

(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  
2021年6月3日(03.06.2021)



(10) 国際公開番号  
**WO 2021/106578 A1**

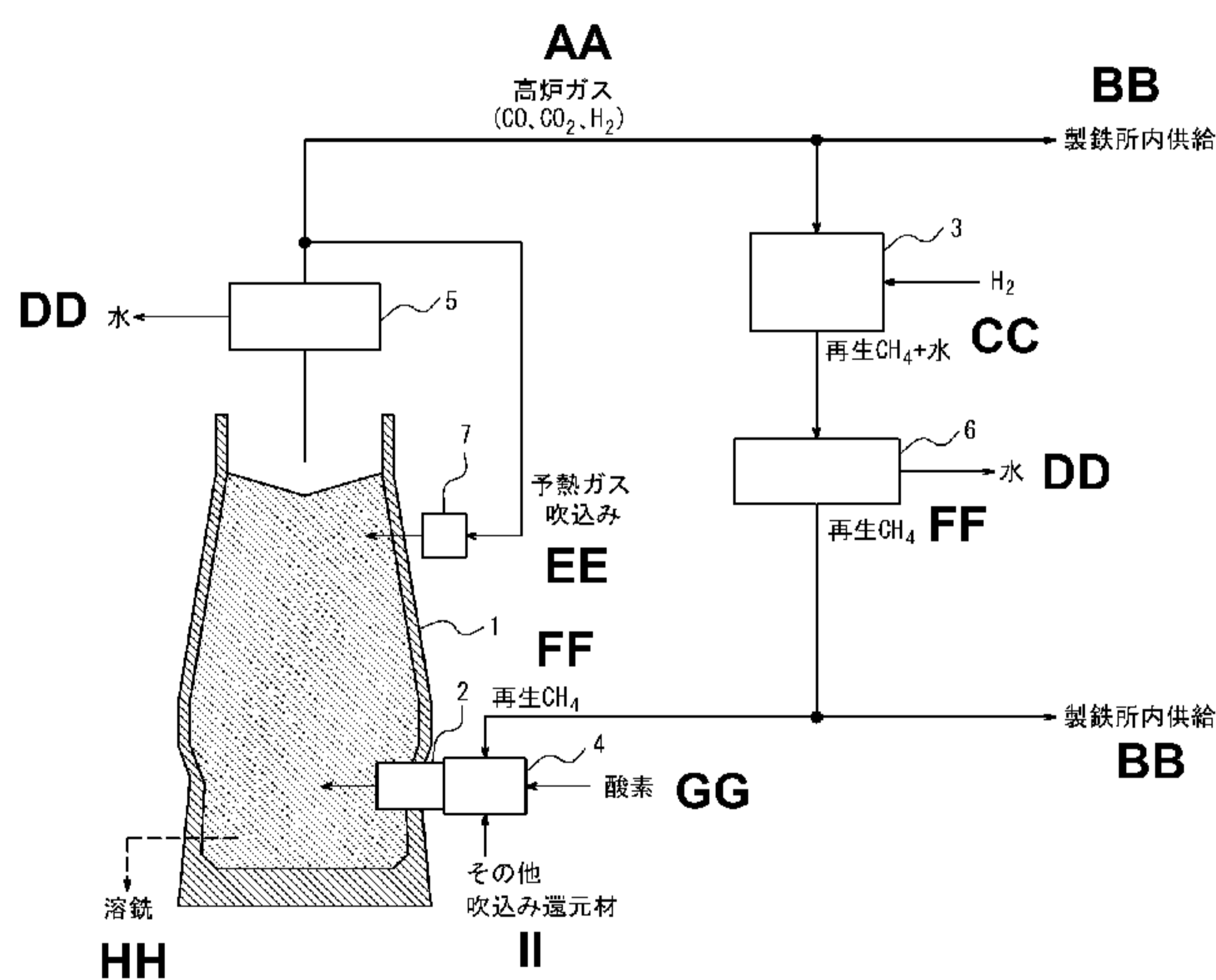
- (51) 国際特許分類:  
C21B 5/00 (2006.01) C21B 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/042144
- (22) 国際出願日: 2020年11月11日(11.11.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2019-212514 2019年11月25日(25.11.2019) JP
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社(JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: ▲高▼橋 功一(TAKAHASHI Koichi); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 野内 泰平(NOUCHI Taihei); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 小澤 純仁(OZAWA Sumito); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 川尻 雄基(KAWASHIRI Yuki); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 守田 祐哉(MORITA Yuya); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 杉村 憲司 (SUGIMURA Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36階 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) Title: BLAST FURNACE OPERATION METHOD AND BLAST FURNACE ANCILLARY EQUIPMENT

(54) 発明の名称: 高炉の操業方法および高炉附帯設備



- AA Blast furnace gas
- BB Supply into ironmaking furnace
- CC Regenerated CH<sub>4</sub> + water
- DD Water
- EE Preheated gas blowing
- FF Regenerated CH<sub>4</sub>
- GG Oxygen
- HH Molten iron
- II Other, blown reducing material

(57) Abstract: A blast furnace operation method comprises: a step of generating regenerated methane gas from a by-product gas discharged from a blast furnace, and a step of blowing a blow gas and a reducing material into the blast furnace from the tuyere of the blast furnace, wherein an oxygen gas is used as the blow gas, and regenerated methane gas is used for at least a part of the reducing material.

(57) 要約: 高炉から排出される副生ガスから再生メタンガスを生成する工程と、高炉の羽口から高炉内に送風ガスおよび還元材を吹込む工程と、を有し、送風ガスとして酸素ガスを用い、かつ、還元材の少なくとも一部に再生メタンガスを用いる。

WO 2021/106578 A1

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

## 明 細 書

発明の名称：高炉の操業方法および高炉附帯設備

### 技術分野

[0001] 本発明は、高炉の操業方法および高炉附帯設備に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、地球環境問題を背景として、二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）の排出量削減が強く求められている。そのため、製鉄所内に設けられた高炉の操業においても、低還元材比（低RAR）操業を行うことが求められている。

[0003] 一般的な高炉では、羽口から送風ガスとして熱風（ $1200^\circ\text{C}$ 程度に加熱した空気）を高炉内に吹込む。これにより、熱風中の酸素と、還元材となるコークスや微粉炭とが反応し、一酸化炭素（ $\text{CO}$ ）ガスや水素（ $\text{H}_2$ ）ガスが生成する。これらの一酸化炭素ガスや水素ガスによって、高炉内に装入した鉄鉱石が還元される。また、この鉄鉱石の還元反応において、二酸化炭素が発生する。

なお、送風ガスは、羽口から高炉内に吹き込まれるガスである。送風ガスは、高炉内において微粉炭やコークスをガス化する役割も果たすものである。

[0004] このような高炉の操業における二酸化炭素の排出量削減技術として、高炉等から排出される副生ガスに含まれる一酸化炭素や二酸化炭素を改質して、メタンやエタノールなどの炭化水素を生成し、生成した炭化水素を、再度、高炉に還元材として導入する技術が提案されている。

[0005] 例えば、特許文献1には、

「 $\text{CO}_2$ 及び／又は $\text{CO}$ を含む混合ガスから $\text{CO}_2$ 及び／又は $\text{CO}$ を分離回収する工程（A）と、該工程（A）で分離回収された $\text{CO}_2$ 及び／又は $\text{CO}$ に水素を添加し、 $\text{CO}_2$ 及び／又は $\text{CO}$ を $\text{CH}_4$ に変換する工程（B）と、該工程（B）を経たガスから $\text{H}_2\text{O}$ を分離除去する工程（C）と、該工程（C）を経たガスを高炉内に吹き込む工程（D）を有することを特徴とする高炉の操業方法

。」

が開示されている。

[0006] また、特許文献2には、

「高炉ガスを燃料の一部または全部として使用する燃焼炉の排ガスからCO<sub>2</sub>を分離し、分離したCO<sub>2</sub>をメタンに改質して得られた還元ガスを高炉に吹込むことを特徴とする高炉操業方法。」

が開示されている。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0007] 特許文献1：特開2011-225969号公報

特許文献2：特開2014-005510号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0008] しかし、特許文献1および2の技術では、還元材として高炉に吹込むメタンの量が一定以上になると、高炉下部の着熱不足や圧損上昇、出滓不良などの操業トラブルを引き起こす場合がある。

そのため、安定した操業の下、高炉からの二酸化炭素の排出量の一層の削減が可能な高炉の操業方法の開発が求められている。

[0009] 本発明は、上記の現状に鑑み開発されたものであって、安定した操業の下、高炉からの二酸化炭素の排出量の一層の削減が可能な高炉の操業方法を提供することを目的とする。

また、本発明は、上記の高炉の操業方法に用いる高炉附帯設備を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0010] さて、発明者らは、上記の目的を達成すべく、鋭意検討を重ねた。

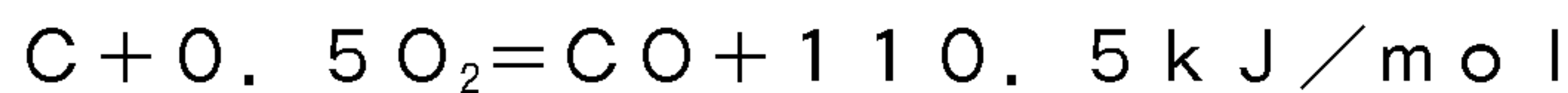
まず、発明者らは、特許文献1および2の技術において、還元材として高炉に吹込むメタンの量を一定以上とした場合に、操業トラブルが発生する原

因について検討した。

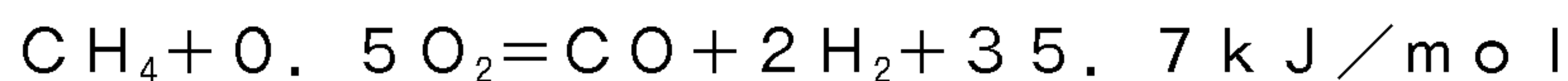
その結果、以下の知見を得た。

還元材として高炉に吹込むメタンの量を一定以上にすると、羽口の出口近傍に生じる燃焼領域（レースウェイ）において吹込み還元材およびコークスが燃焼して生じる火炎の温度（以下、羽口先温度ともいう）が大幅に低下する。そして、この羽口先温度の低下が、高炉下部の着熱不足や圧損上昇、出滓不良などの操業トラブルの発生原因となる。

[0011] すなわち、羽口から高炉内に還元材として微粉炭を吹込む場合、微粉炭の主成分は炭素であるため、レースウェイでは以下のような反応が起こる。



一方、羽口から高炉内に還元材としてメタンを吹込む場合、レースウェイでは以下のような反応が起こる。



当該反応時に発生する熱量を、COおよびH<sub>2</sub>の合計量の1モルあたりに換算すると、11.9 kJ/molとなる。

高炉の安定操業のためには、羽口先温度を2000℃～2400℃の範囲に制御する必要がある。しかし、高炉内に吹込む還元材の多くを微粉炭からメタンガスに置換すると、上記の反応熱の差により、羽口先温度が低下する。その結果、羽口先温度を上記範囲内に制御することができなくなって、種々の操業トラブルが発生する。

[0012] そこで、発明者らは、上記の知見を基に、さらに検討を重ねた。

その結果、送風ガスとして、熱風（1200℃程度に加熱した空気）ではなく、酸素ガスを使用することにより、高炉内に吹込む還元材に多量のメタンを用いても、羽口先温度の低下を有効に防止されることを知見した。そして、このようなメタンを高炉から排出される副生ガスから再生し、この再生したメタン（再生メタンガス）を還元材として高炉内に再度吹込むことによって、高炉からの二酸化炭素の排出量を一層削減しつつ、安定した高炉の操業が可能になるとの知見を得た。

また、送風ガスとして、特に酸素濃度の高い酸素ガスを使用することにより、高炉から排出される副生ガスに含まれる窒素の量が大幅に低減される。その結果、当該副生ガスから一酸化炭素や二酸化炭素を分離する工程が不要となり、設備のコンパクト化の点でも極めて有利になるとの知見を得た。

[0013] なお、発明者らは、送風ガスとして、酸素ガスを使用することにより、高炉内に吹込む還元材に多量のメタンを用いても、羽口先温度を2000℃～2400℃の範囲に制御することが可能である理由について、次のように考えている。

すなわち、送風ガスとして、熱風（1200℃程度に加熱した空気）を使用する場合、燃焼ガス中に燃焼反応に寄与しない50体積%程度の窒素が含まれるため、レースウェイにおける火炎の温度は高温となり難い。そのため、高炉内に吹込む還元材の多くを微粉炭からメタンガスに置換すると、上記した微粉炭－酸素の反応における反応熱と、メタンガス－酸素の反応における反応熱との差によって、羽口先温度が低下し、ひいては、羽口先温度が適正温度の下限である2000℃を下回ってしまう。

一方、送風ガスとして、酸素ガスを使用することにより、燃焼反応に寄与しない窒素ガスの混入を抑制できるので、羽口先温度を十分な温度まで昇温することが可能となる。すなわち、レースウェイにおける火炎の温度を、熱風を使用する場合と比べて高温とすることができるため、羽口から還元材として多量のメタンを吹込む場合にも、羽口先温度を適正範囲である2000℃～2400℃の範囲に制御することが可能となる。

本発明は、上記の知見に基づき、さらに検討を加えて完成されたものである。

[0014] すなわち、本発明の要旨構成は次のとおりである。

1. 高炉の操業方法であって、

前記高炉から排出される副生ガスから再生メタンガスを生成する工程と、  
前記高炉の羽口から前記高炉内に送風ガスおよび還元材を吹込む工程と、  
を有し、

前記送風ガスとして酸素ガスを用い、かつ、前記還元材の少なくとも一部に前記再生メタンガスを用いる、高炉の操業方法。

[0015] 2. 前記還元材における循環炭素原子の原単位が  $60 \text{ kg} / \text{t}$  以上である、前記 1 に記載の高炉の操業方法。

ここで、循環炭素原子の原単位とは、溶銑  $1 \text{ t}$  を製造する際に還元材として高炉内に吹込まれる再生メタンガスの炭素換算質量であり、次式により求める。

[循環炭素原子の原単位 ( $\text{kg} / \text{t}$ )] = [還元材として高炉内に吹込まれる再生メタンガス中のメタンの質量 ( $\text{kg}$ )]  $\times$  ( $12 / 16$ )  $\div$  [溶銑製造量 ( $\text{t}$ )]

[0016] 3. 前記酸素ガスの酸素濃度が  $80$  体積%以上である、前記 1 または 2 に記載の高炉の操業方法。

[0017] 4. 前記副生ガスの一部から前記再生メタンガスを生成し、前記副生ガスの余剰分を製鉄所内に供給する、前記 1 ~ 3 のいずれかに記載の高炉の操業方法。

[0018] 5. 前記再生メタンガスの余剰分を製鉄所内に供給する、前記 1 ~ 4 のいずれかに記載の高炉の操業方法。

[0019] 6. 前記 1 ~ 5 のいずれかに記載の高炉の操業方法に用いる高炉附帯設備であって、

前記副生ガスから前記再生メタンガスを生成する、メタンガス生成装置と、

前記再生メタンガスを前記高炉の羽口に導入するメタンガス供給部、および、前記酸素ガスを前記高炉の羽口に導入する酸素ガス供給部を有する、ガス吹込装置と、

をそなえる、高炉附帯設備。

## 発明の効果

[0020] 本発明によれば、安定した操業の下、高炉からの二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) の排出量の一層の削減が可能となる。また、高炉ガスから生成したメタンガスを

使用することにより、コークスおよび微粉炭、すなわち、有限の化石燃料である石炭の使用量を削減することも可能となる。

さらに、高炉から排出される副生ガス中の窒素の量が大幅に低減されるので、当該副生ガスから一酸化炭素や二酸化炭素を分離する工程、換言すれば、巨大なP S A（圧力変動吸着法）分離装置等が不要となり、設備のコンパクト化の点でも極めて有利になる。

### 図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の一実施形態に従う高炉の操業方法に用いる、高炉および高炉附帯設備の一例を模式的に示す図である。

[図2]本発明の一実施形態に従う高炉の操業方法に用いる、ガス吹込装置の例を模式的に示す図である。

[図3]本発明の一実施形態に従う高炉の操業方法に用いる、高炉および高炉附帯設備の一例を模式的に示す図である。

[図4]本発明の一実施形態に従う高炉の操業方法に用いる、高炉および高炉附帯設備の一例を模式的に示す図である。

[図5]比較例で用いた、高炉および高炉附帯設備を模式的に示す図である。

[図6]比較例で用いた、高炉および高炉附帯設備を模式的に示す図である。

[図7]比較例で用いた、高炉および高炉附帯設備を模式的に示す図である。

[図8]熱風送風条件および酸素ガス送風条件について、循環炭素原子の原単位と羽口先温度との関係の一例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0022] 本発明を、以下の実施形態に基づき説明する。

本発明の一実施形態は、高炉の操業方法であって、  
前記高炉から排出される副生ガスから再生メタンガスを生成する工程と、  
前記高炉の羽口から前記高炉内に送風ガスおよび還元材を吹込む工程と、  
を有し、

前記送風ガスとして酸素ガスを用い、かつ、前記還元材の少なくとも一部に前記再生メタンガスを用いる、というものである。



[0023] まず、本発明の一実施形態に従う高炉の操業方法を、図1に模式的に示す高炉および高炉附帯設備に適用した場合を例として、説明する。

図中、符号1は高炉、2は羽口、3はメタンガス生成装置、4はガス吹込装置、5は第1の脱水装置、6は第2の脱水装置、7はバーナーである。

なお、ここでいう高炉には、シャフト型還元炉なども含むものとする。

[0024] [高炉の操業方法]

本発明の一実施形態に従う高炉の操業方法では、高炉の炉頂部から高炉内へ原料となる焼結鉱や塊鉱石、ペレット（以下、鉱石原料ともいう）やコークスなどが装入される（図示せず）。また、高炉下部に設置された羽口2から高炉1内へ、送風ガスと還元材とが吹込まれる。なお、羽口2から高炉1内へ吹込む還元材を、コークスと区別するため、吹込み還元材ともいう。

そして、送風ガスと還元材の反応により生じた一酸化炭素ガスや水素ガスによって、高炉1内に装入した鉱石原料が還元される。この鉱石原料の還元反応において、二酸化炭素が発生する。そして、この二酸化炭素は、鉱石原料と反応しなかった一酸化炭素や水素などととともに、副生ガスとして、高炉の炉頂部から排出される。高炉の炉頂部は2.5気圧程度の高圧条件となっている。そのため、この高炉の炉頂部から排出される副生ガス（以下、高炉ガスともいう）が常圧に戻る際の膨張冷却により、水蒸気が凝縮する。そして、第1の脱水装置5において、その凝縮水が除去される。

[0025] ついで、高炉ガスの少なくとも一部を、メタンガス生成装置3に導入する。そして、メタンガス生成装置3において、高炉ガスに含まれる一酸化炭素および二酸化炭素と、水素ガスとを反応させて、メタン（ $\text{CH}_4$ ）ガスを生成する。ここで、高炉ガスを反応させて得たメタンガスを、再生メタンガスと称する。

なお、再生メタンガスの生成に使用する水素は、外部から供給すればよいが、二酸化炭素を極力発生しない製法が好ましい。例えば、水の電気分解などを用いればよい。また、水素ガスは、水素濃度：100体積%のガスでなくてもよいが、再生メタンガスのメタン濃度を高濃度とするため、水素濃度

が高いガス、具体的には、水素濃度が80体積%以上の水素ガスを用いることが好ましい。水素濃度は、より好ましくは90体積%以上、さらに好ましくは95体積%以上である。水素濃度は100体積%であってもよい。水素以外の残部ガスとしては、例えば、COやCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>などが挙げられる。

[0026] ついで、再生メタンガスを常温まで冷却することにより、再生メタンガス中の水蒸気が凝縮される。そして、第2の脱水装置6において、この凝縮水が除去される。

[0027] ついで、再生メタンガスを、ガス吹込装置4に導入する。ガス吹込装置4は、第2の脱水装置6を介してメタンガス生成装置3と接続される。また、ガス吹込装置4は、吹込み還元材となる再生メタンガスを高炉1の羽口2に導入するメタンガス供給部、および、送風ガスとなる酸素ガスを高炉の羽口に導入する酸素ガス供給部を有する。

[0028] 例えば、図2(a)に示すように、ガス吹込装置4は、中心管4-1および外管4-3を有する同軸多重管から構成される。そして、メタンガス供給部(路)となる中心管内路へメタンガス(再生メタンガス、および、適宜、後述する外部メタンガス)が導入され、酸素ガス供給部(路)となる中心管4-1と外管4-3との間の環状管路へ酸素ガスが導入される。

また、その他の吹込み還元材、例えば、微粉炭や廃プラスチック、水素ガスや一酸化炭素ガス等の還元ガスを一緒に使用してもよい。なお、その他の吹込み還元材の高炉内への吹込み量は、合計で150kg/t以下とすることが好適である。ここで、「kg/t」という単位は、溶銑1tを製造する際に高炉内へ吹込むその他の吹込み還元材の量である。

その他の吹込み還元材を使用する場合、メタンガス供給部に、その他の吹込み還元材も一緒に導入してもよい。また、その他の吹込み還元材として微粉炭や廃プラスチックを用いる場合には、メタンガス供給部とは別に、微粉炭や廃プラスチックを流通させる別の還元材供給部(路)を設けることが好ましい。この場合、ガス吹込装置3は、例えば、図2(b)に示すように、

中心管4-1および外管4-3に加え、中心管4-1と外管4-3の間に内管4-2を設けた同軸多重管により構成される。そして、別の還元材供給部となる中心管内路から微粉炭や廃プラスチックなどのその他の吹込み還元材が導入される。また、メタンガス供給部となる中心管4-1と外管4-3との間の環状管路からメタンガスが導入され、酸素ガス供給部となる内管4-2と外管4-3との間の環状管路から酸素が導入される。

なお、送風ガスに常温の酸素ガスを用いると着火性が悪くなるので、ガス吹込装置4の酸素ガス供給部を構成する外管の吐出部を多孔構造とし、酸素ガスと吹込み還元材の混合を促進することが好ましい。

[0029] また、羽口から高炉内に吹込むメタンガス（以下、吹込みメタンガスともいう）の全量を再生メタンガスとする必要はなく、製鉄所の操業に合わせて、別のラインから供給されるメタンガス（外部メタンガスともいう）を使用してもよい。この場合、ガス吹込装置4のメタンガス供給部に外部メタンガスの供給ラインを接続してもよいし、上記した別の還元材供給部に外部メタンガスの供給ラインを接続してもよい。また、メタンガス生成装置3とガス吹込装置4の間（好ましくは、第2の脱水装置6とガス吹込装置4の間）の再生メタンガス流通路に、外部メタンガスの供給ラインを接続してもよい。

なお、外部メタンガスとしては、例えば、化石燃料由来のメタンガスなどが挙げられる。

[0030] ついで、図2(a)および(b)に示すように、ガス吹込装置4から導入された吹込みメタンガス等の吹込み還元材および酸素ガスが羽口2内で混合され、この混合ガスが、羽口2から高炉1内に吹込まれた直後に、急速着火・急速燃焼する。そして、羽口2の先の高炉内に、吹込みメタンガス等の吹込み還元材やコークスと酸素ガスとが反応する領域であるレースウェイ8が形成される。

[0031] なお、送風ガス中の酸素濃度が増加すると、炉内ガス量が少なくなり、高炉上部における装入物の昇温が不十分となる場合がある。この場合には、図1に示すように、第1の脱水装置5の下流の高炉ガスの一部を、800℃～

1000℃程度となるようにバーナー7により部分燃焼させた後、高炉シャフト部に吹込む予熱ガス吹込みを行うことが好ましい。

[0032] そして、本発明の一実施形態に係る高炉の操業方法では、上述したように、送風ガスとして、熱風（1200℃程度に加熱した空気）ではなく、酸素ガスを使用することが重要となる。

すなわち、送風ガスとして、熱風（1200℃程度に加熱した空気）を使用する場合、燃焼ガス中に燃焼反応に寄与しない50体積%程度の窒素が含まれるため、レースウェイにおける火炎の温度は高温となり難い。そのため、高炉内に吹込む還元材の多くを微粉炭からメタンガスに置換すると、上記した微粉炭－酸素の反応における反応熱と、メタンガス－酸素の反応における反応熱との差によって、羽口先温度が低下して、羽口先温度が適正温度の下限である2000℃を下回ってしまう。その結果、高炉下部の着熱不足や圧損上昇、出滓不良などの操業トラブルを招く。また、高炉ガスに窒素が多量に含まれるようになるので、高炉ガスからメタンガスを生成する工程の前工程で、窒素と、一酸化炭素および二酸化炭素とを分離する工程が必要となる。

一方、送風ガスとして、酸素ガスを使用することにより、燃焼反応に寄与しない窒素ガスの混入を抑制できるので、羽口先温度を十分な温度まで昇温することが可能となる。すなわち、レースウェイにおける火炎の温度を、熱風を使用する場合と比べて高温とすることができる。そのため、羽口から還元材として多量のメタンを吹込む場合にも、羽口先温度を適正範囲である2000℃～2400℃の範囲に制御することが可能となる。

以上のことから、本発明の一実施形態に係る高炉の操業方法では、送風ガスとして、酸素ガスを使用することが重要となる。

[0033] なお、図8に、送風ガスとして熱風（1200℃程度に加熱した空気）を用いた条件（以下、熱風送風条件ともいう）と、送風ガスとして酸素ガス（酸素濃度：100%）を用いた条件（以下、酸素ガス送風条件ともいう）について、後述する還元材における循環炭素原子の原単位（以下、単に循環炭

素原子の原単位ともいう)と羽口先温度との関係の一例を示す。両方の条件とも、吹込み還元材には、全量、再生メタンガス(メタン濃度:99.5%)を使用している。

図8に示したように、熱風送風条件では、循環炭素原子の原単位が52kg/t以上(すなわち、再生メタンの吹き込み量が97Nm<sup>3</sup>/t以上)になると、羽口先温度が適正温度の下限である2000℃を下回ってしまうことがわかる。このように、一般的に用いられている熱風送風条件では、循環炭素原子の原単位を、55kg/t以上、特には、60kg/t以上にすると、羽口先温度の低下を招き、安定した操業を行うことができない。

一方、酸素ガス送風条件では、循環炭素原子の原単位を55kg/t以上、さらには、60kg/t以上としても、羽口先温度を2000℃以上に保つことが可能であることがわかる。

なお、図8の酸素ガス送風条件では、循環炭素原子の原単位が55kg/t~80kg/tの範囲で羽口先温度が適正温度の上限である2400℃を超えている。これは、吹込み還元材に、全量、再生メタンを使用しているためであり、吹込み還元材の一部に外部メタンガスを使用する場合には、循環炭素原子の原単位が55kg/t~80kg/tの範囲においても羽口先温度を2000℃~2400℃の範囲に制御することが可能である。また、吹込み還元材に、全量、再生メタンを使用する場合にも、酸素ガスの酸素濃度を調整することによって、羽口先温度を2000℃~2400℃の範囲に制御することが可能である。

[0034] また、酸素ガスにおける酸素濃度は、80体積%以上とすることが好ましい。すなわち、酸素ガスにおける酸素濃度が低いと、高炉内への導入するガス量、ひいては、高炉の圧力損失が増大して、生産性が低下するおそれがある。また、上記のガス循環を繰り返す間に、再生メタンガス中のメタンガスの濃度が相対的に低下する。そのため、酸素ガスにおける酸素濃度は80体積%以上とすることが好ましい。酸素濃度は、より好ましくは90体積%以上、さらに好ましくは95体積%以上である。特に、酸素濃度が90体積%

以上であれば、通常の高炉の操業期間を超えて操業する場合にも、外部メタンガスの供給などなしに、再生メタンガス中のメタンガス濃度を高濃度（90体積%程度）に保つことができるので、非常に有利である。酸素濃度は100体積%であってもよい。

なお、酸素ガス中の酸素以外の残部ガスとしては、例えば、窒素や二酸化炭素、アルゴン等が含まれていてもよい。

[0035] また、再生メタンガス、または、再生メタンガスおよび外部メタンガスにより構成される吹込みメタンガスのメタン濃度は80体積%以上とすることが好ましい。

すなわち、吹込みメタンガス中のメタン濃度が低いと、高炉内への吹込むガス量、ひいては、高炉の圧力損失が増大して、生産性が低下するおそれがある。また、上記したガス循環を繰り返す間に、再生メタンガス中のメタン濃度が相対的に低下する。そのため、吹込みメタンガスのメタン濃度は、80体積%以上とすることが好ましい。吹込みメタンガスのメタン濃度は、より好ましくは90体積%以上、さらに好ましくは95体積%以上である。吹込みメタンガスのメタン濃度は100体積%であってもよい。

同様の理由から、再生メタンガスおよび外部メタンガスのメタン濃度もそれぞれ、80体積%以上とすることが好ましい。再生メタンガスおよび外部メタンガスのメタン濃度はそれぞれ、より好ましくは90体積%以上、さらに好ましくは95体積%以上である。再生メタンガスおよび外部メタンガスのメタン濃度はそれぞれ100体積%であってもよい。

なお、吹込みメタンガス、再生メタンガスおよび外部メタンガス中のメタン以外の残部ガスとしては、例えば、一酸化炭素、二酸化炭素、水素および炭化水素、ならびに、窒素などの不純物ガスが含まれていてもよい。

また、再生メタンガスのメタン濃度が低下した場合には、例えば、吹込みメタンガスにおける再生メタンガスの割合を低下させる一方、メタン濃度の高い外部メタンガスの割合を増加させることによって、吹込みメタンガス中のメタン濃度を高く保つことが可能である。

[0036] また、本発明の一実施形態に係る高炉の操業方法では、還元材における循環炭素原子の原単位を  $55 \text{ kg/t}$  以上、さらには  $60 \text{ kg/t}$  以上とすることが好ましい。

ここで、循環炭素原子の原単位とは、溶銑  $1 \text{ t}$  を製造する際に還元材として高炉内に吹込まれる再生メタンガスの炭素換算質量であり、次式により求める。

[循環炭素原子の原単位 ( $\text{kg/t}$ )] = [還元材として高炉内に吹込まれる再生メタンガス中のメタンの質量 ( $\text{kg}$ )]  $\times$  ( $12/16$ )  $\div$  [溶銑製造量 ( $\text{t}$ )]

[0037] 高炉の安定操業のためには、通常、羽口先温度を  $2000^\circ\text{C}$  ~  $2400^\circ\text{C}$  の範囲に制御する必要がある。そのため、送風ガスとして、熱風 ( $1200^\circ\text{C}$  程度に加熱した空気) を使用する場合には、羽口先温度を上記の範囲に保持する観点から、メタンガスを、炭素換算質量で  $52 \text{ kg/t}$  程度までしか高炉内に吹込むことができない。すなわち、高炉内に吹込むメタンガスの全量を、再生メタンガスとしても、還元材における循環炭素原子の原単位は、 $52 \text{ kg/t}$  程度にしかない。

[0038] 一方、本発明の一実施形態に係る高炉の操業方法では、メタンガスの吹込み量を大幅に増加させても羽口先温度を  $2000^\circ\text{C}$  ~  $2400^\circ\text{C}$  の範囲に制御することができる。そのため、還元材における循環炭素原子の原単位を  $55 \text{ kg/t}$  以上、さらには  $60 \text{ kg/t}$  以上に増加させることができる。これによって、高炉ガスに含まれる一酸化炭素や二酸化炭素に由来する再生メタンガスの使用量が増加し、高炉からの二酸化炭素の排出量が一層削減される。還元材における循環炭素原子の原単位は、 $80 \text{ kg/t}$  以上、さらには、 $90 \text{ kg/t}$  以上とすることがより好適である。還元材における循環炭素原子の原単位の上限は、特に限定されるものではないが、 $110 \text{ kg/t}$  以下とすることが好ましい。

なお、還元材における循環炭素原子の原単位は、吹込み還元材における再生メタンガスの羽口への吹き込み量を調整することにより、制御することが

できる。

特に、吹込みメタンガスにおける再生メタンガスの割合を80体積%以上、好ましくは90体積%以上とすることにより、高い二酸化炭素の排出量削減効果が得られる。

[0039] また、図3に示すように、高炉ガスの一部から再生メタンガスを生成し、高炉ガスの余剰分を製鉄所内に供給してもよい。さらに、図4に示すように、再生メタンガスに余剰分がある場合には、その余剰分を製鉄所内に供給してもよい。

[0040] なお、酸素ガスおよび還元材の吹込み量やその他の操業条件は、特に限定されず、高炉の容量などに応じ、適宜決定すればよい。

[0041] [高炉附帯設備]

本発明の一実施形態に従う高炉附帯設備は、上記の高炉の操業方法に用いる高炉附帯設備であって、

前記副生ガスから前記再生メタンガスを生成する、メタンガス生成装置と、

前記再生メタンガスを前記高炉の羽口に導入するメタンガス供給部、および、前記酸素ガスを前記高炉の羽口に導入する酸素ガス供給部を有する、ガス吹込装置と、

をそなえる、高炉附帯設備である。

[0042] ここで、メタンガス生成装置は、例えば、高炉ガス取入れ部と、水素ガス取入れ部と、反応部を有する。反応部では、高炉ガス取入れ部から取り入れた高炉ガスと、水素ガス取入れ部から取り入れた水素ガスとを反応させて、再生メタンガスを生成する。なお、メタンガスの生成反応では発熱が起こるので、反応部は冷却機構をそなえることが好ましい。

[0043] また、ガス吹込装置は、上記したように、例えば、図2(a)に示すように、中心管4-1および外管4-3を有する同軸多重管から構成される。そして、メタンガス供給部(路)となる中心管内路へメタンガス(再生メタンガス、および、適宜、後述する外部メタンガス)が導入され、酸素ガス供給



部（路）となる中心管4-1と外管4-3との間の環状管路へ酸素ガスが導入される。

また、その他の吹込み還元材、例えば、微粉炭や廃プラスチック、水素ガスや一酸化炭素ガス等の還元ガスを一緒に使用してもよい。

その他の吹込み還元材を使用する場合、メタンガス供給部に、その他の吹込み還元材も一緒に導入してもよい。また、その他の吹込み還元材として微粉炭や廃プラスチックを用いる場合には、メタンガス供給部とは別に、微粉炭や廃プラスチックを流通させる別の還元材供給部（路）を設けることが好ましい。この場合、ガス吹込装置は、例えば、図2（b）に示すように、中心管4-1および外管4-3に加え、中心管4-1と外管4-3の間に内管4-2を設けた同軸多重管により構成される。そして、別の還元材供給部となる中心管内路から微粉炭や廃プラスチックなどのその他の吹込み還元材が導入される。また、メタンガス供給部となる中心管4-1と外管4-3との間の環状管路からメタンガスが導入され、酸素ガス供給部となる内管4-2と外管4-3との間の環状管路から酸素が導入される。

## 実施例

[0044] 図1、図3～7に模式的に示した高炉および高炉附帯設備を用いて、表1に示す条件で高炉操業を行い、操業中の羽口先温度および高炉からの二酸化炭素の排出量を評価した。評価結果を表1に併記する。

なお、図5～7中、符号9は熱風炉、10はガス分離装置、11は熱風炉排ガス用脱水装置である。

[0045] ここで、発明例1では、図1に模式的に示した高炉および高炉附帯設備を用い、高炉ガスの一部から再生メタンガスを生成し、高炉ガスの余剰分を製鉄所内に供給した。また、吹込み還元材には、全量、再生メタンガスを使用し、再生メタンガスの余剰分を、製鉄所内に供給した。

発明例2では、図3に模式的に示した高炉および高炉附帯設備を用い、高炉ガスの一部から再生メタンガスを生成し、高炉ガスの余剰分を製鉄所内に供給した。また、吹込み還元材には、全量、再生メタンガスを使用し、再生

メタンガスの余剰分が発生しないように、再生メタンガスの生成量を調整した。

発明例3では、図4に模式的に示した高炉および高炉附帯設備を用い、高炉ガスの全量から再生メタンガスを生成した。また、吹込み還元材には、全量、再生メタンガスを使用し、再生メタンガスの余剰分を、製鉄所内に供給した。

発明例4および5では、図3に模式的に示した高炉および高炉附帯設備を用い、高炉ガスの一部から再生メタンガスを生成し、高炉ガスの余剰分を製鉄所内に供給した。また、吹込み還元材には、再生メタンガスに加え、一部、化石燃料由来の外部メタンガスを使用した。

[0046] 一方、比較例1では、図5に模式的に示した高炉および高炉附帯設備を用いた。すなわち、比較例1は、送風ガスとして、熱風（1200℃程度に加熱した空気（酸素濃度：21～25体積%程度））を、吹込み還元材として微粉炭をそれぞれ使用した、一般的な高炉操業方法である。なお、高炉ガスからの再生メタンガスの生成は行わなかった。

比較例2では、図6に模式的に示した高炉および高炉附帯設備を用いた。ここでは、送風ガスとして、熱風（1200℃程度に加熱した空気（酸素濃度：21～25体積%程度））を、吹込み還元材として再生メタンガスをそれぞれ使用した。また、再生メタンガスの生成前に、高炉ガスから一酸化炭素および二酸化炭素を分離し、分離した一酸化炭素および二酸化炭素から、再生メタンガスを生成した。

比較例3では、図7に模式的に示した高炉および高炉附帯設備を用いた。ここでは、送風ガスとして、熱風（1200℃程度に加熱した空気（酸素濃度：21～25体積%程度））を、吹込み還元材として再生メタンガスをそれぞれ使用した。また、再生メタンガスの生成では、高炉ガスではなく、熱風炉の副生ガス（以下、熱風炉排ガスともいう）を使用した。そして、熱風炉排ガスから二酸化炭素を分離し、分離した二酸化炭素から、再生メタンガスを生成した。

比較例4では、図1に模式的に示した高炉および高炉附帯設備を用い、高炉ガスの一部から再生メタンガスを生成し、高炉ガスの余剰分を製鉄所内に供給した。また、吹込み還元材には、再生メタンガスに加え、一部、化石燃料由来の外部メタンガスを使用した。

比較例5では、比較例2と同様、図6に模式的に示した高炉および高炉附帯設備を用いた。なお、比較例5は、吹込みメタンガス比を増加させたこと以外は、比較例2と同じ条件である。

[0047] なお、比較の観点から、高炉の諸元は可能な限り統一した。すなわち、シャフト効率は94%、ヒートロス $150000\text{ kcal/t}$ となるようにした。

なお、「 $\text{kcal/t}$ 」という単位は、溶銑1tを製造する際に発生するヒートロス量(kcal)を意味するものである。同様に、コークス比などで使用する「 $\text{kg/t}$ 」という単位は、溶銑1tを製造する際に使用されるコークスの量(kg)などを意味するものである。また、吹込みメタン比などに使用する「 $\text{Nm}^3/\text{t}$ 」という単位も、溶銑1tを製造する際に高炉内に吹込まれる吹込みメタンガス中のメタン量( $\text{Nm}^3$ )などを意味するものである(なお、吹込みメタン比は、再生メタン比および外部メタン比の和であるが、再生メタンガスには、メタン以外の微量の残部ガスが含まれている。また、表1中に表示している再生メタン比および外部メタン比の値は、いずれもメタン以外の微量の残部ガスを除いたメタン量であり、小数点以下第1位を四捨五入した値である。そのため、表1中の吹込みメタン比と、再生メタン比および外部メタン比の和が一致しない場合がある。)

また、表1中の「高炉Input C」は、溶銑1tを製造する際に使用する外部由来の(具体的には、コークス、微粉炭および外部メタンガスに含まれる)炭素原子の質量(kg)を意味するものである。

[0048]

[表1]

表 1

		発明例 1	発明例 2	発明例 3	発明例 4	発明例 5	
高炉諸元	シャフト効率	-	0.94	0.94	0.94	0.94	
	ヒートロス	kcal/t	150000	150000	150000	150000	
	コークス比	kg/t	338	338	338	338	
	還元材 (吹込み還元材)	微粉炭比	kg/t	0	0	0	0
		吹込みメタン比	Nm <sup>3</sup> /t	200	200	200	200
		再生メタン比	Nm <sup>3</sup> /t	200	200	200	112
		外部メタン比	Nm <sup>3</sup> /t	0	0	0	88
	送風ガス	供給量	Nm <sup>3</sup> /t	321	321	321	321
		供給温度	°C	25	25	25	25
		種類	-	酸素ガス	酸素ガス	酸素ガス	酸素ガス
酸素濃度		体積%	100	100	100	100	
ガス分離工程	高炉ガス発生量	Nm <sup>3</sup> /t	1034	1034	1034	1034	
	分離工程の有無	-	なし	なし	なし	なし	
	分離前のガス種	-	-	-	-	-	
	分離前のガス量	Nm <sup>3</sup> /t	-	-	-	-	
	分離後のガス種	-	-	-	-	-	
	分離後のガス量	Nm <sup>3</sup> /t	-	-	-	-	
メタンガス 生成工程	原料ガス種	-	高炉ガス	高炉ガス	高炉ガス	高炉ガス	
	原料ガス量	Nm <sup>3</sup> /t	527	264	1034	147	
	水素ガス供給量	Nm <sup>3</sup> /t	1301	651	2554	364	
	再生メタンガスの生成量	Nm <sup>3</sup> /t	402	201	788	112	
	再生メタンガスのメタン濃度	体積%	99.6	99.6	99.6	99.6	
	吹込みメタンガス中の再生メタンガス量	Nm <sup>3</sup> /t	201	201	201	112	
ガス分配	再生メタンガスの余剰量 (製鉄所内供給量)	Nm <sup>3</sup> /t	201	0	587	0	
	高炉ガスの余剰量 (製鉄所内供給量)	Nm <sup>3</sup> /t	507	770	0	886	
Cバランス	循環炭素原子の原単位	kg/t	107	107	107	60	
	高炉InputC	kg/t	290	290	290	338	
評価結果	高炉から外部へ排出されるCO <sub>2</sub> 量	kg/t	1064	1064	1064	1238	
	羽口先温度	°C	2046	2046	2046	2046	

表 1 (続き)

		比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5	
高炉諸元	シャフト効率	-	0.94	0.94	0.94	0.94	
	ヒートロス	kcal/t	150000	150000	150000	150000	
	コークス比	kg/t	331	410	410	338	
	還元材 (吹込み還元材)	微粉炭比	kg/t	170	0	0	0
		吹込みメタン比	Nm <sup>3</sup> /t	0	97	97	200
		再生メタン比	Nm <sup>3</sup> /t	0	97	97	75
		外部メタン比	Nm <sup>3</sup> /t	0	0	0	126
	送風ガス	供給量	Nm <sup>3</sup> /t	1006	1053	1053	321
		供給温度	°C	1200	1200	1200	25
		種類	-	熱風	熱風	熱風	熱風
ガス分離工程	高炉ガス発生量	Nm <sup>3</sup> /t	1517	1587	1587	1034	
	分離工程の有無	-	なし	あり	あり	なし	
	分離前のガス種	-	-	高炉ガス	熱風炉排ガス	-	
	分離前のガス量	Nm <sup>3</sup> /t	-	232	704	-	
	分離後のガス種	-	-	CO、CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	-	
	分離後のガス量	Nm <sup>3</sup> /t	-	97	179	-	
	原料ガス種	-	-	CO、CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	高炉ガス	
	原料ガス量	Nm <sup>3</sup> /t	-	97	179	98	
	水素ガス供給量	Nm <sup>3</sup> /t	-	342	715	243	
	再生メタンガスの生成量	Nm <sup>3</sup> /t	-	97	179	75	
再生メタンガスのメタン濃度	体積%	-	100.0	100.0	99.6		
ガス分配	吹込みメタンガス中の再生メタンガス量	Nm <sup>3</sup> /t	-	97	97	75	
	再生メタンガスの余剰量 (製鉄所内供給量)	Nm <sup>3</sup> /t	-	0	81	0	
	高炉ガスの余剰量 (製鉄所内供給量)	Nm <sup>3</sup> /t	1144	960	1192	935	
Cバランス	循環炭素原子の原単位	kg/t	0	52	52	40	
	高炉InputC	kg/t	420	353	353	358	
評価結果	高炉から外部へ排出されるCO <sub>2</sub> 量	kg/t	1539	1293	1293	1311	
	羽口先温度	°C	2179	2000	2000	2046	

[0049] 表 1 に示すように、発明例ではいずれも、羽口先温度を 2000°C ~ 2400°C の範囲に制御することで安定した高炉の操業を行いながら、高炉から外部へ排出される二酸化炭素量を削減することができた。特に、発明例 1 ~ 3 では、高炉から外部へ排出される二酸化炭素量を大幅に削減することができた。

一方、比較例 1～4 では、十分な二酸化炭素量の削減効果が得られなかった。また、比較例 5 では、吹込みメタンガス量の増加により、羽口先温度が 2000℃未満になったため、安定した高炉の操作を行うことができなかった。

### 符号の説明

- [0050] 1 : 高炉  
2 : 羽口  
3 : メタンガス生成装置  
4 : ガス吹込装置  
4-1 : 中心管  
4-2 : 内管  
4-3 : 外管  
5 : 第 1 の脱水装置  
6 : 第 2 の脱水装置  
7 : バーナー  
8 : レースウェイ  
9 : 熱風炉  
10 : ガス分離装置  
11 : 熱風炉排ガス用脱水装置

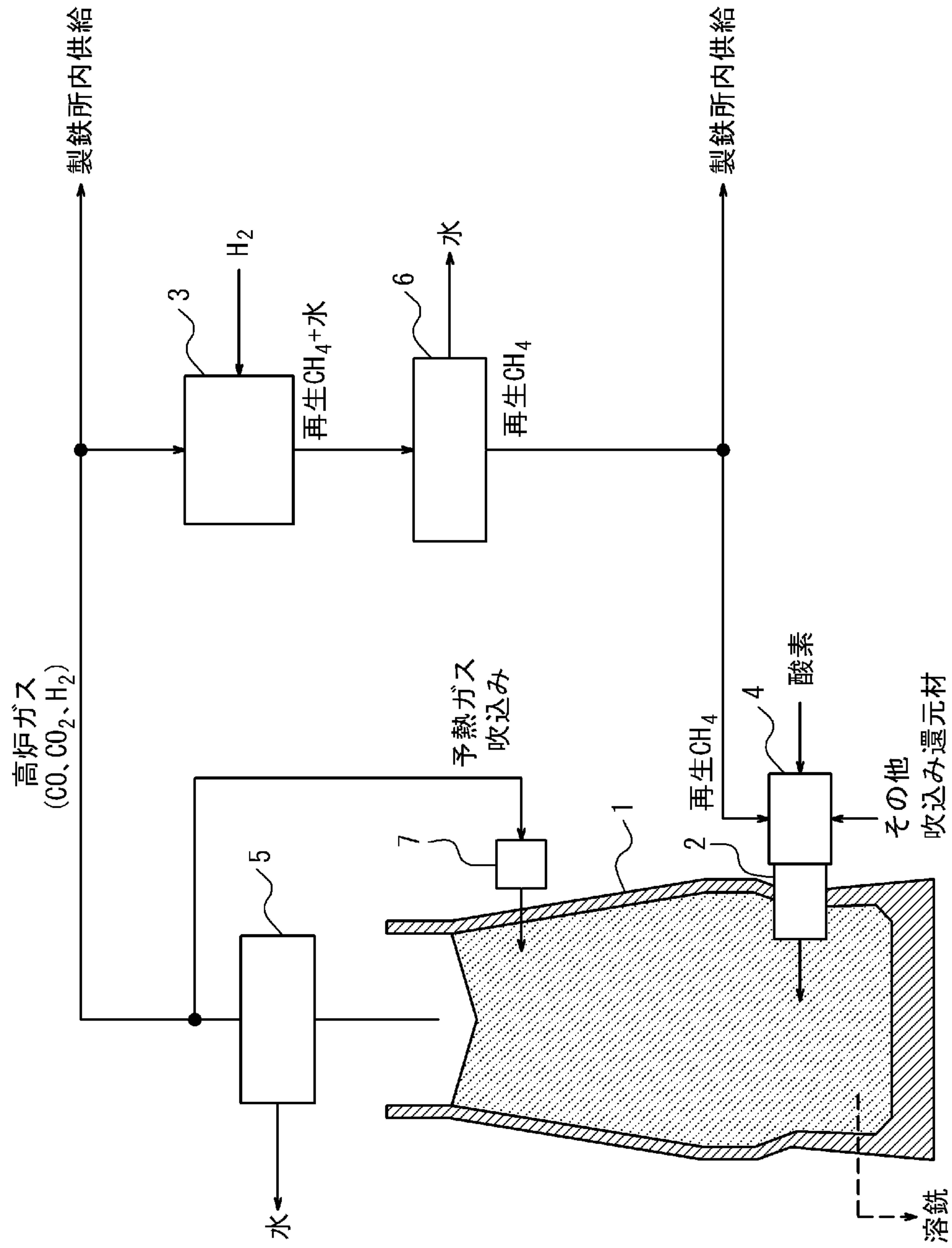
## 請求の範囲

- [請求項1] 高炉の操業方法であって、  
前記高炉から排出される副生ガスから再生メタンガスを生成する工程と、  
前記高炉の羽口から前記高炉内に送風ガスおよび還元材を吹込む工程と、を有し、  
前記送風ガスとして酸素ガスを用い、かつ、前記還元材の少なくとも一部に前記再生メタンガスを用いる、高炉の操業方法。
- [請求項2] 前記還元材における循環炭素原子の原単位が60kg/t以上である、請求項1に記載の高炉の操業方法。  
ここで、循環炭素原子の原単位とは、溶銑1tを製造する際に還元材として高炉内に吹込まれる再生メタンガスの炭素換算質量であり、次式により求める。  
[循環炭素原子の原単位 (kg/t)] = [還元材として高炉内に吹込まれる再生メタンガス中のメタンの質量 (kg)] × (12/16) ÷ [溶銑製造量 (t)]
- [請求項3] 前記酸素ガスの酸素濃度が80体積%以上である、請求項1または2に記載の高炉の操業方法。
- [請求項4] 前記副生ガスの一部から前記再生メタンガスを生成し、前記副生ガスの余剰分を製鉄所内に供給する、請求項1～3のいずれかに記載の高炉の操業方法。
- [請求項5] 前記再生メタンガスの余剰分を製鉄所内に供給する、請求項1～4のいずれかに記載の高炉の操業方法。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれかに記載の高炉の操業方法に用いる高炉附帯設備であって、  
前記副生ガスから前記再生メタンガスを生成する、メタンガス生成装置と、  
前記再生メタンガスを前記高炉の羽口に導入するメタンガス供給部

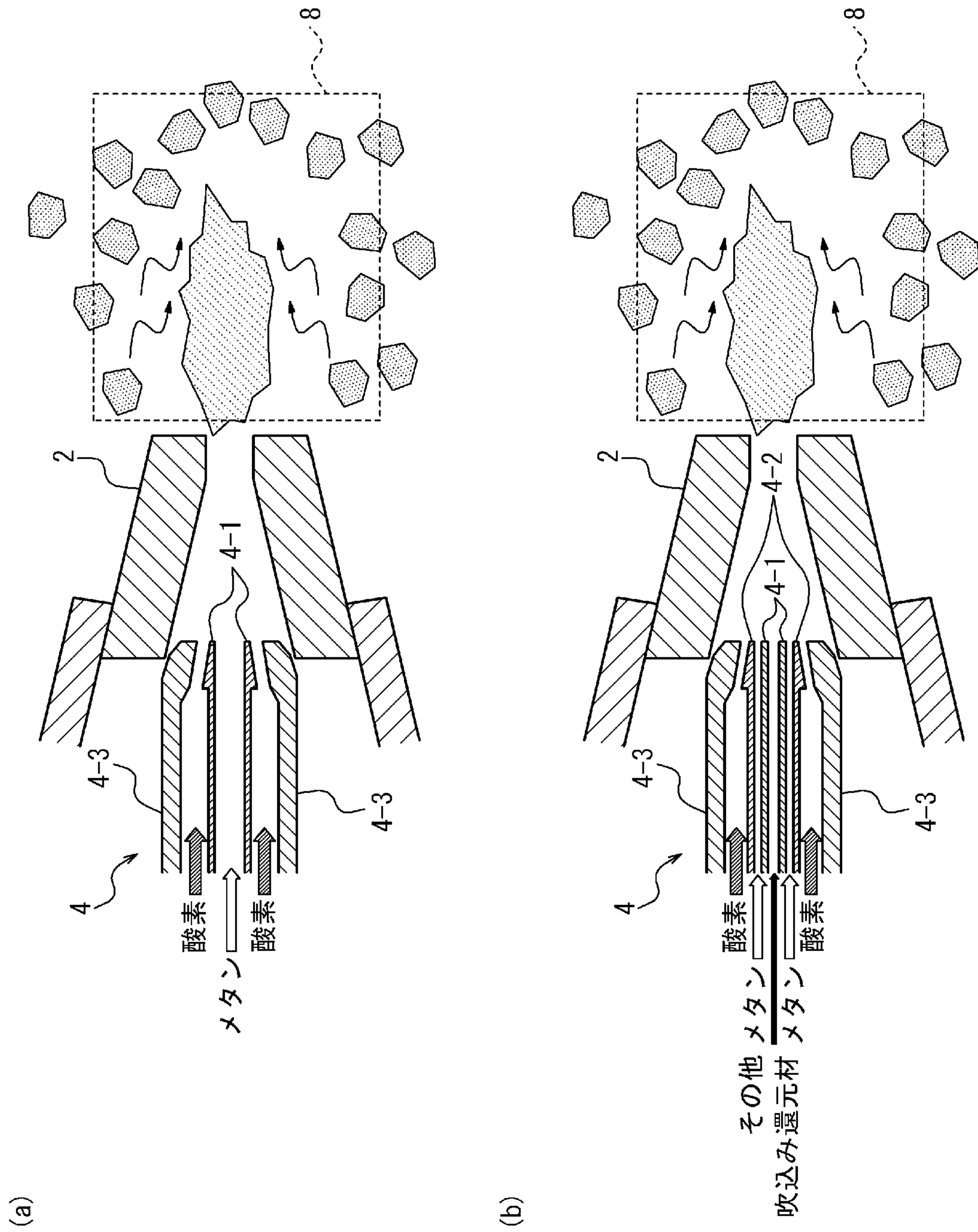
、および、前記酸素ガスを前記高炉の羽口に導入する酸素ガス供給部を有する、ガス吹込装置と、  
をそなえる、高炉附帯設備。



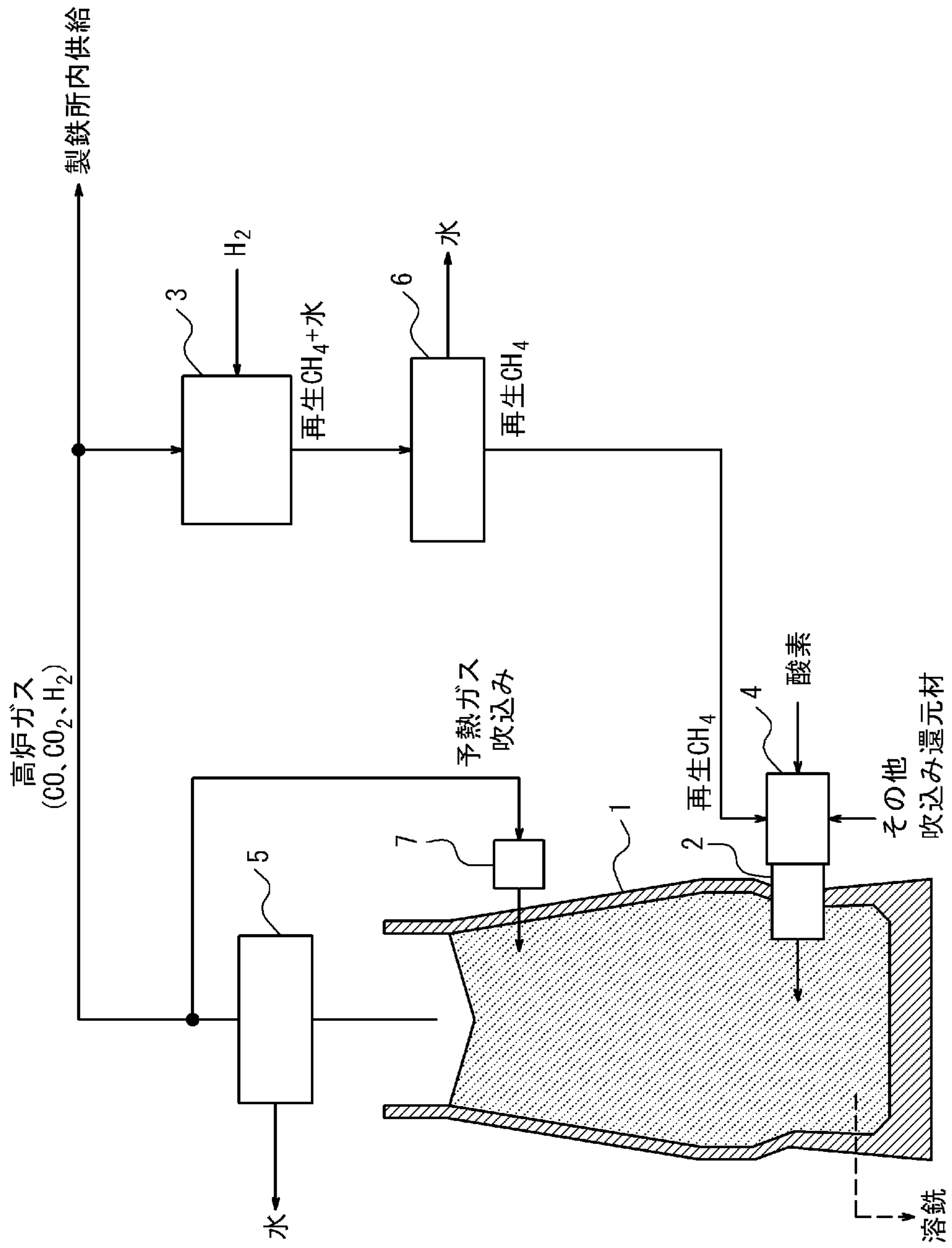
[図1]



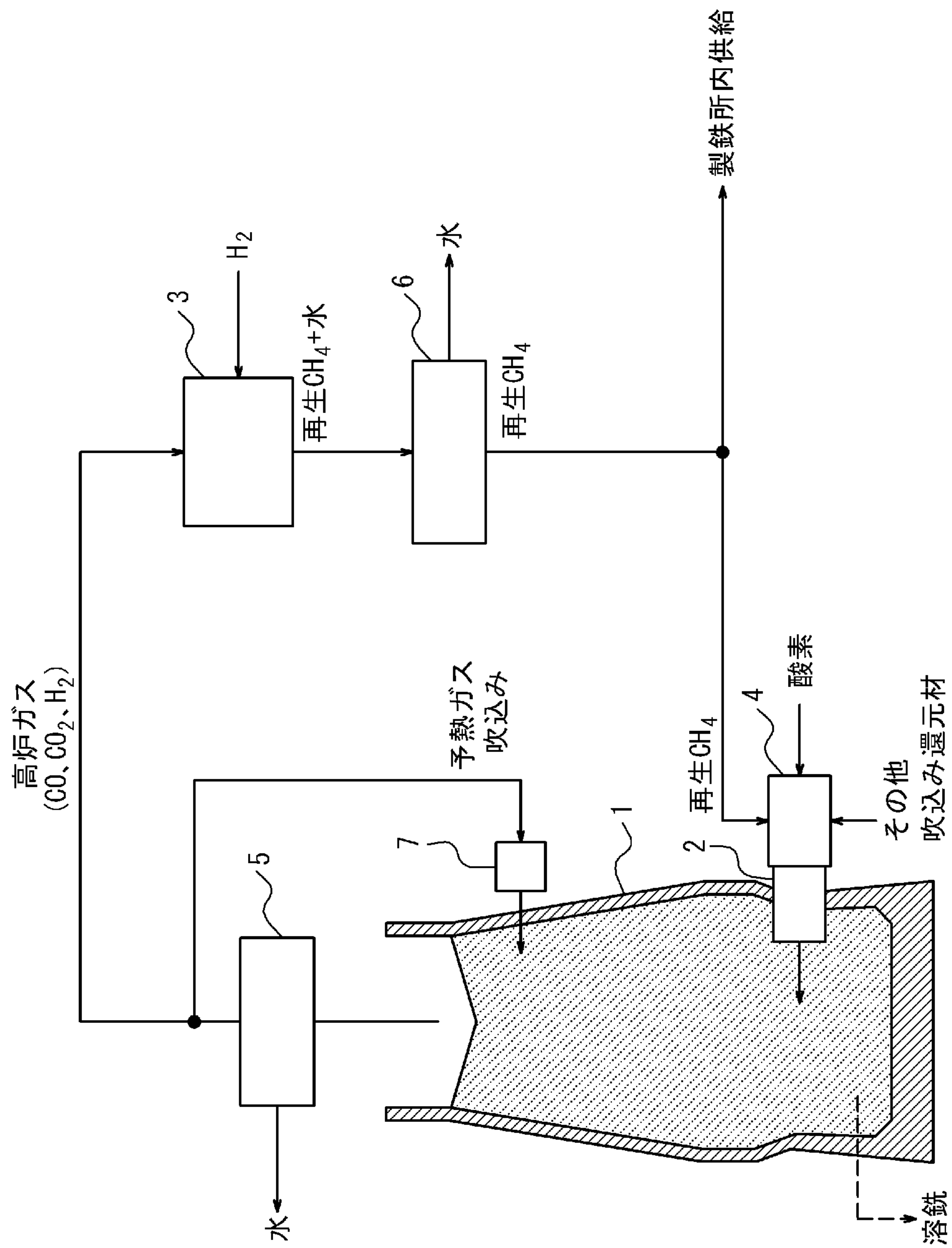
[図2]



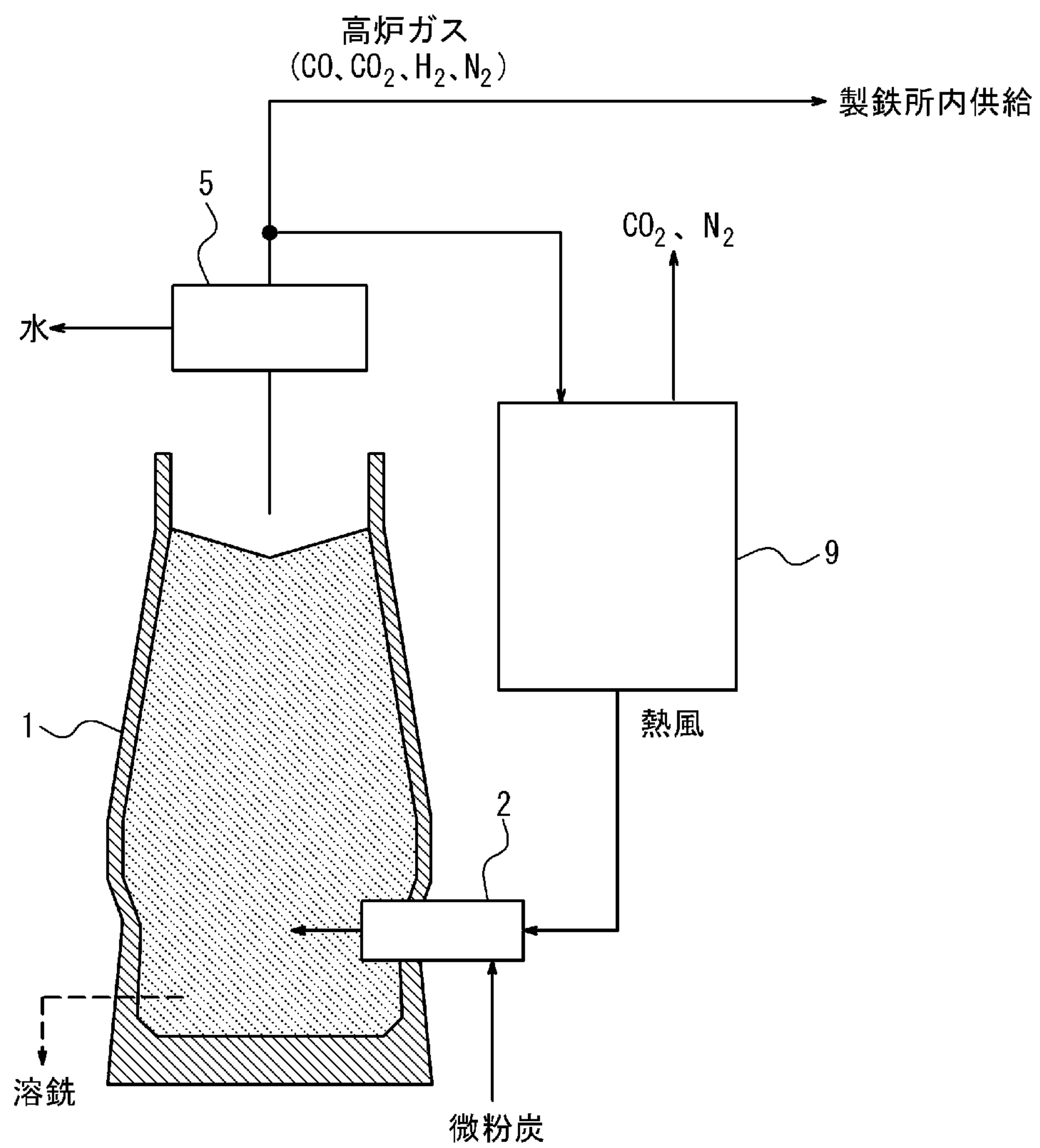
[図3]



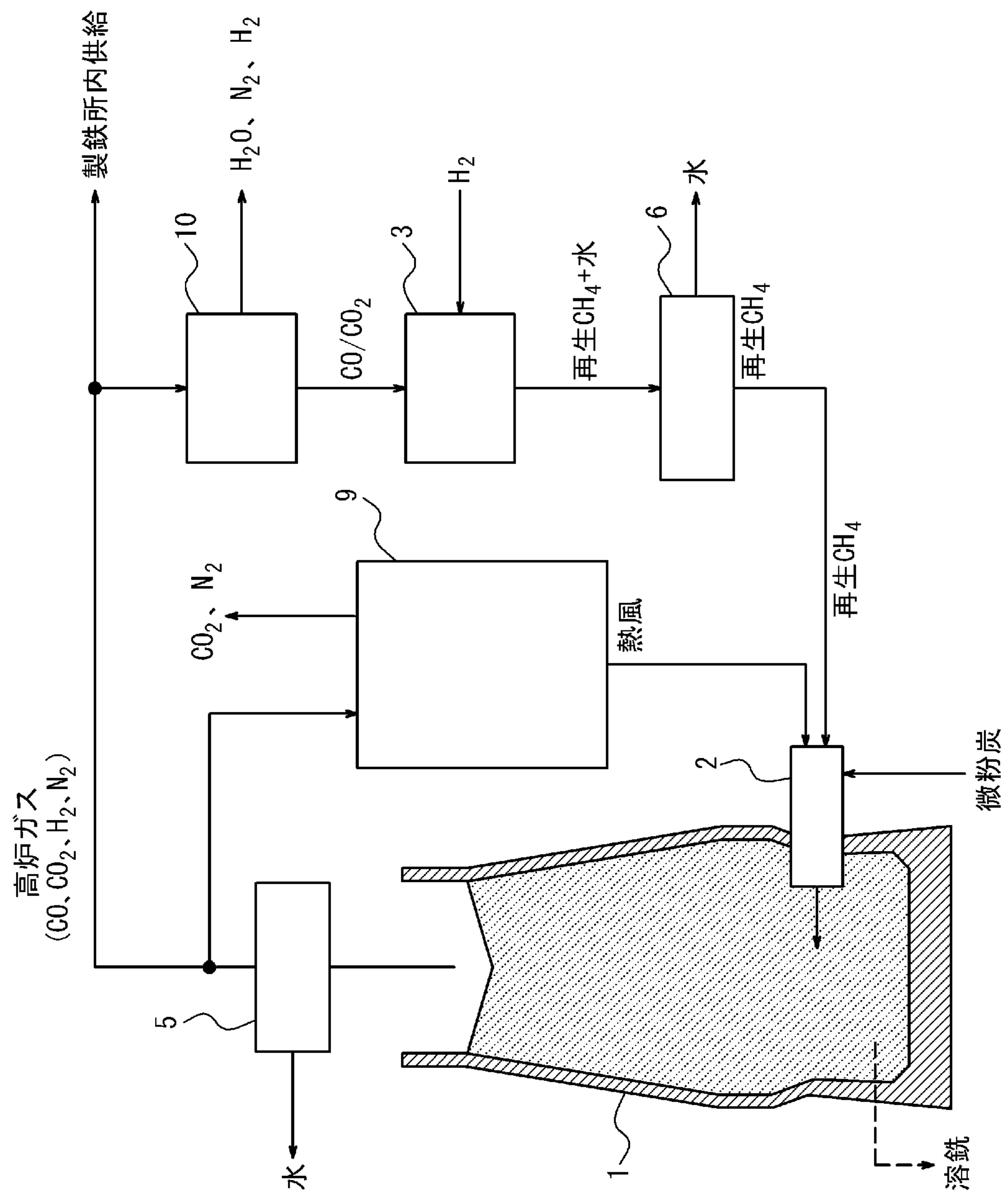
[図4]



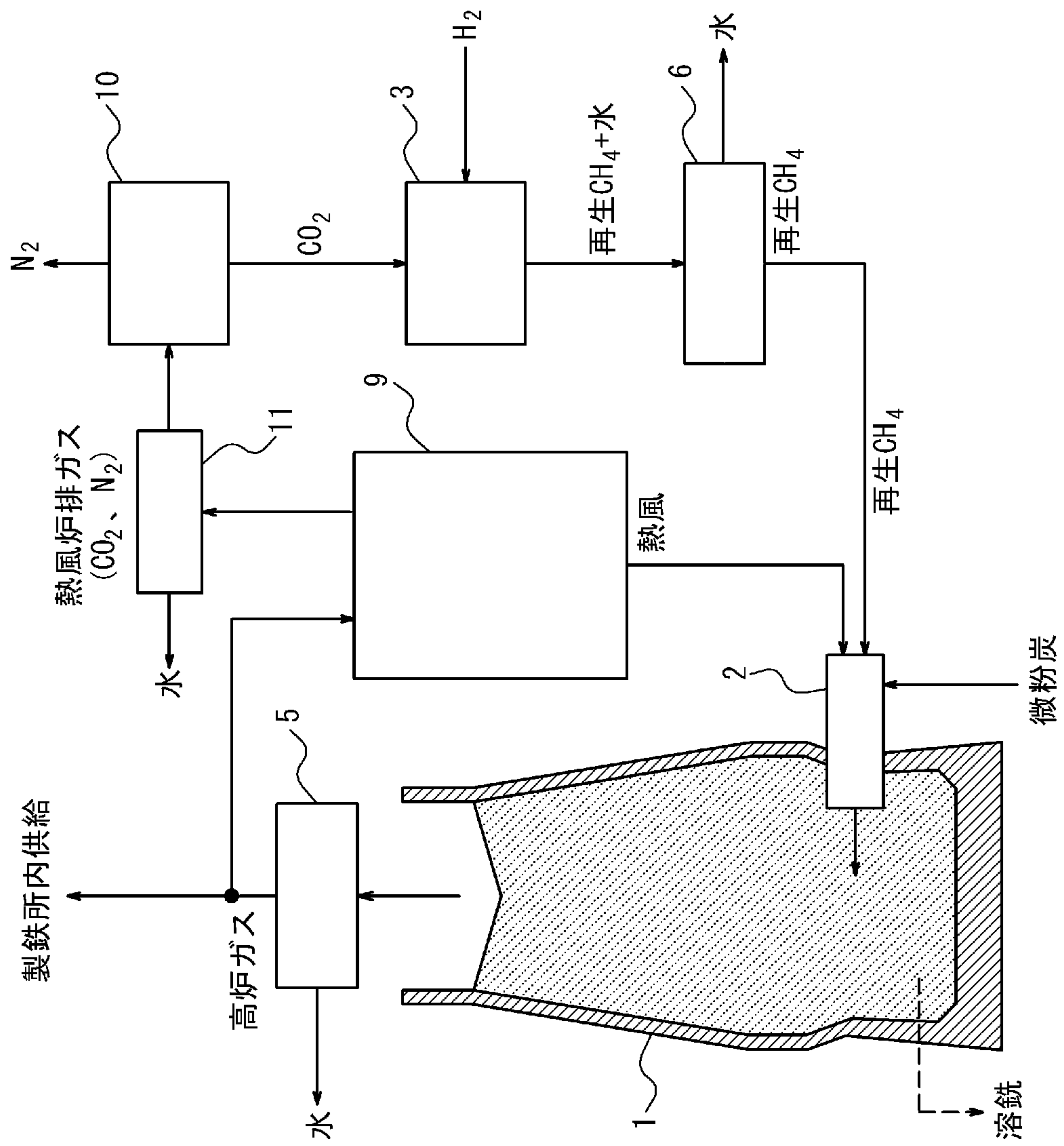
[図5]



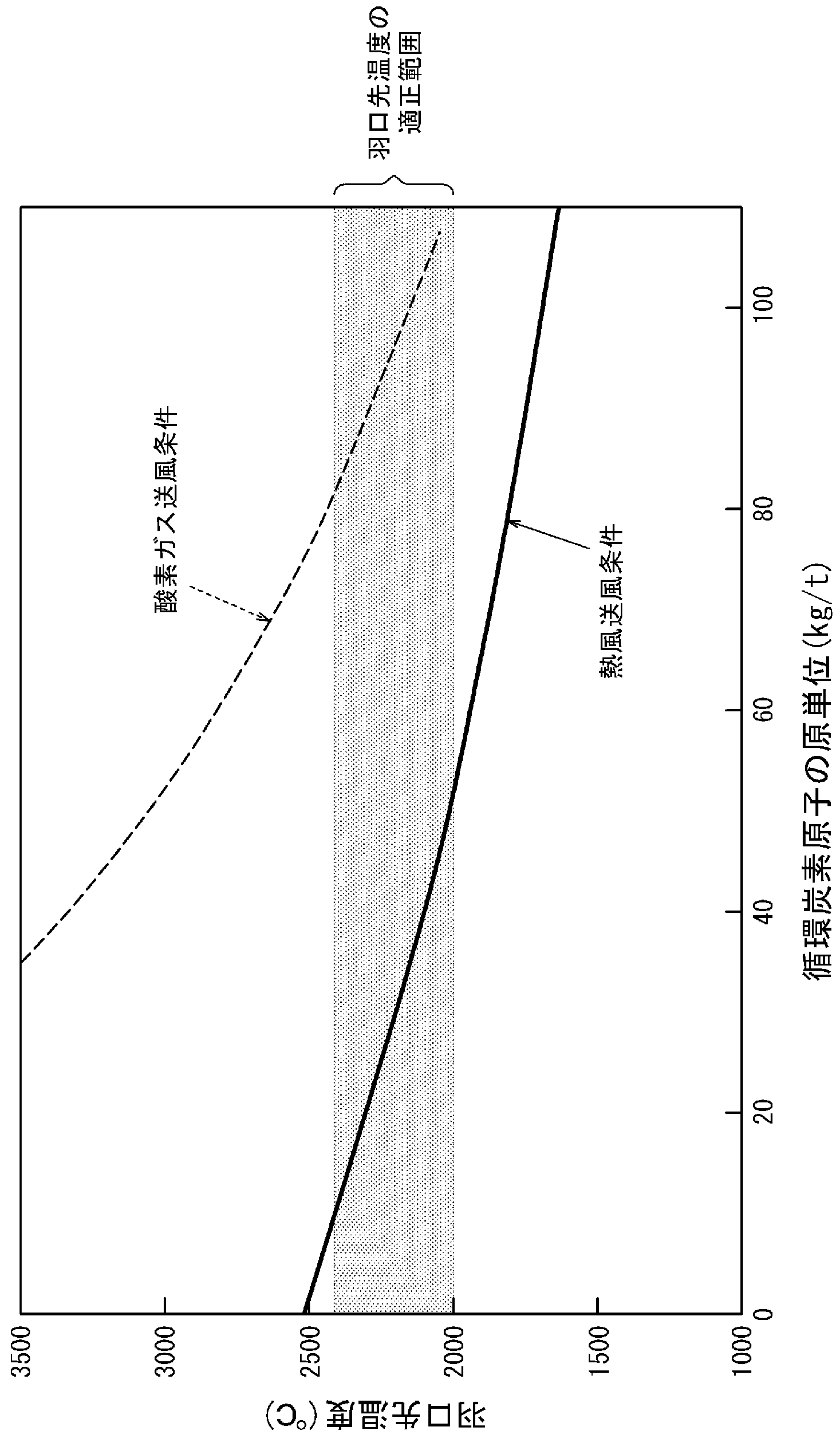
[図6]



[図7]



[図8]





**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2020/042144

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int. Cl. C21B5/00 (2006.01) i, C21B7/00 (2006.01) i  
 FI: C21B5/00 321, C21B7/00 312

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)

Int. Cl. C21B5/00, C21B7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996  
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2020  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
Y	JP 2010-261095 A (NPO SEITETSU CARBON OFFSET GIJUTSU KENKYUKAI) 18 November 2010, claims 5, 6, paragraphs [0001], [0009]-[0011], [0017]-[0023], fig. 1-3	1-6
Y	JP 63-171804 A (NKK CORP.) 15 July 1988, claims 1, 2, page 1, lower left column, line 17, to page 2, upper left column, line 19, page 2, lower right column, line 15 to page 3, lower left column, line 2, all drawings	1-6
A	JP 07-167569 A (GAS RESEARCH INSTITUTE) 04 July 1995, entire text	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search  
02.12.2020

Date of mailing of the international search report  
15.12.2020

Name and mailing address of the ISA/  
 Japan Patent Office  
 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
 Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer  
  
 Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2020/042144

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 49-008608 B1 (AIRCO INCORPORATED) 27 February 1974, entire text	1-6

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2020/042144

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2010-261095 A	18.11.2010	(Family: none)	
JP 63-171804 A	15.07.1988	(Family: none)	
JP 07-167569 A	04.07.1995	US 5431709 A entire text	
JP 49-008608 B1	27.02.1974	EP 644269 A1 US 3547624 A entire text DE 1583213 A	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））                  C21B 5/00(2006.01)i; C21B 7/00(2006.01)i                  FI: C21B5/00 321; C21B7/00 312</p>																													
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））                  C21B5/00; C21B7/00</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年																			
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																												
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年																												
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年																												
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年																												
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2010-261095 A（特別非営利法人製鉄カーボンオフセット技術研究会）18.11.2010 (2010 - 11 - 18) 請求項5, 6, 段落[0001], [0009]-[0011], [0017]-[0023], 図1-3</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 63-171804 A（日本鋼管株式会社）15.07.1988（1988 - 07 - 15） 請求項1, 2, 1ページ左下17行-2ページ左上欄19行, 2ページ右下欄15行-3ページ 左下欄2行, 図</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 07-167569 A（ザ・ギヤス・リサーチ・インスティテュート）04.07.1995（1995 - 07 - 04） 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 49-008608 B1（エアコ・インコーポレーテッド）27.02.1974（1974 - 02 - 27） 全文</td> <td>1-6</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			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 請求項の番号	Y	JP 2010-261095 A（特別非営利法人製鉄カーボンオフセット技術研究会）18.11.2010 (2010 - 11 - 18) 請求項5, 6, 段落[0001], [0009]-[0011], [0017]-[0023], 図1-3	1-6	Y	JP 63-171804 A（日本鋼管株式会社）15.07.1988（1988 - 07 - 15） 請求項1, 2, 1ページ左下17行-2ページ左上欄19行, 2ページ右下欄15行-3ページ 左下欄2行, 図	1-6	A	JP 07-167569 A（ザ・ギヤス・リサーチ・インスティテュート）04.07.1995（1995 - 07 - 04） 全文	1-6	A	JP 49-008608 B1（エアコ・インコーポレーテッド）27.02.1974（1974 - 02 - 27） 全文	1-6	* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
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 請求項の番号																											
Y	JP 2010-261095 A（特別非営利法人製鉄カーボンオフセット技術研究会）18.11.2010 (2010 - 11 - 18) 請求項5, 6, 段落[0001], [0009]-[0011], [0017]-[0023], 図1-3	1-6																											
Y	JP 63-171804 A（日本鋼管株式会社）15.07.1988（1988 - 07 - 15） 請求項1, 2, 1ページ左下17行-2ページ左上欄19行, 2ページ右下欄15行-3ページ 左下欄2行, 図	1-6																											
A	JP 07-167569 A（ザ・ギヤス・リサーチ・インスティテュート）04.07.1995（1995 - 07 - 04） 全文	1-6																											
A	JP 49-008608 B1（エアコ・インコーポレーテッド）27.02.1974（1974 - 02 - 27） 全文	1-6																											
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの																												
“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	“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																												
“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	“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																												
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献																												
“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																													
国際調査を完了した日	02.12.2020	国際調査報告の発送日	15.12.2020																										
名称及びあて先	日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官）	中西 哲也 4E 1191  電話番号 03-3581-1101 内線 3425																										

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号  
 PCT/JP2020/042144

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2010-261095	A	18.11.2010	(ファミリーなし)			
JP	63-171804	A	15.07.1988	(ファミリーなし)			
JP	07-167569	A	04.07.1995	US	5431709	A	
				全文			
				EP	644269	A1	
JP	49-008608	B1	27.02.1974	US	3547624	A	
				全文			
				DE	1583213	A	