

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5532207号  
(P5532207)

(45) 発行日 平成26年6月25日 (2014. 6. 25)

(24) 登録日 平成26年5月9日 (2014. 5. 9)

(51) Int. Cl.

F 1

C 1 0 J 3/56 (2006. 01)

C 1 0 J 3/54 (2006. 01)

C 1 0 J 3/00 (2006. 01)

C 1 0 J 3/56

C 1 0 J 3/54

C 1 0 J 3/54

C 1 0 J 3/00

K

M

K

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2009-175233 (P2009-175233)  
 (22) 出願日 平成21年7月28日 (2009. 7. 28)  
 (65) 公開番号 特開2010-215888 (P2010-215888A)  
 (43) 公開日 平成22年9月30日 (2010. 9. 30)  
 審査請求日 平成23年2月24日 (2011. 2. 24)  
 (31) 優先権主張番号 特願2009-37265 (P2009-37265)  
 (32) 優先日 平成21年2月20日 (2009. 2. 20)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 301021533  
 独立行政法人産業技術総合研究所  
 東京都千代田区霞が関1-3-1  
 (72) 発明者 村上 高広  
 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法  
 人産業技術総合研究所つくばセンター内  
 (72) 発明者 松岡 浩一  
 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法  
 人産業技術総合研究所つくばセンター内  
 (72) 発明者 倉本 浩司  
 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法  
 人産業技術総合研究所つくばセンター内  
 (72) 発明者 鈴木 善三  
 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法  
 人産業技術総合研究所つくばセンター内  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 循環流動層ガス化反応炉

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱分解炉、流動層ガス化炉、及び流動層燃焼炉がこの順に設けられ、流動媒体が導入された前記流動層ガス化炉内で原料をガス化させ、ガス化時に生成したチャー及び流動媒体を後段の前記流動層燃焼炉に導入して、未燃分を燃焼させるとともに、再加熱された流動媒体が前記熱分解炉、前記流動層ガス化炉及び前記流動層燃焼炉を循環するように構成された循環流動層ガス化反応炉において、

前記熱分解炉は、下段の燃料熱分解炉及びその上段に備えられたタール吸収炉からなる二段炉構造であり、

前記流動層ガス化炉は、チャーガス化炉及びコークガス化炉からなり、

前記流動層燃焼炉は、チャー残渣燃焼炉及びコーク残渣燃焼炉からなり、

前記下段の燃料熱分解炉の後段に、前記チャーガス化炉及び前記チャー残渣燃焼炉をこの順に連結し、前記上段のタール吸収炉の後段に、前記コークガス化炉及び前記コーク残渣燃焼炉をこの順に連結して、

前記下段の燃料熱分解炉から取り出される未燃焼チャーを含有する流動媒体と、前記上段のタール吸収炉から取り出されるタールが吸着した流動媒体とを、それぞれ独立して循環させるようにしたことを特徴とする循環流動層ガス化反応炉。

【請求項 2】

前記流動層ガス化炉を、下段に前記チャーガス化炉、上段に前記コークガス化炉を備えた二段炉としたことを特徴とする請求項 1 に記載の循環流動層ガス化反応炉。

10

20

## 【請求項 3】

前記チャーガス化炉及び前記コークガス化炉を、それぞれ別個のガス化炉としたことを特徴とする請求項 1 に記載の循環流動層ガス化反応炉。

## 【請求項 4】

熱分解炉、流動層ガス化炉、及び流動層燃焼炉がこの順に設けられ、流動媒体が導入された前記流動層ガス化炉内で原料をガス化させ、ガス化時に生成したチャー及び流動媒体を後段の前記流動層燃焼炉に導入して、未燃分を燃焼させるとともに、再加熱された流動媒体が前記熱分解炉、前記流動層ガス化炉及び前記流動層燃焼炉を循環するように構成された循環流動層ガス化反応炉において、

前記熱分解炉は、下段の燃料熱分解炉及びその上段に備えられたタール吸収炉からなる二段炉構造であり、

前記流動層ガス化炉は、コークガス化炉だけからなり、

前記流動層燃焼炉は、チャー残渣燃焼炉及びコーク残渣燃焼炉からなり、

前記下段の燃料熱分解炉の後段に、前記チャー残渣燃焼炉を直接連結し、前記上段のタール吸収炉の後段に、前記コークガス化炉及び前記コーク残渣燃焼炉をこの順に連結して、

前記下段の燃料熱分解炉から取り出される未燃焼チャーを含有する流動媒体と、上段のタール吸収炉から取り出されるタールが吸着した流動媒体とを、それぞれ独立して循環させるようにしたことを特徴とする循環流動層ガス化反応炉。

## 【請求項 5】

熱分解炉、流動層ガス化炉、及び流動層燃焼炉がこの順に設けられ、流動媒体が導入された前記流動層ガス化炉内で原料をガス化させ、ガス化時に生成したチャー及び流動媒体を後段の前記流動層燃焼炉に導入して、未燃分を燃焼させるとともに、再加熱された流動媒体が前記熱分解炉、前記流動層ガス化炉及び前記流動層燃焼炉を循環するように構成された循環流動層ガス化反応炉において、

前記熱分解炉は、下段の燃料熱分解炉及びその上段に備えられたタール吸収炉からなる二段炉構造であり、

前記流動層ガス化炉は、チャーガス化炉だけからなり、

前記流動層燃焼炉は、チャー残渣燃焼炉及びコーク残渣燃焼炉からなり、

前記下段の燃料熱分解炉の後段に、前記チャーガス化炉及び前記チャー残渣燃焼炉をこの順に連結し、前記上段のタール吸収炉の後段に、前記コーク残渣燃焼炉を直接連結して、

前記下段の燃料熱分解炉から取り出される未燃焼チャーを含有する流動媒体と、上段のタール吸収炉から取り出されるタールが吸着した流動媒体とを、それぞれ独立して循環させるようにしたことを特徴とする循環流動層ガス化反応炉。

## 【請求項 6】

前記上段のタール吸収炉には、流動媒体としてタール吸着性物質を使用し、下段の燃料熱分解炉において生成したタールを該流動媒体に吸着させるようにしたことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の循環流動層ガス化反応炉。

## 【請求項 7】

前記下段の燃料熱分解炉には、流動媒体として珪砂を使用することを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の循環流動層ガス化反応炉。

## 【請求項 8】

前記燃料熱分解炉において揮発分の熱分解及びタールの改質により生成する熱分解ガス、前記流動層ガス化炉においてチャー及び／又はコークのガス化により生成するガス化ガス、及び前記流動層燃焼炉においてチャー残渣及び／又はコーク残渣の燃焼により生成する燃焼ガスを、それぞれ独立して取り出す手段を備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の循環流動層ガス化反応炉。

## 【請求項 9】

前記燃料熱分解炉が、アルカリ吸収機能を有することを特徴とする請求項 1 ～ 8 のい

10

20

30

40

50

れか 1 項に記載の循環流動層ガス化反応炉。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、循環流動層を用いて燃料より可燃ガスを取り出すためのガス化反応炉に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、石炭、バイオマス、ごみ、下水汚泥などの炭化水素資源の固体燃料を利用し、生成したガスを、可燃ガス及び熱源として利用することにより、有機資源の有効活用を図る技術が開発されている。

10

該ガス化装置の 1 つとして、反応炉を流動層ガス化炉と流動層燃焼炉に分離し、流動層ガス化炉に炭化水素資源の固体燃料を供給し、水蒸気でガス化を行い、生成した未燃分（チャー）と流動媒体を流動層燃焼炉で燃焼させ、加熱された流動媒体を前記ガス化炉に戻す循環流動層を用いたものがある（特許文献 1）。

上記のガス化反応炉は外部循環方式であるが、特許文献 2 に記載された反応炉のように、内部循環方式のものもあり、該反応炉においては、流動媒体に粒子状スラグを利用することで、ガス化炉内で生成されたガス中に含まれるタールが改質されタール分の少ない可燃ガスが生成されるとともに、劣化したスラグを未燃チャーとともに燃焼炉へ導入し再活性化して、ガス化炉へ戻される。

20

これらの流動層ガス化炉と流動層燃焼炉を有する循環流動層ガス化システムにおいては、それぞれの炉から、ガス化ガスと燃焼ガスを別々に取り出すことができ、不活性ガスを含まない高カロリーなガスを製造することができる。

【0003】

しかしながら、特許文献 1、2 に記載された発明のように、ガス化炉内で熱分解およびガス化を同時に行うと、チャーのガス化が生じ難くなる。これは、熱分解時に生成する  $H_2$  ガスがチャー表面に吸着することで、反応速度が低下してしまうことによる。よって、高含有チャー燃料のガス化を行うには、1200～1400 という高温又は高圧で行う必要があること、800～900 の低温では高価なニッケル等の触媒を使用せねばならないという問題がある。

30

【0004】

また、特許文献 3 は、バイオマス及びガス化剤をガス化炉に導入して合成ガスに転換させるバイオマスのガス化において、加熱条件下、ガス化反応系内にバイオマスをガス化させることで生成する灰分を有効利用することにより、外部から高価な触媒を添加することなく、低温側でガス化させて有用な合成ガスを高収率で得られるバイオマスの効率的なガス化方法が記載されている。

しかしながら、特許文献 3 に記載された方法では、バイオマスをガス化させた後、炉外へ飛散した灰を回収し、そこへガスを通過させることでタールを改質させており、これにより、ガス化炉後段に高価な触媒を使用する必要がないと記述されているが、炉内でチャーのガス化を促進するものではない。

40

【0005】

さらに、特許文献 4 は、原料を流動層炉でガス化し、熱分解又は部分酸化して、生成ガスを得るシステムにおいて、原料から生成するタールを、流動接触分解触媒、流動接触分解平衡触媒、シリカ・アルミナ系粒子、又は油浸造粒法で製造されたアルミナ系粒子を使用して、タールを除去することが記載されている。

しかしながら、特許文献 4 に記載された方法は、多孔質粒子によりタールを効率良く吸着する方法であるが、流動媒体として従来使用されている硅砂よりも極めて高価であるため、コストがかかってしまう。また、流動層炉では、一定間隔で炉下部から灰を抜き出すが、多孔質粒子と混在するために、多孔質粒子も一緒に抜き出さねばならない。したがって、抜き出した量を炉内へ新たに追加供給せねばならない。よって、石炭のような灰分の

50

多い燃料ほど、よりランニングコストがかかる可能性が高い。

【 0 0 0 6 】

本発明者らは、こうした問題を解決して、チャーを多く含む固体燃料のガス化を低温で促進させることにより、ガス化炉で取り出せる生成ガスを多くし、高効率で可燃ガスを取り出せる方法及びそのためのガス化反応炉を既に提案している。（特許文献 5 参照）。

この方法は、ガス化炉の前段にアルカリ吸収炉を設け、チャーに揮発ガス中のアルカリを積極的に吸着させてガス化触媒として利用し、ガス化効率を向上させる方法であって、アルカリ吸収炉内でタールをチャーに吸着させてチャーのガス化効率を向上させるとともに、チャーのガス化の阻害効果も避けることができ、さらに、アルカリ吸収炉から生成する熱分解ガスと、ガス化炉から生成するガス化ガスを分離して取り出し、トータルの生成ガス量を高くするメリットがある。

10

【 0 0 0 7 】

また、特許文献 6 では、流動層ガス化炉を、有機物原料が供給されて熱分解反応によりタールを含む熱分解ガスを生成する室と、熱分解反応によって生成した熱分解残渣を導入してガス化ガスを生成する室とに分けることによって、良質のガス化ガスの生成を高めるようにすることが記載されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 5 - 4 1 9 5 9 号公報

20

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 5 - 6 8 2 9 7 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 5 - 6 8 3 7 3 号公報

【 特許文献 4 】 特開 2 0 0 5 - 2 7 2 7 8 2 号公報

【 特許文献 5 】 特開 2 0 0 8 - 3 0 3 3 7 7 号公報

【 特許文献 6 】 特開 2 0 0 8 - 1 5 6 5 5 2 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

本発明者らは、前記の循環流動層ガス化反応炉を用いたガス化方法及び装置について更に検討したところ、流動媒体として、アルミナ、石灰石、ゼオライトなどのタール吸着性物質を投入すると、タールを効率良く吸着できるという利点があるが、特に、タール吸着性物質として、多孔質アルミナなどの多孔質粒子を用いた場合、よりタールを効率良く吸着できるものの、流動媒体として従来使用されている珪砂よりも極めて高価であるため、その使用量を可能な限り低減する必要がある。

30

また、特許文献 4 と同様に、炉内で多孔質粒子と灰粒子が混在するために、一定間隔で炉下部から灰を抜き出す際に、多孔質粒子も一緒に抜き出されてしまう。

さらに、炉後段のタール処理にかかるコスト（改質炉、スクラバなど）も削減する必要がある。

【 0 0 1 0 】

本発明は、こうした従来技術における課題を解決して、高価な流動媒体を灰粒子と混在することなく、その使用量を可能な限り低減したうえで、タール処理にかかるコストを削減しうるガス化反応炉を提供することを目的とするものである。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

本発明者らは、上記目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、ガス化炉の前段に、タール吸収炉を上段に備えた二段炉構造の燃料熱分解炉を設けるとともに、下段の燃料熱分解炉から取り出される未燃焼チャーを含有する流動媒体と、上段のタール吸収炉から取り出されるタールが吸着した流動媒体とを、それぞれ独立して循環させることにより解決するという知見を得た。

【 0 0 1 2 】

50

本発明はこれらの知見に基づいて完成に至ったものであり、本発明によれば、以下の発明が提供される。

〔１〕流動媒体が導入された流動層ガス化炉内で原料をガス化させ、ガス化時に生成したチャー及び流動媒体を後段の流動層燃焼炉に導入して、未燃分を燃焼させるとともに、再加熱された流動媒体が反応炉内を循環するように構成された循環流動層ガス化反応炉であって、

前記流動層ガス化炉の前段に、タール吸収炉及び燃料熱分解炉を上下に備えた二段炉構造の熱分解炉を設けるとともに、下段の燃料熱分解炉から取り出される未燃焼チャーを含有する流動媒体と、上段のタール吸収炉から取り出されるタールが吸着した流動媒体とを、それぞれ独立して循環させるようにしたことを特徴とする循環流動層ガス化反応炉。

10

〔２〕前記下段の燃料熱分解炉の後段に、チャーガス化炉及びチャー残渣燃焼炉をこの順に連結し、前記上段のタール吸収炉の後段に、コークガス化炉及びコーク残渣燃焼炉をこの順に連結したことを特徴とする上記〔１〕の循環流動層ガス化反応炉。

〔３〕前記ガス化炉を、下段に前記チャーガス化炉、上段に前記コークガス化炉を備えた二段炉としたことを特徴とする上記〔２〕の循環流動層ガス化反応炉。

〔４〕前記チャーガス化炉及び前記コークガス化炉を、それぞれ別個のガス化炉としたことを特徴とする上記〔２〕の循環流動層ガス化反応炉。

〔５〕前記チャーガス化炉を省略し、前記下段の燃料熱分解炉の後段に、チャー残渣燃焼炉を直接連結したことを特徴とする上記〔２〕の循環流動層ガス化反応炉。

〔６〕前記コークガス化炉を省略し、前記上段のタール吸収炉の後段に、コーク残渣燃焼炉を直接連結したことを特徴とする上記〔２〕の循環流動層ガス化反応炉。

20

〔７〕前記上段のタール吸収炉には、流動媒体としてタール吸着性物質を使用し、下段の燃料熱分解炉において生成したタールを該流動媒体に吸着させるようにしたことを特徴とする上記〔１〕～〔６〕のいずれかの循環流動層ガス化反応炉。

〔８〕前記下段の燃料熱分解炉には、流動媒体として珪砂を使用することを特徴とする上記〔１〕～〔７〕のいずれかの循環流動層ガス化反応炉。

〔９〕前記燃料熱分解炉において揮発分の熱分解及びタールの改質により生成する熱分解ガス、前記流動層ガス化炉においてチャー及び／又はコークのガス化により生成するガス化ガス、及び前記流動層燃焼炉においてチャー残渣及び／又はコーク残渣の燃焼により生成する燃焼ガスを、それぞれ独立して取り出す手段を備えたことを特徴とする上記〔１〕～〔８〕のいずれかの循環流動層ガス化反応炉。

30

〔１０〕前記燃料熱分解炉が、アルカリ吸収機能を有することを特徴とする上記〔１〕～〔９〕のいずれかの循環流動層ガス化反応炉。

#### 【発明の効果】

#### 【００１３】

本発明によれば、ガス化炉の前段に、タール吸収炉及び燃料熱分解炉を上下に備えた二段炉構造の熱分解炉を設けることにより、タール吸収炉の流動媒体だけに、高価なタール吸着性物質を用いることが可能となり、その使用量を最小限にすることができ、また、下段の燃料熱分解炉から取り出される未燃焼チャーを含有する流動媒体と、上段のタール吸収炉から取り出されるタールが吸着した流動媒体とを、それぞれ独立して循環させることで、高価なタール吸着性物質と灰粒子とが混在しないようにでき、タール処理にかかるコストを削減しうる。さらに、本発明においては、燃料熱分解炉とチャーガス化炉を完全に分離して独立型とし、それらを連結することにより、チャーを最小量のガス化剤で効率良くガス化させることができる。また、タール吸収炉とコークガス化炉も完全に分離して独立型とし、それらを連結することにより、コークを最小量のガス化剤で効率良くガス化させることができる。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【００１４】

【図１】本発明の循環流動層ガス化反応炉の第１の実施の形態を模式的に示す図。

【図２】本発明の循環流動層ガス化反応炉の第２の実施の形態を模式的に示す図。

50

【図 3】本発明の循環流動層ガス化反応炉の第 3 の実施の形態を模式的に示す図。

【図 4】本発明の循環流動層ガス化反応炉の第 4 の実施の形態を模式的に示す図。

【図 5】本発明の循環流動層ガス化反応炉の第 5 の実施の形態を模式的に示す図。

【図 6】本発明の循環流動層ガス化反応炉の第 6 の実施の形態を模式的に示す図。

【図 7】本発明の循環流動層ガス化反応炉の第 7 の実施の形態を模式的に示す図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態について、図面に基づいて説明するが、本発明はこの実施の形態に限定されるものではない。

【0016】

10

図 1 は、本発明の循環流動層ガス化反応炉の第 1 の実施の形態を模式的に示す図であって、タール吸収炉及び燃料熱分解炉を上下に備えた二段炉構成の燃料熱分解炉を備え、該燃料熱分解炉の下段の後段には、チャーガス化炉及びチャー残渣燃焼炉をこの順に連結させ、前記上段のタール吸収炉の後段には、コークガス化炉及びコーク残渣燃焼炉をこの順に連結させたものである。そして、前記チャーガス化炉及び前記コークガス化炉は、それぞれを下段及び上段に備えた二段型の流動層ガス化炉とされており、チャー残渣燃焼炉及びコーク残渣燃焼炉は、それぞれ独立した流動層燃焼炉で構成されている。

なお、本発明において、前記の燃料熱分解炉を、前述の特許文献 3 に記載されたようなアルカリ吸収機能を有する炉とし、チャーに揮発ガス中のアルカリを積極的に吸着させてガス化触媒として利用し、チャーのガス化効率を向上させることができることはいうまでもない。

20

【0017】

該図に示す循環流動層ガス化反応炉においては、上段のタール吸収炉から取り出されるタールを吸着した流動媒体は、その後段に連結されたコークガス化炉及びコーク残渣燃焼炉を経てタール吸収炉に戻され、一方、下段の燃料熱分解炉から取り出される流動媒体は、その後段に連結されたチャーガス化炉及びチャー残渣燃焼炉を経て燃料熱分解炉に戻される。

【0018】

多孔質アルミナなどの多孔質粒子は、原料から生成するタールを効率よく吸収するために好ましく用いられるが、高価であるという欠点を有している。

30

本発明の循環流動層ガス化反応炉においては、流動層ガス化炉の前段に、タール吸収炉及び燃料熱分解炉を上下に備えた二段炉構造の熱分解炉を備えているので、上段のタール吸収炉の流動媒体に、多孔質粒子等のタール吸着効率の良好なものを使用し、その下段の燃料熱分解炉に導入する流動媒体には、一般的に使用されている安価な硅砂を主成分とするものを使用することにより、高価な流動媒体の使用量を最小限にすることが可能となる。

また、チャー残渣燃焼炉とコーク残渣燃焼炉とが分離しているので、上段のタール吸収炉を循環する多孔質粒子などの流動媒体は、チャー残渣燃焼炉で発生する灰粒子と混在しないようにできる。

また、炉内でタール処理ができるので、従来、炉後段でのタール処理にかかっていたコストを削減できる。

40

【0019】

以下、上段のタール吸収炉の流動媒体に、多孔質アルミナのような多孔質粒子を使用し、その下段の燃料熱分解炉の流動媒体に硅砂を使用した例を用いて、原料のガス化について具体的に説明する。

バイオマス、ごみ、下水汚泥、及び石炭などのような炭化水素系固体燃料を、燃料熱分解炉へ供給するとともに、下部より、例えば、生成した燃焼ガスの一部を循環させた  $\text{CO}_2$  ガス、或いは  $\text{N}_2$  や  $\text{Ar}$  のような不活性ガス等を、流動ガスとして導入し、燃料分解炉に供給された上記の炭化水素系固体燃料を熱分解させる。

生成した熱分解ガスと同時に生成するタールが上段のタール吸収炉へ流れる。そのター

50

ルは、タール吸収炉中の多孔質粒子に吸着され、一部はガスに改質される。タールを含まない熱分解ガスは、上部に設けられた熱分解ガスの取出し手段から取り出すことができる。

取り出された熱分解ガスは、可燃ガスの一種であって、燃料電池やガスエンジンによる発電、液体燃料などに使用される。

なお、本発明においてガス化の原料としては、前述のような炭化水素系固体燃料に限られず、タールの発生し易い液体燃料を用いることも可能である。

#### 【 0 0 2 0 】

下段の燃料熱分解炉では、熱分解後のチャー及び硅砂は、次のチャーガス化炉へ送られる。

10

一方、上段のタール吸収炉でタールを吸着した多孔質粒子は、チャーガス化炉上段のコークガス化炉へ送られる。

#### 【 0 0 2 1 】

チャーガス化炉及びコークガス化炉は、それぞれの炉を下段及び上段に有する二段の流動層とされており、それぞれの炉内に導入されたチャー及びコークは、下部より導入されたガス化剤とのガス化反応によりガス化される。ガス化剤としては、水蒸気或いは酸素或いは空気などが用いられる。ガス化剤と反応して生成したガス化ガスは、コークガス化炉上部から取り出される。

取り出されたガス化ガスは、可燃ガスであり、燃料電池やガスエンジンによる発電、液体燃料などに利用される。

20

#### 【 0 0 2 2 】

また、図 1 に示す装置では、前述のタール吸収炉上部から取り出された熱分解ガスと、コークガス化炉上部から取り出されたガス化ガスを別個に取り出しているが、熱分解ガスとガス化ガスを、それぞれの炉出口以後で合流させてから利用してもよく、熱源として用いる際には、合流前、或いは後に、熱交換器をつけることもできる。

#### 【 0 0 2 3 】

チャーガス化炉内の残渣チャー及びコークガス化炉内の残渣コークは、それぞれ、別個に設けられた、次の残渣チャー燃焼炉及び残渣コーク燃焼炉に導入される。

残渣チャー燃焼炉及び残渣コーク燃焼炉は、いずれも流動層とされており、残渣チャー及び残渣コークが完全燃焼可能な滞留時間を確保する。それぞれの燃焼炉では、導入された残渣チャー及び残渣コークを、それぞれの燃焼炉の下部より導入された空気或いは酸素と共に燃焼させ、サイクロンにより燃焼ガスをそれぞれの炉の上部に設けられた取出手段から取り出される。

30

それぞれの燃焼炉から取り出された燃焼ガスは、主に熱源として利用されるものであり、前述したとおり、その一部を燃料熱分解炉に再循環させることも可能である。また、前記ガス化炉又はそれぞれの燃焼炉に導入する空気や蒸気の予熱源としても利用できる。

一方、チャー残渣燃焼炉で再加熱された硅砂、及びコーク燃焼炉で再加熱された多孔質粒子は、それぞれ、燃料熱分解炉及びタール吸収炉へ戻される。

なお、ガス化炉内で生じる反応（特にシフト反応）には、チャーの濃度が密接に関係しており、熱バランスが成立する範囲内であれば、未燃チャーの一部を再循環させ、ガス化炉内のチャー濃度を反応に適した濃度に制御することで、例えば、ガス化の際の  $H_2 / CO$  比の制御が可能となり、液体燃料への利用が有利となる。

40

さらに、残渣チャーおよび残渣コークから得られる燃焼熱のみでは、熱バランスが成立しない場合、所定量の熱分解ガス、ガス化ガスをそれぞれの燃焼炉へ供給して燃焼させることにより、熱バランスを維持することも可能である。

#### 【 0 0 2 4 】

燃料熱分解炉とチャーガス化炉、チャーガス化炉と残渣チャー燃焼炉、タール吸収炉とコークガス化炉、或いは、コークガス化炉と残渣コーク燃焼炉のそれぞれを連結する連通路は、ループシール、L型バルブ、移動層など、マテリアルシールできれば、いずれの型でも良い。

50

## 【 0 0 2 5 】

以上のとおり、図 1 に示す循環流動層ガス化反応炉においては、下段の燃料熱分解炉に導入される流動媒体及び固体燃料の流れは、燃料熱分解炉→連通路→チャーガス化炉→連通路→チャー残渣燃焼炉→サイクロン（図示せず）→ダウンカマー（図示せず）→燃料熱分解炉となり、一方、上段のタール吸収炉に導入される流動媒体の流れは、タール吸収炉→連通路→コークガス化炉→連通路→コーク残渣燃焼炉→サイクロン（図示せず）→ダウンカマー（図示せず）→タール吸収炉となる。

## 【 0 0 2 6 】

図 1 に示した装置によれば、熱分解炉の上下が、燃料熱分解炉とタール吸収炉の二段に分離されているので、多孔質粒子等のタール吸着効率が良好な流動媒体、例えば、多孔質アルミナを、上段のタール吸収炉にのみに供給することにより、その使用量を最小限にすることができるという利点がある。さらに、燃料熱分解炉、チャーガス化炉及び残渣チャー燃焼炉とからなる系と、タール吸収炉、コークガス化炉及び残渣コーク燃焼炉とからなる系とで、それぞれ別々に流動媒体を循環させることができるので、多孔質粒子などのタール吸着効率が良好な流動媒体と灰粒子とが混在しないようにすることができる。

10

## 【 0 0 2 7 】

図 2 は、本発明の循環流動層ガス化反応炉の第 2 の実施の形態を模式的に示す図である。

図 1 に示す装置では、ガス化炉を、下段及び上段に、それぞれチャーガス化炉及びコークガス化炉を設けた二段構造とし、生成されたガス化ガスを上段のコークガス化炉から取り出すように構成されているが、図 2 に示す装置では、これらのガス化炉を、それぞれ別個のガス化炉とし、それぞれのガス化炉の下部からガス化剤を導入し、生成されたガス化ガスを、上部に設けられた取出手段から取り出すように構成されている。この点以外は、図 1 に示す循環流動層ガス化反応炉と同じである。

20

## 【 0 0 2 8 】

図 3 は、循環流動層ガス化反応炉の第 3 の実施の形態を模式的に示す図であって、チャーガス化炉を有しておらず、燃料熱分解炉の後段に、チャー残渣燃焼炉が直接連結されている点以外は、図 1 に示す循環流動層ガス化反応炉と同じである。

本発明の循環流動層ガス化反応炉においては、用いる固体燃料が、高揮発分固体燃料で、チャーをガス化させなくとも、熱分解ガスとその残渣分を燃焼させるだけで、システムの熱バランスが成立する場合、すなわち、熱分解後の残渣チャーをガス化させると、燃焼熱分が不足する場合は、本実施形態に示すように、チャーガス化炉を省略することができる。

30

## 【 0 0 2 9 】

図 3 に示す循環流動層ガス化反応炉においては、珪砂からなる流動媒体及び固体燃料の流れは、燃料熱分解炉→連通路→チャー残渣燃焼炉→サイクロン（図示せず）→ダウンカマー（図示せず）→燃料熱分解炉となり、一方、多孔質粒子からなる流動媒体の流れは、タール吸収炉→連通路→コークガス化炉→連通路→コーク残渣燃焼炉→サイクロン（図示せず）→ダウンカマー（図示せず）→タール吸収炉となる。

## 【 0 0 3 0 】

図 4 は、循環流動層ガス化反応炉の第 4 の実施の形態を模式的に示す図であって、コークガス化炉を有しておらず、タール吸収炉の後段に、コーク残渣燃焼炉が直接連結されている点以外は、図 1 に示す循環流動層ガス化反応炉と同じである。

40

図 4 に示す循環流動層ガス化反応炉においては、珪砂からなる流動媒体及び固体燃料の流れは、燃料熱分解炉→連通路→チャーガス化炉→連通路→チャー残渣燃焼炉→サイクロン（図示せず）→ダウンカマー（図示せず）→燃料熱分解炉となり、一方、多孔質粒子からなる流動媒体の流れは、タール吸収炉→連通路→コーク残渣燃焼炉→サイクロン（図示せず）→ダウンカマー（図示せず）→タール吸収炉となる。

## 【 0 0 3 1 】

図 5 は、循環流動層ガス化反応炉の第 5 の実施の形態を模式的に示す図であって、チャ

50

ーガス化炉、コークガス化炉を有しておらず、タール吸収炉の後段に、コーク残渣燃焼炉が直接連結されている、また、燃料熱分解炉の後段に、チャー残渣燃焼炉が直接連結されている点以外は、図1に示す循環流動層ガス化反応炉と同じである。

図5に示す循環流動層ガス化反応炉においては、珪砂からなる流動媒体及び固体燃料の流れは、燃料熱分解炉→連通路→チャー残渣燃焼炉→サイクロン（図示せず）→ダウンカマー（図示せず）→燃料熱分解炉となり、一方、多孔質粒子からなる流動媒体の流れは、タール吸収炉→連通路→コーク残渣燃焼炉→サイクロン（図示せず）→ダウンカマー（図示せず）→タール吸収炉となる。

#### 【0032】

図1～5は、本発明の循環流動層ガス化反応炉の概念を示す模式図であって、各炉は、完全分離型だけでなく、これらの炉の一部又は全体を一体型にすることも可能であり、例えば、内側を熱分解炉、ガス化炉、外側を燃焼炉とすることなどや、燃焼炉を二段炉にすることも可能である。

図6及び図7は、その一例を示すものであって、ガス化炉は、チャーガス化炉とコークガス化炉とが、図6に示すように、完全に分離されていてもよく、或いは、図7に示すように、両炉の熱損失を低減させるために、隔壁を隔てて並設されていても良い。

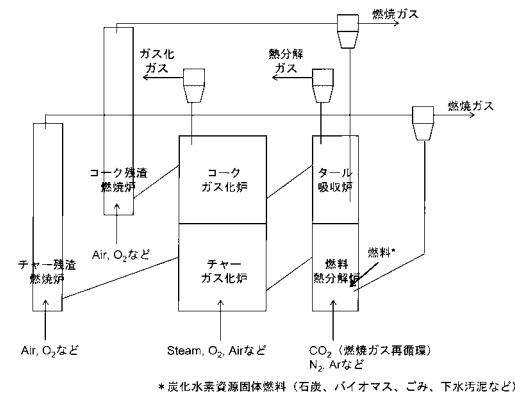
両炉の燃焼炉も、図6のように、両炉の熱損失を低減させるために、隔壁を隔てて並設されていても良いことはいうまでもない。

#### 【産業上の利用可能性】

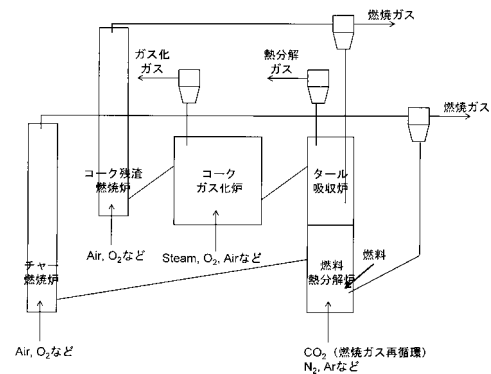
#### 【0033】

本発明の循環流動層ガス化反応炉におけるシステムは、バイオマス、ごみ、下水汚泥などの未利用炭化水素資源の利用に適用する他に、例えば、石炭やバイオマスとのハイブリッドガス化（共ガス化）、或いは、固体燃料と液体燃料とのハイブリッドガス化にも適用することができる。

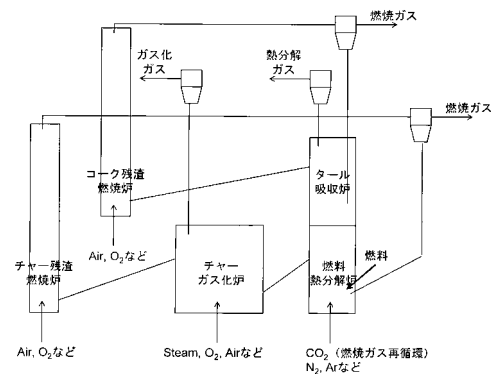
【図1】



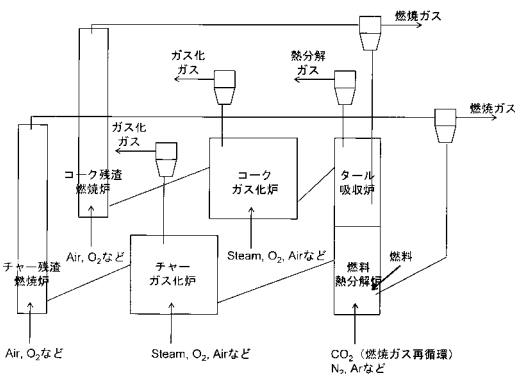
【図3】



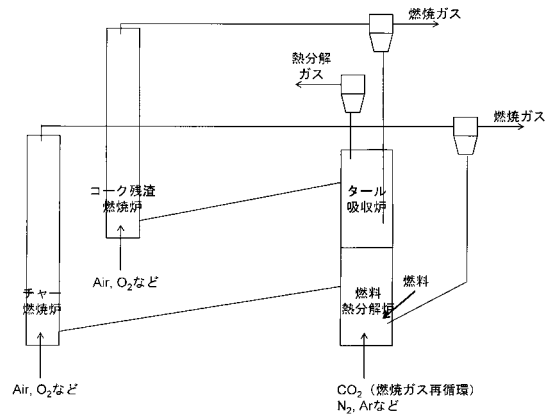
【図4】



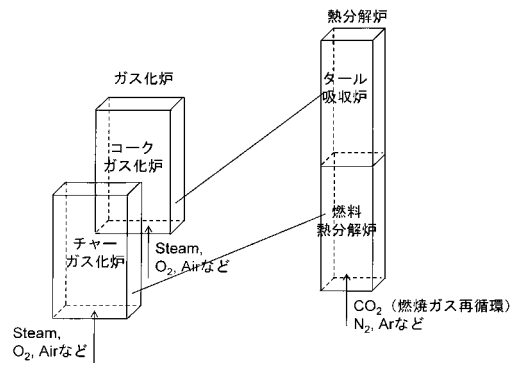
【図2】



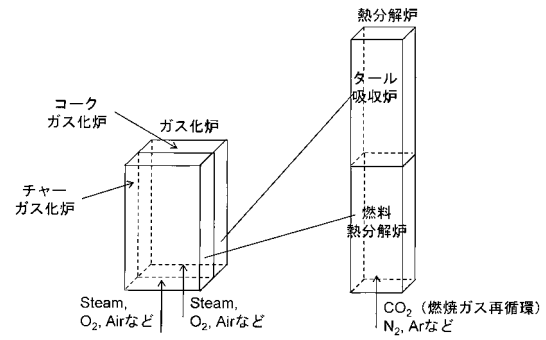
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

審査官 福山 則明

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 2 5 1 1 6 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 8 - 3 0 3 3 7 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 8 - 1 5 6 5 5 2 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
C 1 0 J 1 / 0 0 - 3 / 8 6