

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5644365号  
(P5644365)

(45) 発行日 平成26年12月24日 (2014. 12. 24)

(24) 登録日 平成26年11月14日 (2014. 11. 14)

(51) Int. Cl. F 1  
C 2 1 B 5/00 (2006.01) C 2 1 B 5/00 3 1 8

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-238377 (P2010-238377)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成22年10月25日 (2010. 10. 25)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2011-117074 (P2011-117074A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	平成23年6月16日 (2011. 6. 16)	(74) 代理人	100126701
審査請求日	平成25年8月23日 (2013. 8. 23)		弁理士 井上 茂
(31) 優先権主張番号	特願2009-248909 (P2009-248909)	(74) 代理人	100130834
(32) 優先日	平成21年10月29日 (2009. 10. 29)		弁理士 森 和弘
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	浅沼 稔
			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
		(72) 発明者	鶴田 秀和
			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】 高炉操業方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

微粉炭を補助還元材として羽口から吹き込む高炉操業において、  
バイオマスを乾留して得られるバイオマス炭を粉砕して粉砕物を生成し、  
前記バイオマス炭の粉砕物と微粉炭との揮発分濃度の合計が 1 0 m a s s % 以上になる  
ように、前記バイオマス炭の粉砕物と微粉炭とを前記羽口から吹き込むことを特徴とする  
高炉操業方法。

【請求項 2】

前記バイオマス炭の粉砕物と微粉炭との吹込みが、微粉炭とバイオマス炭とを混合して  
羽口から吹き込むことを特徴とする請求項 1 に記載の高炉操業方法。

【請求項 3】

前記バイオマス炭の粉砕物と微粉炭との吹込みが、羽口内のバイオマス炭の粉砕物の  
吹き込みランスと微粉炭吹き込みランスからバイオマス炭の粉砕物と微粉炭を吹き込むこと  
を特徴とする請求項 1 に記載の高炉操業方法。

【請求項 4】

前記揮発分濃度の合計が 1 0 m a s s % 以上、5 0 m a s s % 以下であることを特徴と  
する請求項 1 に記載の高炉操業方法。

【請求項 5】

前記揮発分濃度の合計が 1 5 m a s s % 以上、5 0 m a s s % 以下であることを特徴と  
する請求項 1 に記載の高炉操業方法。

## 【請求項 6】

前記バイオマス炭の粉碎物が、25 mass %以上、50 mass %以下の揮発分を有することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 つに記載の高炉操業方法。

## 【請求項 7】

前記バイオマス炭の粉碎物と微粉炭との吹き込みが質量比率で、バイオマス炭の粉碎物：微粉炭 = 6 ~ 50 : 94 ~ 50 の割合でバイオマス炭の粉碎物と微粉炭を羽口から吹き込むことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 つに記載の高炉操業方法。

## 【請求項 8】

前記バイオマス炭の粉碎物：微粉炭が、20 ~ 50 : 80 ~ 50 の割合であることを特徴とする請求項 7 に記載の高炉操業方法。

10

## 【請求項 9】

前記バイオマス炭の粉碎物が、粒径 74  $\mu\text{m}$  以下が 80 mass % 以上の粒度分布を有することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか 1 つに記載の高炉操業方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、微粉炭を補助還元材として利用する高炉プロセスにおいて、バイオマスを乾留して得られるバイオマス炭を高炉の補助還元材として利用する、高炉操業方法に関する。

## 【背景技術】

20

## 【0002】

豎型炉として代表的な高炉では、鉄鉱石又はスクラップなどの鉄源と、鉄鉱石還元材および熱源としてコークスとが原料として用いられる。高炉操業に適したコークスを製造するためには、高価で良質の原料炭を必要とする。そのため、現在、燃料用石炭を微粉碎した微粉炭を熱源として高炉の羽口から吹き込み、高価なコークス使用量を削減する高炉の操業方法が行なわれている。高炉吹き込み用に利用されている微粉炭はコークス用石炭とは異なり、一般的に粘結性の劣位な石炭（非粘炭）が使用されている。吹き込む微粉炭の量は、操業条件によっても異なるが、吹き込み量が多いほどコークス使用量を削減でき、コストダウンが可能となる。通常、銑鉄 1 トン当たり 100 ~ 200 kg の微粉炭を吹き込むと、ほぼ同量のコークス使用量が削減できる。ここで吹き込まれる微粉炭の粒度は、一

30

## 【0003】

般に 74  $\mu\text{m}$  以下のものが全微粉炭質量の 60 % ~ 80 %（これを微粉炭の粒度が 74  $\mu\text{m}$  以下、60 ~ 80 mass % と略して記載する。）範囲のものが工業的に用いられている。

高炉は炉下部羽口部より約 1100 の高温かつ高速空気（羽口先ガス速度で約 200 m/s）を吹き込み、コークスを還元ガスに変換し、鉄鉱石を還元する。羽口先にはこの衝風エネルギーにより、燃焼帯（レースウェイ）と呼ばれる空間が形成され、この空間でコークスが還元ガスに変換される。羽口部に補助還元材として吹き込まれる微粉炭もこのレースウェイで還元ガスに変換する必要がある。しかしながら、レースウェイを通過する微粉炭の滞留時間は 0.01 秒程度であり、燃焼性の良好な微粉炭性状が望まれる。微粉炭の燃焼性はその粒径も重要であるが、揮発分量に依存する（例えば、非特許文献 1、2 参照）。レースウェイ内で燃焼しきれなかった微粉炭は未燃チャーとして高炉内をガスとともに上昇する。その際に、鉄鉱石還元により生成した  $\text{CO}_2$  および  $\text{H}_2\text{O}$  と反応し、 $\text{CO}$  に変換される。この  $\text{CO}$  は鉄鉱石の還元利用される。未燃チャーの消費量は炉内で生成する  $\text{CO}_2$  および  $\text{H}_2\text{O}$  量により決定される。

40

## 【0004】

一方、地球温暖化防止の観点から  $\text{CO}_2$  排出量削減が緊急の課題である。鉄鋼業においても  $\text{CO}_2$  排出量削減のための技術開発が行われている。 $\text{CO}_2$  排出量削減の方法としては、インプットの炭素量を削減する、アウトプットの  $\text{CO}_2$  を回収する、従来の石炭・石油等をカーボンフリーの炭素源に代替する等の方法がある。カーボンフリーの炭素源として

50

はバイオマスが知られており、鉄鋼業で石炭代替としてバイオマスを利用できれば、CO<sub>2</sub>排出量削減に寄与できる。バイオマスとしては、建築家屋の解体で発生する木材廃棄物、製材所発生の木質系廃棄物、森林等での剪定廃棄物、農業系廃棄物などがある。その処理利用方法としては、埋立て、放置、焼却、燃料等が主なものである。また、燃料利用を目的としたバイオ燃料作物も知られている。

【0005】

バイオマスは炭素、酸素、水素から構成されているが、そのもの自体は高含水率、低発熱量（例えば、水分15mass%、発熱量16.2MJ/kg - 乾燥基準）であり、直接製鉄プロセスで使用することは効率面で有利とはいえない。また、廃木材を直接74μm以下に粉砕することは通常の石炭ミル（ローラーミル、ボールミル等）では困難であり、衝撃方式等の粉砕機を必要とする。

10

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】日本鉄鋼協会 「鉄と鋼」vol.81、1995年、p.1114

【非特許文献2】日本鉄鋼協会 「鉄と鋼」vol.78、1992年、p.1206

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

前述の従来技術においては、以下(a)~(d)の課題がある。

20

【0008】

(a)一般的に揮発分濃度の低い微粉炭（例えば、無煙炭）は燃焼性が劣り、羽口先で高燃焼率を確保できない。

【0009】

(b)レースウェイ内での燃焼が不十分の場合、未燃焼のチャー（燃焼不十分の微粉炭から生成する炭素）が生成し、高炉内で発生するCO<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>Oによりガス化される。しかし、未燃焼のチャー量が多い場合は高炉内で消費されず、炉内の圧力損失が増加する。

【0010】

(c)高炉吹き込み用石炭を選定する場合には、揮発分量等を考慮する必要がある。

30

【0011】

(d)前述したように、バイオマスを高炉吹き込み用炭材として利用する場合には、高含水率、低発熱量であるとともに、微粉への粉砕が困難であり、微粉炭と同様の操業が行えず、高炉で効率的に使用できないため、コークスの削減効果が小さい。

【0012】

したがって本発明の目的は、このような微粉炭を高炉操業において補助還元材として利用する際の課題を解決し、微粉炭の代わりにバイオマスを用いることでCO<sub>2</sub>排出量削減に貢献できる、高炉の操業方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

このような課題を解決するための本発明の特徴は以下の通りである。

40

(1)微粉炭を補助還元材として羽口から吹き込む高炉操業において、バイオマスを乾留して得られるバイオマス炭を粉砕して粉砕物を生成し、該バイオマス炭の粉砕物と微粉炭とを前記羽口から吹き込むことを特徴とする高炉操業方法。

(2)前記バイオマス炭の粉砕物と微粉炭との吹き込みが、微粉炭とバイオマス炭とを混合して羽口から吹き込むことを特徴とする(1)に記載の高炉操業方法。

(3)前記バイオマス炭の粉砕物と微粉炭との吹き込みが、羽口内のバイオマス炭の粉砕物の吹き込みランスと微粉炭吹き込みランスからバイオマス炭の粉砕物と微粉炭を吹き込むことを特徴とする(1)に記載の高炉操業方法。

(4)前記バイオマス炭の粉砕物と微粉炭との揮発分濃度の合計が10mass%以上に

50

なるように羽口から吹き込むことを特徴とする(1)ないし(3)のいずれか1つに記載の高炉操業方法。

(5)前記揮発分濃度の合計が10mass%以上、50mass%以下であることを特徴とする(4)に記載の高炉操業方法。

(6)前記揮発分濃度の合計が15mass%以上、50mass%以下であることを特徴とする(5)に記載の高炉操業方法。

(7)前記バイオマス炭の粉碎物が、25mass%以上、50mass%以下の揮発分を有することを特徴とする(1)ないし(6)のいずれか1つに記載の高炉操業方法。

(8)前記バイオマス炭の粉碎物と微粉炭との吹き込みが質量比率で、バイオマス炭の粉碎物：微粉炭=6~50：94~50の割合でバイオマス炭の粉碎物と微粉炭を羽口から吹き込むことを特徴とする(1)ないし(7)のいずれか1つに記載の高炉操業方法。

(9)前記バイオマス炭の粉碎物：微粉炭が、20~50：80~50の割合であることを特徴とする(8)に記載の高炉操業方法。

(10)前記バイオマス炭の粉碎物が、粒径74μm以下が80mass%以上の粒度分布を有することを特徴とする(1)ないし(9)のいずれか1つに記載の高炉操業方法。

#### 【発明の効果】

##### 【0014】

本発明によれば、微粉炭の揮発分の制約なく、低品位の石炭であっても高炉で利用できるとともに、バイオマスを乾留して得られたバイオマス炭を高炉で使用することで、製鉄プロセスにおけるCO<sub>2</sub>排出量削減に寄与することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0015】

【図1】本発明の一実施形態の説明図。

【図2】本発明で用いたバイオマスの乾留装置の一実施形態の説明図。

【図3】本発明で用いたバイオマス炭および微粉炭の燃焼試験装置の説明図。

【図4】本発明の燃焼試験結果を示すグラフ(レースウェイ内最高温度位置)。

【図5】本発明の燃焼試験結果を示すグラフ(燃焼・ガス化率)。

【図6】加成性が成立した場合の燃焼・ガス化率と、実測した燃焼・ガス化率の関係を示すグラフ。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0016】

本発明者らは前記課題を解決するために鋭意検討を重ね、バイオマスを乾留して得られるバイオマス炭を粉碎して、微粉炭と同時に高炉羽口から吹き込むことで、微粉炭の燃焼性を改善できることを見出した。これにより揮発分濃度の低い微粉炭であっても高炉吹き込みに用いることができ、使用できる微粉炭の炭種が拡大する。

##### 【0017】

バイオマスを乾留して得られるバイオマス炭は微粉碎することができるので、微粉炭とバイオマス炭をあらかじめ混合して微粉炭吹き込み用の配管を用いて炉に吹き込んだり、あるいは、バイオマス炭を単独で通常の微粉炭吹き込み用の配管を用いて炉に吹き込んだりすることが可能である。したがって、微粉炭吹き込み操作を行っている高炉であれば、特別に設備を更新することなく、バイオマス炭の高炉吹き込み操作を実施することができる。バイオマスを乾留して製造したバイオマス炭と微粉炭とを同時に炉内に吹き込む際には、バイオマス炭の燃焼速度が速いために、バイオマス炭燃焼熱により、微粉炭が加熱され、微粉炭の燃焼性を向上させることができる。補助還元材の揮発分濃度を上げることで燃焼率が向上し、未燃のチャーの生成が少なくなる。ひいては、炉内でのCO<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>Oでの消費の負荷が軽減される。

##### 【0018】

したがって、揮発分濃度の低い微粉炭を高炉の羽口から吹き込み、補助還元材として高炉操業に利用する際には、バイオマス所定の揮発分濃度になるように乾留し、バイオマス炭とした後に粉碎し、微粉炭とバイオマス炭の合計の揮発分濃度が所定の濃度以上にな

10

20

30

40

50

るように混合し、微粉炭とバイオマス炭とを同時に吹き込むことで、低揮発分炭の燃焼率を向上させることができる。微粉炭とバイオマス炭とを同時に吹き込むことで、炉内で混合状態となる際の揮発分濃度が所定の濃度以上となればよく、必ずしも予め混合して吹き込む必要は無い。微粉炭とバイオマス炭との合計の、所定の揮発分濃度としては、たとえば、通常高炉で用いる微粉炭の揮発分濃度を用いることができる。

**【 0 0 1 9 】**

特に、微粉炭とバイオマス炭との揮発分濃度の合計が10mass%以上になるように羽口から吹き込むことが好ましい。微粉炭とバイオマス炭との合計の揮発分濃度が10mass%以上になった場合に加成性以上の燃焼率を確保することができる。揮発分濃度は高いほど燃焼性向上のためには好ましいが、本発明では揮発分濃度の合計が50mass%以下であることを好適範囲と規定する。微粉炭として使用される通常の石炭の揮発分濃度は50mass%以下であり、微粉炭の割合が多い場合には揮発分濃度の合計を50mass%超えに調整すること自体が困難である。一方で、バイオマスを乾留することなく使用した場合には揮発分濃度は70mass%程度と高く、炭素分は50mass%以下である。したがって、バイオマスを微粉炭と共に用いる場合は、揮発分濃度を高めることには効果的である。しかし、バイオマスを微粉炭代替として使用した場合、炭素分が50mass%以下と低いことによりコークス置換率が低くなるため、微粉炭代替として使用するには適当ではなく、バイオマス炭を用いる方が効果的であることになる。

10

**【 0 0 2 0 】**

例えば、微粉炭（揮発分濃度：8.50mass%）にバイオマス炭（揮発分濃度：40.09mass%）を6mass%以上配合した場合、合計揮発分濃度が10mass%以上となり、加成性から予測される以上の高い燃焼率を得ることができる。

20

**【 0 0 2 1 】**

より望ましくは、微粉炭とバイオマス炭との揮発分濃度の合計が15mass%以上になるように羽口から吹き込むことが好ましい。微粉炭とバイオマス炭との合計の揮発分濃度が15mass%以上になった場合に、加成性以上の燃焼率を確保することができる割合をより大きくすることができる。揮発分濃度の合計が15mass%以上、50mass%以下であるのが、最も好ましい。

**【 0 0 2 2 】**

バイオマス炭を製造する際の、バイオマスの乾留条件としては300以上の温度で乾留することが好ましい。300以上の乾留により、水分が除去され、発熱量も石炭と同程度とすることが可能となる。乾留の際に温度あるいは滞留時間を調整することで、バイオマス炭の揮発分濃度を所定の濃度に調整することができる。乾留温度は、600以下であるのが好ましい。乾留温度が600を超えるとバイオマス炭の揮発分濃度は10mass%程度となり、微粉炭と混合して揮発分濃度を15%以上に調整することが難しくなる場合がある。

30

**【 0 0 2 3 】**

バイオマス炭の揮発分濃度は25mass%以上であることが望ましい。バイオマス炭の揮発分濃度が25mass%以下の場合には、加成性以上の燃焼率を確保することが困難となる場合がある。

40

**【 0 0 2 4 】**

バイオマス炭の揮発分濃度は50mass%以下であることが望ましい。これは揮発分濃度が50mass%を超えるようなバイオマス炭は、乾留が十分に進行しておらず、微粉砕工程において時間当たりの粉砕処理量が著しく低減する恐れがあるためである。

**【 0 0 2 5 】**

バイオマス炭の粉砕物と微粉炭との羽口からの吹込みにおいて、バイオマス炭の粉砕物と微粉炭の割合は質量比率で、バイオマス炭の粉砕物：微粉炭 = 6 ~ 50 : 94 ~ 50 であるのが好ましい。

**【 0 0 2 6 】**

上記において、バイオマス炭の粉砕物の割合が6mass%以上であるのが好ましい理

50

由は、以下のとおりである。微粉炭として混合して使用するために好適な一般的なバイオマス炭としてバイオマスを乾留温度300で処理したバイオマス炭を想定する。乾留温度300で処理したバイオマス炭は揮発分濃度が40mass%程度であり、また炭素分は70mass%程度であり微粉炭代替として使用することに適している。一般的に使用される微粉炭で揮発分濃度が低い微粉炭は揮発分濃度が10mass%を下回ることがあるため、混合後の揮発分濃度を10mass%以上とするためには、バイオマス炭の粉砕物を6mass%以上混合することが好ましいことになる。

【0027】

また、バイオマス炭の粉砕物の割合が50mass%以下であるのが好ましい理由は以下のとおりである。年間の出銑量が500万tである高炉において、銑鉄1tあたり100~200kgの微粉炭を吹き込む場合を想定すると、年間の微粉炭使用量は50~100万tである。微粉炭の50mass%をバイオマス炭で置き換えることを検討すると、年間25~50万tのバイオマス炭が必要となる。ここで、バイオマスからバイオマス炭を製造する場合の炭化物収率を20mass%と想定すると、年間125~250万tのバイオマス原料が必要であり、その場合は林地残材などの木質系バイオマス、河川敷などで発生する草本系バイオマス、下水汚泥、食品廃棄物など様々なバイオマス原料を使用することになる。このような多種多様のバイオマスを用いる場合、原料の種類の違いにより、製造したバイオマス炭の性状は、粉碎性以外の成分などの点においても様々に異なることになるが、微粉炭と混合して使用することで、50mass%程度までバイオマス炭を混合して使用しても、混合物の性状が安定するので、高炉での使用が十分に可能となる。微粉炭としては、多種多様のバイオマス原料から製造したバイオマス炭と比較して、固定炭素、揮発分、灰分等の、構成元素の含有比率のバラツキが少ないものを用いることが好ましい。

【0028】

バイオマス炭の粉砕物：微粉炭 = 20~50 : 80~50であるのがより好ましい。バイオマス炭の粉砕物の割合が20mass%以上であるのがより好ましい理由を下記に示す。

【0029】

微粉炭及びバイオマス炭のそれぞれの燃焼・ガス化率から加成性が成立する前提で求めた混合物の燃焼・ガス化率をA、実測した混合物の燃焼・ガス化率をBとし、加成性を超えて燃焼・ガス化率が向上する割合を $C = (B - A) / A \times 100$ と定める。下記の実施例における本発明例1~3でCを計算すると4以上であるが、本発明例4及び5では2以下となる。これは下記に示す図6のグラフにおいて加成性が成立する場合(点線)からの、実測した燃焼ガス化率のプロットの乖離幅として視覚的に認識することもできる。すなわち本発明例3で示したバイオマス炭の粉砕物が20mass%以上であるような混合物においてCの値が大きく、すなわち加成性を超えた燃焼・ガス化率の向上が顕著であるために、バイオマス炭の粉砕物が20mass%以上である混合物がより好ましい。

【0030】

バイオマス炭の粉砕物が25mass%以上、50mass%以下の揮発分を有する場合、バイオマス炭の粉砕物と微粉炭の割合は、バイオマス炭の粉砕物と微粉炭との揮発分濃度の合計が10mass%以上、50mass%以下になるようにその割合を調整するのが好ましい。バイオマス炭の粉砕物と微粉炭の混合物の揮発分の割合の、混合割合を変更した場合の例を表1に示す。

【0031】

10

20

30

40

【 表 1 】

	本発明例1	本発明例2	本発明例3	本発明例4	本発明例5	本発明例6	本発明例7	本発明例8
バイオマス炭の揮発分(Volatile Matter)(mass%)	40	40	40	40	40	30	30	25
バイオマス炭(mass%)	50	40	20	10	6	50	20	50
微粉炭(mass%)	50	60	80	90	94	50	80	50
混合物の揮発分(Volatile Matter)(mass%)	24.3	21.14	14.8	11.66	10.4	19.25	12.80	16.75

10

20

30

40

【 0 0 3 2 】

50

バイオマス炭の揮発分濃度は乾留条件および使用するバイオマスにより変化する。ここでバイオマス炭の揮発分濃度を  $D \text{ m a s s } \%$ 、微粉炭の揮発分濃度が  $E \text{ m a s s } \%$  である場合に、バイオマス炭を  $F \text{ m a s s } \%$ 、微粉炭を  $G \text{ m a s s } \%$  混合し、 $F$  の値が 6 以上である混合物において、 $D \times F / 100 + E \times G / 100$  で求められる混合物の揮発分濃度が  $10 \text{ m a s s } \%$  以上であれば、本発明の効果を期待することができる。

【0033】

バイオマスを乾留する際の乾留方式は、通常のバッチ式、ロータリーキルン式、豎型炉を用いる方式等いずれでもよく、好ましくは連続プロセスとして採用可能なロータリーキルン式を用いることが好ましい。発生した乾留ガスはバイオマスの乾留の熱源として利用することが好ましく、鉄鋼の化工プロセス等に供給するなど、適宜利用することができる。

10

【0034】

なお、バイオマスとは、ある一定量集積した動植物資源とこれを起源とする廃棄物の総称（ただし、化石資源を除く）であり、本発明で用いるバイオマスには、農業系、林業系、畜産系、水産系、廃棄物系等の、熱分解して炭化物を生成するあらゆるバイオマスを用いることができる。有効発熱量の高いバイオマスを用いることが好ましく、木質系バイオマスを用いることが好ましい。木質系バイオマスとしては、パルプ黒液、チップダスト等の製紙副産物、樹皮、のこ屑等の製材副産物、枝、葉、梢、端尺材等の林地残材、スギ、ヒノキ、マツ類等の除間伐材、食用菌類の廃ホダ木等の特用林産からのもの、シイ、コナラ、マツ等の薪炭林、ヤナギ、ポプラ、ユーカリ、マツ等の短伐期林業等の林業系バイオマスや、市町村の街路樹、個人宅の庭木等の剪定枝条等の一般廃棄物や、国や県の街路樹、企業の庭木等の剪定枝条、建設・建築廃材等の産業廃棄物等が挙げられる。農業系バイオマスに分類される、廃棄物・副産物を発生源とする籾殻、麦わら、稲わら、サトウキビカス、パーマヤシ等や、エネルギー作物を発生源とする米糠、菜種、大豆等の農業系バイオマスの一部も木質系バイオマスとして好適に用いることができる。

20

【0035】

バイオマス炭と微粉炭とは、高炉の同一羽口から炉内に吹き込むことが望ましい。バイオマス炭と微粉炭とを、それぞれ異なる羽口から吹き込んでもある程度の効果はあるが、同一羽口から炉内に吹き込むことでバイオマス炭と微粉炭とが速やかに混合される。同一羽口から高炉内に吹き込む方法としては、同一羽口内にバイオマス炭の粉体の専用ランスと微粉炭の専用ランスとを装入してダブルフローランス方式としても良いし、粉体供給配管の途中でバイオマス炭の粉体と微粉炭とを混合しても良い。また、予めバイオマス炭の粉体と微粉炭とを混合した上で、ホッパーなどの粉体供給装置に供給したものを吹き込むことも可能である。

30

【0036】

図1を用いて本発明の一実施形態を説明する。バイオマス1は乾留装置2に供給され、所定の条件で乾留されバイオマス炭3を製造する。得られたバイオマス炭3は低揮発分の石炭からなる微粉炭4とともに混合装置5に供給され、その後、粉碎装置6で  $74 \mu\text{m}$  以下  $80 \text{ m a s s } \%$  に粉碎される。粉碎されたバイオマス炭と微粉炭は吹込み装置7に供給され、高炉8に吹き込まれる。

40

【0037】

図2を用いて、バイオマスの乾留装置としてロータリーキルンを用いた場合の一実施形態を説明する。図2において、乾留炉であるロータリーキルン炉10の装置本体11は、外管12と内管13とで構成されている。この内管13は外管12の内部長手方向に外管12と同芯状に配置されている。そして、内管13の内部がバイオマスの通路14（処理用空間）を構成し、また外管12と内管13の間の空間が加熱ガスの通路15を構成している。図2の装置を用いてバイオマスを乾留する際には、図示しない破碎装置にて事前に破碎したバイオマス1をロータリーキルン本体11の一端側より材料供給用のスクリーフィーダー16を介して処理空間14に供給する。加熱ガス（熱風）17は熱風導管18を介して加熱ガス空間15に供給される。19は被処理材の定量供給装置、20、21は

50



駆動モータ、22は加熱ガスの排出口、23は処理された被処理材及び発生ガスの排出口を示す。加熱ガスの通路15に供給された加熱ガス17は内管13の全体を加熱し、その管壁を通じてバイオマスが加熱され、乾留される。加熱ガスの通路15を流れた加熱ガス17は装置本体11の他端側の排出口22から排出される。一方、内管13内部の処理空間14に供給されたバイオマス1は内管13の回転によって混合されながら処理空間14を移送されつつ加熱され、乾留され、バイオマス炭3となる。排出されたバイオマス炭3は温度が高いため冷却する必要がある。冷却ガスは不活性ガスであればよい。また、冷却部から排出されるバイオマス炭3は発火しない温度範囲であればよく、200℃であればよい。より好ましくは100℃以下がよい。

【実施例1】

【0038】

図2に示すロータリーキルン装置を用いてバイオマスの乾留を行いバイオマス炭の製造試験を行った。ロータリーキルンの加熱方法は3分割の電気加熱とした。ロータリーキルンは内径15cm、長さ1.0m、傾斜角1度であり、乾留温度375℃、乾留時間は50分(ロータリーキルン回転数:1.5rpm)とした。バイオマスは3mm~10mmに粉碎分級した杉の廃木材を用いた。使用したバイオマスの組成を表2に示す。

【0039】

【表 2】

水分 mass%	工業分析 (dry-mass%)		元素分析 (dry-mass%)					
	灰分 (Ash)	揮発分 (Volatile Matter)	固定炭素 (Fixed Carbon)	C	H	N	S	O
12.6	0.6	94.3	5.1	51.1	6.3	<0.1	<0.1	42.1

ロータリーキルンへのバイオマス供給速度は2.0 kg/hとした。得られたバイオマス炭の収率は33.9 mass%、揮発分濃度は40.1 mass%、発熱量は7770 kcal/kgであった。

【0041】

上記で得られたバイオマス炭を粉碎し、表3に示す組成を有する微粉炭と混合し、燃焼性の評価を行った。

【0042】

【 表 3 】

水分 mass%	工業分析 (dry-mass%)		元素分析 (dry-mass%)					発熱量 kcal/kg	
	灰分 (Ash)	揮発分 (Volatile Matter)	固定炭素 (Fixed Carbon)	C	H	N	S		O
8.1	10.4	8.5	81.1	82.7	3.03	1.25	0.36	2.26	7501

【 0 0 4 3 】

10

20

30

40

50

燃焼性の評価は、表4に示す条件で、図3に示す燃焼試験装置を用いた燃焼試験によって行った。燃焼試験装置30は吹き込み方向長さが600mmであり、羽口31の径が65mm、ブローパイプ32の径が90mmのものを用いた。レースウェイ33内の温度、ガス組成を計測、採取するためのプローブ34を設置している。バイオマス炭および微粉炭は、羽口31より燃焼試験装置30内に吹きこみ、羽口前方に形成されるレースウェイ33内で燃焼させて、バイオマス炭と微粉炭のレースウェイ内最高温度位置と燃焼・ガス化率を測定した。羽口31より燃焼試験装置30内に吹きこんだバイオマス炭と微粉炭のレースウェイ内最高温度位置は燃焼性を示し、羽口先に近いほど燃焼性が良好であるため、レースウェイ内最高温度位置は羽口からの距離で示す。燃焼・ガス化率は「(吹き込み無し時のコークス消費速度 - 吹き込み時のコークス消費速度) / (バイオマス炭、微粉炭の吹き込み速度)」で算出した。

10

【0044】

【表4】

熱風量	Nm <sup>3</sup> /h	350
熱風温度	°C	1200
酸素濃度	%	21
羽口先ガス速度	m/sec	150
吹き込み量	kg/h	21

20

【0045】

バイオマス炭と微粉炭との混合比は、質量比で、本発明例1では微粉炭50に対して50のバイオマス炭(揮発分合計濃度: 24.30mass%)、本発明例2では微粉炭60に対して40のバイオマス炭(揮発分合計濃度: 21.14mass%)、本発明例3では微粉炭80に対して20のバイオマス炭(揮発分合計濃度: 14.82mass%)、本発明例4では微粉炭90に対して10のバイオマス炭(揮発分合計濃度: 11.66mass%)、本発明例5では微粉炭94に対して6のバイオマス炭(揮発分合計濃度: 10.40mass%)とした。また、バイオマス炭単独で燃焼試験を行った場合を比較例1、微粉炭単独で燃焼試験を行った場合を比較例2とした。レースウェイ内での最高温度位置(羽口からの距離)の測定結果を図4に、燃焼・ガス化率の測定結果を図5に示す。

30

【0046】

図6に加成性が成立した場合の燃焼・ガス化率と、上記で実測した燃焼・ガス化率の関係を示す。バイオマス炭と微粉炭の燃焼に加成性が成立するのであれば、本発明例1の燃焼率は59.3%、本発明例2は56.4%、本発明例3は50.5%、本発明例4は47.6%、本発明例5は46.4%となるはずであるが、加成性から予測される以上にバイオマス炭と微粉炭の混合物の燃焼性は向上した。揮発分の高いバイオマス炭を混合することにより、合計の燃焼性が向上したと考えられる。

【符号の説明】

40

【0047】

- 1 バイオマス
- 2 乾留装置
- 3 バイオマス炭
- 4 微粉炭
- 5 混合装置
- 6 粉碎装置
- 7 吹き込み装置
- 8 高炉
- 10 ロータリーキルン炉

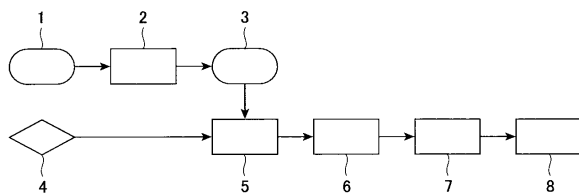
50

- 1 1 装置本体
- 1 2 外管
- 1 3 内管
- 1 4 バイオマスの通路 1 4 ( 処理用空間 )
- 1 5 加熱ガスの通路
- 1 6 スクリューフィーダー
- 1 7 加熱ガス ( 熱風 )
- 1 8 熱風導管
- 1 9 定量供給装置
- 2 0 駆動モータ
- 2 1 駆動モータ
- 2 2 加熱ガスの排出口
- 2 3 排出口
- 2 4 タール・水分・発生ガス
- 3 5 ランス
- 3 6 コークス
- 3 7 バイオマス炭・微粉炭
- 3 8 窒素ガス
- 3 9 酸素ガス
- 4 0 L P G
- 4 1 空気
- 4 2 排ガス
- 4 3 シェル

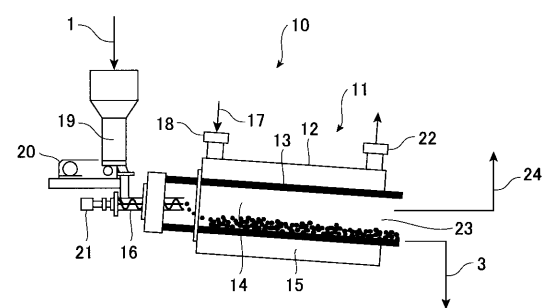
10

20

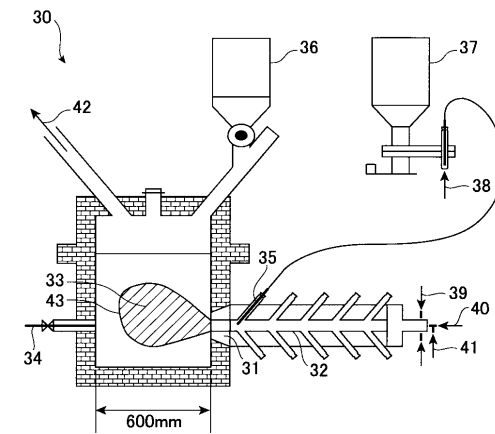
【 図 1 】



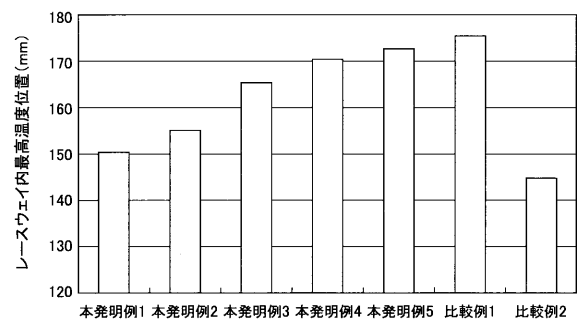
【 図 2 】



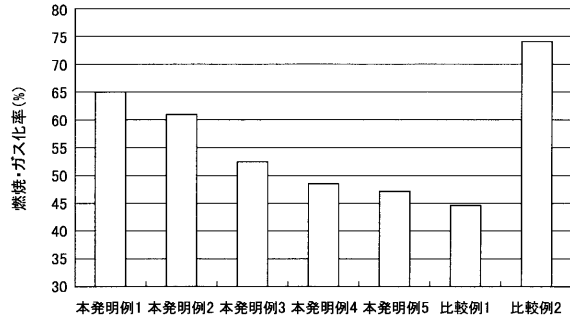
【 図 3 】



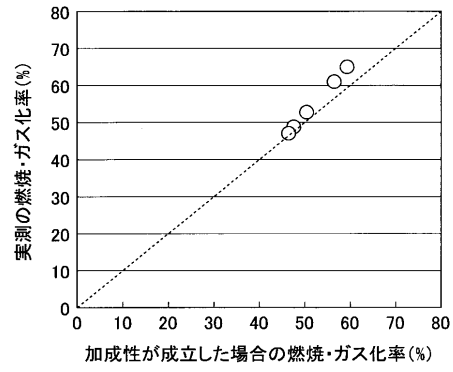
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 藤林 晃夫

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社内

審査官 本多 仁

(56)参考文献 特開2009-057438(JP,A)

特開2006-176848(JP,A)

植田滋、他2名、CO<sub>2</sub>排出削減に向けた高炉吹込みバイオマスの組成制御、鉄と鋼、日本、2008年11月1日、Vol.94 No.11、Page.468-474

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C21B 5/00