

(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
2019年9月19日(19.09.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/177149 A1

(51) 国際特許分類:

C10J 3/46 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2019/010842

(22) 国際出願日:

2019年3月15日(15.03.2019)

(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 2018-050243 2018年3月16日(16.03.2018) JP

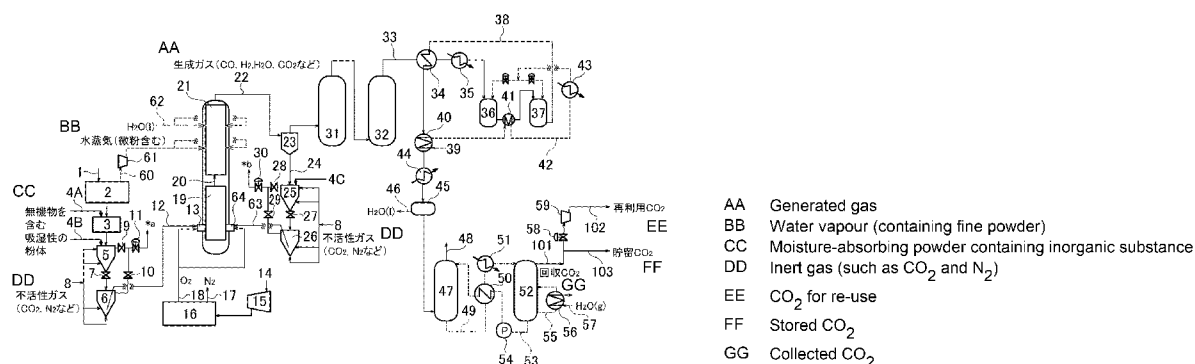
(71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 熊谷 健志 (KUMAGAI Takeshi);

〒2208401 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 Kanagawa (JP). 竹田 誠(TAKEDA Makoto); 〒2208401 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 Kanagawa (JP). 石賀 琢也(ISHIGA Takuya); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 木曾 文彦(KISO Fumihiko); 〒2208401 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 Kanagawa (JP).

(54) Title: SOLID FUEL GASIFICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 固体燃料のガス化システム



(57) Abstract: This gasification system comprises a drying means 2, a pulverisation means 3, air-flow conveyance means 5, 6, 12 and a gasification furnace 19. The drying means 2 dries a solid fuel 1, and the pulverisation means 3 pulverises the solid fuel 1. The air-flow conveyance means 5, 6, 12 conveys the solid fuel dried by the drying means 2 and pulverised by the pulverisation means 3 to the gasification furnace 19 by air flow. The gasification furnace 19 gasifies the solid fuel conveyed by the air-flow conveyance means 5, 6, 12 by air flow. The gasification system is provided with a powder supply system that supplies moisture-absorbing powder 4A, 4B containing an inorganic substance to at least one point from the pulverisation means 3 to the gasification furnace 19.

(57) 要約: ガス化システムは、乾燥手段2と、粉砕手段3と、気流搬送手段5, 6, 12と、ガス化炉19とを備える。乾燥手段2は、固体燃料1を乾燥し、粉砕手段3は、固体燃料1を粉砕する。気流搬送手段5, 6, 12は、乾燥手段2で乾燥され、かつ粉砕手段3で粉砕された固体燃料を、ガス化炉19に気流搬送する。ガス化炉19は、気流搬送手段5, 6, 12で気流搬送された固体燃料をガス化する。ガス化システムには、無機物を含み、かつ吸湿性を有する粉体4A, 4Bを、粉砕手段3からガス化炉19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が設けられている。

(74) 代理人: 米山 尚志, 外(YONEYAMA Hisashi et al.); 〒1030021 東京都中央区日本橋本石町 3 丁目 1 番 2 号 F O R E C A S T 新常盤橋ビル 3 階 米山国際特許事務所 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, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))

明 細 書

発明の名称： 固体燃料のガス化システム

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。

[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熔融スラグ化し、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。熔融スラグは耐火材でできた炉壁表面を流下するため、熔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熔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が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。

[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。

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

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砕し、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、すなわち粉砕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。粉砕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箇所以上に供給する粉体供給システムを設けている。
- [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システムを設けている。
- [0020] 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、粉砕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を設けている。
- [0021] 水分含有率の高い(例えば25wt%以上)固体燃料を粉砕手段で粉砕し、気流搬送手段でガス化炉に気流搬送すると、粉砕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。
- [0022] 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、粉砕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。

[0023] 特に、粉砕手段は、常温より高い温度(例えば40～70℃程度)で運用され、粉砕時の摩擦熱などで局所的に粉砕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、上記粉体を粉砕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、粉砕手段の内部への固体燃料の付着・堆積を抑制し、粉砕手段での固体燃料の自然発火を予防することができる。

[0024] 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を構築することができる。

[0025] 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。

[0026] 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、粉砕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。

[0027] 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、粉砕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。

[0028] 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。粉砕手段は、第一の乾燥手段で乾燥された固体燃料を粉砕する。第二の乾燥手段は、粉砕手段で粉砕された固体燃料を乾燥する。気流搬送手段には、粉砕手段で粉砕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、粉砕手

段で粉砕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系統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系統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系統に設けられた下段バー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。

[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。

[0032] 本発明の第7の態様は、第1～第6の態様のガス化システムであって、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ている。

[0033] 第7の態様では、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。

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砕・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] [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

[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。

[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、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CO₂用コンプレッサ59で所定圧力に昇圧し、再利用CO₂(102)として用いる。この再利用CO₂(102)の流量は、再利用CO₂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、CO₂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CO₂)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。

[0041] 圧力調整弁11からは、微粒の固体燃料1(粉塵状)を含むCO₂が排気される。この排気されたCO₂は、不活性ガス8として再利用してもよいし、貯留CO₂(103)の系統に混合してもよい。貯留CO₂(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CO₂中の粉塵を除去する必要がある。

[0042] 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CO₂)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の主成分は、COおよびH₂である。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 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 内で発生する溶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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 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。

[0052] 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 $200 \sim 300^\circ\text{C}$ 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、第一シフト反応器 36 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。

[0053] 第一シフト反応器 36 において、脱硫後の生成ガス 33 は、シフト反応用水蒸気 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。

[0054] 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。

[0055] 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。

[0056] 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。

[0057] この冷却過程で生じた凝縮水は、ロックアウトドラム 45 において分離され、シフト反応後の生成ガス 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 H₂O（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。

[0058] 40℃程度に冷却されたシフト反応後の生成ガス 38 は、CO₂吸収塔 47 において CO₂を除去され、CO₂吸収後の生成ガス 48 となる。この CO₂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。

[0059] CO₂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 CO₂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、CO₂を分離・除去する。CO₂吸収した CO₂吸収液 49 は、CO₂吸収液の熱交換器 50、CO₂吸収液の加熱器 51 で 100℃以上に加熱され、CO₂再生塔 52 に供給される。CO₂再生塔 52 において、CO₂吸収した CO₂吸収液 49 に含

まれるCO₂が放出される。

[0060] これにより、CO₂吸収したCO₂吸収液49は、CO₂吸収液53として再利用が可能となる。CO₂吸収液53は、CO₂吸収液の昇圧ポンプ54で昇圧され、CO₂吸収液の熱交換器50で40℃程度に冷却されて、CO₂吸収塔47に供給される。

[0061] 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CO₂回収方式を設置したガス化システムを示したが、他のCO₂回収方式を用いても構わない。

[0062] 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25wt%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15wt%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。

[0063] 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。

[0064] そこで、粉砕装置3に、無機物を含む吸湿性の粉体4Aの供給システムを設置する。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。

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 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 の供給システムを設置する。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。

[0068] 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。

[0069] 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システムをさらに設置すると良い。

[0070] 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。

[0071] 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、チャーロックホッパ25の出入り口等が閉塞に至る可能性がある。

[0072] 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4Cの供給システムを設置する。チャーロックホッパ25内に供給された粉体4C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。

[0073] 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。

[0074] 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。

[0075] 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処理とリサイクル拡大にも貢献できる。

[0076] 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。

[0077] 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 2 5 とに、無機物を含む吸湿性の粉体 4 A、4 B、4 C 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 2 5 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。

[0078] (第 2 実施形態)

図 2 に、脱塵手段で回収したチャー 2 4 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 1 3 および 1 3 A が設けられ、チャーバーナ 6 4 は設けられていない。

[0079] 図 2 に示すように、脱塵装置 2 3 で回収したチャー 2 4 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 1 9 の運転圧力とほぼ同等の加圧で供給されるチャー 2 4 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。

[0080] 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 4 B 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 6 5 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 2 3 と同じ圧力に昇圧する。

[0081] 次に、チャーの供給弁 6 6 を開けて、脱塵装置 2 3 にたまったチャー 2 4 を、ロックホッパ 5 に供給する。ここで、チャー 2 4 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。

[0082] 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。

[0083] さらに、チャーの供給弁 66 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。

[0084] 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 10 を開けて圧力調整弁 11 で一定圧力で固体燃料 1 をガス化炉 19 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 24 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。

[0085] 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 24 は、不活性ガス 8 で気流搬送され、固体燃料の搬送管 12、固体燃料バーナ 13 および 1

3 Aを介し、ガス化炉 1 9 に供給される。

[0086] 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。

[0087] 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。

[0088] 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 まですべて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。

[0089] (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。

[0090] 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）2Bに供給される。ここで、乾燥装置2Aで乾燥後の固体燃料1の水分は、粉碎装置3、ガス化炉19への気流搬送、およびガス化炉19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4A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。

[0091] 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69、上段バーナ68を介してガス化炉19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4Bおよび4F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。

[0092] ここで、ガス化炉19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中の無機物を溶融スラグ化し、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68から投入される固体燃料1の水分は、下段バーナ70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68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。

[0093] 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 100°C ）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2A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。

[0094] 次に、下段バーナ 70 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 72 に貯留され、下段バーナ系のフィードホッパ 73 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 71、下段バーナ 70 を介してガス化炉 19 に投入される。下段バーナ系のロックホッパ 72 と下段バーナ系のフィードホッパ 73 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 26 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。

[0095] 以上のように、ガス化炉 19 に複数系統で固体燃料 1 およびチャー 24 を気流搬送する系統を有するガス化システムにおいて、粉砕装置 3、固体燃料 1 および搬送手段のホッパ 5, 72 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。

[0096] (第 4 実施形態)

図 4 に、乾燥後の固体燃料の水分含有率と、粉砕手段、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。

[0097] 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 19 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 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機能も付加させるためである。

[0098] 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、4 D、4 E 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。

[0099] 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。

[0100] 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 2 A および乾燥装置 2 B 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。

[0101] 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。

[0102] 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。

[0103] 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。

[0104] 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。

[0105] 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の粉碎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。

[0106] 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。

[0107] 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

[0108] 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

[0109] 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…シフト反応用水蒸気、43…シフト反応用水蒸気の加熱器、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、 10
1…回収CO₂、 102…再利用CO₂、 103…貯留CO₂

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箇所以上に供給する粉体供給システムを設けた

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システムを設けた

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、

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箇所以上に供給する粉体供給系統を設けた

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

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]

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ことを特徴とするガス化システム。

[請求項7]

請求項1乃至請求項6に記載のガス化システムであって、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。

補正された請求の範囲
[2019年8月7日 (07.08.2019) 国際事務局受理]

[請求項1] (補正後) 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] (補正後) 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3] (補正後) 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、

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、

前記粉体供給システムは、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

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、

前記粉体供給システムは、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]

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

ことを特徴とするガス化システム。

[請求項7]

(削除)

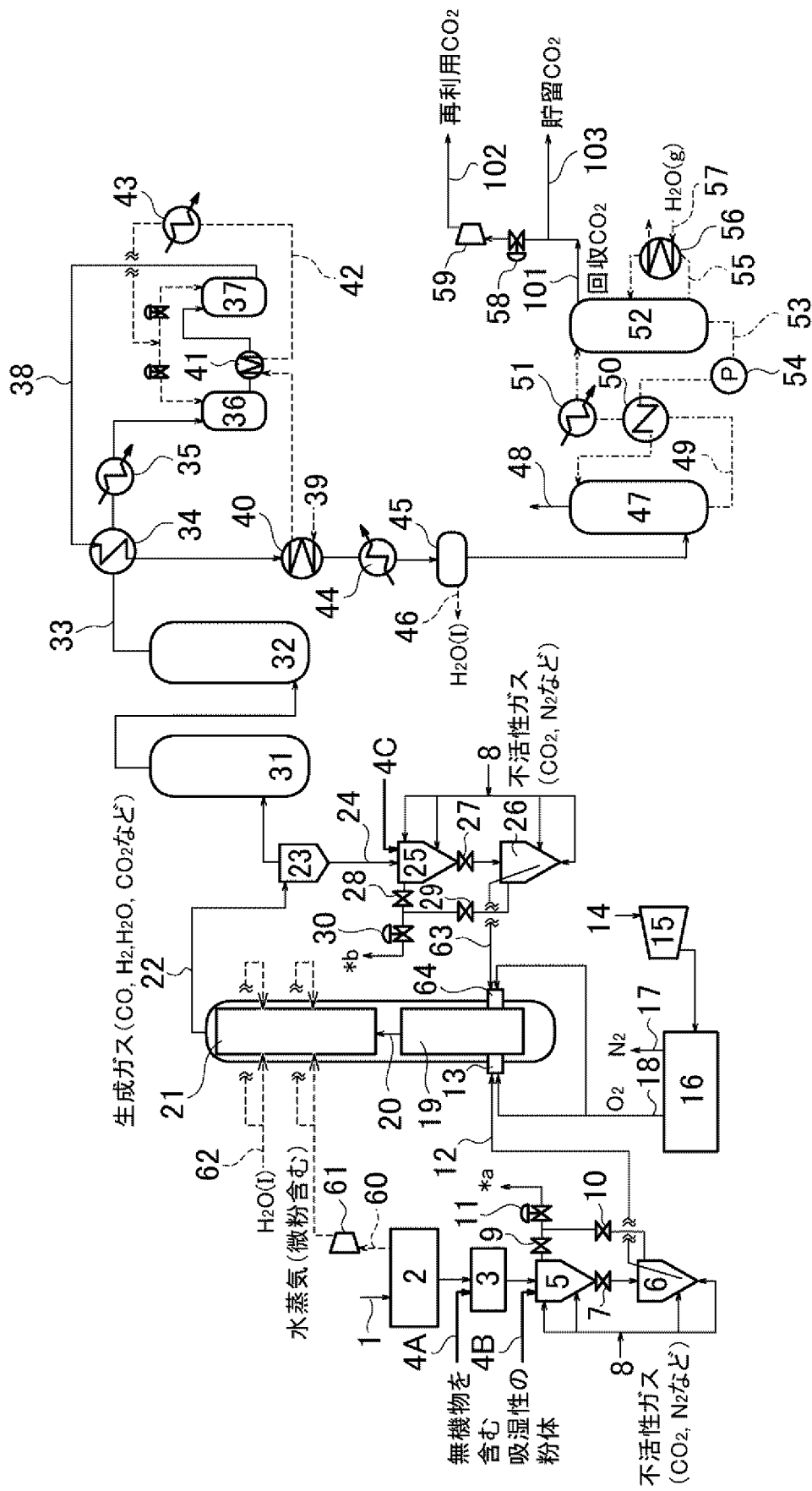
条約第19条 (1) に基づく説明書

請求の範囲第1項は、当初の第1項に当初の第7項を組み合わせたものである。

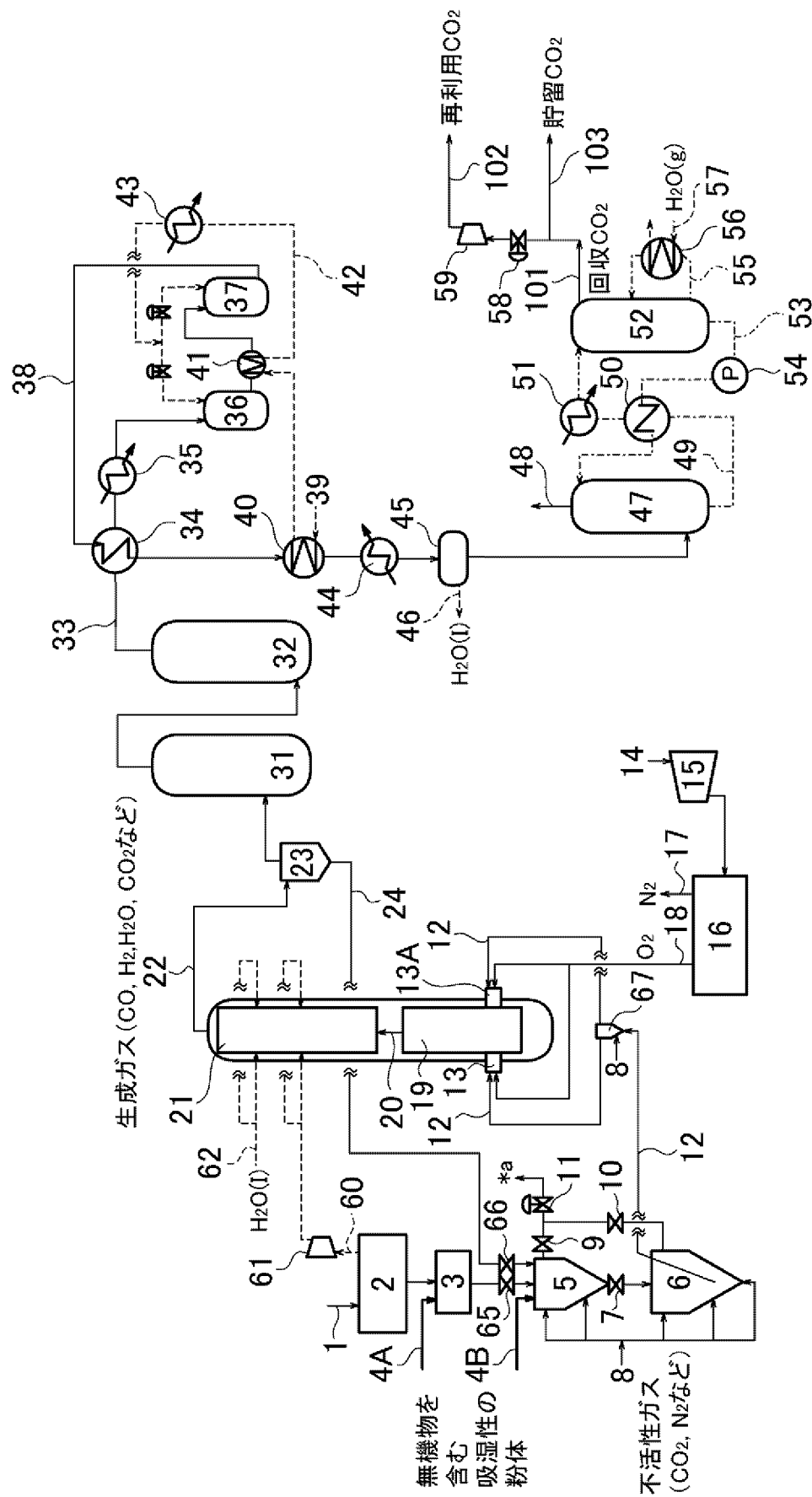
請求の範囲第2項は、当初の第2項に当初の第7項を組み合わせたものである。

請求の範囲第3項は、当初の第3項に当初の第7項を組み合わせたものである。

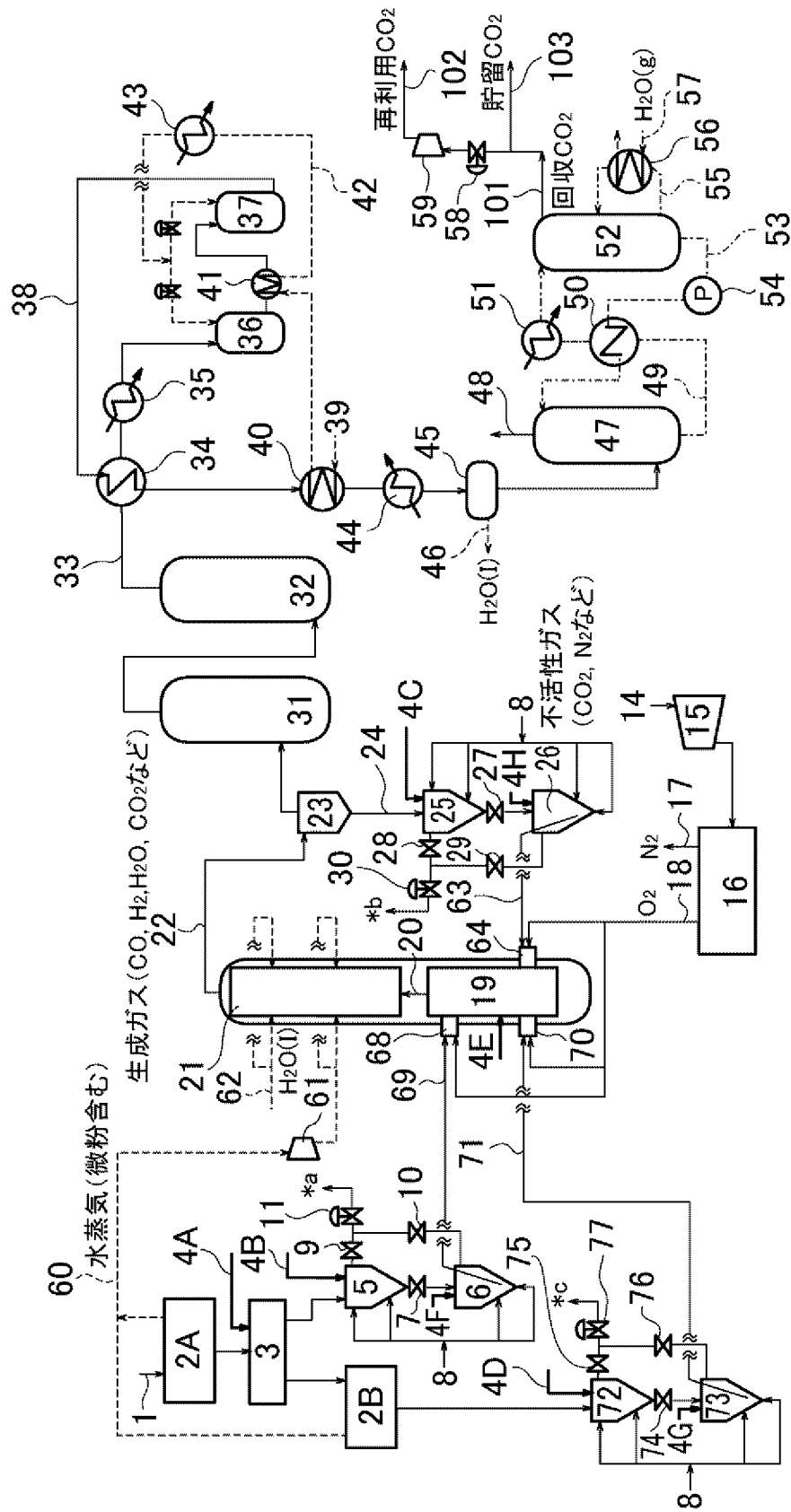
[図1]



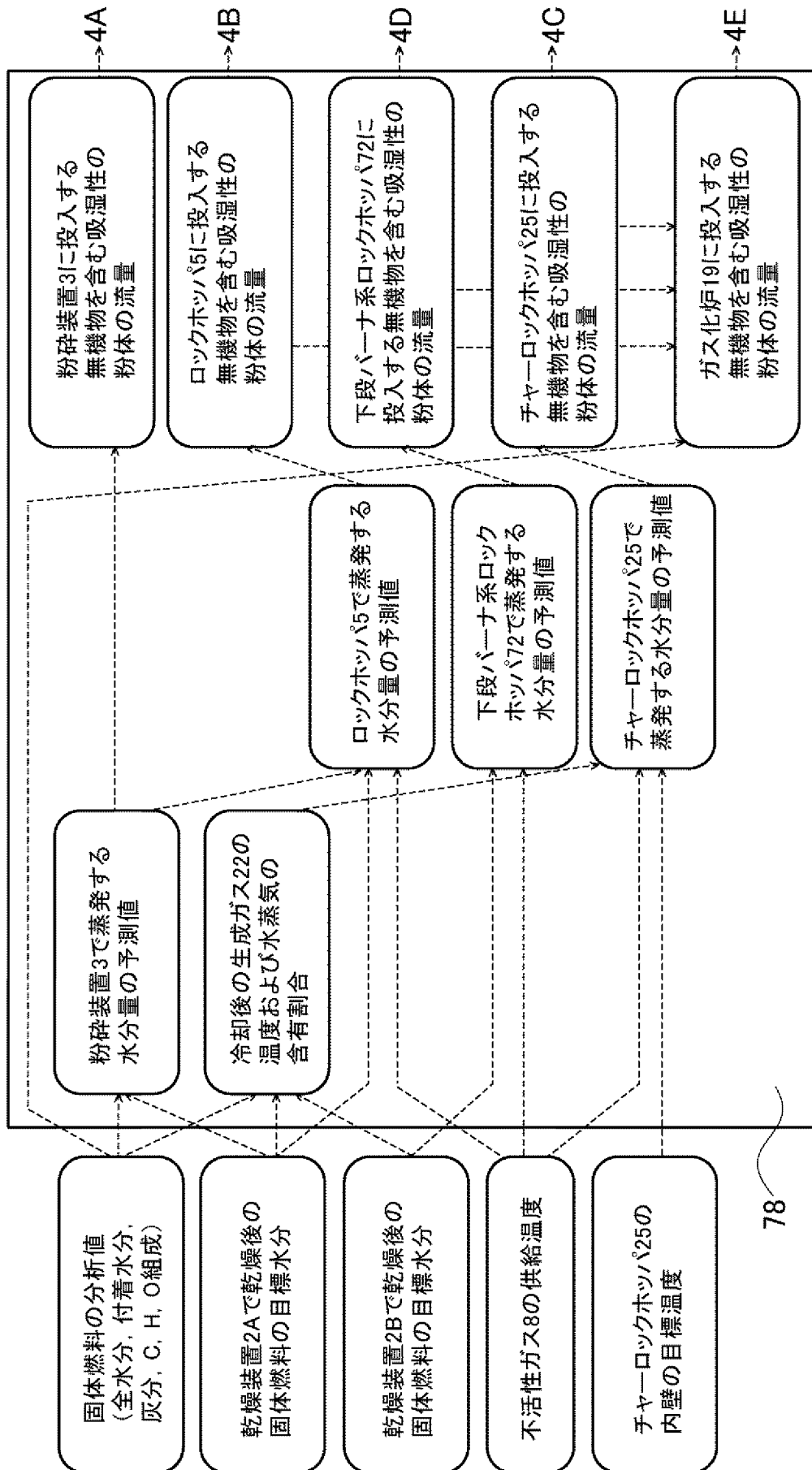
[図2]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/010842

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C10J3/46 (2006.01) i

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. C10J3/46

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 2005-126629 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 19 May 2005, examples, fig. 1-4 (Family: none)	1-6
Y	JP 2008-266038 A (CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF ELECTRIC POWER INDUSTRY) 06 November 2008, paragraphs [0026]-[0033] (Family: none)	1-6
Y A	JP 2014-149197 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 21 August 2014, fig. 6 (Family: none)	1-6 7
Y A	JP 2013-170463 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 02 September 2013, claims 7-8 (Family: none)	1-6 7

☐ 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

"I" 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
30 May 2019 (30.05.2019)

Date of mailing of the international search report
11 June 2019 (11.06.2019)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C10J3/46(2006.01)i

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. C10J3/46

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

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）

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 請求項の番号
Y	JP 2005-126629 A（三菱重工業株式会社）2005.05.19, 実施例, 図1-4（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 2008-266038 A（財団法人電力中央研究所）2008.11.06, [0026]-[0033]（ファミリーなし）	1-6
Y A	JP 2014-149197 A（三菱重工業株式会社）2014.08.21, 図6（ファミリーなし）	1-6 7

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

30.05.2019

国際調査報告の発送日

11.06.2019

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）

森 健一

4 V

9263

電話番号 03-3581-1101 内線 3483

C (続き) . 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 請求項の番号
Y A	JP 2013-170463 A (三菱重工業株式会社) 2013. 09. 02, 請求項 7-8 (ファミリーなし)	1 - 6 7