

(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2010-13583

(P2010-13583A)

(43) 公開日 平成22年1月21日(2010.1.21)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)		
C 1 0 J	3/46	(2006.01)	C 1 0 J	3/46	M	4 H 0 1 2
C 1 0 J	3/50	(2006.01)	C 1 0 J	3/50		
C 1 0 J	3/00	(2006.01)	C 1 0 J	3/00	H	
C 1 0 B	53/02	(2006.01)	C 1 0 B	53/02		

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-176169 (P2008-176169)	(71) 出願人	000173809
(22) 出願日	平成20年7月4日 (2008.7.4)		財団法人電力中央研究所
			東京都千代田区大手町1丁目6番1号
		(74) 代理人	100101236
			弁理士 栗原 浩之
		(74) 代理人	100128532
			弁理士 村中 克年
		(72) 発明者	田代 正行
			神奈川県横須賀市長坂2-6-1 財団法人電力中央研究所 エネルギー技術研究所内
		(72) 発明者	市川 和芳
			神奈川県横須賀市長坂2-6-1 財団法人電力中央研究所 エネルギー技術研究所内

最終頁に続く

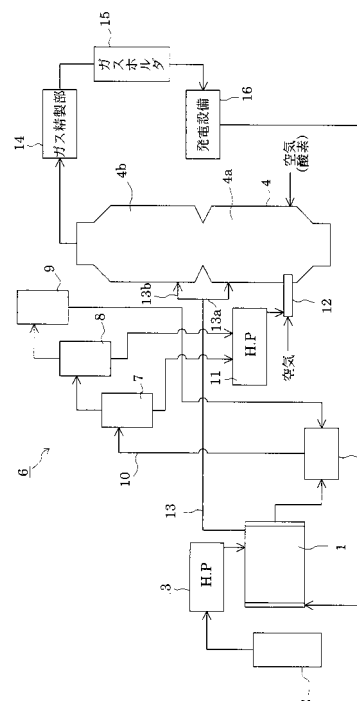
(54) 【発明の名称】 バイオマス燃料を用いたガス化設備及びガス化発電設備

(57) 【要約】

【課題】 凝集性が高い粉体炭化物を生成するバイオマス燃料を原料とした場合でも良好に所望の可燃性ガスを安定して得ることができるバイオマス燃料を用いたガス化設備を提供する。

【解決手段】 バイオマス燃料を炭化処理して熱分解ガスと固形粒子状の粉体である炭化物とを生成する炭化機1と、炭化物及び熱分解ガスを加熱分解処理して可燃性ガスを得るガス化炉4と、ガス化炉4内に炭化物を噴射する粉体バーナ12とを具備するとともに、粉体バーナ12は、炭化物を気流に浮遊させた状態で軸方向に流通させるとともに一端部がガス化炉4内に臨んでいる管路と、この管路に炭化物を重力を利用して落下・供給する粉体供給路とを有し、さらに粉体供給路は、同一の横断面形状で管路まで軸方向に亘り連続する円筒状の管路で構成するとともに、流路は、粉体供給路の径以上の幅を有して横断面が扁平な形状となるように構成した。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

バイオマス燃料を貯留しておく燃料貯留手段と、

前記バイオマス燃料を炭化処理して熱分解ガスと固形粒子状の粉体である炭化物とを生成する炭化手段と、

前記炭化物及び前記熱分解ガスを加熱分解処理して可燃性ガスを得るガス化炉と、

前記ガス化炉内に前記炭化物を噴射する粉体バーナとを具備するとともに、

前記粉体バーナは、前記炭化物を気流に浮遊させた状態で軸方向に流通させるとともに一端部が前記ガス化炉内に臨んでいる管路と、この管路に前記炭化物を重力を利用して落下・供給する粉体供給路とを有し、

さらに前記粉体供給路は、同一の横断面形状で前記管路まで軸方向に亘り連続する円筒状の管路で構成するとともに、

前記流路は、前記粉体供給路の径以上の幅を有して横断面が扁平な形状となるように構成したものであることを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備。

【請求項 2】

請求項 1 に記載するバイオマス燃料を用いたガス化設備において、

前記粉体供給路の内部の粉体に振動を与えるよう前記粉体供給路の下部に加振手段をさらに設けたことを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載するバイオマス燃料を用いたガス化設備において、

前記粉体バーナの前記管路は、小径の円筒内管と大径の円筒外管とを同心状に配設してなり、前記円筒内管の外周面と前記円筒外管の内周面との間の空間に充填物を充填して前記空間に前記流路を形成したことを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一つに記載するバイオマス燃料を用いたガス化設備において、

前記燃料貯留手段と前記炭化手段との間に、前記バイオマス燃料を一時貯留して攪拌するとともに前記炭化手段に向けて送給する燃料中間ホッパをさらに有し、前記攪拌は水平軸周りにブレードを時計方向と反時計方向に交互に回転させることにより行うように構成したことを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 の何れか一つに記載するバイオマス燃料を用いたガス化設備において、

前記炭化手段は、複数台からなり、前記バイオマス燃料を用いた炭化処理が交互に終了するように設定されていることを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一つに記載するバイオマス燃料を用いたガス化設備において、

前記炭化手段と前記ガス化炉との間に前記炭化物を粉砕して微粉状の炭化物を生成する粉砕手段をさらに設けたことを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 の何れか一つに記載するバイオマス燃料を用いたガス化設備において、

気流搬送されてきた前記炭化物を貯留するとともに、前記粉体バーナの前記粉体供給路に前記炭化物を送給するために底部に配設されたスクリーフィーダとこのスクリーフィーダの端部に送給されてきた前記炭化物を掻き落とすスクレーパとを備えるバーナ供給ホッパをさらに有することを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 の何れか一つに記載するバイオマス燃料を用いたガス化設備において、

10

20

30

40

50

前記ガス化炉から排出された前記可燃性ガスを精製するガス精製手段をさらに有し、

前記ガス精製手段はウエットスクラバーを備えるとともに、前記ウエットスクラバーに所定量の補給水を補給しながら水の表面に浮いた未燃粒子を高濃度で含む排水をオーバーフローさせて外部に排出するように構成したものであることを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備。

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 8 の何れか一つに記載するガス化設備と、このガス化設備の前記可燃性ガスをエネルギーとして駆動され駆動時に排熱を伴う発電手段とを組み合わせるとともに、前記排熱を前記炭化手段の熱源として供給するものであることを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化発電設備。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はバイオマス燃料を用いたガス化設備及びガス化発電設備に関し、特にコーヒー滓等ワックス成分が多いバイオマス燃料を用いる場合に適用して有用なものである。

【背景技術】

【0002】

木質系バイオマスや有機性廃棄物に対して適用可能な従来技術に係る炭化・ガス化方法に関する技術としては、例えば木質系バイオマス又は都市ごみ等の有機性廃棄物を 300℃ないし 800℃で炭化処理して得た炭化物と、水蒸気と、空気とを熱分解するガス化炉内に投入し、水性ガス化反応により可燃性ガスを得る熱分解ガス化装置がある（特許文献 1 参照）。

【0003】

【特許文献 1】特開 2004-35837 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 等に示す従来技術に係るガス化装置では、バイオマス燃料として主に木質系バイオマス等、炭化した場合でも凝集しにくい固形粒子状の粉体となるものを対象としている。そこで、例えばコーヒー滓等、ワックス成分が多く凝集し易いバイオマス燃料を従来のガス装置のバイオマス燃料として用いた場合には、搬送途中の管路等、各所で詰まりを生起してしまうという問題が発生している。

【0005】

ここで、バイオマス燃料とは、農林資源とその残漬物及び建築廃材等の木質系バイオマス、畜産・水産資源とその残漬物及び食品廃棄物や汚泥等の廃棄物系バイオマス、並びにこれらの混合バイオマスを意味する。したがって、その中にはコーヒー滓等、ワックス成分の多いバイオマスも含まれる。

【0006】

また、従来技術に係るバイオマス燃料を利用するガス化設備においては炭化物を部分燃焼させて水性ガス化反応により熱分解ガスを得るために炭化物をガス化炉内に投入する際に、炭化機による炭化処理で得られた炭化物をそのままガス化炉内に投入するので、ガス化炉に投入される炭化物の大きさにばらつきがあり、ガス化炉内での燃焼や反応にばらつきが生じる。このため、ガス発熱量が大きいなど品質が高水準の可燃性ガスを継続的に生成するというガス化性能を発揮することが保証されているとは言い難い。かかる傾向は、凝集性が高いバイオマス燃料を使用する場合に特に問題になる。

【0007】

さらに、例えばガスエンジンを用いた発電設備など連続運転が要求される設備や施設に対して可燃性ガスを供給する場合には、ガス発熱量など品質が高水準且つ一定に保たれている可燃性ガスを連続して安定的に供給することが肝要である。

【0008】

10

20

30

40

50

本発明は、上記従来技術に鑑み、凝集性が高い粉体炭化物を生成するバイオマス燃料を原料とした場合でも良好に所望の可燃性ガスを安定して得ることができ、実質的に使用するバイオマス燃料の燃料種を拡大することができるバイオマス燃料を用いたガス化設備及びガス化発電設備を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成する本発明の第1の実施の形態は、

バイオマス燃料を貯留しておく燃料貯留手段と、

前記バイオマス燃料を炭化处理して熱分解ガスと固形粒子状の粉体である炭化物とを生成する炭化手段と、

前記炭化物及び前記熱分解ガスを加熱分解処理して可燃性ガスを得るガス化炉と、

前記ガス化炉内に前記炭化物を噴射する粉体バーナとを具備するとともに、

前記粉体バーナは、前記炭化物を気流に浮遊させた状態で軸方向に流通させるとともに一端部が前記ガス化炉内に臨んでいる管路と、この管路に前記炭化物を重力を利用して落下・供給する粉体供給路とを有し、

さらに前記粉体供給路は、同一の横断面形状で前記管路まで軸方向に亘り連続する円筒状の管路で構成するとともに、

前記流路は、前記粉体供給路の径以上の幅を有して横断面が扁平な形状となるように構成したものであることを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備にある。

【0010】

本態様によれば、流路が前記粉体供給路の径以上の幅を有して横断面が扁平な形状となっているので、粉体供給路が円筒状の管路であっても粉体は粉体供給路を途中で絞ることなくストレートに流路に供給することができる。また、流路を流れる気流の速度はその幅と高さを調整することにより容易且つ任意に高速化することができる。

【0011】

この結果、バイオマス燃料が凝集性の高いものであっても粉体バーナからガス化炉内に粉体炭化物を一樣に噴射して良好な可燃性ガスの生成に資することができる。すなわち、凝集しやすいバイオマス燃料も含め、広い範囲のバイオマス燃料を用いて所望の可燃性ガスを生成することができる。

【0012】

本発明の第2の態様は、

第1の態様に記載するバイオマス燃料を用いたガス化設備において、

前記粉体供給路の内部の粉体に振動を与えるよう前記粉体供給路の下部に加振手段をさらに設けたことを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備にある。

【0013】

本態様によれば、凝集性が高い粉体炭化物であっても一樣に分散させることにより凝集を防止して前記管路を流通する気流に良好に乗せることができる。

【0014】

本発明の第3の態様は、

第1又は第2の態様に記載するバイオマス燃料を用いたガス化設備において、

前記粉体バーナの前記管路は、小径の円筒内管と大径の円筒外管とを同心状に配設してなり、前記円筒内管の外周面と前記円筒外管の内周面との間の空間に充填物を充填して前記空間に前記流路を形成したことを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備にある。

【0015】

本態様によれば、凝集性が高い粉体であっても重力で落下する粉体は最も円滑に管路を流通する気流に乗せることができる。一方、粉体を気流搬送する気流の速度は、円筒外管と円筒内管との間の空間の面積を調整することで容易に高速化を実現し得る。

【0016】

この結果、バイオマス燃料が凝集性の高いものであっても途中で閉塞等の不都合を生起

10

20

30

40

50

することなく、粉体バーナからガス化炉内に粉体炭化物を一様に噴射して良好な可燃性ガスの生成に資することができる。

【0017】

さらに、管路の外径は従来と同様に形成することもできるので、この場合には互換性を保ったまま、取替え作業等も容易に行うことができる。

【0018】

本発明の第4の態様は、

第1乃至第3の態様の何れか一つに記載するバイオマス燃料を用いたガス化設備において、

前記燃料貯留手段と前記炭化手段との間に、前記バイオマス燃料を一時貯留して攪拌するとともに前記炭化手段に向けて送給する燃料中間ホッパをさらに有し、前記攪拌は水平軸周りにブレードを時計方向と反時計方向に交互に回転させることにより行うように構成したことを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備にある。

【0019】

本態様によれば、ホッパ中に貯留されるバイオマス燃料の偏りを除去して均等な分布の貯留状態とすることができ、送り出しもその分良好に行うことができる。

【0020】

本発明の第5の態様は、

第1乃至第4の態様の何れか一つに記載するバイオマス燃料を用いたガス化設備燃料において、

前記炭化手段は、複数台からなり、前記バイオマス燃料を用いた炭化处理が交互に終了するように設定されていることを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備にある。

【0021】

本態様によれば、ガス化炉に炭化物を途切れることなく連続して供給することが可能であり、またガス化炉に供給する炭化物の量を平均化して量的変動の少ない可燃性ガスを安定して生成することができる。

【0022】

本発明の第6の態様は、

第1乃至第5の態様の何れか一つに記載するバイオマス燃料を用いたガス化設備において、

前記炭化手段と前記ガス化炉との間に前記炭化物を粉碎して微粉状の炭化物を生成する粉碎手段をさらに設けたことを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備にある。

【0023】

本態様によれば微粉状の炭化物を形成することができるので、その分粉体炭化物の表面積を大きくすることができる。この結果、これを燃料とするガス化炉内での可燃性ガスの炭素転換率を向上させることができ、その分良質・高カロリーの可燃性ガスを得ることができる。ここで、炭素転換率とは炭化物の何%がガスに変換されたかを示す指標で、炭素のガス化率であるとも言い得る。

【0024】

本発明の第7の態様は、

第1乃至第6の態様の何れか一つに記載するバイオマス燃料を用いたガス化設備において、

気流搬送されてきた前記炭化物を貯留するとともに、前記粉体バーナの前記粉体供給路に前記炭化物を送給するために底部に配設されたスクリーフィーダとこのスクリーフィーダの端部に送給されてきた前記炭化物を掻き落とすスクレーパとを備えるバーナ供給ホッパをさらに有することを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備にある。

【0025】

本態様によれば、バーナ供給ホッパから排出される炭化物を最終的にほぐして粉体バーナに供給することができるので、粉体バーナには凝集していない粉体として炭化物を供給することができる。したがって、凝集しやすいバイオマス燃料を用いた炭化物であっても

10

20

30

40

50

一様に分散させた状態で粉体バーナに供給することができる。

【0026】

本発明の第8の態様は、

第1乃至第7の態様の何れか一つに記載するバイオマス燃料を用いたガス化設備において、

前記ガス化炉から排出された前記可燃性ガスを精製するガス精製手段をさらに有し、

前記ガス精製手段はウェットスクラバーを備えるとともに、前記ウェットスクラバーに所定量の補給水を補給しながら水の表面に浮いた未燃粒子を高濃度で含む排水をオーバーフローさせて外部に排出するように構成したものであることを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化設備にある。

10

【0027】

本態様によれば、水に浮いた未燃粒子は逐一排出されるので、清浄な水で連続運転をしつつ可燃性ガス中の塵埃を除去し続けることができる。

【0028】

本発明の第9の態様は、

第1乃至第8の態様の何れか一つに記載するガス化設備と、このガス化設備の前記可燃性ガスをエネルギーとして駆動され駆動時に排熱を伴う発電手段とを組み合わせるとともに、前記排熱を前記炭化手段の熱源として供給するものであることを特徴とするバイオマス燃料を用いたガス化発電設備にある。

【0029】

本態様によれば、凝集しやすいバイオマス燃料も含め、広い範囲のバイオマス燃料を用いて発電を行うことができるばかりでなく、その熱効率を向上させることができる。

20

【発明の効果】

【0030】

本発明によれば、凝集しやすいバイオマス燃料であっても一様にガス化炉内に供給することができる。この結果、凝集しやすいバイオマス燃料も含め、広い範囲から選択した任意のバイオマス燃料を用いて所望の可燃性ガスを得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。図1は本形態に係るバイオマス燃料を用いたガス化発電設備を示すブロック図である。同図に示すように、炭化機1には原料バンカー2に貯留されているバイオマス燃料が燃料中間ホッパ3を介して供給される。この結果、炭化機1はバイオマス燃料を炭化処理して、このバイオマス燃料中の水分及び揮発分を含んだ熱分解ガスと固定炭素や灰分を主成分とした炭化物とに分離する。具体的には、バイオマス燃料を300℃乃至500℃に加熱し、外気から遮断された無酸素状態の中で水分の蒸発と有機物の熱分解反応とにより炭化処理を行う。ここで、生成される熱分解ガスはタール分を多く含むガスであるため、さらにガス化炉4に供給してタール分を熱分解することにより高カロリーの可燃性ガスに改質している。なお、図面の錯綜を避けるため図1には1台のみの炭化機1を図示しているが、実際は複数台の炭化機1が備えてある。したがって、燃料中間ホッパ3も炭化機1に対応させて同数設けてあるが、この点については後に詳述する。また、図示はしないが炭化機1における炭化処理においては攪拌翼を適宜回転させて炭化機1内を攪拌している。

30

40

【0032】

粉碎機5は炭化機1における炭化処理の結果生成される炭化物を粉碎処理するものである。すなわち、炭化機1から投入された炭化物をミクロンオーダーに粉碎して微粉状の炭化物にする。ここで、粉碎機5の形式は特に限定されるものではなく、炭化物をミクロンオーダーに粉碎可能であればどのような粉碎機であっても良い。本形態における粉碎機5は、ピン状の衝撃柱が2～3周列放射状に取り付けられた回転盤とこれに噛み合うように取り付けられた固定盤とから構成されており、回転盤と固定盤との中心部から取り込んだ炭化物を空気の流れとともに拡散させて衝撃柱と固定柱とによって衝撃を与える一方、外

50

周部に装着されたスクリーンで整粒させた後、微粉状の炭化物として排出するようになっている。粉碎機 5 で粉碎した微粉状の炭化物は気流搬送系 6 により搬送される。

【0033】

ここで、ガス化炉 4 の高効率化には、炭化物の炭素転換率の向上が必須である。固気反応速度は、炭化物粒子の比表面積に強く依存するため、粒径微小化で反応率が高まり、炭素転換率の向上が期待できるからである。ちなみに、木質系のバイオマス燃料を原料とする炭化物の粉碎径を 1.0 mm (ハンマーミルメッシュサイズ) から 0.3 mm まで微小化を図った結果、0.4 mm 以下で 90 % 以上の炭素転換率が得られること、冷ガス効率が最も高かった空気比 0.39 の条件では、99 % 以上の炭素転換率が得られることが分った。一方、コーヒー滓で同一のガス化を行ったところ、ワックス成分の影響で粒子同士が凝集し、メッシュサイズ 0.4 mm では、目詰りによって粉碎機 5 が過負荷となった。メッシュサイズ 1.0 mm では、粉碎機 5 の過負荷もなく、木質と同等に高い炭素転換率が得られた。したがって、粉碎機 5 におけるメッシュサイズ選定のため、事前に粉碎物である炭化物の凝集性を評価することが肝要である。

【0034】

気流搬送系 6 は粉碎機 5 とともに途中にサイクロン 7、バグフィルタ 8 及び循環ブロワ 9 を管路で連通した循環系で構成している。すなわち、循環ブロワ 9 で発生する気流を粉碎機 5 に供給することにより微粉状の炭化物を気流に乗せて搬送するとともに、サイクロン 7 及びバグフィルタ 8 で所定粒径以上の炭化物を捕捉・回収し、循環ブロワ 9 により再度粉碎機 5 に向けて気流搬送している。かくして所定粒径未満の炭化物がサイクロン 7 及びバグフィルタ 8 から重力を利用してバーナ供給ホッパ 11 に供給され、さらに粉体バーナ 12 に供給されてこの粉体バーナ 12 を介しガス化炉 4 内へ噴射される。

【0035】

ガス化炉 4 は、二室二段の噴流床方式のガス化炉であり、炭化機 1 で生成され粉碎機 5 で粉碎されたミクロンオーダーの炭化物を下段のガス化・燃焼部 4a で燃焼させて 1500℃ 程度の高温ガスにして上段のガス改質部 4b に送り出す。粉体バーナ 12 より供給される炭化物はガス化・燃焼部 4a 内に噴射される。ガス改質部 4b では高温ガスと炭化機 1 における炭化処理で発生する熱分解ガスとを接触させる。そして、シフト反応 (具体的には、 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$) を主とした改質反応並びに熱分解ガス中のタールの分解により一酸化炭素 (CO) と水素 (H_2) とを主成分とした可燃性ガスを生成する。なお、熱分解ガス中のタールを分解するために、ガス改質部 4b に送り込まれて可燃性ガスと接触した段階でガス改質部 4b 内のガス温度は 1100℃ 以上であることが必要とされる。すなわち、ガス化炉 4 が良好なガス化性能を発揮するためには、ガス化・燃焼部 4a に十分な熱量が投入される必要がある。かかる熱量は、ガス化・燃焼部 4a に空気 (又は空気と酸素との混合気体) を送り込むことによる燃焼反応により得ている。

【0036】

ここで、空気に酸素を適量混合した混合気体をガス化・燃焼部 4a に供給する場合、空気に混ぜる酸素の量は特に限定されるものではなく、生成する可燃性ガスに要求されるカロリーや可燃性ガスのガス性状等に応じて適宜設定する。具体的には、混合気体の酸素濃度が 25 ~ 50 vol % になるように設定することが考えられる。このように空気に酸素を適量混ぜることによりガス化・燃焼部 4a 内では酸素富化運転が行われ、ガス化・燃焼部 4a 内の温度を上昇させてガス化性能の向上を図り、これにより発熱量の低いバイオマス燃料や水分の多いバイオマス燃料の利用を可能として燃料種の拡大を図ることができる。

【0037】

また、本形態では、炭化機 1 からガス化炉 4 に熱分解ガスを供給するためのガス供給配管 13 のガス化炉 4 側が分岐管 13a と分岐管 13b との二つに分岐し、熱分解ガスをガス化炉 4 のガス化・燃焼部 4a 及びガス改質部 4b の両方に供給可能な構成となっている。従来はガス改質部 4b のみに供給されていた可燃性ガスをガス化・燃焼部 4a にも供給可能とすることにより、従来に較べてガス化・燃焼部 4a の温度を十分に上昇させてガス

化・燃焼部 4 a に供給される炭化物を完全に燃焼させることが可能となり、ガス化炉 4 で生成する可燃性ガスのガス質を向上させることができる。なお、炭化機 1 から供給する熱分解ガスのガス化・燃焼部 4 a への供給は常時でなくても良く、ガス改質部 4 b のみに供給することを基本としつつ、例えばガス化・燃焼部 4 a 内の温度が低下した場合等にガス化・燃焼部 4 a にも供給するようにしても良い。

【0038】

ガス化炉 4 で生成された可燃性ガスはガス精製部 1 4 でガス精製された後、ガスホルダ 1 5 に貯留される。ガスホルダ 1 5 はガス化炉 4 で生成される可燃性ガスの量よりも次段の発電設備 1 6 で消費される量が多い場合の発電設備 1 6 の安定的な運転に資するものである。すなわち可燃性ガスの生成量と消費量との差を補完して発電設備 1 6 の安定した連続運転を保証する。ここで、発電設備 1 6 はガスホルダ 1 5 から供給される可燃性ガスをエネルギーとして発電するとともに、駆動時に排熱を伴う設備で、例えばガスエンジン、ガスタービン、燃料電池等、高温の排熱を伴う装置自体及びこのような発電装置に付属する装置で構成したものである。

【0039】

発電設備 1 6 からの排熱は炭化機 1 で有効活用される。すなわち、本形態に係る炭化機 1 は、バイオマス燃料を熱分解させて炭化させる内側部分とこの内側部分を囲繞する外側のジャケット部とからなる二層構造としてあり、発電設備 1 6 から排出される例えば 600℃ 程度の高温の排ガスをジャケット部に送り込んでバイオマス燃料を加熱するように構成してある。このことにより当該発電設備全体としてエネルギーの有効活用を図っている。

【0040】

以上が本形態に係るガス化発電設備の概要であるが、本形態ではバイオマス燃料の燃料種を拡大、特にワックス成分が多く凝集し易いコーヒー滓等を燃料とする場合でも燃料として有効に利用し得るようにするため種々の工夫をしている。かかる工夫を中心に、本形態の各部の構成をさらに詳細に説明する。

【0041】

図 2 は燃料中間ホッパ 3 の部分を抽出して示す説明図である。同図に示すように、本形態における燃料中間ホッパ 3 は原料バンカー 2 から供給されるバイオマス燃料を一時貯留して攪拌するとともに炭化機 1 に向けて送給する。このため、水平軸 3 a 周りにブレード 3 b を回転させて内部に貯留するバイオマス燃料を攪拌するとともに、底部に配設したスクリーフィーダ 3 c で送給するように構成してある。そして、本形態では図 2 (a) に示すように、ブレード 3 b の時計方向乃至反時計方向への回転方向を適宜切替えて運転するようになっている。この結果、燃料中間ホッパ 3 中に貯留されるバイオマス燃料の偏りを除去して均等な分布の貯留状態とすることができ、送り出しもその分良好に行うことができる。ちなみに、図 2 (b) に示すように、ブレード 3 b が一方向（図では時計方向）のみに回転する場合には図に示すような偏りを生起してしまう。そして、この傾向はバイオマス燃料の凝集性が高くなるほど顕著になる。したがって、コーヒー滓等、凝集性の高いバイオマス燃料を原料とする場合には、特にブレード 3 b の回転方向を転換しながら運転することが肝要である。

【0042】

図 3 はガス化炉 4 とこれを中心に配設される炭化機 1 との関係を示す説明図である。本形態においてはそれぞれバッチ処理によりバイオマス燃料を処理する 4 台の炭化機 1 A, 1 B, 1 C, 1 D を備えており、各炭化機 1 A 乃至 1 D を用いて炭化処理が交互に終了するように運転している。ガス化炉 4 における生成ガスの発熱量及び流量変動の最大の要因がバッチ式の炭化工程にある点を考慮して変動の少ない安定的なガス化炉 4 の運転を実現するためである。

【0043】

さらに詳言すると、発電設備 1 6 の発電装置としてガスエンジンとの接続を想定した場合、エンストを回避するため、ガス化炉 4 の流量とカロリー変動を ±15% 以内とする必

10

20

30

40

50

要がある。このため、バッチ式の炭化機 1 A 乃至 1 D に起因する変動要因の改善を図るべく 4 台の炭化機 1 A 乃至 1 D のサイクル運転を行った。この場合、ガス化炉 4 への炭化機 1 A 乃至 1 D からの揮発ガスである熱分解ガスの供給量が周期的に変動する。そこで、4 台の炭化機 1 A 乃至 1 D の運転周期を短くすることで変動幅の縮小を図った。具体的には、1 バッチ当たりの炭化機 1 A 乃至 1 D への受入量を従来の約 1 / 4 にすると同時に、炭化時間を約 1 / 4 に短縮した。このことで、バイオマス燃料の受入に伴う炭化機 1 A 乃至 1 D 内の温度の低下幅を約 1 / 2 以下に改善することができ、熱分解ガスのガス発生量の変動幅も低減することができた。

【0044】

図 4 は 4 台の炭化機 1 A 乃至 1 D におけるそれぞれの内部の温度変動特性を示す特性図で、a) が従来（炭化時間＝60 分）（b) が本形態（炭化時間＝16 分）の場合をそれぞれ示す。両図を比較すれば、同図（b) に示す本形態の場合、炭化機 1 A 乃至 1 D 内の温度の変動幅を 100℃から 40℃程度にまで改善できていることが分かる。

【0045】

さらに本形態では、急激な炭化による熱分解ガスの瞬時的なガス化炉 4 内への流入を抑制するため、炭化機 1 A 乃至 1 D の攪拌翼の回転数を調整することで炭化進度を制御するようにしている。すなわち、炭化機 1 A 乃至 1 D に対するバイオマス燃料の供給工程では、炭化機 1 A 乃至 1 D 内を正圧で運転する必要がある。負圧下で運転した場合、原料供給弁から空気を吸い込み、炭化機 1 A 乃至 1 D 内で燃焼反応が起こるからである。これを避けるため、従来、炭化機 1 A 乃至 1 D の運転シーケンスでは、バイオマス燃料の供給終了時に、原料供給弁 21 A, 21 B, 21 C, 21 D が閉まった後、熱分解ガス弁 22 A, 22 B, 22 C, 22 D が開いて熱分解ガスをガス化炉 4 に供給するまでに所定の時間差を設けてあった。炭化開始直後に熱分解ガスの流量の変動幅が大きくなるのは、前述の如き所定の時間差の間に発生した熱分解ガスが一気にガス化炉 4 に流れ込んでいるためと想定し、前記時間差をなくすように変更したが、ガス化炉 4 における生成ガスである可燃性ガスの変動幅に改善は見られなかった。このため、更に変動要因を調査したところ、流量の変動幅が大きくなるタイミングが炭化開始直後ではなく、炭化開始から数十秒後であることが判明し、炭化機 1 A 乃至 1 D の攪拌翼の回転数が急激に増加するタイミングと重なっていることが分った。そこで、従来の攪拌翼の回転数を見直し、本形態では段階的に回転数を増加させることで炭化進度を制御するようにした。

【0046】

図 5 は炭化機 1 A 乃至 1 D における攪拌翼の回転数とガス化炉 4 における生成ガスの流量との関係を示す特性図で、（a) が従来、（b) が本形態の場合をそれぞれ示す。両図を比較すれば回転数変動時（図中に丸で囲んだ部分）の流量変動幅が 1 / 3 に抑制されていることが分る。

【0047】

図 6 は気流搬送系 6 及びバーナ供給ホッパ 11 の部分を抽出して示す説明図である。同図（a) に示すように、本形態における気流搬送系 6 において、粉碎機 5 で微粉末に粉碎された炭化物は、垂直に立上がる立上配管 10 を含む搬送配管内を気流搬送され、サイクロン 7 及びバグフィルタ 8 を介してバーナ供給ホッパ 11 に貯留される。また、バーナ供給ホッパ 11 に貯留された炭化物はその底部に配設されたスクリーフィーダ 11 a により粉体バーナ 12 の粉体供給路 19 に供給される。ここで、粉体バーナ 12 は、粉体炭化物を気流（空気流）に浮遊させた状態で軸方向に流通させるとともに一端部がガス化炉 4 内に臨んでいる管路 18 と、この管路 18 に前記炭化物を重力を利用して落下・供給する粉体供給路 19 とを有している。すなわち、バーナ供給ホッパ 11 から粉体供給路 19 に供給された炭化物は重力落下により管路 18 に供給され、ここで管路 18 を流通する気流に乗ってガス化炉 4 の内部に噴射される。

【0048】

上述の如き気流搬送系 6 において、木質系のバイオマス燃料の場合には、搬送配管内の閉塞は確認されなかったものの、コーヒー滓ではワックス成分の影響で粒子同士が凝集（

10

20

30

40

50

凝集後の粒子径は3mm程度)し、搬送配管内で閉塞を生起する場合があった。そこで、この場合の終端沈降速度を計算し、搬送配管内の流速を終端沈降速度以上の高速流(例えば15m/s)としている。この高速化により安定搬送を達成した。ここで、終端沈降速度とは、立上配管10において重力で落下しようとする搬送物である炭化物を重力に抗して気流搬送し得る最小の速度である。

【0049】

また、上述の如く炭化物の搬送流速を高めたことで、循環ブロワ9の吸引力を高める結果となる。このため、バーナ供給ホッパ11内の圧力がガス化炉4の運転圧力より下がり、粉体炭化物の一部の逆流現象が生じ、バーナ供給ホッパ11の出口で閉塞が生じる虞がある。このため本形態では、第1にサイクロン7及びバグフィルタ8の出口近傍に、バーナ供給ホッパ11に向かう流路に対する抵抗要素となるロータリバルブ23, 24を配設して気流搬送系6の負圧の影響を遮断するようにするとともに、第2に、同図(b)に明示するように、バーナ供給ホッパ11のスクリューフイーダ11aの末端にスクレーパ17を設置し、スクリューフイーダ11aに付着した炭化物を掻き落とすように構成してある。スクレーパ17はスクリューフイーダ11aの端部において、その回転軸11bの周面に放射状に配設されている。

【0050】

かくして凝集性の高いコーヒー滓を原料とするバイオマス燃料を用いた場合でも良好に気流搬送を行うことができる。

【0051】

図7は粉体バーナ12の部分抽出して示す図で、(a)は縦断面図、(b)はA-A'線断面図、(c)はB-B'線断面図である。これらの図に示すように、本形態における粉体バーナ12は、前述の如く管路18と粉体供給路19とを有するが、粉体供給路19は、同一の横断面形状で前記管路まで軸方向に亘り連続する円筒状の管路で構成してある。また、管路18はその流路18bが粉体供給路19の径と同一幅で、横断面が扁平な形状となるように構成してある。さらに詳言すると、管路18は、小径の円筒内管18cと大径の円筒外管18dとを同心状に配設してなり、円筒内管18cの外周面と円筒外管18dの内周面との間の空間に充填物18eを充填して前記空間に受入口18aの径と同一幅の軸方向に伸びる空間である流路18bを形成している。気流搬送用の空気は受入口18aよりもガス化炉4の反対側で円筒内管18cと円筒外管18dとの間の空間に供給するようになっている。なお、円筒内管18cの内部空間には断熱材18fが充填されている。また、管路18の先端部はガス化炉4の断熱材4cを貫通してその内部に臨んでいる。

【0052】

このように、本態様によれば、粉体供給路19の横断面の形状と粉体炭化物の受入口18aとの形状が同一であるので、重力で落下する粉体炭化物は途中で引っかかることなく最も円滑に管路18を流通する空気流に乗せることができる。そして、途中に通路の狭窄部を有することなく炭化物を空気流に一気に乗せることができるような条件の下で流路18bの幅を最小とすることで流路18bを流通する空気流の速度の最速化を実現し得る。管路18に供給する空気量が同じ場合には流路18bの断面積に比例して空気流の速度が高速化するからである。空気流速の高速化を図った場合、炭化物は一気にガス化炉4内に供給されるため、凝集することなく粉碎時の微小な粒径を維持したままガス化炉4内に一様に分散される。

【0053】

ここで、粉体供給路19の下部に加振機20を配設し(図7(b)参照)、粉体供給路19に振動を与えるように構成するのが望ましい。この場合には加振により炭化物を一様に分散させて管路18に供給することができるからである。特に、図7(b)に示すように、他の部分との干渉等を考慮した設置スペースの制限等により粉体供給路19が重力方向に対して傾斜している場合には、その傾斜角が大きければ大きい程傾斜部分で炭化物の凝集・閉塞を生起し易いが、かかる場合でも加振により良好に炭化物の凝集を防止して管

路 18 への供給を良好に行うことができる。したがって、かかる構成により凝集性が高い粉体炭化物であっても一様に分散させることにより凝集を防止して管路 18 を流通する気流に良好に乗せることができる。また、本形態においては流路 18 b の幅を受入口 18 a の径（粉体供給路 19 の径）と同一に構成したがこれに限るものではない。流路 18 b の幅は、粉体供給路 19 の径以上であれば任意に選定することができる。ただ、流路 18 b の幅が粉体供給路 19 の径と同一である場合に最高流速が得られ、幅が広がるにつれ、流路 18 b の高さが同じ場合には搬送気流の流速は比例して低下する。

【0054】

図 8 は本形態に係る粉体バーナ 12 と比較するため、本形態と同一径の二重管構造を有する従来技術に係る当該部分を抽出して示す図で、（a）は縦断面図、（b）は C-C' 線断面図である。これらの図に示すように、従来技術における粉体バーナ 012 も本形態と同様の粉体供給路 19 を有するが、管路 018 を構成する円筒内管 018 c と円筒外管 018 d との間の空間全てが炭化物を気流搬送する流路 018 b として構成してある。したがって粉体供給路 19 からの炭化物の受入口 018 a は流路 018 b の幅（本例の場合は流路 018 b の外周長）の数倍となっており、同一量の空気を流路 018 b に供給した場合には流路 018 b の径方向の寸法が同じでも流路 018 b を流通する空気流の流速が流路 018 b の断面積に逆比例して小さくなる。

【0055】

したがって、本形態における粉体バーナ 12 は管路 18 を構成する円筒内管 18 c 及び円筒外管 18 d の径を従来と変更することなく流路 18 b を流通する空気流の高速化を実現し得たものといえることができる。この結果、他の管路等との接続条件は変更する必要がない。したがって、本形態における粉体バーナ 12 は他の部品の使用の変更を要することなく気流搬送速度を所望の速度とすることができる。なお、図 8 中、図 7 と同一部分には同一番号を付し重複する説明は省略する。

【0056】

管路の径を変えなく本形態と同程度の気流搬送速度の高速化を実現する他の構造として図 9（b）に示すような横断面形状の管路構造が考えられる。これを図 9（a）に同様の横断面形状で示す本形態の管路 18 との比較において説明する。なお、図 9（a）において図 7 と同一部分には同一番号を付している。図 9（b）に示す管路 028 は図 9（a）に示す円筒外管 18 d と同一径の円筒外管 028 d を有しているが、流路 18 b と同一断面積の流路 028 b は円筒内管 028 c の内部空間で形成している。したがって、この場合には粉体供給路 019 の最下部にはテーパ部 019 a を形成して絞り部の最小幅と同幅の案内通路 028 g を円筒外管 028 d と円筒内管 028 c との間に形成し、案内通路 028 g を介して粉体供給路 019 からの炭化物を流路 028 b に案内する必要がある。したがって、この場合には、例えば炭化物を粉体供給路 019 の横断面内に均等に分散させて落下させた場合でもテーパ部 019 a を介して絞られ、より狭い横断面形状の案内通路 028 g を介して流路 028 b に供給されるので、凝集性が高い炭化物の場合には特に、途中のテーパ部 019 a 等に引っかかり供給に支障が出る虞がある。すなわち、同一の搬送気体の流速は得られても炭化物の流路 028 b に対する円滑な供給という点については難があり、ひいてはガス化炉 4 に対する炭化物の供給も本態様ほど均等に分散させることはできず、その分炭素転換率も劣るものとなる。

【0057】

図 10 は本形態におけるガス精製部 14 の具体的な構成をこの部分を抽出して示す説明図である。同図に示すようにガス精製部 14 はガス化炉 4 側から発電設備 16 に向かって噴霧式ウェットスクラバー 25、溜水式ウェットスクラバー 26 及びブリーツバグフィルタ 27 をタンデムに接続したものである。噴霧式ウェットスクラバー 25 はガス化炉 4 で生成した可燃性ガス中の未燃炭化物等をノズル 25 c から噴射される水で洗浄する。このため、容器 25 a の底部は水の貯留部 25 b となっており、貯留部 25 b に貯留される水をポンプ 28 でノズル 25 c に供給して循環させている。一方、この場合の未燃炭化物は水に浮くことを発見した。そこで、未燃炭化物等を高濃度で含む上澄み液をオーバーフロ

10

20

30

40

50

ーさせ排水管 29 を介して外部の貯留部 30 に排出するように構成した。次段の溜水ウエットスクラバー 26 でも同様に未燃炭化物等を高濃度で含む上澄み液をオーバーフローさせ排水管 36 を介して外部の貯留部 32 に排出するように構成している。これらの噴霧式ウエットスクラバー 25 及び溜水式ウエットスクラバー 26 には、オーバーフローにより外部に排出された上澄み液の分の水をポンプ 33 により管路 34, 35 を介して補充している。したがって、本形態によれば、オーバーフロー分に見合う少量の水を補給するだけで長期間に亘り所定のガス精製処理を連続的に継続することができる。

【0058】

溜水式ウエットスクラバー 26 で洗浄された可燃性ガスはブリーツバグフィルタ 27 で最終的に未燃炭化物等を捕捉・除去してガスホルダ 15 に送給される。

10

【0059】

なお、上記実施の形態では、既存の部品等との関係を考慮して図 7 に示す構成としたが、原理的には図 11 に示すような構成のものであれば気流搬送の際の気流速度を容易かつ任意に高速化し得る。図 11 は 本発明の他の実施の形態に係る粉体バーナを概念的に示す説明図である。同図に示すように当該粉体バーナ 42 も管路 48 と粉体供給路 49 とを有する。ここで、管路 48 はその流路 48b に粉体供給路 49 を介して供給される炭化物を気流に浮遊させた状態で軸方向に流通させるとともに一端部がガス化炉 4 内に臨んでいる。粉体供給路 49 は、バーナ供給ホッパ 11 から管路 48 に炭化物を重力を利用して落下・供給する管路であり、同一の横断面形状で管路 48 まで軸方向に亘り連続している。すなわち、粉体供給路 49 は同一断面積のまま管路 48 の受入口 48a につながっている。ここで、粉体供給路 49 は、炭化物を受け入れる受入口 48a の径が粉体供給路 49 の径と同一になるように形成するとともに気流搬送のための流路 48b の幅が受入口 48a の径と同一になるように構成してある。

20

【0060】

この結果、本形態でも粉体供給路 49 の横断面の形状と粉体炭化物の受入口 48a との形状が同一であるので、重力で落下する粉体炭化物は途中で引っかかることなく最も円滑に管路 48 を流通する空気流に乗せることができる。そして、途中に通路の狭窄部を有することなく炭化物を空気流に一気に乗せることができるような条件の下で流路 48b の幅を最小とすることで流路 48b を流通する空気流の速度の最速化を実現し得る。ちなみに流路 48b の幅が受入口 48a の幅よりも大きければ粉体供給路 49 からの炭化物の供給はスムーズに行われるが、流路 48b の高さが同じ場合には流路 48b の断面積がその分増加するので気流搬送の気流の流速を高速化する場合の障害となる。

30

【0061】

したがって本形態における粉体バーナ 42 であっても空気流速の高速化を図って炭化物を一気にガス化炉 4 内に供給することができるので、凝集性の高い炭化物であっても粉碎時の微小な粒径を維持したままガス化炉 4 内に一様に分散供給することができる。

【0062】

また、上記実施の形態において加振機 20 は粉体供給路 19 に配設するものとして説明したが、これに限る必要はない。搬送中に炭化物の詰まりを生起する虞がある部分には適宜配設しておいたほうが好ましい。ちなみに、バイオマス燃料としてコーヒー滓を使用した場合、その炭化物は凝集性が高く、安息角が大きい（木質系のバイオマス燃料の 45 度に対し、コーヒー滓は 60 度）、コーン角度 60 度未満のバグフィルタ 8 やバーナ供給ホッパ 11 の内部でブリッジングやラットホールが多発し、またサイクロン 7 やバグフィルタ 8 から粉体バーナ 12 に至る配管（重力で搬送する配管）では、傾斜角度が 60 度未満のものは閉塞も生起する虞がある。そこで、これらの部分に加振機 20 を設置することで炭化物による閉塞という問題に対処し得る。

40

【0063】

さらに、上記実施の形態はガス化発電設備に関するものとしたが、バイオマス燃料から可燃性ガスを生成させるガス化設備であればそれ以上の特別な制限を設けるものではない。すなわち、勿論発電設備に限定するものではない。

50

【産業上の利用可能性】

【0064】

本発明はバイオマスの有効利用を図る産業分野、すなわち都市ごみの処理等、発電等に関連する産業分野で利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】本発明の実施の形態に係るバイオマス燃料を用いたガス化発電設備を示すブロック図である。

【図2】上記実施の形態における燃料中間ホッパの部分を抽出して示す説明図である。

【図3】上記実施の形態におけるガス化炉とこれを中心に配設される炭化機との関係を示す説明図である。

10

【図4】4台の炭化機で所定の切替運転を実施した場合における各炭化機の内部の温度変動特性を示す特性図で、a)が従来(炭化時間=60分)(b)が本形態(炭化時間=16分)の場合をそれぞれ示す。

【図5】4台の炭化機における攪拌翼の回転数とガス化炉における生成ガスの流量との関係を示す特性図で、a)が従来、(b)が本形態の場合をそれぞれ示す。

【図6】上記実施の形態における気流搬送系及びバーナ供給ホッパの部分を抽出して示す説明図である。

【図7】上記実施の形態における粉体バーナの部分を抽出して示す図で、(a)は縦断面図、(b)はA-A'線断面図、(c)はB-B'線断面図である。

20

【図8】上記実施の形態における粉体バーナと比較するため、従来技術に係る当該部分を抽出して示す図で、(a)は縦断面図、(b)はC-C'線断面図である。

【図9】上記実施の形態における気流搬送速度の高速化を実現する管路構造を示す図で、(a)が本形態、(b)が比較例の横断面形状を示す断面図である。

【図10】上記実施の形態におけるガス精製部の具体的な構成をこの部分を抽出して示す説明図である。

【図11】本発明の他の実施の形態に係る粉体バーナを概念的に示す説明図である。

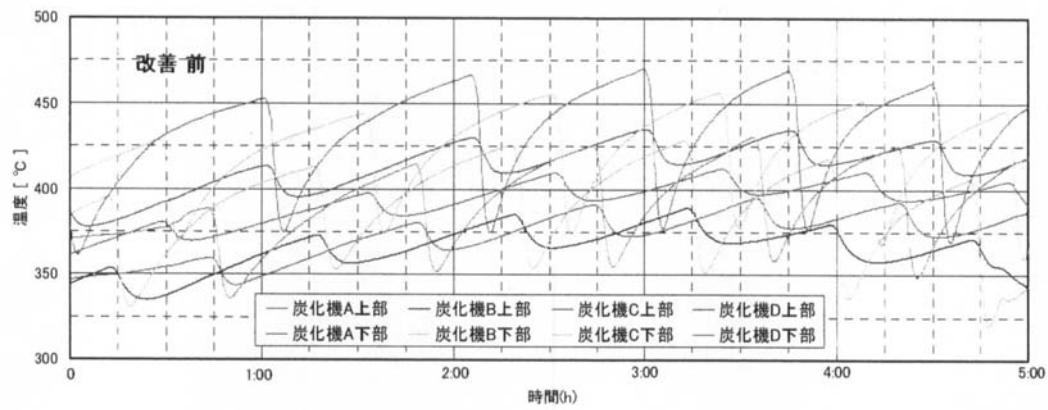
【符号の説明】

【0066】

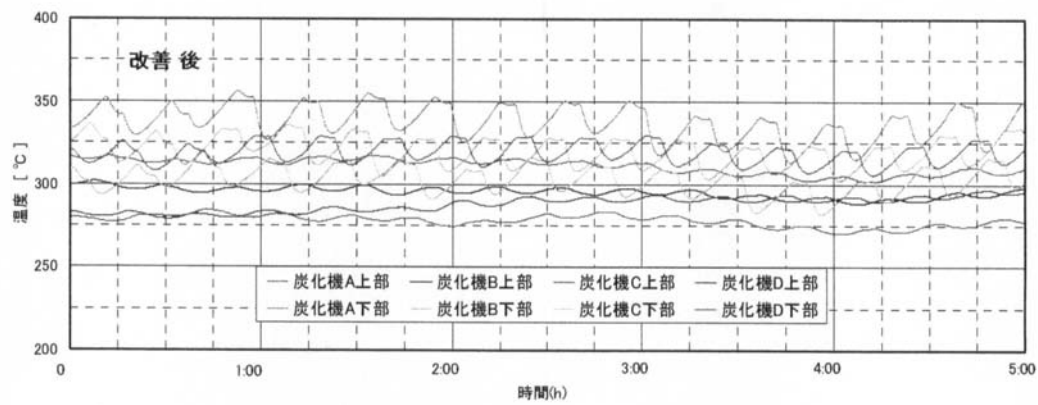
1, 1A, 1B, 1C, 1D	炭化機	30
2	原料バンカー	
3	燃料中間ホッパ	
4	ガス化炉	
5	粉碎機	
6	気流搬送系	
11	バーナ供給ホッパ	
12	粉体バーナ	
14	ガス精製部	
16	発電設備	
17	スクレーパ	40
18	管路	
18a、48a	受入口	
18b、48b	流路	
18c	円筒内管	
18d	円筒外管	
19、49	粉体供給路	
20	加振機	

【図 4】

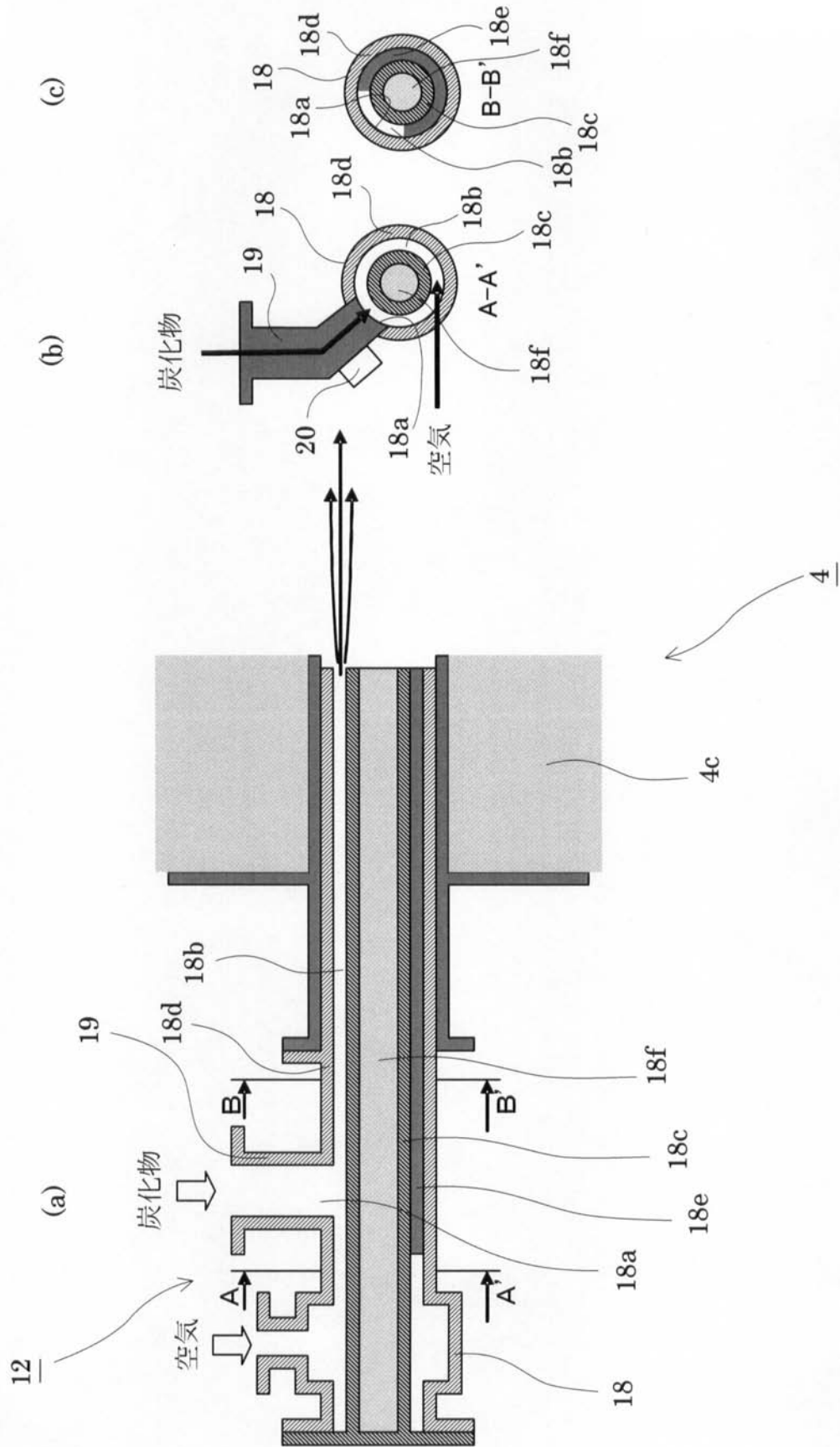
(a)



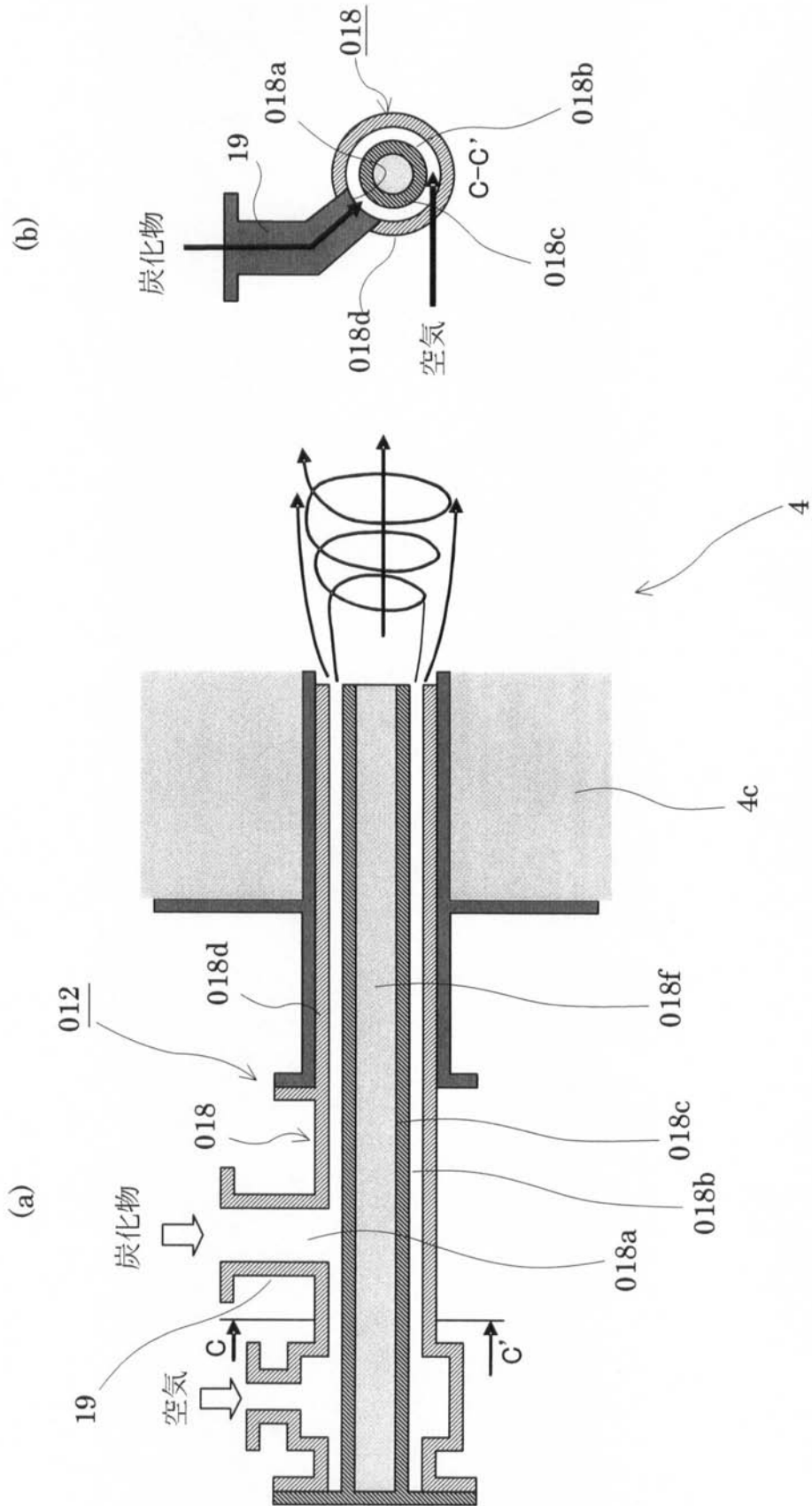
(b)



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 大高 円

神奈川県横須賀市長坂 2-6-1 財団法人電力中央研究所 エネルギー技術研究所内

(72)発明者 芦澤 正美

神奈川県横須賀市長坂 2-6-1 財団法人電力中央研究所 エネルギー技術研究所内

Fターム(参考) 4H012 HB01