係を示したグラフを示す。図 6 においては、縦軸がダスト捕集量を示し、横軸が微粉炭吹込み位置を示している。

図 6 のグラフに示されるように、排ガス中のダスト捕集量は、都市ガス吹込みある場合もない場合も、微粉炭の吹込み位置が羽口先端から炉外側に後退するほど減少している。これは、羽口先端からの距離が長くなるほど、ブローパイプ内での微粉炭の予熱が十分となり、微粉炭の炉内での燃焼性が向上することを示している。

また、都市ガス吹込みを行った場合の方が、排ガス中のダスト捕集量が減少していることから、都市ガスの炉内における燃焼熱による助燃効果により、微粉炭の燃焼性が向上しているものと考えられる。

図6のグラフから羽口先端近傍にて都市ガス吹込みを行った場合には、微粉炭吹込み位置が羽口先端から50mmであっても、排ガス中のダスト捕集量は都市ガス吹込みのない場合のほぼ最低値と同等程度であることが分かる。このことから、実施の形態2で述べた微粉炭吹込み位置が羽口先端から50mmであっても通気性の問題が生じないことが実証された。

図7は微粉炭吹込み位置を羽口先端から50mmごとに変化させた場合の、微粉炭吹込み位置と圧損の関係を示したグラフを示している。図7においては、縦軸が圧損を示し、横軸が微粉炭吹込み位置を示している。

図7に示されるように、都市ガス吹込みがない場合、羽口先端からの距離が150mmを超えると圧損が急上昇するのに対して、都市ガス吹込みがある場合、羽口先端からの距離が200mmを超えるまで圧損の上昇が認められない。

これは、都市ガスを吹込んだ場合には、都市ガスの燃焼が炉内における羽口先端近傍付近で起こっているため、ブローパイプから送られる熱風中の酸素が羽口先端近傍で消費され、この位置での微粉炭の燃焼が起こりにくくなり、圧損が上昇する微粉炭吹込み位置が羽口先端から炉外側に約50mmずれたものと考えられる。

このように図7のグラフから、羽口先端近傍にて都市ガス吹込みを行った場合には、微粉炭吹込み位置が羽口先端から200mmであっても、圧損は都市ガス吹込みのない場合のほぼ最低値と同等程度であることが分かる。このことから、実施の形態2で述べた微粉炭吹込み位置が羽口先端から200mmであっても圧損の問題が生じないことが実証された。

以上のように、気体還元材の吹込み位置を羽口先端から0～50mmの範囲に設定した場合には、固体還元材の吹込み位置は気体還元材吹込み位置よりも炉外側で羽口先端から200mmの範囲に設定するのが望ましいことが実証された。

また、図 6、図 7 によれば、ダスト捕集量がより少なくかつ圧損も小さくするためには、固体還元材の吹込み位置を羽口先端から 75 ～ 200 mm の範囲に設定するのがより望ましいことが分かる。

実施例 7

本発明の効果を確認するために、前述の図 2 に示した高炉を模擬したコークス充填型試験燃焼炉を用いて、図 8 に示した実施の形態についての炉内最高温度位置を測定した。その結果を図 9 に示す。

図 9 に示されるように、炉内最高温度位置は羽口先端から約 500 mm の位置にあり、前述の図 10 で示した都市ガスの吹込みを行わなかった場合と同様となった。

このことから、高炉内壁面 2 から炉内側への突出長さ L が 400 mm に設定された羽口 1 を用いると共に気体還元材吹込み用ランス 5 の先端に位置する気体還元材吹込み口 5a が羽口炉内側先端近傍に配置したことにより、都市ガス吹込みによる炉内最高温度位置のシフトを回避できることが実証された。

産業上の利用可能性

本発明においては、気体還元材の吹込み位置を高炉羽口の炉内側先端部近傍としたことにより、気体還元材を羽口及びブローパイプ内で燃焼させることなく炉内で燃焼させることができ、ブローパイプ内での圧損の発生を防止できる。その結果、還元効率を低下させることなく気体還元材を効果的に利用でき、コークス置換率を高めることができる。また、羽口及びブローパイプ等を冷却する冷却設備の熱負荷を軽減し、熱ロスを防止できる。

また、本発明においては、高炉内壁面から炉内側への突出長さが 350 mm ～ 600 mm に設定された羽口と、該羽口の炉内側先端部近傍に設けられた気体還元材の吹き込み口と、を備えたことにより、都市ガス等の気体還元材を羽口から吹込む場合にも炉内最高温度位置が炉壁側にシフトするのを防止し、また炉内最高温度位置をより炉内側に移動することができ、羽口の寿命を極端に短くするこ

となく高炉炉壁の温度上昇を抑制できる。その結果、都市ガス吹き込みによる低還元材比操業を実現できる。

請求の範囲

1. 高炉羽口から気体還元材を吹込む還元材吹込み装置であって、気体還元材の吹き込み口が前記高炉羽口の炉内側先端部近傍に設けられた高炉への還元材吹込み装置。
2. 高炉羽口から気体還元材を吹込む還元材吹込み装置であって、気体還元材を吹込む気体還元材吹込み用ランスを備え、該気体還元材吹込み用ランスの吹き込み口を前記高炉羽口の炉内側端部近傍に配置した高炉への還元材吹込み装置。
3. 気体還元材吹き込み位置を前記高炉羽口の炉内側先端部から炉外側に 0 ～ 50 mm の範囲内に配置した請求項 1 または 2 に記載の高炉への還元材吹込み装置。
4. 固体還元材吹込み用ランスを備え、該固体還元材吹込み用ランスの吹き込み口を気体還元材吹込み用ランスの吹き込み口より送風方向上流側に配置した請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の高炉への還元材吹込み装置。
5. 送風通路内において、固体還元材吹込み用ランスと気体還元材吹込み用ランスが交差するように配置した請求項 4 に記載の高炉への還元材吹込み装置。
6. 固体還元材吹込み用ランスの吹き込み口を高炉羽口の炉内側先端部から炉外側に 200 mm の範囲内に配置した請求項 4 または 5 に記載の還元材吹込み装置。
7. 気体還元材吹込み用ランスは屈曲部又は湾曲部を有している請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の高炉への還元材吹込み装置。

8. 請求項1～7のいずれか1項記載の高炉への還元材吹き込み装置において、高炉内壁面から炉内側への突出長さが350mm～600mmに設定された羽口である高炉への還元材吹き込み装置。

9. 請求項1～7のいずれか1項記載の高炉への還元材吹き込み装置において、高炉内壁面から炉内側への突出長さが350mm～400mmに設定された羽口である高炉への還元材吹き込み装置。

10. 請求項8または、9のいずれか1項記載の高炉への還元材吹き込み装置において、気体還元材吹き込み用ランスの吹き込み口を羽口先端から炉外側に0～25mmの範囲内に配置した高炉への還元材吹き込み装置。

11. 請求項1～10のいずれか一項に記載の高炉への還元材吹き込み装置を用いて、該高炉への還元材吹き込み装置から少なくとも気体還元材を吹込む高炉操作方法。

12. 高炉羽口から少なくとも気体還元材を吹込む還元材吹き込み装置であって、高炉内壁面から炉内側への突出長さが350mm～600mmに設定された羽口と、該羽口の炉内側先端部近傍に設けられた気体還元材吹き込み口と、を備えたことを特徴とする高炉への還元材吹き込み装置。

13. 高炉羽口から少なくとも気体還元材を吹込む還元材吹き込み装置であって、高炉内壁面から炉内側への突出長さが350mm～400mmに設定された羽口と、該羽口の炉内側先端部近傍に設けられた気体還元材吹き込み口と、を備えたことを特徴とする高炉への還元材吹き込み装置。

14. 高炉羽口から少なくとも気体還元材を吹込む還元材吹き込み装置であって、高炉内壁面から炉内側への突出長さが350mm～600mmに設定された羽口

と、気体還元材を吹込む気体還元材吹き込み用ランスを備え、該気体還元材吹き込み用ランスの吹き込み口を前記羽口の炉内側端部近傍に配置したことを特徴とする高炉への還元材吹き込み装置。

15. 高炉羽口から少なくとも気体還元材を吹込む還元材吹き込み装置であって、高炉内壁面から炉内側への突出長さが350mm～400mmに設定された羽口と、気体還元材を吹込む気体還元材吹き込み用ランスを備え、該気体還元材吹き込み用ランスの吹き込み口を前記羽口の炉内側端部近傍に配置したことを特徴とする高炉への還元材吹き込み装置。

16. 気体還元材吹き込み用ランスの吹き込み口を羽口先端から炉外側に0～25mmの範囲内に配置したことを特徴とする請求項14または15に記載の高炉への還元材吹き込み装置。

17. 請求項12～16のいずれか一項に記載の高炉への還元材吹き込み装置を用いて、該高炉への還元材吹き込み装置から少なくとも気体還元材を吹込む高炉操作方法。

図 1

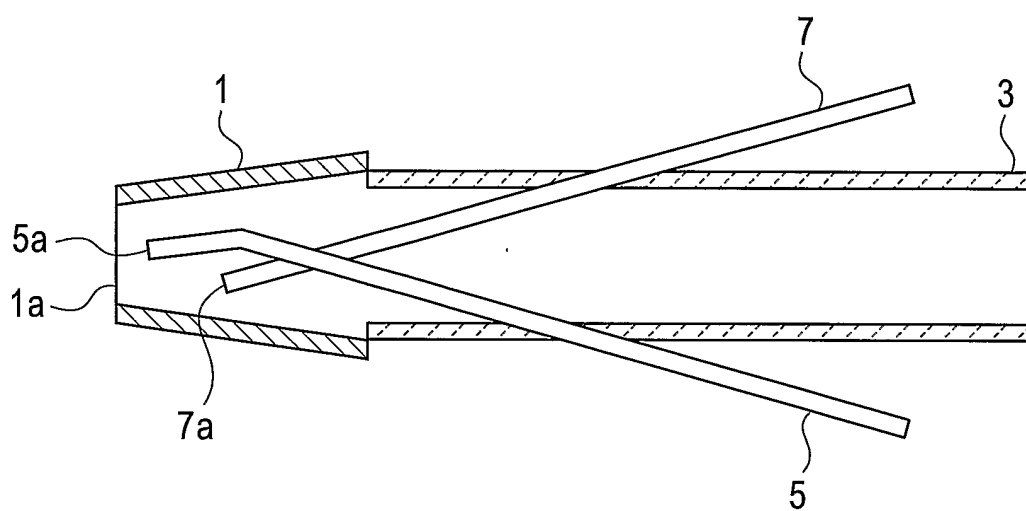


図 2

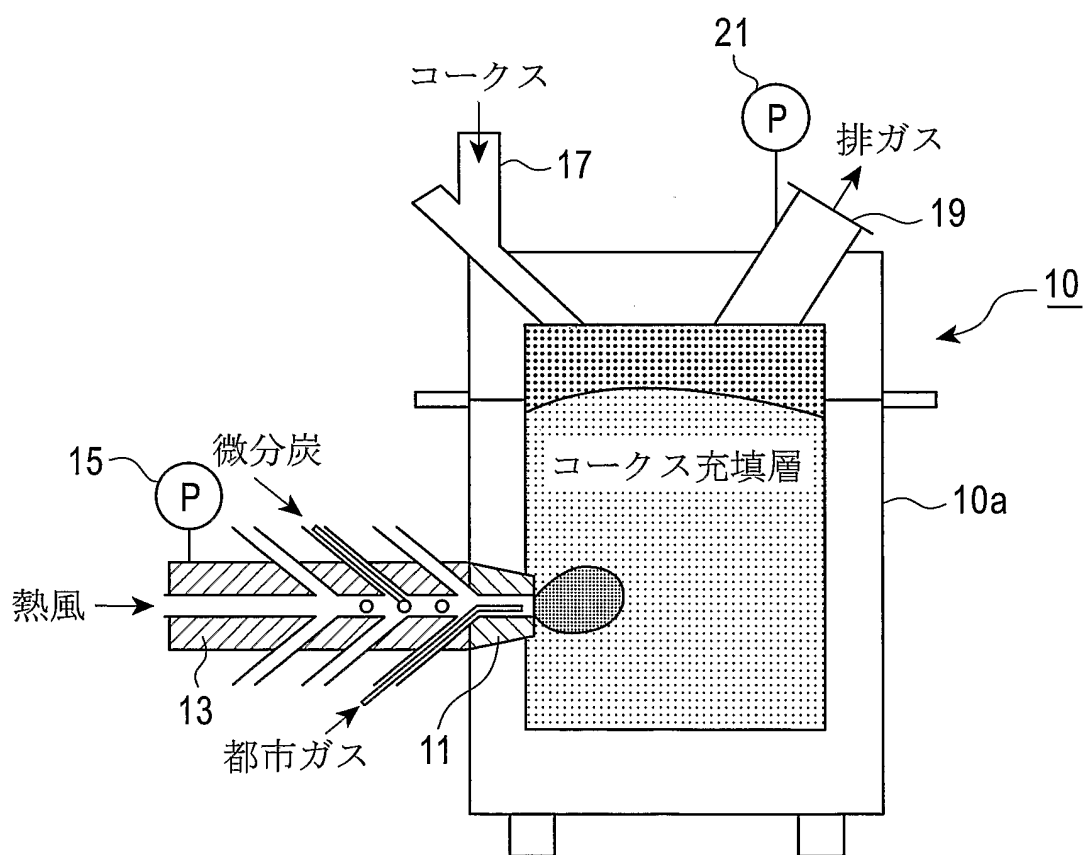


図 3

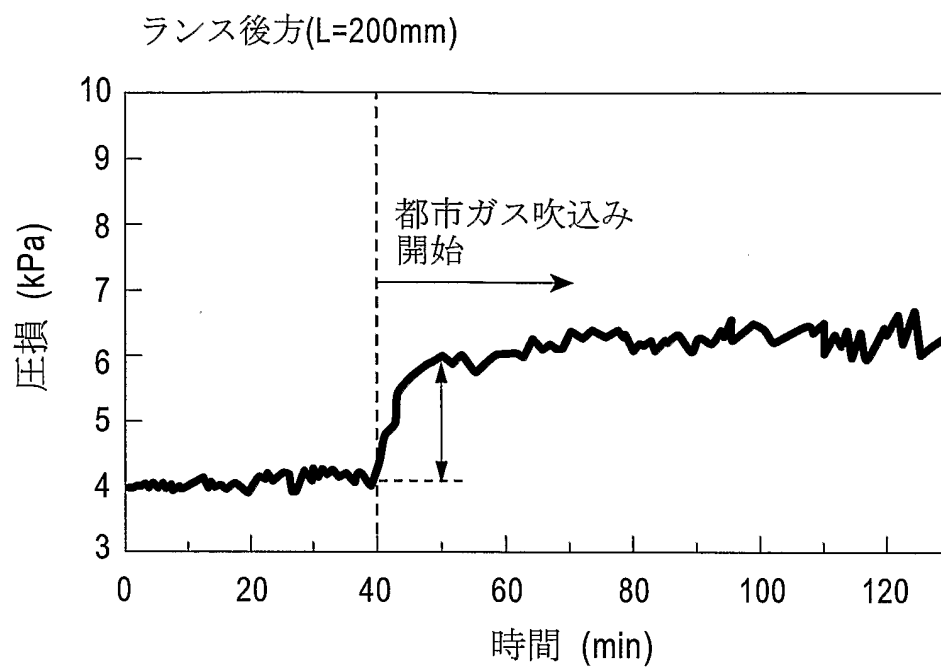


図 4

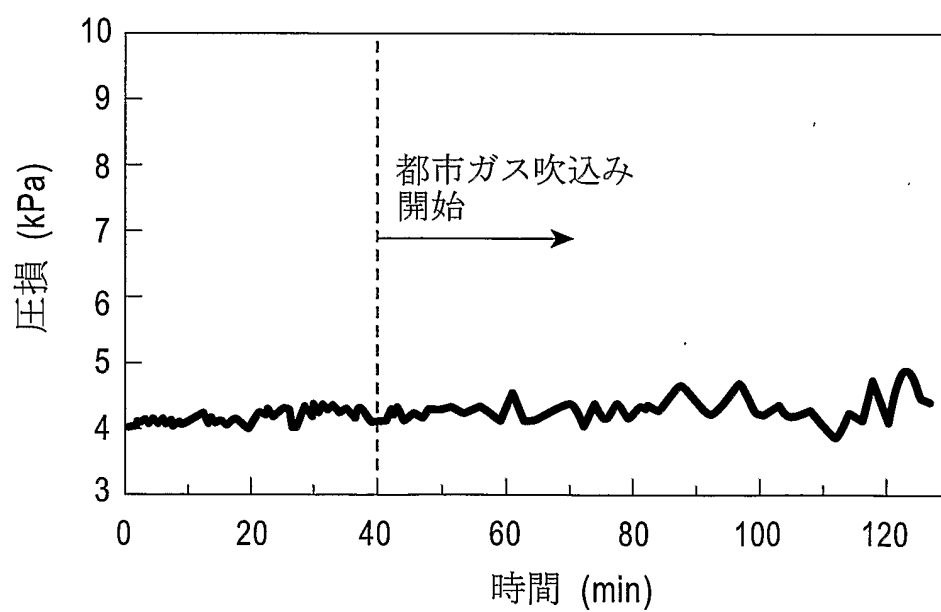


図 5

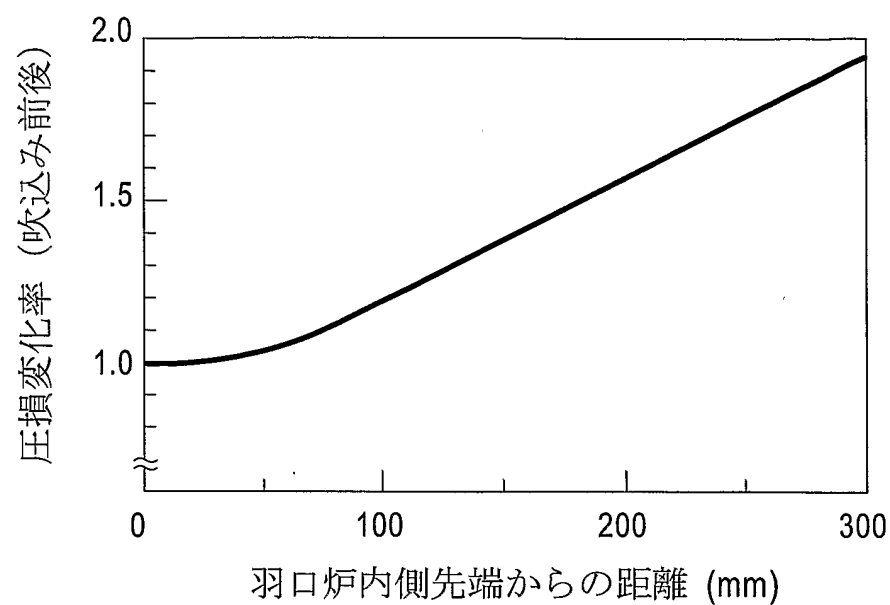


図 6

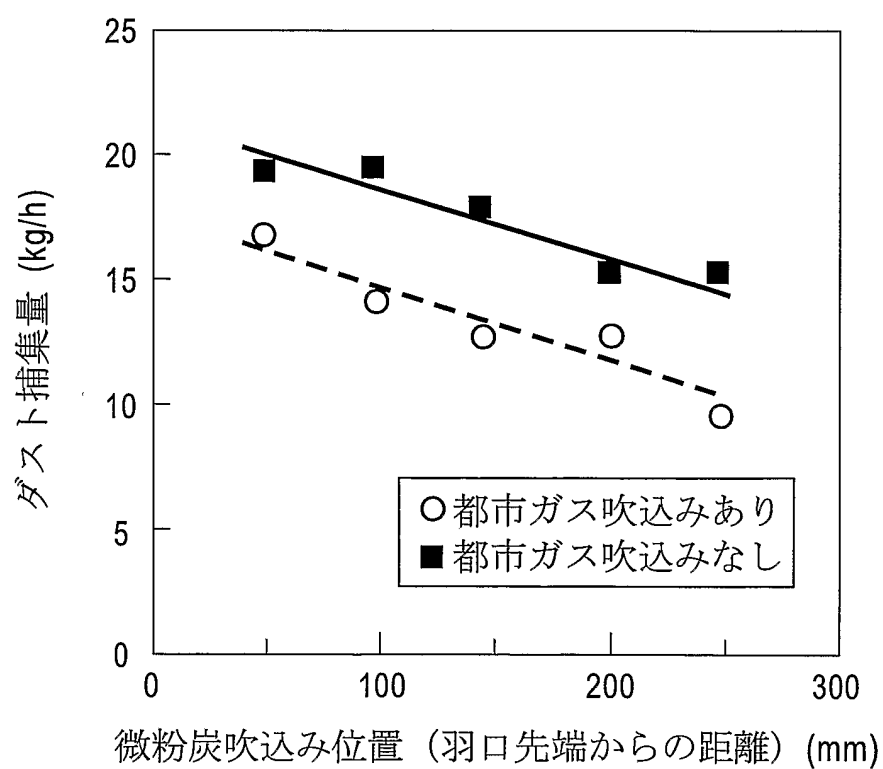


図 7

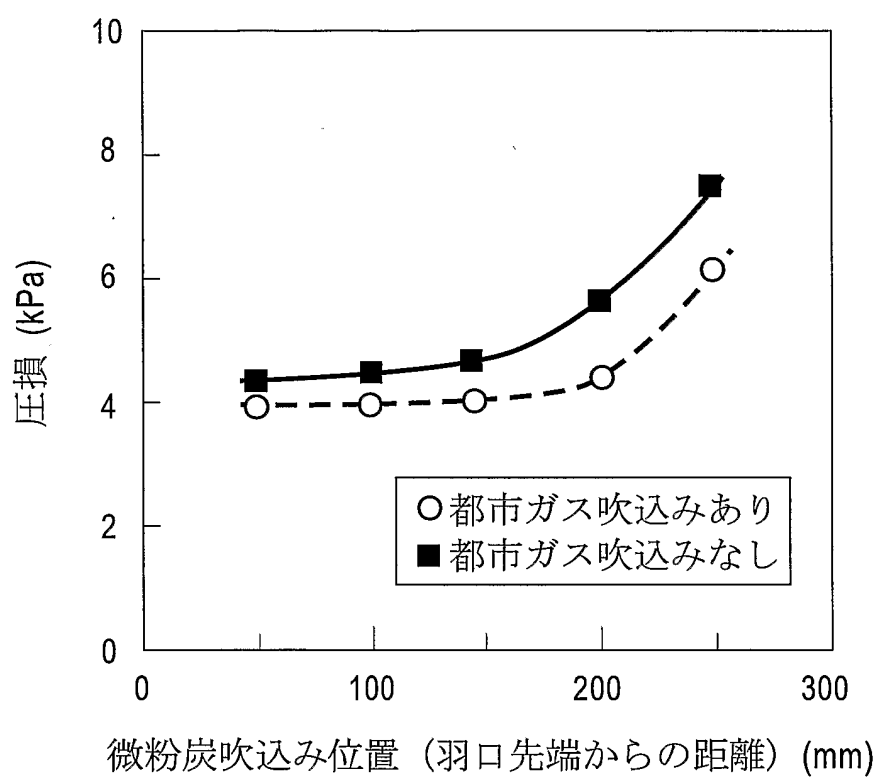


図 10

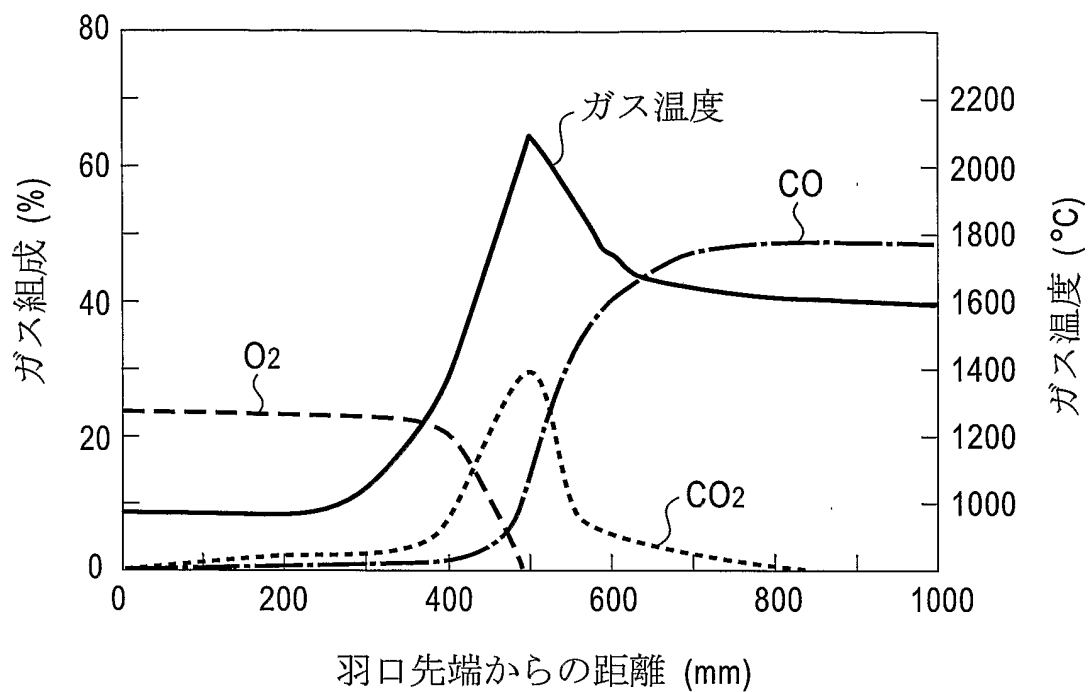


図 11

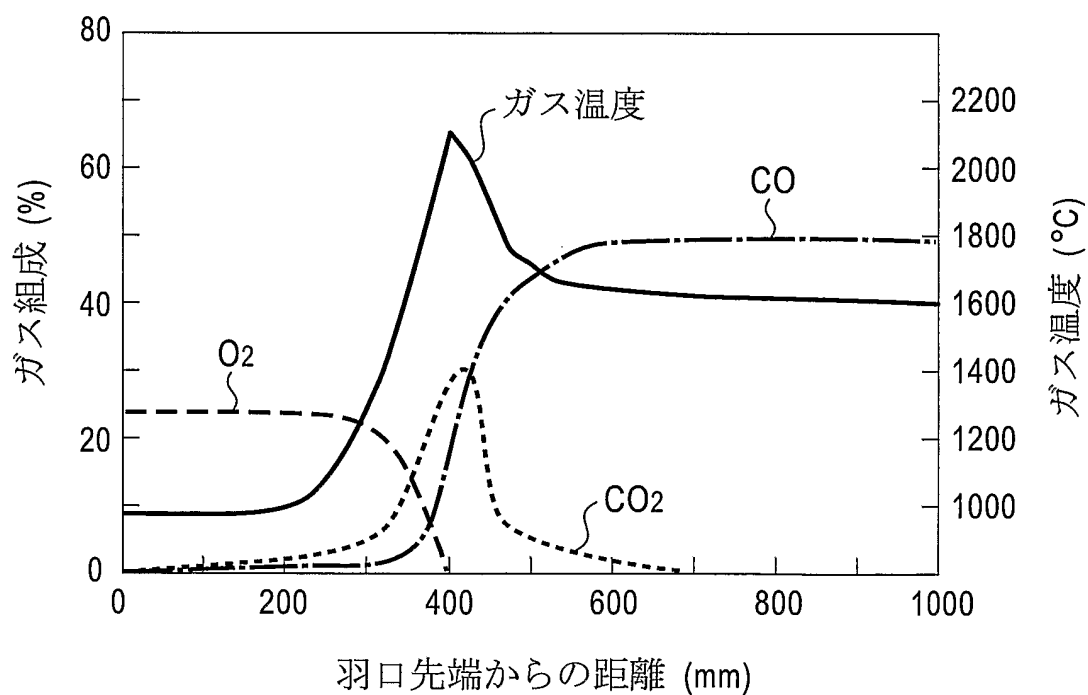


図 12

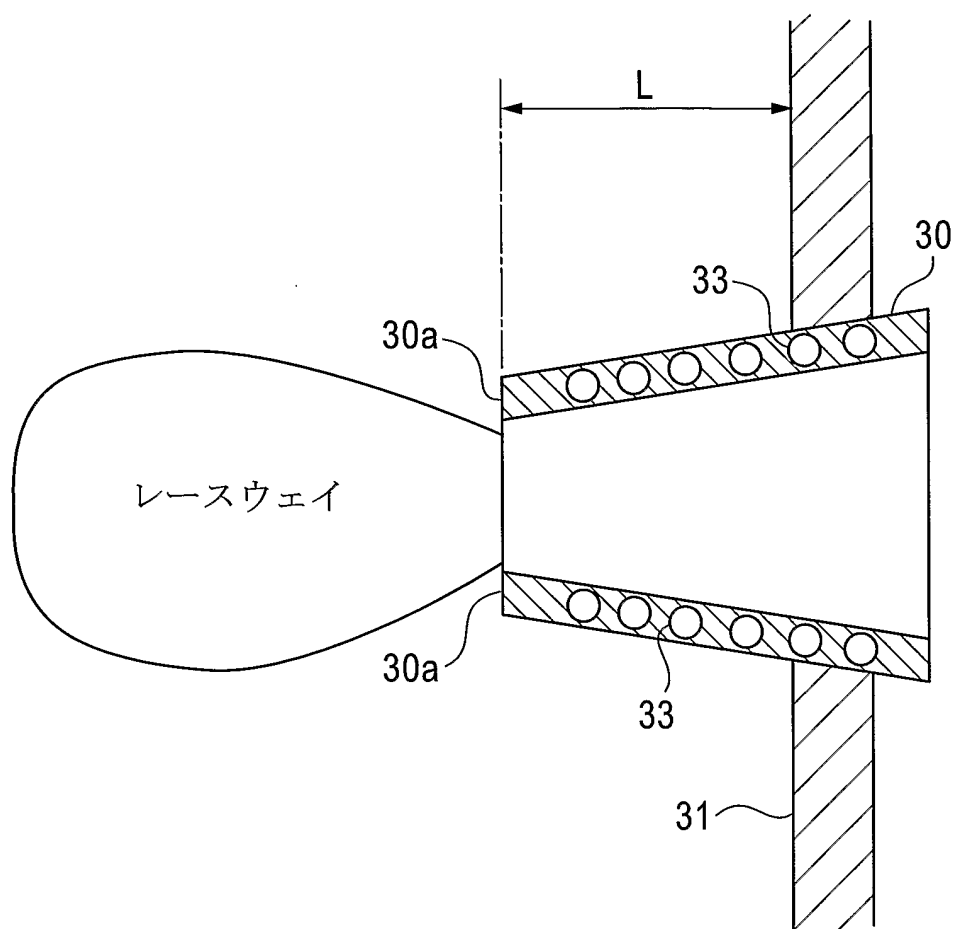


図 13

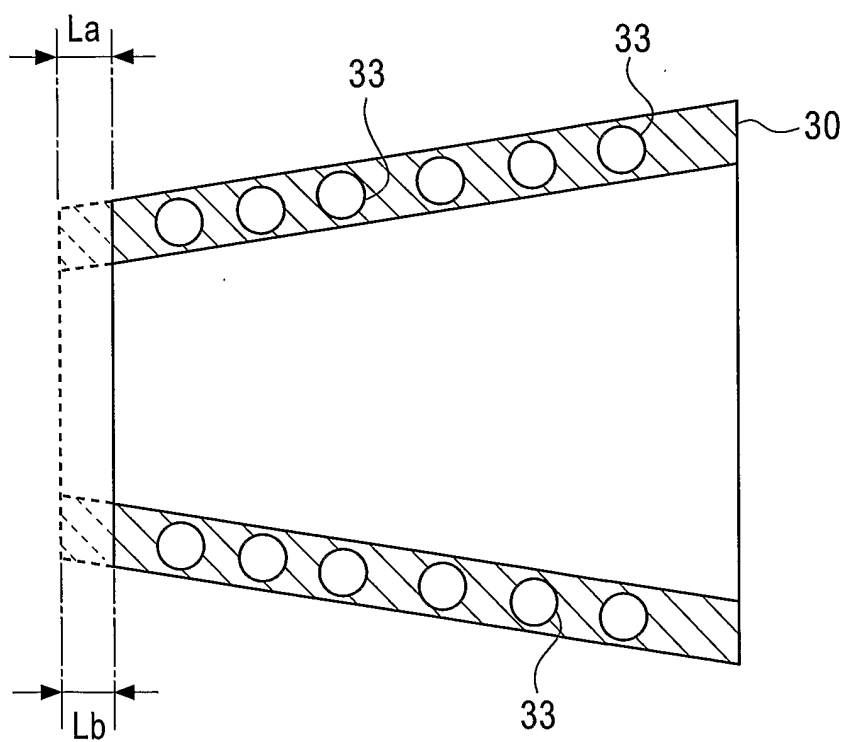


図 14

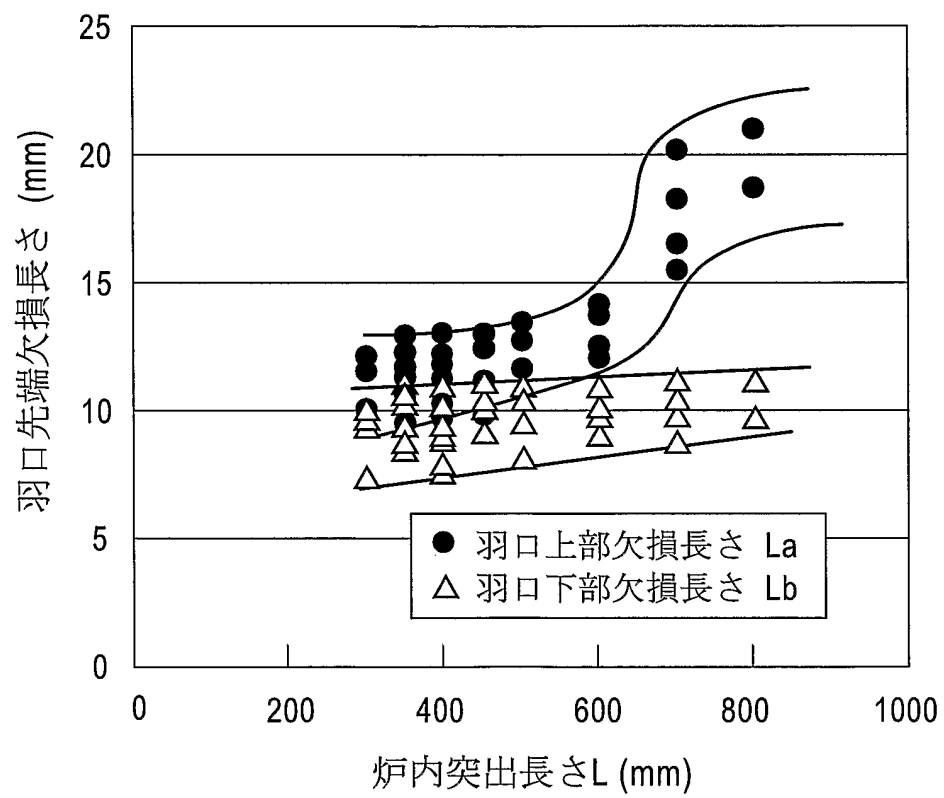


図 15

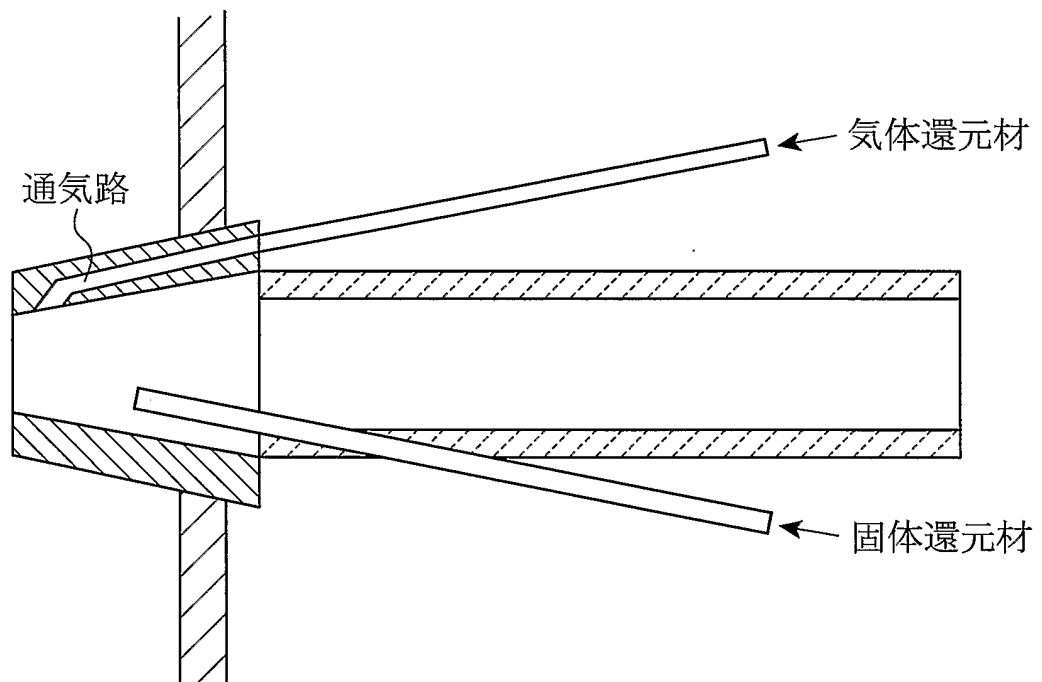


図 16A

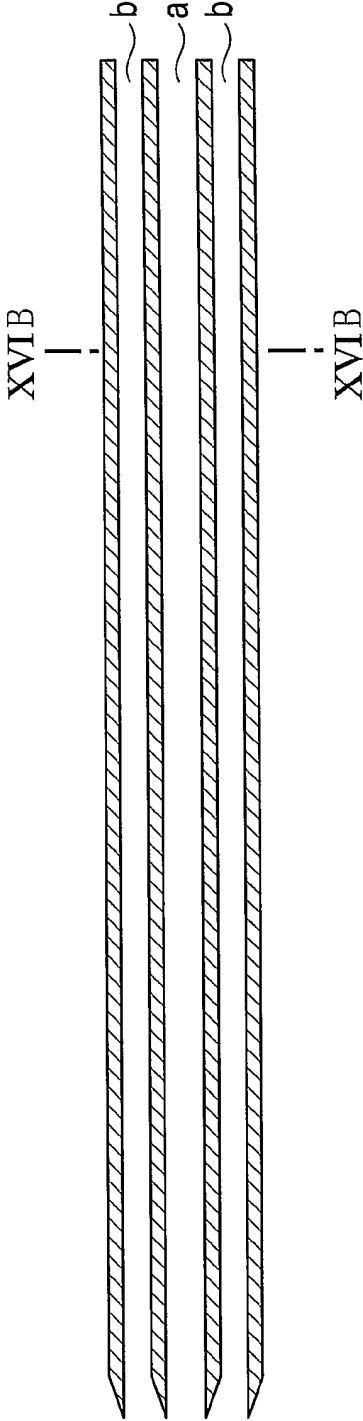
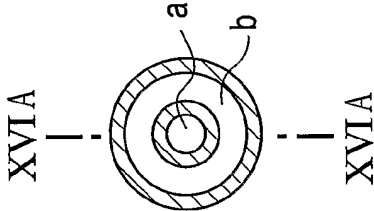


図 16B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/018246

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21B7/00 (2006.01) , **C21B5/00** (2006.01)

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)

C21B7/00 (2006.01) , **C21B5/00** (2006.01)

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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 A	JP 48-4283 B1 (Nariyuki TANAKA) , 07 February, 1973 (07.02.73) , Column 2, lines 9 to 16; column 4, lines 8 to 12; Fig. 3 (Family: none)	1-3, 8-17 4-7
A	JP 58-97152 U (Kawasaki Steel Corp.) , 01 July, 1983 (01.07.83) , (Family: none)	1-17

☐ 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
20 December, 2005 (20.12.05)

Date of mailing of the international search report
27 December, 2005 (27.12.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. **C21B7/00** (2006.01), **C21B5/00** (2006.01)

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. **C21B7/00** (2006.01), **C21B5/00** (2006.01)

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	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用了電子データベース (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 A	J P 48-4283 B1 (田中 成曜) 1973.02. 07, 第2欄第9-16行, 第4欄第8-12行, 第3図 (ファミリーなし)	1-3, 8-17 4-7
A	J P 58-97152 U (川崎製鉄株式会社) 1983. 07.01 (ファミリーなし)	1-17

☐ 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

20.12.2005

国際調査報告の発送日

27.12.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

鈴木 正紀

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

4K

8520