

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6708683号
(P6708683)

(45) 発行日 令和2年6月10日 (2020.6.10)

(24) 登録日 令和2年5月25日 (2020.5.25)

(51) Int.Cl.

F I

C 1 O J 3/46 (2006.01)

C 1 O J 3/46

F

C 1 O J 3/46

G

C 1 O J 3/46

K

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2018-50243 (P2018-50243)
 (22) 出願日 平成30年3月16日 (2018.3.16)
 (65) 公開番号 特開2019-157094 (P2019-157094A)
 (43) 公開日 令和1年9月19日 (2019.9.19)
 審査請求日 令和2年3月5日 (2020.3.5)

(73) 特許権者 514030104
 三菱日立パワーシステムズ株式会社
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3
 番1号
 (74) 代理人 100107238
 弁理士 米山 尚志
 (74) 代理人 100098017
 弁理士 吉岡 宏嗣
 (72) 発明者 熊谷 健志
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3
 番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会
 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体燃料のガス化システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固体燃料を乾燥する乾燥手段と、固体燃料を粉砕する粉砕手段と、前記乾燥手段で乾燥され、かつ前記粉砕手段で粉砕された固体燃料を、ガス化炉に気流搬送する気流搬送手段と、該気流搬送手段で気流搬送された固体燃料をガス化する前記ガス化炉と、を備えたガス化システムにおいて、

無機物を含み、かつ吸湿性を有する粉体を、前記粉砕手段から前記ガス化炉までの少なくとも1箇所以上¹⁰に供給する粉体供給システムを設け、

粉体の供給場所で蒸発する水分量の予測値に基づいて、前記粉体供給システムからの前記粉体の供給量を求める制御装置を設けた

ことを特徴とする固体燃料のガス化システム。

【請求項 2】

固体燃料を乾燥する乾燥手段と、固体燃料を粉砕する粉砕手段と、前記乾燥手段で乾燥され、かつ前記粉砕手段で粉砕された固体燃料を、ガス化炉に気流搬送する気流搬送手段と、該気流搬送手段で気流搬送された固体燃料をガス化する前記ガス化炉と、該ガス化炉で生成された生成ガスからチャーを分離して回収する脱塵手段と、該脱塵手段で回収したチャーを前記ガス化炉に気流搬送するチャー気流搬送手段とを備えたガス化システムにおいて、

無機物を含み、かつ吸湿性を有する粉体を、前記粉砕手段から前記ガス化炉までの少なくとも1箇所以上と、前記チャー気流搬送手段から前記ガス化炉までの少なくとも1箇所

以上とに、それぞれ供給する粉体供給系統を設け、

粉体の供給場所で蒸発する水分量の予測値に基づいて、前記粉体供給系統からの前記粉体の供給量を求める制御装置を設けた

ことを特徴とする固体燃料のガス化システム。

【請求項 3】

固体燃料を乾燥する乾燥手段と、固体燃料を粉砕する粉砕手段と、前記乾燥手段で乾燥され、かつ前記粉砕手段で粉砕された固体燃料を、ガス化炉に気流搬送する気流搬送手段と、該気流搬送手段で気流搬送された固体燃料をガス化する前記ガス化炉と、該ガス化炉で生成された生成ガスからチャーを分離して回収する脱塵手段とを備え、前記脱塵手段で回収したチャーを、前記気流搬送手段に供給して固体燃料とともに前記ガス化炉に気流搬送するガス化システムにおいて、

10

無機物を含み、かつ吸湿性を有する粉体を、前記粉砕手段から前記ガス化炉までの少なくとも 1 箇所に供給する粉体供給系統を設け、

粉体の供給場所で蒸発する水分量の予測値に基づいて、前記粉体供給系統からの前記粉体の供給量を求める制御装置を設けた

ことを特徴とする固体燃料のガス化システム。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 に記載のガス化システムであって、

前記気流搬送手段は、燃料用のホッパを有し、

前記粉体供給系統は、前記粉砕手段と前記燃料用のホッパのそれぞれに、前記粉体を個別に供給する

20

ことを特徴とする固体燃料のガス化システム。

【請求項 5】

請求項 2 に記載のガス化システムであって、

前記気流搬送手段は、燃料用のホッパを有し、

前記チャー気流搬送手段は、チャー用のホッパを有し、

前記粉体供給系統は、前記粉砕手段と前記燃料用のホッパと前記チャー用のホッパのそれぞれに、前記粉体を個別に供給する

ことを特徴とする固体燃料のガス化システム。

【請求項 6】

30

請求項 4 又は請求項 5 に記載のガス化システムであって、

前記乾燥手段は、第一及び第二の乾燥手段を有し、

前記粉砕手段は、前記第一の乾燥手段で乾燥された固体燃料を粉砕し、

前記第二の乾燥手段は、前記粉砕手段で粉砕された固体燃料を乾燥し、

前記気流搬送手段には、前記粉砕手段で粉砕された固体燃料を前記ガス化炉の上段バーナに供給する上段バーナ用気流搬送系統と、前記粉砕手段で粉砕された固体燃料を前記ガス化炉の下段バーナに供給する下段バーナ用気流搬送系統とが設けられ、

前記燃料用のホッパは、前記上段バーナ用気流搬送系統に設けられた上段バーナ用のホッパと、前記下段バーナ用気流搬送系統に設けられた下段バーナ用のホッパとを含み、

前記粉体供給系統は、前記上段バーナ用のホッパと前記下段バーナ用のホッパのそれぞれに、前記粉体を個別に供給する

40

ことを特徴とする固体燃料のガス化システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体燃料をガス化するガス化システムに関する。

【背景技術】

【0002】

石炭は、埋蔵量が豊富であり、かつ世界中で産出することから、今後も重要なエネルギー源の一つである。現在、単位重量あたりの発熱量が高い無煙炭や瀝青炭が主に用いられ

50

ているが、今後は埋蔵量の約半分を占める亜瀝青炭や褐炭の利用を促進する必要がある。瀝青炭や無煙炭と比較すると、亜瀝青炭や褐炭は、水分の含有量が多く、かつ無水ベースでの単位重量あたりの発熱量が低い。特に褐炭は30～70wt%程度と非常に多くの水分を含み、乾燥した褐炭は自然発火しやすい特徴を有する。このため褐炭は、輸送と保管に多くのコストがかかるため、産炭地周辺で利用されるにとどまっている。

【0003】

褐炭の利用促進策の一つに、褐炭を用いたガス化システムがある。これは、褐炭からCOおよびH₂を主成分とする生成ガスを取り出し、この生成ガスを水素、メタン、メタノール、ジメチルエーテル(DME; Dimethyl Ether)、および合成天然ガス(SNG; Synthetic Natural Gas)などに変換するものである。これにより、褐炭を高付加価値で輸送可能な生成ガスに変換し、電力や化学原料や社会インフラの燃料などとして利用する。

10

【0004】

このガス化システムに用いられるガス化炉には、炉内を高温化して石炭灰分を溶融スラグ化し、石炭の灰分を生成ガスと分離する噴流床方式が多く用いられている。溶融スラグは耐火材でできた炉壁表面を流下するため、溶融スラグの浸食などによって炉壁の耐火材が溶損する場合がある。長時間にわたってガス化炉の運転を継続するためには、炉壁表面に連続的に溶融スラグを付着させて、耐火材の溶損を抑制するスラグコーティングの形成が必要不可欠である。

【0005】

褐炭は、灰分が低い(例えば数%以下)炭種が多く、同じ炭種でも灰の性状変化によって灰融点変動することが知られている。褐炭をガス化するためには、低灰分の炭種で、灰の性状変動があっても、炉内のスラグコーティング形成を維持させるガス化炉の運転方法およびガス化システムが必要となる。さらに、褐炭のガス化では、前処理での褐炭乾燥の動力低減できるガス化炉およびガス化システムが必要となる。

20

【0006】

例えば、特許文献1には、褐炭に灰分調整剤(石灰石・けい砂などの鉱物、スラグ・耐火材・セメントなどの酸化物の粉末)を添加し、灰分2～19wt%(望ましくは6～10wt%)に調整することで、炉内のスラグコーティング形成を維持する運転方法が記載されている。

【0007】

また特許文献2には、ガス化炉で発生したチャーをガス化炉に再循環させるチャー供給系統に、ガス化炉より回収したスラグ粉末を添加して炉内に供給し、炉内のスラグコーティング形成を維持するガス化システムが記載されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2012-172080号公報

【0009】

【特許文献2】特開2014-136764号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

褐炭乾燥の動力低減策の一つに、ガス化炉に供給する褐炭の水分を高めたガス化システムが考えられる。このガス化システムでは、水分の高い褐炭を粉碎し、ガス化炉に搬送する必要がある。

【0011】

しかし、水分含有率の高い固体燃料(高水分固体燃料)をガス化炉に供給するガス化システムでは、乾燥手段からガス化炉の間、すなわち粉碎器や搬送系統において、固体燃料に含まれる水分が蒸発し、温度の低くなる箇所等に凝縮する可能性がある。粉碎器や搬送系統内に水分が凝縮すると、この凝縮水に付着した固体燃料を起点にさらに固体燃料が付

50

着・堆積し、固体燃料の供給量が減少したり、粉砕器や搬送系統内が閉塞に至る可能性がある。

【0012】

例えば、常温より高い温度(例えば40～70 程度)で運用される粉砕器では、運用温度より低くなる壁面や出口の近傍で、水分が凝縮しやすくなる。また、固体燃料の粉砕による摩擦熱などで局所的に高温化した固体燃料が、粉砕器の内部(例えば壁面近傍など)に付着・堆積すると、粉砕器の内部で固体燃料が自然発火する可能性がある。また、搬送系統内で固体燃料を貯留するホッパでは、外気温がホッパ内温度より低い場合などに、壁面や固体燃料の出入り口近傍で、水分が凝縮しやすくなる。

【0013】

特許文献1には、褐炭に灰分調整剤として石灰石・けい砂などの鉱物、スラグ・耐火材・セメントなどの酸化物の粉末を添加する運転方法が記載されている。しかし、灰分調整剤を添加する箇所、および灰分調整以外の効果については言及されていない。粉砕器や搬送系統の内部における固体燃料から蒸発した水分の凝縮による固体燃料の付着・堆積、および自然発火の予防についても言及されていないことから、特許文献1の方法は、高水分固体燃料(褐炭など)の適用を想定したものではない。

【0014】

特許文献2には、ガス化炉で発生したチャーをガス化炉に再循環させるチャー供給系統のホッパに、ガス化炉より回収したスラグ粉末を添加する運転方法が記載されている。しかし、特許文献2の方法も、高水分固体燃料の適用を想定したものではない。

【0015】

このように、特許文献1および特許文献2の方法は、高水分固体燃料の適用を想定していないため、高水分固体燃料を適用した場合に懸念される事項、すなわち固体燃料から蒸発した水分の凝縮による固体燃料の付着・堆積による閉塞、および自然発火の予防を考慮していない。従って、特許文献1および特許文献2に記載されたプロセスに高水分固体燃料を適用することはできない。

【0016】

そこで本発明は、高水分固体燃料を適用し、乾燥動力を低く抑えて、高水分固体燃料を粉砕・搬送した場合であっても、安定した運転を行うことが可能なガス化システムの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記目的を達成すべく、本発明の第1～第3の態様に係るガス化システムは、乾燥手段と、粉砕手段と、気流搬送手段と、ガス化炉とを備える。乾燥手段は、固体燃料を乾燥し、粉砕手段は、固体燃料を粉砕する。気流搬送手段は、乾燥手段で乾燥され、かつ粉砕手段で粉砕された固体燃料を、ガス化炉に気流搬送する。ガス化炉は、気流搬送手段で気流搬送された固体燃料をガス化する。

【0018】

本発明の第1の態様に係るガス化システムでは、無機物を含み、かつ吸湿性を有する粉体を、粉砕手段からガス化炉までの少なくとも1箇所以上¹に供給する粉体供給系統と、粉体の供給場所で蒸発する水分量の予測値に基づいて、粉体供給系統からの粉体の供給量を求める制御装置と、を設けている。

【0019】

本発明の第2の態様に係るガス化システムは、ガス化炉で生成された生成ガスからチャーを分離して回収する脱塵手段と、脱塵手段で回収したチャーをガス化炉に気流搬送するチャー気流搬送手段とを備える。第2の態様では、無機物を含み、かつ吸湿性を有する粉体を、粉砕手段からガス化炉までの少なくとも1箇所以上と、チャー気流搬送手段からガス化炉までの少なくとも1箇所以上とに、それぞれ供給する粉体供給系統と、粉体の供給場所で蒸発する水分量の予測値に基づいて、粉体供給系統からの粉体の供給量を求める制御装置と、を設けている。

【 0 0 2 0 】

本発明の第 3 の態様に係るガス化システムは、ガス化炉で生成された生成ガスからチャーを分離して回収する脱塵手段を備え、脱塵手段で回収したチャーを、気流搬送手段に供給して固体燃料とともにガス化炉に気流搬送する。第 3 の態様では、無機物を含み、かつ吸湿性を有する粉体を、粉碎手段からガス化炉までの少なくとも 1 箇所以上に供給する粉体供給システムと、粉体の供給場所で蒸発する水分量の予測値に基づいて、粉体供給システムからの粉体の供給量を求める制御装置と、を設けている。

【 0 0 2 1 】

水分含有率の高い(例えば 25 wt % 以上)固体燃料を粉碎手段で粉碎し、気流搬送手段でガス化炉に気流搬送すると、粉碎手段や気流搬送手段において、固体燃料から蒸発した水分の凝縮により固体燃料が付着・堆積する可能性がある。

10

【 0 0 2 2 】

このような固体燃料の付着・体積を抑制するため、第 1 ～ 第 3 の態様のガス化システムでは、粉碎手段からガス化炉までの間に、無機物を含み、かつ吸湿性を有する粉体を供給する粉体供給システムを設けている。上記粉体の供給により、固体燃料から蒸発した水分を除湿して、水分の凝縮による固体燃料の付着・堆積を抑制することができる。

【 0 0 2 3 】

特に、粉碎手段は、常温より高い温度(例えば 40 ～ 70 程度)で運用され、粉碎時の摩擦熱などで局所的に粉碎手段の運用温度よりも高まり、付着・堆積した固体燃料が自然発火に至る危険性がある。このため、上記粉体を粉碎手段に供給するように粉体供給システムを構成することによって、粉碎手段の内部への固体燃料の付着・堆積を抑制し、粉碎手段での固体燃料の自然発火を予防することができる。

20

【 0 0 2 4 】

従って、高水分固体燃料を適用し、乾燥手段における乾燥動力を低く抑えて、高水分固体燃料を粉碎・搬送した場合であっても、安定した運転を行うことが可能なガス化システムを構築することができる。

また、粉体の供給場所で蒸発する水分量の予測値に基づいて粉体供給システムからの上記粉体の供給量を求める制御装置を設けているので、上記粉体の供給量を必要最小限に抑えることができる。

【 0 0 2 5 】

さらに、第 2 の態様では、チャー気流搬送手段からガス化炉までの間で上記粉が供給されるので、チャーから蒸発した水分を除湿して、水分の凝縮によるチャーの付着・堆積を抑制することができる。

30

【 0 0 2 6 】

本発明の第 4 の態様は、第 1 ～ 第 3 の態様のガス化システムであって、気流搬送手段は、燃料用のホッパを有する。粉体供給システムは、粉碎手段と燃料用のホッパのそれぞれに、上記粉体を個別に供給する。

【 0 0 2 7 】

本発明の第 5 の態様は、第 2 の態様のガス化システムであって、気流搬送手段は、燃料用のホッパを有し、チャー気流搬送手段は、チャー用のホッパを有する。粉体供給システムは、粉碎手段と燃料用のホッパとチャー用のホッパのそれぞれに、上記粉体を個別に供給する。

40

【 0 0 2 8 】

本発明の第 6 の態様は、第 4 又は第 5 の態様のガス化システムであって、乾燥手段は、第一及び第二の乾燥手段を有する。粉碎手段は、第一の乾燥手段で乾燥された固体燃料を粉碎する。第二の乾燥手段は、粉碎手段で粉碎された固体燃料を乾燥する。気流搬送手段には、粉碎手段で粉碎された固体燃料をガス化炉の上段バーナに供給する上段バーナ用気流搬送システムと、粉碎手段で粉碎された固体燃料をガス化炉の下段バーナに供給する下段バーナ用気流搬送システムとが設けられている。燃料用のホッパは、上段バーナ用気流搬送システムに設けられた上段バーナ用のホッパと、下段バーナ用気流搬送システムに設けられた下段バー

50

ナ用のホッパとを含む。粉体供給系統は、上段バーナ用のホッパと下段バーナ用のホッパのそれぞれに、上記粉体を個別に供給する。

【0029】

気流搬送手段に燃料用のホッパが設けられている場合、外気温がホッパ内温度より低い場合などに、壁面や固体燃料の出入り口近傍で、固体燃料から蒸発した水分が凝縮する可能性がある。

【0030】

燃料用のホッパへの固体燃料の付着・体積を抑制するため、第4～第6の態様のガス化システムでは、燃料用のホッパに上記粉体を供給する。上記粉体の供給により、ホッパ内部での凝縮水の発生を抑制し、固体燃料の供給量の減少や固体燃料の搬送系統の閉塞を予防することができる。

10

【0031】

さらに、第5の態様では、チャー用のホッパに上記粉体を供給するので、チャーの搬送系統の閉塞を予防することができる。

【発明の効果】

【0034】

本発明のガス化システムによれば、高水分固体燃料を適用し、乾燥動力を低く抑えて、高水分固体燃料を粉碎・搬送した場合であっても、安定した運転を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

20

【図1】本発明の第1実施形態に係る高水分炭ガス化システムを模式的に示す系統図である。

【図2】本発明の第2実施形態に係る高水分炭ガス化システムを模式的に示す系統図である。

【図3】本発明の第3実施形態に係る高水分炭ガス化システムを模式的に示す系統図である。

【図4】本発明の第4実施形態に係る高水分炭ガス化システムを模式的に示す系統図である。

【図5】図4の高水分炭ガス化システムに設けられる制御装置の機能構成図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0036】

以下、本発明の実施形態に係る高水分炭ガス化システムについて、図面を参照して説明する。

【0037】

(第1実施形態)

図1に、固体燃料1の粉碎手段からガス化炉までの間に、無機物を含み、かつ吸湿性を有する粉体(以下、無機物を含む吸湿性の粉体と称する)を供給する系統(粉体供給系統)を設けた高水分炭ガス化システムの系統図を示す。

【0038】

図1に示すように、固体燃料1は、乾燥装置(乾燥手段)2で乾燥し、粉碎装置(粉碎手段)3で粉碎した後に、ロックホッパ5で所定の圧力に昇圧および貯留され、フィードホッパ6に移送される。フィードホッパ6において、固体燃料1は、不活性ガス8に同伴されて、固体燃料の搬送管12および固体燃料バーナ13を介し、ガス化炉19に供給される。ロックホッパ5からフィードホッパ6を介してガス化炉19に至る固体燃料1の搬送経路は、乾燥装置2で乾燥され、かつ粉碎装置3で粉碎された固体燃料1を、ガス化炉19に気流搬送する気流搬送手段を構成する。

40

【0039】

ここで、固体燃料1の移送および搬送に用いられる不活性ガス8には、 N_2 や CO_2 などが好適である。不活性ガス8に N_2 を用いる場合、空気14を空気分離器16に供給して製造した窒素17を用いると良い。これに対し、不活性ガス8に CO_2 を用いる場合、

50

ガス化システム内で回収した CO_2 (以下、回収 CO_2 (101) と呼ぶ) を用いると良い。例えば、回収 CO_2 (101) の一部を抜き出し、再利用 CO_2 用コンプレッサ59で所定圧力に昇圧し、再利用 CO_2 (102) として用いる。この再利用 CO_2 (102) の流量は、再利用 CO_2 の流量調整弁58で調整する。本実施形態では、不活性ガス8に、 CO_2 を用いた場合のガス化システムを説明する。

【0040】

固体燃料1をロックホッパ5からフィードホッパ6に移送する際、移送弁7を開ける前に、ロックホッパ均圧弁9とフィードホッパ均圧弁10を開けてロックホッパ5とフィードホッパ6を均圧化する。さらにロックホッパ5に移送用の不活性ガス8 (本実施形態では CO_2) を投入することで、ロックホッパ5の出口部や移送弁7での固体燃料1の移送

10

停滞を防ぐ。移送時の各ホッパの圧力調整に、圧力調整弁11を用いる。圧力調整弁11からは、微粒の固体燃料1 (粉塵状) を含む CO_2 が排気される。この排気された CO_2 は、不活性ガス8として再利用してもよいし、貯留 CO_2 (103) の系統に混合してもよい。貯留 CO_2 (103) の系統に混合する場合には、脱塵処理により排気される CO_2 中の粉塵を除去する必要がある。

【0041】

フィードホッパ6に移送された固体燃料1は、不活性ガス8 (本実施形態では CO_2) に同伴され、固体燃料の搬送管12および固体燃料バーナ13を介し、ガス化炉19に供給される。ガス化炉19に投入された固体燃料1は、同じく固体燃料バーナ13より投入された酸素18と混合してガス化し、高温の生成ガス20を発生する。この生成ガス20

20

の主成分は、 CO および H_2 である。

【0042】

ガス化炉19に投入する酸素18は、空気分離器16で製造される。空気14をコンプレッサ15で昇圧して空気分離器16に供給して、窒素17と酸素18に分離する。ここで、空気分離機16の動力低減のため、太陽光や風力などの自然エネルギーで発電した電力で水を電気分解し、少なくとも一部の酸素18を製造するなどエネルギー効率を高めたシステムとしても構わない。

【0043】

高温となった生成ガス20は、生成ガス冷却部21に供給される。生成ガス冷却部21において、所定の圧力に昇圧された噴霧水62が投入され、生成ガス20を冷却する。噴霧水62を微粒化するため、生成ガス冷却部21の噴霧水62の投入口には、微粒化ノズルが設置される。

30

【0044】

噴霧水62には、後述するシフト反応後の生成ガスより回収された水46や、ガス化炉19内で発生する熔融スラグの冷却水などを用い、工業用水の使用量を低減したシステムに仕上げると良い。

【0045】

また、生成ガス冷却部21に、固体燃料1の乾燥装置2で発生した、飛散燃料を含む水蒸気60を供給し、固体燃料1に含まれる余剰水分も有効利用する。乾燥装置2は常圧に近い圧力で、生成ガス冷却部21は加圧で運用される場合が多い。このため、飛散燃料を含む水蒸気60は、コンプレッサ61で昇圧された後に、生成ガス冷却部21に供給される。

40

【0046】

本実施形態では、飛散燃料を含む水蒸気60を噴霧水62の上流側に供給し、高温の生成ガス20と混合させる系統を示した。仮に、飛散燃料を含む水蒸気60と混合した後の生成ガス20の温度を1000 程度以上で保持できると、投入した水蒸気と生成ガス中の CO による水性シフト反応 ($\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$) が進行する。生成ガス冷却部21でシフト反応を進行させることができれば、下流のシフト反応器におけるシフト反応触媒の使用量低減や、シフト反応用の水39の使用量の低減に繋がる。

【0047】

50

ここで、高温の生成ガス 20 を短時間で冷却し、生成ガス冷却部 21 を小型化して、ガス化システムの建設コスト削減を目指す場合は、飛散燃料を含む水蒸気 60 より上流側から噴霧水 62 を供給するシステム（図示省略）としても構わない。

【0048】

冷却後の生成ガス 22 は、脱塵装置（脱塵手段）23 において同伴するチャー 24 を除去され、水洗塔 31 で塩素などのハロゲン系物質と、脱塵装置 23 で除去できなかった微細な粒子を除去され、さらに脱硫装置 32 で硫黄分を除去される。

【0049】

冷却後の生成ガス 22 から分離されたチャー 24 は、チャーロックホッパ 25 に貯留され、適宜、チャーフィードホッパ 26 に移送された後、チャー搬送管 63 およびチャーバーナ 64 を介してガス化炉 19 に投入される。チャーロックホッパ 25 からチャーフィードホッパ 26 を介してガス化炉 19 に至るチャー 24 の搬送経路は、脱塵装置 23 で回収したチャー 24 をガス化炉 19 に気流搬送するチャー気流搬送手段を構成する。チャー 24 の搬送ガスには、不活性ガス 8 を用いる。本実施形態では、搬送ガスに、固体燃料 1 と同じく再利用 CO_2 (102) を用いた系統について説明する。

【0050】

チャー 24 の移送および搬送の方式は、上述した固体燃料 1 の方式と同じである。チャー 24 の移送時には、チャーロックホッパ均圧弁 28 とチャーフィードホッパ均圧弁 29 を開けて、チャーロックホッパ 25 とチャーフィードホッパ 26 を均圧化した後に、チャー移送弁 27 を開けてチャー 24 を移送する。チャー 24 の移送促進やホッパの圧力調整用に不活性ガス 8（本実施形態では CO_2 ）を投入し、チャー系圧力調整弁 30 の開度調整により、これらホッパの圧力を調整する。

【0051】

一方、主成分を CO 、 H_2 、 CO_2 、 H_2O （水蒸気）とする脱硫後の生成ガス 33 は、生成ガスの熱交換器 34 と生成ガスの加熱器 35 で 200～300 程度に加熱され、第一シフト反応器 36 に供給される。ここで、脱硫後の生成ガス 33 の加熱温度は、シフト反応器に充填されるシフト反応触媒の特性に応じて設定される。

【0052】

第一シフト反応器 36 において、脱硫後の生成ガス 33 は、シフト反应用水蒸気 42 と混合し、シフト反応が進む。発熱反応であるシフト反応が過度に進むと、高温化した生成ガスによって反応容器やシフト反応触媒が損傷する危険性がある。このため、シフト反応器を複数段設置し、生成ガスを冷却しながら段階的にシフト反応を進めると良い。本実施形態では、シフト反応器を 2 段設置した場合で説明する。

【0053】

また、生成ガスの用途（ H_2 、メタン、メタノール、DME（ジメチルエーテル）、SNG（合成天然ガス））に応じてシフト反応率を調整し、シフト反応後の生成ガス 38 中の CO と H_2 の含有割合を所定の比率に調整する必要がある。このシフト反応率の調整には、シフト反応器の温度や水蒸気添加量といった操作条件や、触媒充填量の増減で対応すると良い。場合によっては、第二シフト反応器 37 をバイパスする系統を設けても構わない。

【0054】

脱硫後の生成ガス 33 は、第一シフト反応器 36 の下流で所定温度に冷却された後に、第二シフト反応器 37 に供給される。冷却には、第一シフト反応後の生成ガスとシフト反应用の水の熱交換器 41 を用い、シフト反応熱をシフト反应用水蒸気 42 の予熱に用いると良い。

【0055】

シフト反応後の生成ガス 38 は、生成ガスの熱交換器 34、シフト反応後の生成ガスとシフト反应用の水の熱交換器 40、およびシフト反応後の生成ガスの冷却器 44 で 40 程度まで冷却される。

【0056】

この冷却過程で生じた凝縮水は、ノックアウトドラム 45 において分離され、シフト反

10

20

30

40

50

応後の生成ガス 38 より回収された水 46 として回収される。シフト反応後の生成ガス 38 より回収された水 46 は、図 1 には示さないものの、噴霧水 62 等としてガス化システム内で再利用するのが好適である。シフト反応後の生成ガス 38 より回収された水 46 には、シフト反応後の生成ガス 38 中に残留した CO や H_2O (水蒸気) より生じたメタノール等の副生成物の混入が懸念される。シフト反応後の生成ガス 38 より回収された水 46 を、生成ガス冷却部 21 に噴霧して蒸発させて、メタノール等の副生成物に分解する。これにより、シフト反応後の生成ガス 38 より回収された水 46 に含まれる副産物の処理装置は不要となる。

【0057】

40 程度に冷却されたシフト反応後の生成ガス 38 は、 CO_2 吸収塔 47 において CO_2 を除去され、 CO_2 吸収後の生成ガス 48 となる。この CO_2 吸収後の生成ガス 48 を、発電や社会インフラの燃料および化学原料などとして利用する。

【0058】

CO_2 吸収塔 47 では、メチルジエタノールアミンを主成分とする CO_2 吸収液 53 が、シフト反応後の生成ガス 38 と接触することで、 CO_2 を分離・除去する。 CO_2 吸収した CO_2 吸収液 49 は、 CO_2 吸収液の熱交換器 50、 CO_2 吸収液の加熱器 51 で 100 以上に加熱され、 CO_2 再生塔 52 に供給される。 CO_2 再生塔 52 において、 CO_2 吸収した CO_2 吸収液 49 に含まれる CO_2 が放出される。

【0059】

これにより、 CO_2 吸収した CO_2 吸収液 49 は、 CO_2 吸収液 53 として再利用が可能となる。 CO_2 吸収液 53 は、 CO_2 吸収液の昇圧ポンプ 54 で昇圧され、 CO_2 吸収液の熱交換器 50 で 40 程度に冷却されて、 CO_2 吸収塔 47 に供給される。

【0060】

なお、本実施形態では、メチルジエタノールアミンを用いた化学吸収による CO_2 回収方式を設置したガス化システムを示したが、他の CO_2 回収方式を用いても構わない。

【0061】

以上のようなガス化システムにおいて、水分の高い (例えば 25 wt % 以上) 固体燃料 1 をガス化する場合、乾燥装置 2 の出口における固体燃料 1 の水分は、従来の一般的なシステム (約 15 wt % 以下) より高く設定される。このため、本実施形態の高水分炭ガス化システムでは、乾燥装置 2 で固体燃料 1 を乾燥するための動力を従来の一般的なシステムより低減した、エネルギー効率の高い高水分炭ガス化システムを構築できる。

【0062】

このシステムでは、水分の高い固体燃料 1 が粉砕装置 3 に供給され、粉砕装置 3 の内壁などに固体燃料 1 が付着する恐れがある。粉砕装置 3 は、常温より高い温度 (例えば 40 ~ 70 程度) で運用され、かつ粉砕時の摩擦熱などで局所的にさらに高い温度に達する可能性がある。このため、粉砕装置 3 の内部では、固体燃料 1 に残留した水分が蒸発する可能性がある。蒸発した水分は、粉砕装置 3 の内壁近傍で外気に冷やされて凝縮し、固体燃料 1 とともに内壁に付着・堆積する可能性がある。粉砕装置 3 の内部に付着・堆積した固体燃料 1 は、粉砕装置 3 の運転を阻害したり、自然発火を起したりする危険性がある。

【0063】

そこで、粉砕装置 3 に、無機物を含む吸湿性の粉体 4A の供給系統を設置する。粉砕装置 3 内に供給された粉体 4A は、粉砕装置 3 内で蒸発した水分を吸収し、固体燃料 1 とともに排出されて、ロックホッパ 5 に貯留される。

【0064】

ロックホッパ 5 では、不活性ガス 8 を供給して所定の圧力に昇圧し、固体燃料 1 を最大で数十分程度貯留する (貯留時間は、ホッパ容量や固体燃料 1 の供給量で変わる)。仮に、外気温より高い温度の固体燃料 1 が貯留されたり、昇圧や移送などの際に外気温より高い温度の不活性ガス 8 が供給されたり、貯留中に外気温が低下した場合などには、ロックホッパ 5 の内部温度が、外気温より高くなる。

【0065】

10

20

30

40

50

この場合、外気への放熱で雰囲気温度の低下するロックホッパ 5 の壁面や出入り口の近傍などで、固体燃料 1 から蒸発した水分が凝縮する可能性がある。固体燃料 1 をガス化炉 19 に気流搬送するシステムでは、凝縮した水分とともに固体燃料 1 が付着・堆積すると、ホッパの出入り口等が閉塞に至る可能性がある。

【0066】

そこで、ロックホッパ 5 に、無機物を含む吸湿性の粉体 4 B の供給系統を設置する。ロックホッパ 5 内に供給された粉体 4 B は、ロックホッパ 5 内に貯留された固体燃料 1 から蒸発した水分を吸収し、固体燃料 1 とともに固体燃料の移送弁 7 を介し、フィードホッパ 6 に移送される。

【0067】

フィードホッパ 6 に移送された固体燃料 1 は、上述したロックホッパ 5 の場合と同様にフィードホッパ 6 内でも貯留されるため、固体燃料 1 から蒸発した水分が凝縮する可能性がある。ホッパの入り口、内壁、搬送管 12 入り口の近傍、および搬送管 12 の内部などで、凝縮した水分とともに固体燃料 1 が付着・堆積すると、ガス化炉 19 に供給される固体燃料 1 の流量が著しく減少する可能性がある。

【0068】

ここで、上記のロックホッパ 5 で供給され、固体燃料 1 とともにロックホッパ 5 より移送された粉体 4 B だけでは、フィードホッパ 6 内で発生した水分を吸収できない場合も考えられる。この場合は、図示しないものの、フィードホッパ 6 からガス化炉 19 までの間の、例えばフィードホッパ 6 や固体燃料の搬送管 12 などに、無機物を含む吸湿性の粉体の供給系統をさらに設置すると良い。

【0069】

また、このシステムでは、水分の低い固体燃料を用いた場合に比べて水分の高いチャー 24 が回収されてチャーロックホッパ 25 に貯留され、チャーフィードホッパ 26 に移送された後、チャー搬送管 63 およびチャーバーナ 64 を介してガス化炉 19 に投入される。仮に、外気温より高い温度のチャー 24 が貯留されたり、昇圧や移送などの際に外気温より高い温度の不活性ガス 8 が供給されたり、貯留中に外気温が低下した場合などには、チャーロックホッパ 25 の内部温度が、外気温より高くなる。

【0070】

この場合、外気への放熱で雰囲気温度の低下するチャーロックホッパ 25 の壁面や出入り口の近傍などで、チャー 24 から蒸発した水分が凝縮する可能性がある。凝縮した水分とともにチャー 24 が付着・堆積すると、ホッパの出入り口等が閉塞に至る可能性がある。

【0071】

そこで、チャーロックホッパ 25 に、無機物を含む吸湿性の粉体 4 C の供給系統を設置する。チャーロックホッパ 25 内に供給された粉体 4 C は、チャーロックホッパ 25 内に貯留されたチャー 24 から蒸発した水分を吸収し、チャー 24 とともにチャー移送弁 27 を介し、チャーフィードホッパ 26 に移送される。

【0072】

最後に、無機物を含む吸湿性の粉体について説明する。無機物を含む吸湿性の粉体として、石炭灰、廃棄物焼却灰、ゼオライト（石炭灰などから作られた人工ゼオライトも含む）、シリカゲル、炭酸カルシウムなどが挙げられる。

【0073】

例えば、本実施形態の高水分炭ガス化システムを、微分炭ボイラや褐炭鉱山付近で運用中の褐炭ボイラの近隣に設置する場合、これらのボイラで発生する石炭灰を、無機物を含む吸湿性の粉体として有効利用すると良い。また、本実施形態の高水分炭ガス化システムを、廃棄物焼却炉に隣接して導入する場合、この廃棄物焼却炉で発生する廃棄物焼却灰を用いても構わない。

【0074】

これら石炭灰や廃棄物焼却灰に含まれる有機物（未燃分）は、ガス化炉 19 内でガス化

10

20

30

40

50

され、無機物は、最終的にガス化炉 19 内で溶融スラグ化される。溶融スラグは、石炭灰や廃棄物焼却灰で懸念される浸水への重金属などの溶出を抑制でき、かつ、路盤材や骨材などとして有効利用が可能である。これにより、ボイラや廃棄物焼却炉で発生した灰の無害化处理とリサイクル拡大にも貢献できる。

【0075】

以上のシステムで高水分の固体燃料 1 をガス化することで、固体燃料 1 の乾燥動力の低減による、エネルギー効率に優れたガス化システムを構築できる。

【0076】

なお、本実施形態では、粉碎装置 3 とロックホッパ 5 とチャーロックホッパ 25 とに、無機物を含む吸湿性の粉体 4A、4B、4C をそれぞれ供給する粉体供給システムを設けたが、粉碎装置 3 とロックホッパ 5 とチャーロックホッパ 25 とのうち何れか一つ又は二つに対して粉体を供給する粉体供給システムとしてもよく、これら以外に無機物を含む吸湿性の粉体を供給する粉体供給システムとしてもよい。

【0077】

(第2実施形態)

図 2 に、脱塵手段で回収したチャー 24 を、固体燃料の気流搬送手段に供給するシステムを設けた高水分炭ガス化システムの系統図を示す。本実施形態では、第 1 実施形態に示した図 1 と異なる部分について主に説明する。なお、本実施形態では、複数の固体燃料バーナ 13 および 13A が設けられ、チャーバーナ 64 は設けられていない。

【0078】

図 2 に示すように、脱塵装置 23 で回収したチャー 24 は、ロックホッパ 5 に供給され、固体燃料 1 とともにフィードホッパ 6 へ移送される。ここで、粉碎装置 3 から常圧で供給される固体燃料 1 と、ガス化炉 19 の運転圧力とほぼ同等の加圧で供給されるチャー 24 を、同じロックホッパ 5 に供給し、フィードホッパ 6 に移送する操作手順を説明する。

【0079】

まず、粉碎装置 3 で粉碎された固体燃料 1 は、ほぼ常温、常圧でロックホッパ 5 に供給される。無機物を含む吸湿性の粉体 4B は、ロックホッパ 5 が常圧で運用されるこの期間に、固体燃料 1 とともにロックホッパ 5 に供給する。ロックホッパ 5 内の固体燃料 1 が所定量以上たまると、固体燃料の供給弁 65 を閉止し、不活性ガス 8 を投入してロックホッパ 5 を、脱塵装置 23 と同じ圧力に昇圧する。

【0080】

次に、チャーの供給弁 66 を開けて、脱塵装置 23 にたまったチャー 24 を、ロックホッパ 5 に供給する。ここで、チャー 24 を円滑に供給するため、脱塵装置 23 およびロックホッパ 5 を結ぶ配管に不活性ガス 8 を投入したり、均圧管を設置したりする対策を講じても構わない。

【0081】

ここで、脱塵装置 23 は、冷却後の生成ガス 22 の露点より高い温度（例えば 2.5 MPa であれば 230 以上）で運用されるため、チャー 24 は、脱塵装置 23 の運用温度に近い温度、すなわち常温よりかなり高い温度でロックホッパ 5 に流入する。このため、ロックホッパ 5 において、高温のチャー 24 と高水分の固体燃料 1 が直接接触し、チャー 24 のもつ顕熱で固体燃料 1 に含まれる水分が蒸発する。この水分の凝縮を防ぐべく、ロックホッパ 5 に無機物を含む吸湿性の粉体 4B を供給し、除湿する。また、図示しないが、再利用 CO₂ 用コンプレッサ 59 で断熱圧縮し、常温より高い温度に加熱された再利用 CO₂ (102) を不活性ガス 8 として用い、ロックホッパ 5 から固体燃料バーナ 13 および 13A までを保温し、固体燃料 1 に含まれる水分の蒸発を促進するシステムとしても構わない。このシステムでは、保温のための対策（例えば保温用の蒸気配管やヒータ、保温材の設置など）が必要になる半面、温度低下による蒸発水分の凝縮リスクの低下により、無機物を含む吸湿性の粉体 4B の供給量を削減できる。さらに、固体燃料 1 や不活性ガス 8 を予熱してガス化炉 19 に投入できるため、ガス化炉 19 内の温度低下の予防に繋がる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 2 】

さらに、チャーの供給弁 6 6 を閉止し、不活性ガス 8 を投入してロックホッパ 5 を昇圧し、フィードホッパ 6 と同じ圧力に設定する。

【 0 0 8 3 】

最後に、ロックホッパ均圧弁 9 を開け、フィードホッパ均圧弁 1 0 を開けて圧力調整弁 1 1 で一定圧力で固体燃料 1 をガス化炉 1 9 に連続供給しているフィードホッパ 6 と均圧化した後に、固体燃料の移送弁 7 を開けて、固体燃料 1 およびチャー 2 4 を、ロックホッパ 5 からフィードホッパ 6 に移送する。ロックホッパ 5 の底部で粉体の移送停滞を防ぐため、打撃などで振動させたり、不活性ガス 8 を投入しても構わない。

【 0 0 8 4 】

フィードホッパ 6 に移送された固体燃料 1 およびチャー 2 4 は、不活性ガス 8 で気流搬送され、固体燃料の搬送管 1 2、固体燃料バーナ 1 3 および 1 3 A を介し、ガス化炉 1 9 に供給される。

【 0 0 8 5 】

ここで、一つのフィードホッパ 6 から、固体燃料 1 およびチャー 2 4 を、複数の固体燃料バーナ 1 3 および 1 3 A に搬送する方式として、フィードホッパ 6 からガス化炉 1 9 の間に分配器 6 7 を設置して固体燃料の搬送管 1 2 を分岐する方式、フィードホッパ 6 からの固体燃料の搬送管 1 2 を複数系統設置する方式がある。本実施形態では、前者を例に説明するが、両者どちらを用いても、また、両者を組み合わせてもよい。

【 0 0 8 6 】

また、本実施形態では、無機物を含む吸湿性の粉体 4 A および 4 B を、粉碎装置 3 とロックホッパ 5 に供給するシステムで説明したが、フィードホッパ 6 や固体燃料の搬送管 1 2 や分配器 6 7 など、粉碎手段からガス化炉までの他の箇所より供給しても構わない。

【 0 0 8 7 】

以上のように、脱塵装置 2 3 で回収した常温より高い温度のチャー 2 4 を、高水分で供給された固体燃料 1 の搬送系統に供給し、ほぼ常温の固体燃料 1 と直接接触させ、固体燃料 1 とともにガス化炉 1 9 に搬送する。固体燃料 1 の移送および搬送時に、チャー 2 4 の顕熱で固体燃料 1 に含まれる水分が蒸発しても、本実施形態のように粉碎装置 3 からガス化炉 1 9 までで投入した無機物を含む吸湿性の粉体 4 A、4 B で除湿し、水分の凝縮を防ぐ。これにより、固体燃料 1 の乾燥動力低減でエネルギー効率に優れ、かつチャー 2 4 の搬送系統を不要として簡素な系統とした、高水分の固体燃料のガス化システムを構築できる。

【 0 0 8 8 】

(第 3 実施形態)

図 3 に、固体燃料およびチャーを複数系統でガス化炉に気流搬送し、粉碎装置および各系統のそれぞれのホッパに、無機物を含み、かつ吸湿性を有する粉体を個別に供給する系統 (粉体供給系統) を設けた高水分炭ガス化システムの系統図を示す。本実施形態では、第 1 実施形態に示した図 1 と異なる部分について主に説明する。

【 0 0 8 9 】

固体燃料 1 は、乾燥装置 (第一の乾燥手段) 2 A で乾燥され、粉碎装置 3 で粉碎された後に、上段バーナ 6 8 に固体燃料 1 を供給するためのロックホッパ 5 と、固体燃料 1 をさらに乾燥するための乾燥装置 (第二の乾燥手段) 2 B に供給される。ここで、乾燥装置 2 A で乾燥後の固体燃料 1 の水分は、粉碎装置 3、ガス化炉 1 9 への気流搬送、およびガス化炉 1 9 内の温度確保の全てを成立させる値に選定される。粉碎装置 3 には、無機物を含む吸湿性の粉体 4 A を供給し、内部で蒸発した水分を除湿することで、内部での水分凝縮を防ぐ。

【 0 0 9 0 】

ロックホッパ 5 に貯留された固体燃料 1 は、フィードホッパ 6 に移送され、不活性ガス 8 に同伴されて上段バーナへの固体燃料の搬送管 6 9、上段バーナ 6 8 を介してガス化炉 1 9 に投入される。ロックホッパ 5 とフィードホッパ 6 には、無機物を含む吸湿性の粉体

10

20

30

40

50

4 B および 4 F を供給し、ホッパ内部で蒸発した水分を除湿し、内部での水分凝縮を防ぐ。

【 0 0 9 1 】

ここで、ガス化炉 1 9 には、高さの異なる複数段のバーナが設置され、炉下部を高温化して固体燃料 1 中の無機物を熔融スラグ化し、炉上部では炉下部よりも低温に設定し、固体燃料 1 中の可燃分（炭素、水素など）のガス化を進める方式が用いられる。不活性ガス 8 に CO_2 を用いることで CO_2 ガス化反応（ $\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO}$ ）の促進、固体燃料 1 に含まれる水分を高めることで水蒸気ガス化反応（ $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$ ）の促進をそれぞれ見込んでいる。このため、上段バーナ 6 8 から投入される固体燃料 1 の水分は、下段バーナ 7 0 から投入される固体燃料 1 の水分より高く設定される。上段バーナ 6 8 への固体燃料 1 の搬送系統では、より高い水分の固体燃料 1 を扱うため、水分凝縮を予防する運用が不可欠である。

10

【 0 0 9 2 】

固体燃料 1 に含まれる水分は、粒子表面に付着した付着水と、水素結合やイオン反応などで固形分と化学的に結合した結合水の 2 種類に大別されることが知られている。前者の付着水の乾燥には、沸点（常圧では 1 0 0 ）までの顕熱と、蒸発潜熱が必要である。これに対し、後者の結合水には、上記の顕熱と潜熱に加えて、化学結合を切って H_2O を取り出す追加の熱エネルギーが必要である。ガス化システムのエネルギー効率向上の観点で、乾燥装置 2 A で乾燥後の固体燃料 1 の水分は、前者の付着水の少なくとも一部を乾燥させる値に設定することが望ましい。

20

【 0 0 9 3 】

次に、下段バーナ 7 0 から投入する固体燃料 1 は、乾燥装置 2 B に供給され、さらに乾燥される。その後、固体燃料 1 は、下段バーナ系のロックホッパ 7 2 に貯留され、下段バーナ系のフィードホッパ 7 3 に移送され、不活性ガス 8 に同伴されて下段バーナ系の固体燃料の搬送管 7 1、下段バーナ 7 0 を介してガス化炉 1 9 に投入される。下段バーナ系のロックホッパ 7 2 と下段バーナ系のフィードホッパ 7 3 には、無機物を含む吸湿性の粉体 4 D および 4 G を供給し、ホッパ内部で蒸発した水分を除湿し、内部での水分凝縮を防ぐ。また、チャーフィードホッパ 2 6 にも、無機物を含む吸湿性の粉体 4 H を供給し、ホッパ内部で蒸発した水分を除湿し、内部での水分凝縮を防ぐ。

30

【 0 0 9 4 】

以上のように、ガス化炉 1 9 に複数系統で固体燃料 1 およびチャー 2 4 を気流搬送する系統を有するガス化システムにおいて、粉碎装置 3、固体燃料 1 および搬送手段のホッパ 5、7 2 に、それぞれ無機物を含み、かつ吸湿性を有する粉体の供給系統を個別に設けて除湿することで、水分の凝縮を防ぐ。また、固体燃料 1 のガス化に適した水分に調整することで、前処理である固体燃料の乾燥動力を低減してエネルギー効率に優れた高水分の固体燃料のガス化システムを構築できる。

【 0 0 9 5 】

（第 4 実施形態）

図 4 に、乾燥後の固体燃料の水分含有率と、粉碎手段、固体燃料およびチャーの各気流搬送手段、ガス化炉のそれぞれに投入する、無機物を含む吸湿性を有する粉体の供給量をそれぞれ調整する制御装置を設けた高水分炭ガス化システムを示す。本実施形態では、第 3 実施形態に示した図 3 と異なる部分について主に説明する。

40

【 0 0 9 6 】

図 4 に示すように、本実施形態では、無機物を含む吸湿性の粉体 4 E を、ガス化炉 1 9 にも供給する系統を新たに設ける。これは、固体燃料 1 に含まれる無機物（灰分）に、無機物を含む吸湿性の粉体 4 E に含まれる無機物を加え、ガス化炉 1 9 内で熔融スラグ化する無機物の流量や熔融スラグの粘度を調整し、ガス化炉 1 9 内の下部に形成されるスラグコーティングを維持する機能も付加させるためである。

【 0 0 9 7 】

また、本実施形態のガス化システムには、無機物を含む吸湿性の粉体 4 A、4 B、4 C

50

、４Ｄ、４Ｅを供給する粉砕装置３、ロックホッパ５、チャーロックホッパ２５、下段バーナ系のロックホッパ７２、ガス化炉１９のそれぞれの流量調整機能を組み込んだ制御装置７８を設ける。この制御装置７８における流量調整ロジックの概要について説明する。

【００９８】

図５に示すように、まず、固体燃料１の分析値から、全水分（乾燥前の固体燃料に含まれる水分量）、付着水分（結合水分＝全水分－付着水分で結合水分量を算出）、灰分（すなわち無機物）、灰融点および灰組成、工業分析（Ｃ、Ｈ、Ｏなど有機物の組成）を把握する。これにより、ガス化炉１９の下部で灰溶融スラグ化させるための炉内温度、ガス化炉１９に投入する固体燃料１の流量、炉内で溶融スラグ化する灰分（無機物）の流量を制御装置７８に設定する。

10

【００９９】

次に、ガス化炉１９に投入する固体燃料１の水分量、および固体燃料１をガス化する酸素量を設定する。これにより、乾燥装置２Ａおよび乾燥装置２Ｂでそれぞれ乾燥後の固体燃料の目標水分（目標水分含有率）、粉砕装置３の運用温度とあわせて粉砕装置３で蒸発する水分量の予測値、冷却後の生成ガス２２の温度と水蒸気の含有割合をそれぞれ設定する。本実施形態では、粉砕装置３で蒸発する水分量の予測値、および冷却後の生成ガス２２の温度と水蒸気の含有割合を、制御装置７８にそれぞれ設定する。

【０１００】

さらに、不活性ガス８の供給温度、チャーロックホッパ２５の内壁の目標温度を定め、上記の固体燃料１の分析値とあわせて、上段バーナ６８に固体燃料１を供給するロックホッパ５、下段バーナ系のロックホッパ７２、およびチャーロックホッパ２５でそれぞれ蒸発する水分量の予測値をそれぞれ予測して、各予想値を制御装置７８に設定する。

20

【０１０１】

制御装置７８は、これらの予測値と各機器の運用温度とから、粉砕装置３、ロックホッパ５、下段バーナ系のロックホッパ７２、およびチャーロックホッパ２５の内部で、蒸発した水分の凝縮を防ぐために必要な、無機物を含む吸湿性の粉体４Ａ、４Ｂ、４Ｃ、４Ｄの流量をそれぞれ求める。

【０１０２】

最後に、ガス化炉１９内で溶融スラグ化する無機物の流量や溶融スラグの粘度を調整し、ガス化炉１９内の下部に形成されるスラグコーティングを維持する観点で、上記の４Ａ～４Ｄよりガス化炉１９に投入する無機物を含む吸湿性の粉体の総流量が不足する場合、この不足した無機物を含む吸湿性の粉体４Ｅをガス化炉１９に投入するように、ガス化炉１９に投入する粉体４Ｅの流量を求め、求めた流量の粉体４Ａ、４Ｂ、４Ｃ、４Ｄがそれぞれ供給されるように、粉体供給系統に設けた制御弁等を制御して各粉体４Ａ、４Ｂ、４Ｃ、４Ｄを供給する。

30

【０１０３】

なお、本実施形態には示さないが、ロックホッパ５に供給する無機物を含む吸湿性の粉体４Ｂで不足する分を、無機物を含む吸湿性の粉体４Ｆをフィードホッパ６に供給する制御ロジックとして、上記の制御装置７８に組み込んでもよい。下段バーナ系のフィードホッパ７３、チャーフィードホッパ２６に供給する無機物を含む吸湿性の粉体４Ｇ、４Ｈの供給量も、上記と同様に設定するロジックとして、上記の制御装置７８に組み込んでもよい。

40

【０１０４】

以上のように、固体燃料１の分析値をもとに、乾燥後の固体燃料１の目標水分を設定し、この目標水分の固体燃料１の粉砕および気流搬送を成立させるための無機物を含む吸湿性の粉体の供給量を設定し、さらにガス化炉１９に形成されるスラグコーティングロジック維持する機能も備えた制御装置７８を備えることで、固体燃料１の乾燥動力を低減してエネルギー効率に優れ、かつ高水分の固体燃料１をガス化炉１９に安定に搬送できる高水分の固体燃料のガス化システムを構築する。

【０１０５】

50

なお、本発明は、一例として説明した上述の実施形態及び変形例に限定されることはなく、上述の実施形態等以外であっても、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。

【 0 1 0 6 】

例えば、適用する高水分の固体燃料 1 として、褐炭以外（例えば、亜瀝青炭などの低品位炭、バイオマス、廃棄物など）を適用してもよい。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 0 7 】

本発明の高水分の固体燃料を適用するガス化システムとして有用である。

【符号の説明】

10

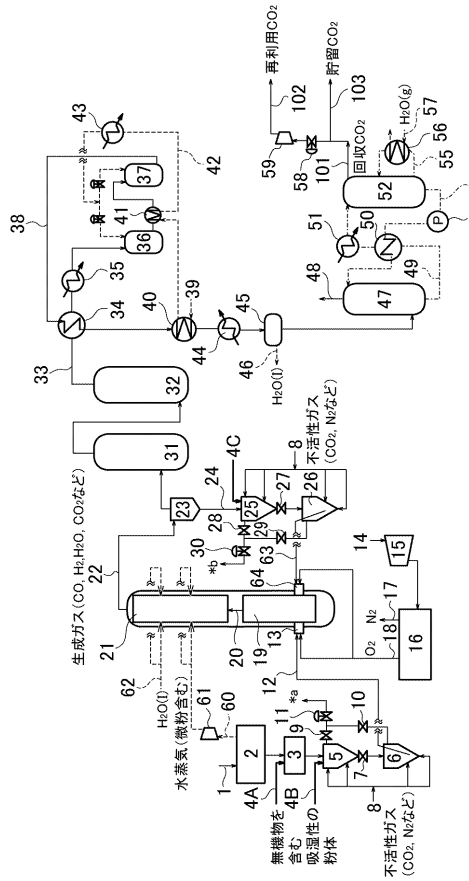
【 0 1 0 8 】

1 ... 固体燃料、2, 2 A, 2 B ... 乾燥装置、3 ... 粉碎装置、4 A, 4 B, 4 C, 4 D, 4 E, 4 F, 4 G, 4 H ... 無機物を含む吸湿性の粉体、5 ... ロックホッパ、6 ... フィードホッパ、7 ... 固体燃料の移送弁、8 ... 不活性ガス、9 ... ロックホッパ均圧弁、10 ... フィードホッパ均圧弁、11 ... 圧力調整弁、12 ... 固体燃料の搬送管、13, 13 A ... 固体燃料バーナ、14 ... 空気、15 ... コンプレッサ、16 ... 空気分離器、17 ... 窒素、18 ... 酸素、19 ... ガス化炉、20 ... 生成ガス、21 ... 生成ガス冷却部、22 ... 冷却後の生成ガス、23 ... 脱塵装置、24 ... チャー、25 ... チャーロックホッパ、26 ... チャーフィードホッパ、27 ... チャー移送弁、28 ... チャーロックホッパ均圧弁、29 ... チャーフィードホッパ均圧弁、30 ... チャー系圧力調整弁、31 ... 水洗塔、32 ... 脱硫装置、33 ... 脱硫後の生成ガス、34 ... 生成ガスの熱交換器、35 ... 生成ガスの加熱器、36 ... 第一シフト反応器、37 ... 第二シフト反応器、38 ... シフト反応後の生成ガス、39 ... シフト反応用の水、40 ... シフト反応後の生成ガスとシフト反応用の水の熱交換器、41 ... 第一シフト反応後の生成ガスとシフト反応用の水の熱交換器、42 ... シフト反应用水蒸気、43 ... シフト反应用水蒸気の加熱器、44 ... シフト反応後の生成ガスの冷却器、45 ... ノックアウトドラム、46 ... シフト反応後の生成ガスより回収された水、47 ... CO₂ 吸収塔、48 ... CO₂ 吸収後の生成ガス、49 ... CO₂ 吸収した CO₂ 吸収液、50 ... CO₂ 吸収液の熱交換器、51 ... CO₂ 吸収液の加熱器、52 ... CO₂ 再生塔、53 ... CO₂ 吸収液、54 ... CO₂ 吸収液の昇圧ポンプ、55 ... 再生加熱用の CO₂ 吸収液、56 ... CO₂ 吸収液の再生加熱器、57 ... CO₂ 吸収液の再生加熱用蒸気、58 ... 再利用 CO₂ の流量調整弁、59 ... 再利用 CO₂ 用コンプレッサ、60 ... 飛散燃料を含む水蒸気、61 ... コンプレッサ、62 ... 噴霧水、63 ... チャー搬送管、64 ... チャーバーナ、65 ... 固体燃料の供給弁、66 ... チャーの供給弁、67 ... 分配器、68 ... 上段バーナ、69 ... 上段バーナへの固体燃料の搬送管、70 ... 下段バーナ、71 ... 下段バーナ系の固体燃料の搬送管、72 ... 下段バーナ系のロックホッパ、73 ... 下段バーナ系のフィードホッパ、74 ... 下段バーナ系の固体燃料の移送弁、75 ... 下段バーナ系のロックホッパ均圧弁、76 ... 下段バーナ系のフィードホッパ均圧弁、77 ... 下段バーナ系の圧力調整弁、78 ... 制御装置、101 ... 回収 CO₂、102 ... 再利用 CO₂、103 ... 貯留 CO₂

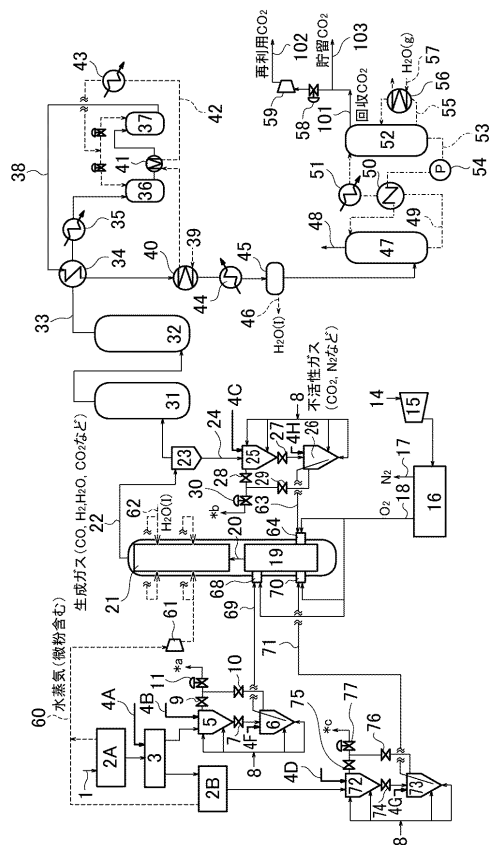
20

30

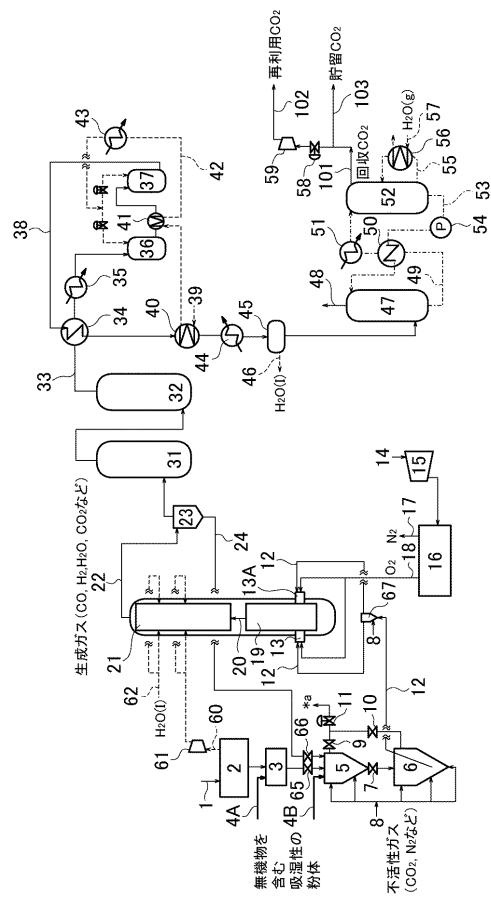
【図 1】



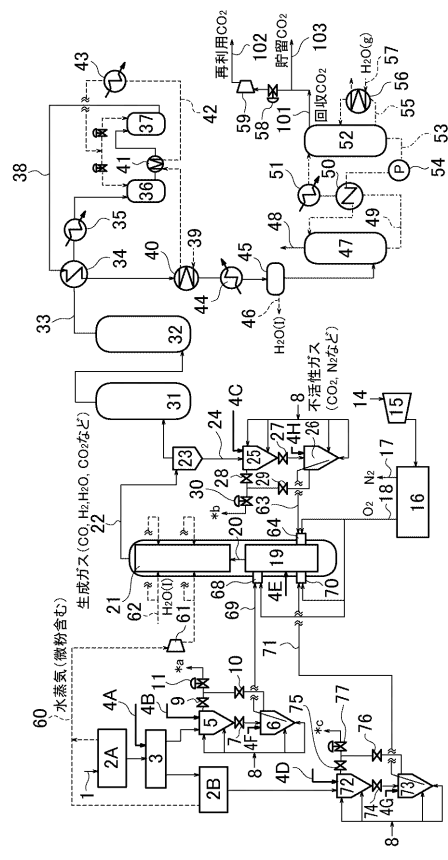
【図 3】



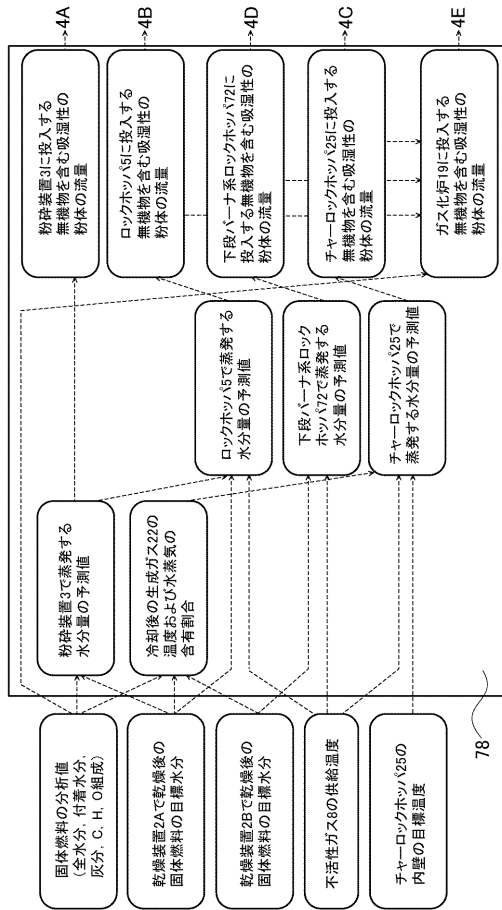
【図 2】



【図 4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 竹田 誠
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 石賀 琢也
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 木曾 文彦
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

審査官 森 健一

- (56)参考文献 特開2005-126629(JP,A)
特開2008-266038(JP,A)
特開2014-149197(JP,A)
特開2013-170463(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C10J 3/46