

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-96895
(P2009-96895A)

(43) 公開日 平成21年5月7日(2009.5.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 1 0 J 3/00 (2006.01)	C 1 0 J 3/00	K 4 H 0 6 0
C 1 0 K 1/04 (2006.01)	C 1 0 J 3/00	D
	C 1 0 J 3/00	F
	C 1 0 K 1/04	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-270458 (P2007-270458)
(22) 出願日 平成19年10月17日(2007.10.17)

(71) 出願人 306022513
新日鉄エンジニアリング株式会社
東京都千代田区大手町二丁目6番3号
(71) 出願人 000213297
中部電力株式会社
愛知県名古屋市東区東新町1番地
(74) 代理人 100095957
弁理士 亀谷 美明
(74) 代理人 100096389
弁理士 金本 哲男
(74) 代理人 100101557
弁理士 萩原 康司
(72) 発明者 小菅 克志
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新
日鉄エンジニアリング株式会社内
最終頁に続く

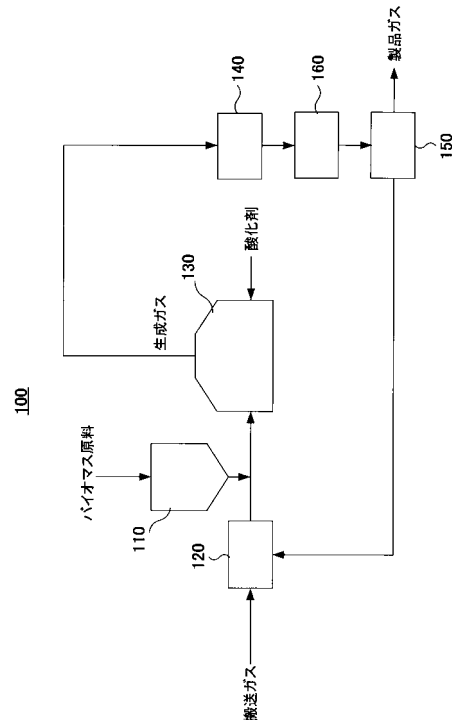
(54) 【発明の名称】 ガス化方法及びガス化装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】噴流床ガス化炉内でバイオマスをガス化して燃料や化学原料として使用される生成ガスを得るガス化方法及びガス化装置において、タールによる配管トラブルを発生することなく、生成ガスの一部を搬送ガスとして利用することで、ガス化装置全体として生成ガスの発熱量を増加させるガス化方法及びガス化装置を提供する。

【解決手段】気流搬送により噴流床ガス化炉130に供給されたバイオマスをガス化して生成ガスを得るガス化装置100において、搬送ガスとして使用する生成ガスを冷却後の生成ガスからタールを除去した後に、搬送ガス供給装置120に供給し、搬送ガス供給装置120は、生成ガスの一部又は全部を搬送ガスとして使用するガス化装置100及びこの装置100を用いたガス化方法。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

バイオマスを噴流床ガス化炉へ気流搬送する搬送工程と、
前記気流搬送されたバイオマスを、前記噴流床ガス化炉内でガス化して生成ガスを生成するガス化工程と、
前記生成ガスを冷却する冷却工程と、
前記冷却工程で冷却された前記生成ガスからタールを除去するタール除去工程と、
を含み、
前記搬送工程では、前記タール除去工程でタールが除去された前記生成ガスの一部又は全部を、前記気流搬送の際の搬送ガスとして使用することを特徴とする、ガス化方法。

10

【請求項 2】

前記搬送ガスとして使用する前記生成ガスのタール濃度を、 $100\text{ mg} / \text{Nm}^3$ 未満とすることを特徴とする、請求項 1 に記載のガス化方法。

【請求項 3】

バイオマスを気流搬送により噴流床ガス化炉に供給し、前記噴流床ガス化炉内でバイオマスをガス化して生成ガスを生成するガス化装置において、
原料としてのバイオマスを前記噴流床ガス化炉に供給する原料供給装置と、
前記気流搬送の際の搬送ガスを供給する搬送ガス供給装置と、
前記生成ガスを冷却する冷却装置と、
前記冷却装置により冷却された前記生成ガスからタールを除去するタール除去装置と、

20

を備え、
前記タール除去装置によりタールが除去された前記生成ガスの一部又は全部は、前記搬送ガス供給装置に供給され、

前記搬送ガス供給装置は、前記生成ガスの一部又は全部を前記搬送ガスとして使用することを特徴とする、ガス化装置。

【請求項 4】

前記タール除去装置は、前記生成ガスのタール濃度を $100\text{ mg} / \text{Nm}^3$ 未満とすることを特徴とする、請求項 3 に記載のガス化装置。

【請求項 5】

前記タール除去装置は、不織布を用いたフィルタ又はアルミナを充填した充填層であることを特徴とする、請求項 3 に記載のガス化装置。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ガス化方法及びガス化装置に関し、特に、噴流床ガス化炉内でバイオマスをガス化して燃料や化学原料として使用される生成ガスを得るガス化方法及びガス化装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、化石資源燃料（例えば、石炭、石油、天然ガス、灯油、軽油、重油等）の高騰、地球温暖化問題等を背景に、バイオマスのエネルギーとしての利用を目指した開発が活発になってきている。

40

【0003】

バイオマスは、炭素や水素を豊富に含むことから、化石資源燃料の代わりにバイオマスを使用し、化石資源燃料の使用量を削減しようとするものである。しかし、バイオマスには酸素が多く含まれること、水分含有率が高いことから、化石資源燃料に比べ、単位質量当たりの発熱量が低い劣質な燃料であり、また、前処理（乾燥や破碎）負荷が高い（高設備費、高操業コスト）。そのため、バイオマスの導入には社会的意義（企業姿勢、二酸化炭素削減圧力等）や補助金等（設備補助、RPS メリット）のドライビングフォースが前提となる。その上で、バイオマスを化石資源燃料の代わりに使用する技術が経済的に成り

50

立つために、高効率や低コスト（低設備費、低操業コスト）を達成できる技術の開発が進められている。

【0004】

バイオマスをガスエネルギーに転換する技術（熱分解、部分燃焼）としては、固定床プロセス、移動床プロセス、流動床プロセス、噴流床プロセスやそれらの組み合わせプロセスがある。しかし、前述の高効率を達成するためには、総合的に熱ロスの少ないプロセス、あるいは熱を回収可能なプロセスである必要があり、低温で十分反応を進めるか、高温で放散熱を低く抑えるかが技術のキーである。分解反応自体は低温ほど転換効率が良い傾向を示すが、低温では反応速度が低下し、反応に時間がかかったり（反応器が大きくなる）、未反応物が増えたりすることで、全体としては効率が必ずしも向上するわけではない。また、熱分解残渣は、ガス化するには燃焼、部分燃焼等を行う必要があり、高温場が発生してしまう。

10

【0005】

例えば、特許文献1では、バイオマスを噴流床ガス化してメタノールを製造するプロセスが提案されている。噴流床ガス化は、石炭を原料として発達してきた技術であるが、短時間で一酸化炭素、水素までのガス化反応が可能であり（反応時間は数秒、移動床では数時間、流動床では数十分）、また、加圧による容積を減少させる効果が大きいため、コンパクト化により表面積を減少させることで、放散熱の大幅低下を望むことができる。特に、石炭を使用すると、1500～1600の反応温度が必要であるのに対し、バイオマスを使用すると、1000～1200の反応温度で済むこともあり、高効率ガス転換が期待できる技術の代表格である。

20

【0006】

【特許文献1】特開平8-296975号公報

【特許文献2】特開2004-34534号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述したように、化石資源燃料に比べ単位重量あたりの発熱量が低い劣質な燃料であるバイオマス原料を使用する場合には、高効率化、低コスト化が必須となる。しかし、乾燥、粉碎等の前処理が重要な要素である原料が大多数を占め、石炭等と比べて設備コストが増加するため、低コスト化が困難である場合がほとんどである。従って、バイオマス原料を使用するためには、高効率化を図る技術を開発する必要があるため、本発明者らは噴流床ガス化技術を選択し、一層の高効率化を模索した。

30

【0008】

噴流床ガス化は、原料を反応容器（ガス化炉）で酸素等と部分燃焼反応させ、一酸化炭素、水素、メタンを中心とした可燃性ガスを生成する技術であるが、この技術において高効率化を図るためには、総合的に熱ロスの少ないプロセスである必要がある。そのためには、低温で十分反応を進めるか、及び、高温で放散熱を低く抑えるかが技術のキーである。ここで、ガス化反応自体は低温ほど炭化水素が多くなり、生成ガス発熱量が増加する一方で、低温では反応速度が低下し、反応に時間がかかったり（反応器が大きくなる）、未反応物が増えたりすることで生成ガス量が低下し、全体としては効率が必ずしも向上するわけではない、という問題がある。

40

【0009】

このような問題の改善策の一つとして、例えば、特許文献2では、廃プラスチックを原料として噴流床ガス化してメタノールを製造するプロセスにおいて、生成ガスの一部を搬送ガスに置き換え、全体として生成ガスの発熱量を増加させる方法が提案されている。

【0010】

しかしながら、生成ガスの一部を搬送ガスとして利用する場合においては、生成ガス中のタールの量や質が大きく影響してしまう、という問題があった。すなわち、生成ガス中のタールが凝縮することにより、差圧上昇や配管の閉塞等の配管トラブルが生じる場合が

50

ある。特に、バイオマスのガス化により生じるタールは、特許文献2におけるようなプラスチックのガス化により生じるタールと比べ、凝縮時の性状が非常に悪く、配管トラブルを引き起こしやすい。そのため、バイオマスを利用する場合には、生成ガスの一部を搬送ガスとして利用することは困難とされ、実用例は無い。

【0011】

そこで、本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、噴流床ガス化炉内でバイオマスをガス化して燃料や化学原料として使用される生成ガスを得るガス化方法及びガス化装置において、タールによる配管トラブルを発生することなく、生成ガスの一部を搬送ガスとして利用することで、ガス化装置全体として生成ガスの発熱量を増加させることを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意検討を重ねた結果、生成ガスからタールを分留するための冷却工程後の生成ガス中に微量に残存したタールを積極的に除去した後に、タールが除去された生成ガスを搬送ガスとして使用することにより、タールの凝縮による配管トラブルを発生することなく、生成ガスの一部を搬送ガスとして利用することで、ガス化装置全体として生成ガスの発熱量を増加させることができることを見出し、この知見に基づいて本発明を完成させるに至った。

【0013】

このように、生成ガスからタールを分留するための冷却工程後の生成ガス中に微量に残存したタールを積極的に除去した後に、タールが除去された生成ガスを搬送ガスとして使用することにより、搬送ガスとして使用する生成ガス中のタール濃度を減少させることができるため、たとえタールが凝縮したとしても、その凝縮量が微量なため、配管トラブルとなるような事態を防止することができる。

20

【0014】

すなわち、本発明の要旨とするところは、以下のとおりである。

(1) バイオマスを噴流床ガス化炉へ気流搬送する搬送工程と、前記気流搬送されたバイオマスを、前記噴流床ガス化炉内でガス化して生成ガスを生成するガス化工程と、前記生成ガスを冷却する冷却工程と、前記冷却工程で冷却された前記生成ガスからタールを除去するタール除去工程と、を含み、前記搬送工程では、前記タール除去工程でタールが除去された前記生成ガスの一部又は全部を、前記気流搬送の際の搬送ガスとして使用することを特徴とする、ガス化方法。

30

(2) 前記搬送ガスとして使用する前記生成ガスのタール濃度を、 100 mg/Nm^3 未満とすることを特徴とする、(1)に記載のガス化方法。

(3) バイオマスを気流搬送により噴流床ガス化炉に供給し、前記噴流床ガス化炉内でバイオマスをガス化して生成ガスを生成するガス化装置において、原料としてのバイオマスを前記噴流床ガス化炉に供給する原料供給装置と、前記気流搬送の際の搬送ガスを供給する搬送ガス供給装置と、前記生成ガスを冷却する冷却装置と、前記冷却装置により冷却された前記生成ガスからタールを除去するタール除去装置と、を備え、前記タール除去装置によりタールが除去された前記生成ガスの一部又は全部は、前記搬送ガス供給装置に供給され、前記搬送ガス供給装置は、前記生成ガスの一部又は全部を前記搬送ガスとして使用することを特徴とする、ガス化装置。

40

(4) 前記タール除去装置は、前記生成ガスのタール濃度を 100 mg/Nm^3 未満とすることを特徴とする、(3)に記載のガス化装置。

(5) 前記タール除去装置は、不織布を用いたフィルタ又はアルミナを充填した充填層であることを特徴とする、(3)に記載のガス化装置。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、噴流床ガス化炉内でバイオマスをガス化して燃料や化学原料として使用される生成ガスを得るガス化方法及びガス化装置において、タールによる配管トラブル

50

を発生することなく、生成ガスの一部を搬送ガスとして利用することで、ガス化装置全体として生成ガスの発熱量を増加させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0017】

[一般的なガス化装置の構成及び動作]

本発明の一実施形態に係るガス化装置について説明するのに先立ち、まず、図3に基づいて、一般的なガス化装置の構成及び動作について説明する。なお、図3は、一般的なガス化装置10の構成を示す説明図である。

【0018】

ガス化装置10は、原料としてのバイオマスをガス化して燃料や化学原料となるガスを製造する装置であり、バイオマスがガス化して得られる生成ガスは、例えば、燃焼バーナ、化学合成（酢酸合成、アルコール合成等）装置、水素分離装置等の一酸化炭素及び水素を主としたガスの一般的な利用に供される。このガス化装置10は、具体的には、図3に示すように、主に、原料供給装置11と、搬送ガス供給装置12と、噴流床ガス化炉13と、冷却装置14と、昇圧装置15と、を有する。

【0019】

原料供給装置11は、原料としてのバイオマスを噴流床ガス化炉13に供給する。

【0020】

搬送ガス供給装置12は、バイオマスを搬送する搬送ガスを噴流床ガス化炉13に供給する。このガス化装置10においては、搬送ガスとして、装置立ち上げ時には窒素や蒸気等のガスを使用し、バイオマスをガス化して生成ガスが発生した後は生成ガスの一部又は全部を使用する。原料供給装置11から供給されたバイオマス原料は、この搬送ガス供給装置12から供給される搬送ガスにより気流搬送され、噴流床ガス化炉13に供給される。

【0021】

噴流床ガス化炉13は、その内部でバイオマスを燃焼させ、部分酸化反応により水素及び一酸化炭素を主成分とする生成ガスが発生させる。この噴流床ガス化炉13の内部では、原料供給装置11から供給されたバイオマス原料と外部から供給された酸化剤により部分酸化反応（発熱反応）が起こり、その反応熱により噴流床ガス化炉13内部の温度を1000～1200に保つことができる。なお、部分酸化反応を均一に制御することにより、原料であるバイオマスの完全燃焼分を適正に制御することが可能である。

【0022】

なお、噴流床ガス化炉13から発生した生成ガスは、部分酸化反応により発生した、一酸化炭素、水素、二酸化炭素、水蒸気、窒素、メタン等の炭化水素を主体としたガスであり、一酸化炭素、水素、メタン等の炭化水素の構成比（体積比）に各々の発熱量を乗じて計算される発熱量を有する可燃ガスである。

【0023】

冷却装置14は、生成ガス中に含まれるタールや軽油等の成分を除去するために、噴流床ガス化炉13から発生した高温の生成ガスを冷却する。冷却装置14により冷却された後の生成ガスの温度は、生成ガスの使用目的により異なるが、通常は、常温近傍から200程度の温度とされる。冷却後の生成ガスの温度が低いほど、冷却装置14の冷却能力や設備規模が過大となる。特に、常温近傍にするためには、チラー等のエネルギーを多く使用する冷却装置が必要となる。一方、冷却後の生成ガスの温度が高いほど、生成ガス中に残留するタールや軽油等の量が多くなる。ただし、生成ガスの温度を常温近傍まで低下させたとしても、一部のタールが残留し、タールは完全には除去されない。

【0024】

10

20

30

40

50

昇圧装置 15 は、冷却装置 14 で冷却された生成ガスを噴流床ガス化炉 13 に供給するため、噴流床ガス化炉 13 の圧力以上に昇圧される。昇圧装置 15 で昇圧された生成ガスの一部は搬送ガス供給装置 12 に供給され、残りの生成ガスは、製品ガスとして後段に設置された設備で使用される。後段に設置された設備とは、例えば、燃焼バーナ、化学合成（酢酸合成、アルコール合成等）装置、水素分離装置等の、一酸化炭素と水素を主体としたガスを利用する設備である。なお、冷却装置 14 で冷却された生成ガスを噴流床ガス化炉 13 に供給することができれば、必ずしも昇圧装置 15 を設けなくてもよい。

【0025】

ところで、上述した一般的なガス化装置 10 において、噴流床ガス化炉 13 で発生した生成ガスの一部を搬送ガスとして使用する場合には、生成ガス中のタールの量や質が大きく影響してしまう、という問題があった。すなわち、生成ガス中のタールが凝縮することにより、差圧上昇や配管の閉塞等の配管トラブルが生じる場合がある。具体的には、例えば、除害（塩酸やアンモニア等の水溶性ガスを水スプレー等で除去すること）で除去し切れないタール（主にミスト状のタール）が、生成ガスの温度が低下する部分（温度低下部）や流路の狭窄部（例えば、流量調節弁近傍、ガス合流部近傍等）で凝縮し、蓄積してしまう場合がある。

10

【0026】

特に、バイオマスのガス化により生じるタールは、特許文献 2 におけるようなプラスチックのガス化により生じるタールと比べ、凝縮時の性状が非常に悪く、配管トラブルを引き起こしやすい。これは、バイオマスの原料構造と熱分解特性により、バイオマスから発生するタールが主に芳香族系タールで構成されるためである。すなわち、廃プラスチックから発生する脂肪族系タールを主体としたタールが、幅広い種類のタール分布を持って発生するのに比べ、バイオマスから発生する芳香族系タールを主体としたタールは、芳香族間の切れやすい位置で切れるため、ある程度の生成物の偏りと、その生成物の特性が悪影響を起こすのである。このような芳香族系タールの中でも、ナフタレン類は、昇華特性を持つため温度に敏感であり、温度低下部で一気に析出（固体化）してしまい易い。また、ナフタレン以外の芳香族類も凝縮時に急激に粘性が高くなるものが多いため、バイオマスを利用する場合には、生成ガスの一部を搬送ガスとして利用することは困難とされ、実用例は無い。

20

【0027】

なお、タールの発生を避ける方法の一つとして、操業対策がある。具体的には、バイオマスにおけるガス化反応時に、高温（例えば、木材では、通常ガス化反応時の反応温度の範囲は 1000 ~ 1200 であり、高温とは 1200 近傍あるいはそれ以上を指す）でガス化反応を行い、熱による分解反応で発生するタールを低減する方法等がある。しかし、高温でガス化反応を行った結果、放散熱が高くなることで効率が低下する要因となり、搬送ガスを生成ガスで置換することによる効率向上効果を打ち消してしまう。そのため、通常、上記操業対策は、効率向上の目的では採用されない。

30

【0028】

そこで、以下に説明する本発明の一実施形態においては、噴流床ガス化炉から発生した生成ガスを冷却装置により冷却した後に、当該冷却後の生成ガス中に微量に残存したタールを積極的に除去する装置（タール除去装置）を設ける方法により、タールの凝縮による配管トラブルの発生を防止できるようにしている。

40

【0029】

上記の方法により、搬送ガスとして使用する生成ガス中のタール濃度を減少させることができるため、たとえタールが凝縮したとしても、その凝縮量が微量なため、配管トラブルとなるような事態を防止することができる。

【0030】

従って、タールの凝縮による配管トラブルを発生することなく、生成ガスの一部を搬送ガスとして使用することができるので、ガス化装置全体として生成ガスの発熱量を増加させることができる。以下、本発明の一実施形態において、上記の方法について詳細に説明

50

する。

【0031】

[本発明の一実施形態]

(ガス化装置100の構成)

図1に基づいて、本発明の一実施形態に係るガス化装置の構成について説明する。なお、図1は、本実施形態に係るガス化装置100の構成を示す説明図である。

【0032】

ガス化装置100は、原料としてのバイオマスをガス化して燃料や化学原料となるガスを製造する装置であり、バイオマスがガス化して得られる生成ガスは、例えば、燃焼パーナ、化学合成(酢酸合成、アルコール合成等)装置、水素分離装置等の一酸化炭素及び水素を主としたガスの一般的な利用に供される。このガス化装置100は、具体的には、図1に示すように、主に、原料供給装置110と、搬送ガス供給装置120と、噴流床ガス化炉130と、冷却装置140と、昇圧装置150と、タール除去装置160と、を有する。

10

【0033】

原料供給装置110は、原料としてのバイオマスを噴流床ガス化炉13に供給する。なお、本実施形態におけるバイオマスとは、具体的には、例えば、農業系バイオマス(麦わら、サトウキビ、米糠、草木等)、林業系バイオマス(製紙廃棄物、製材廃材、除間伐材、薪炭林等)、畜産系バイオマス(家畜廃棄物)、水産系バイオマス(水産加工残滓)、廃棄物系バイオマス(生ゴミ、ゴミ固形化燃料(RDF: Refused Derived Fuel)、庭木、建設廃材、下水汚泥等)などを指す。

20

【0034】

搬送ガス供給装置120は、バイオマスを搬送する搬送ガスを噴流床ガス化炉130に供給する。このガス化装置100においては、搬送ガスとして、装置立ち上げ時には窒素や蒸気等のガスを使用し、バイオマスをガス化して生成ガスが発生した後は生成ガスの一部又は全部を使用する。原料供給装置110から供給されたバイオマス原料は、この搬送ガス供給装置120から供給される搬送ガスにより気流搬送され、噴流床ガス化炉130に供給される。

【0035】

ここで、詳しくは後述するが、本実施形態に係るガス化装置100では、生成ガスの一部又は全部を搬送ガスとして使用する際に起こる可能性があるタールの凝縮による配管トラブルを防止するために、タール除去装置160を設けている。

30

【0036】

噴流床ガス化炉130は、その内部でバイオマスを燃焼させ、部分酸化反応により水素及び一酸化炭素を主成分とする生成ガスを発生させる。この噴流床ガス化炉130の内部では、原料供給装置110から供給されたバイオマス原料と外部から供給された酸化剤により部分酸化反応(発熱反応)が起こり、その反応熱により噴流床ガス化炉130内部の温度を1000~1200に保つことができる。なお、通常ガス化反応においては、酸化剤として、例えば、酸素含有ガス、酸素含有ガスと水蒸気の混合ガス等を使用することができる。また、部分酸化反応を均一に制御することにより、原料であるバイオマスの完全燃焼分を適正に制御することが可能である。

40

【0037】

なお、噴流床ガス化炉130から発生した生成ガスは、部分酸化反応により発生した、一酸化炭素、水素、二酸化炭素、水蒸気、窒素、メタン等の炭化水素を主体としたガスであり、一酸化炭素、水素、メタン等の炭化水素の構成比(体積比)に各々の発熱量を乗じて計算される発熱量を有する可燃ガスである。

【0038】

冷却装置140は、生成ガス中に含まれるタールや軽油等の成分を除去するために、噴流床ガス化炉130から発生した高温の生成ガスを冷却する。冷却装置140により冷却された後の生成ガスの温度は、生成ガスの使用目的により異なるが、通常は、常温近傍か

50

ら200程度の温度とされる。冷却後の生成ガスの温度が低いほど、冷却装置140の冷却能力や設備規模が過大となる。特に、常温近傍にするためには、チラー等のエネルギーを多く使用する冷却装置が必要となる。一方、冷却後の生成ガスの温度が高いほど、生成ガス中に残留するタールや軽油等の量が多くなる。ただし、生成ガスの温度を常温近傍まで低下させたとしても、一部のタールが残留し、タールは完全には除去されない。

【0039】

昇圧装置150は、冷却装置140で冷却された生成ガスを噴流床ガス化炉130に供給するため、噴流床ガス化炉130の圧力以上に昇圧される。昇圧装置150で昇圧された生成ガスの一部は搬送ガス供給装置120に供給され、残りの生成ガスは、製品ガスとして後段に設置された設備で使用される。後段に設置された設備とは、例えば、燃焼バーナ、化学合成（酢酸合成、アルコール合成等）装置、水素分離装置等の、一酸化炭素と水素を主体としたガスを利用する設備である。なお、冷却装置140で冷却された生成ガスを噴流床ガス化炉130に供給することができれば、必ずしも昇圧装置150を設けなくてもよい。

10

【0040】

ところで、本実施形態では、冷却装置140により冷却された生成ガスの一部又は全部を搬送ガス供給装置120に供給し、搬送ガスの一部又は全部の代替として使用している。ここで、生成ガス中には発熱量を下げる方向に影響するガスとして、二酸化炭素、水蒸気、窒素がある。しかし、そのうち二酸化炭素及び水蒸気については、噴流床ガス化炉130内の温度を決めると、シフト反応の平衡定数に従った組成に落ち着くため、発熱量を意図的に大きく変化させる操作因子とはならない。すなわち、「 $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ 」という平衡反応において、各濃度を $[\text{CO}_2]$ 、 $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{CO}]$ 、 $[\text{H}_2\text{O}]$ とした場合に、 $K = ([\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2]) / ([\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}])$ で定めるKの値が一定になるので、発熱量は反応温度に依存することとなる。また、水蒸気は、冷却装置140による冷却の過程で凝縮することから、冷却装置140以降においては、基本的にはその時点の温度における飽和蒸気圧に相当する分が生成ガス中に残存することになる。

20

【0041】

従って、発熱量を下げる方向に影響するガスのうち、二酸化炭素と水蒸気を除いた残りの窒素に着目する。窒素源としては、搬送ガスとして使用される窒素、酸化剤として空気を使用した場合の空気中に含まれる窒素、バイオマス中に含まれる窒素、バージ用の窒素等があり、量的には搬送ガス及び酸化剤がほとんどを占める。特に、酸化剤として酸素を使用した場合には、搬送ガスとして使用した窒素が窒素源のほとんどになる。窒素は、ガス化反応にほとんど関与しないことから、噴流床ガス化炉130で昇温され、冷却装置140で冷却されるという過程を経ることで、ガス化プロセス全体の効率を低下させている。すなわち、窒素の昇温に必要なエネルギーが増加することにより、同じガス化温度まで昇温するために酸素比を上げる（完全燃焼に近い操業で発熱量を増やす）必要があり、結果として可燃分であるCO、 H_2 が減少することとなる。また、冷却装置140による冷却時に熱回収を行う（例えば、ボイラを使用して熱回収を行う）にしても、回収効率が100%にはならないため、熱ロスが生じることとなる。

30

40

【0042】

そこで、本実施形態に係るガス化装置100では、搬送ガスの一部又は全部を生成ガスで代替することにより、ガス化装置100全体として使用する窒素量を減少させ、窒素ガスの無駄な昇温や冷却における熱ロスを減少させることができる。さらに加えて、搬送ガスとして、窒素の代わりに可燃性ガスである生成ガスを噴流床ガス化炉130に吹き込むため、単位原料あたりの投入熱量を上昇させることができ、その結果、化石資源燃料のような高発熱量の原料を使用することと同じ効果を得ることができる。このように、搬送ガスとして生成ガスの一部又は全部を使用することにより、窒素ガスの無駄な昇温や冷却における熱ロスを減少させることができるとともに、単位原料あたりの投入熱量を上昇させることができるので、同じガス化温度まで昇温するための酸素比を低下させることができ、生

50

成ガスの発熱量を高くすることができる。

【0043】

ただし、このように搬送ガスの一部又は全部を生成ガスで代替するためには、上述したように、タールの凝縮による配管トラブルを防止する必要があることから、ガス化装置100においては、冷却装置140による冷却後の生成ガスから積極的にタールを除去するために、タール除去装置160が設けられている。

【0044】

タール除去装置160は、冷却装置140の後段に設置されており、タール凝縮による配管トラブルを防ぐために積極的にタールを除去する。このタール除去装置160によりクリーンアップされたガスは、昇圧装置150により昇圧され、搬送ガス供給部120に供給された後に、搬送ガスとして使用される。

10

【0045】

このタール除去装置160としては、例えば、フィルタを使用したミスト除去装置、邪魔板を効果的に配置したミストセパレータ、吸着剤や単なるアルミナボール等を充填した充填層等がある。これらの例を挙げたのは、冷却装置140で凝縮し切れなかったタール分（主にミストタール）がタール除去装置160の除去対象となるため、物理的にタールを捕捉することを目的とした方式が有効であることによる。特に、バイオマスに含まれるタールについては、物理的にタールを捕捉する方式による捕捉効果が大きく、フィルタや充填層等で二塔交換式にすると、連続操作性やメンテナンス性にも優れる。

【0046】

さらに、タール除去装置160は、冷却装置140による冷却後の生成ガス中のタール濃度を 100 mg/Nm^3 未満まで低下させることが好ましい。これは、後述する実施例に示すように、本発明者らが行った生成ガス中のタール残量によるトラブル発生状況を確認する試験により、 100 mg/Nm^3 未満のタール濃度では配管トラブルの発生が見られなかったが、 100 mg/Nm^3 以上のタール濃度では配管の閉塞につながったケースが見られたことによるものである。なお、上記試験においては、タール除去装置160として、不織布フィルタとアルミナ充填層において、 100 mg/Nm^3 未満のタール濃度が達成できることも確認されている。

20

【0047】

以上説明したように、本実施形態に係るガス化装置100によれば、ガス化炉の仕様を変更することなく、また、タールによる配管トラブルが無く、発生する生成ガスの発熱量を上昇させることが可能となる。すなわち、同じ原料を同じ量使用する場合に、取り出せる生成ガスの発熱量が増加することになり、ガス化装置全体としての総合効率の向上や、使用する酸素量の低減等が可能となる。

30

【0048】

(ガス化方法)

以上、本実施形態に係るガス化装置100の構成について説明したが、以下、このような構成を有するガス化装置100を利用した本実施形態に係るガス化方法について説明する。

【0049】

本実施形態に係るガス化方法は、原料バイオマスを噴流床ガス化炉130へ気流搬送する搬送工程と、気流搬送されたバイオマスを、噴流床ガス化炉130内でガス化して生成ガスを発生させるガス化工程と、噴流床ガス化炉130から発生した生成ガスを冷却する冷却工程と、冷却工程で冷却された生成ガスからタールを除去するタール除去工程と、を含む。

40

【0050】

本実施形態に係るガス化方法では、上記搬送工程において、タール除去工程でタールが除去された生成ガスの一部又は全部を、気流搬送の際の搬送ガスとして使用する。このように、タールを積極的に除去した生成ガスを搬送ガスとして使用することにより、冷却工程後に生成ガス中に微量に残存するタールのほとんどを除去することができるので、ター

50

ルの凝縮による配管トラブルの発生を効果的に防止することができる。

【0051】

なお、冷却工程後の生成ガスからタールを除去する方法については、上述したガス化装置100の説明で詳細に述べたので、ここでは詳細な説明を省略する。

【0052】

本実施形態に係るガス化方法では、搬送ガスとして使用する生成ガスのタール濃度を、 100 mg/Nm^3 未滿とすることが好ましい。これについても、上述したように、本発明者らが行った試験により得られた知見であり、詳細は、下記の実施例で述べる。

【0053】

以上のような本実施形態に係るガス化方法によれば、タールによる配管トラブルが無く、発生する生成ガスの発熱量を上昇させることが可能となる。すなわち、同じ原料を同じ量を使用する場合に、取り出せる生成ガスの発熱量が増加することになり、ガス化反応のプロセス全体としての総合効率の向上や、使用する酸素量の低減等が可能となる。

10

【実施例】

【0054】

次に、実施例を示しながら、本発明をさらに具体的に説明する。

【0055】

(実施例)

本実施例では、原料バイオマスとして、実施例1と同様に、水分：14質量%、炭素：48質量% - dry、水素：6質量% - dry、酸素：44質量% - dryを含む木質チップを使用した。また、気流搬送用の原料バイオマスの前処理として、5mm以下の粒径となるまで破碎し、篩い分けと乾燥を実施した。試験条件は、バイオマスの平均供給量が 175 kg/hr となる条件で実施した。また、ガス化装置立ち上げ初期においては窒素ガスを搬送ガスとして用いて搬送を行っており、その条件は、搬送ガスとしての窒素の流量を $110\text{ Nm}^3/\text{h}$ とした。酸化剤としては酸素を使用し、その流量を $61\text{ Nm}^3/\text{h}$ とした。噴流床ガス化炉の温度は 1095 とした。このとき発生した生成ガスの組成は、 H_2 ：17体積%、 CO ：26体積%、 CO_2 ：19体積%、 CH_4 ：0.7体積%であり、生成ガスの発熱量は 5.3 MJ/Nm^3 - dryであった。以上のような条件で、搬送ガス(流量： $50\text{ Nm}^3/\text{h}$)を生成ガスの一部で置換すると、噴流床ガス化炉の温度が 1099 とほぼ同じ条件で、搬送ガスとしての窒素の流量が $67\text{ Nm}^3/\text{h}$ 、搬送ガスとしての生成ガスの流量が $50\text{ Nm}^3/\text{h}$ 、酸化剤としての酸素の流量が $56\text{ Nm}^3/\text{h}$ となった。このとき発生した生成ガスの組成は、 H_2 ：19体積%、 CO ：32体積%、 CO_2 ：20体積%、 CH_4 ：0.9体積%であり、生成ガスの発熱量は 6.4 MJ/Nm^3 - dryであり、実施例1と同等の効果があつた。すなわち、生成ガスの発熱量としては 1.1 MJ/Nm^3 - dry増加し、酸素量としては $5\text{ Nm}^3/\text{h}$ 低減した。

20

30

【0056】

また、タール除去装置によるタール除去後の生成ガス中のタール濃度を測定し、生成ガス中のタール残量によるトラブル発生状況に関する試験結果を表1に示した。表1に示すように、生成ガス中のタール濃度が 100 mg/Nm^3 未滿では配管トラブルの発生が見られなかったが、タール濃度が 100 mg/Nm^3 以上においては配管の閉塞につながったケースが見られた。

40

【0057】

【表 1】

表 1 生成ガス中のタール残量による配管トラブル発生の状況

タール濃度	操業状況	評価
50mg未満	配管トラブル無し	○
50mg～100mg未満	配管トラブル無し	○
100mg～500mg未満	配管トラブル無いものの、試験後配管にタール凝縮物が見られる場合あり。	△
500mg～1000mg未満	閉塞発生する場合あり。試験後配管にタール凝縮物が見られる場合あり。	△
1000mg以上	閉塞発生する場合あり。試験後配管にタール凝縮物が見られる場合あり。	△

○良好
△ほぼ良好

10

【 0 0 5 8 】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範囲内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 9 】

20

【図 1】本発明の一実施形態に係るガス化装置の構成を示す説明図である。

【図 2】一般的なガス化装置の構成を示す説明図である。

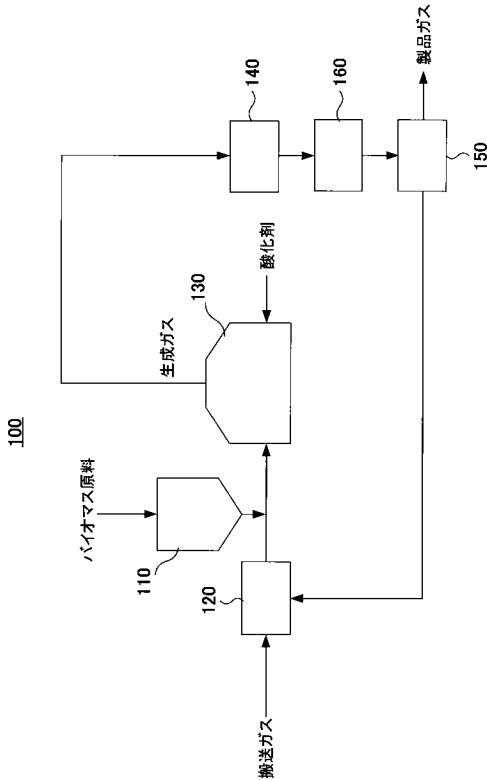
【符号の説明】

【 0 0 6 0 】

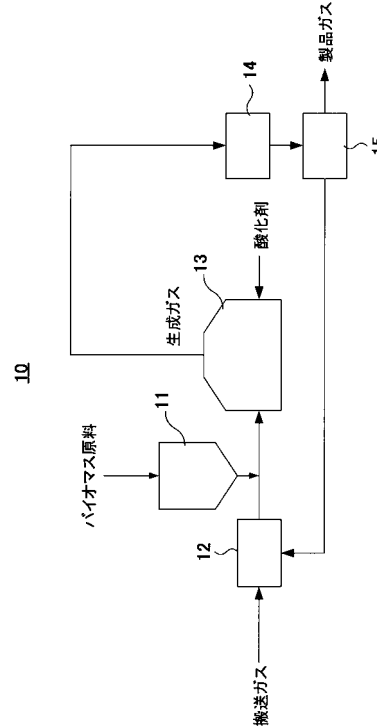
- 1 0 0 ガス化装置
- 1 1 0 原料供給装置
- 1 2 0 搬送ガス供給装置
- 1 3 0 噴流床ガス化炉
- 1 4 0 冷却装置
- 1 5 0 昇圧装置
- 1 6 0 タール除去装置

30

【 図 1 】



【 図 2 】



【 手続補正書 】

【 提出日 】平成19年11月9日(2007.11.9)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】明細書

【 補正対象項目名 】0017

【 補正方法 】変更

【 補正の内容 】

【 0017 】

〔 一般的なガス化装置の構成及び動作 〕

本発明の一実施形態に係るガス化装置について説明するのに先立ち、まず、図2に基づいて、一般的なガス化装置の構成及び動作について説明する。なお、図2は、一般的なガス化装置10の構成を示す説明図である。

【 手続補正 2 】

【 補正対象書類名 】明細書

【 補正対象項目名 】0018

【 補正方法 】変更

【 補正の内容 】

【 0018 】

ガス化装置10は、原料としてのバイオマスをガス化して燃料や化学原料となるガスを製造する装置であり、バイオマスがガス化して得られる生成ガスは、例えば、燃焼バーナ、化学合成(酢酸合成、アルコール合成等)装置、水素分離装置等の一酸化炭素及び水素を主としたガスの一般的な利用に供される。このガス化装置10は、具体的には、図2に示すように、主に、原料供給装置11と、搬送ガス供給装置12と、噴流床ガス化炉13と、冷却装置14と、昇圧装置15と、を有する。

【 手続補正 3 】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

原料供給装置110は、原料としてのバイオマスを噴流床ガス化炉130に供給する。
なお、本実施形態におけるバイオマスとは、具体的には、例えば、農業系バイオマス（麦
わら、サトウキビ、米糠、草木等）、林業系バイオマス（製紙廃棄物、製材廃材、除間伐
材、薪炭林等）、畜産系バイオマス（家畜廃棄物）、水産系バイオマス（水産加工残滓）
、廃棄物系バイオマス（生ゴミ、ゴミ固形化燃料（RDF：Refused Derived
Fuel）、庭木、建設廃材、下水汚泥等）などを指す。

フロントページの続き

- (72)発明者 樋口 俊也
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日鉄エンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 中村 彰利
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日鉄エンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 森田 健太郎
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日鉄エンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 橋本 茂
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 成川 公史
愛知県名古屋市緑区大高町字北関山20番地の1 中部電力株式会社電力技術研究所内
- Fターム(参考) 4H060 AA01 BB03 BB24 CC03 DD23