

(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2017-186565

(P2017-186565A)

(43) 公開日 平成29年10月12日(2017.10.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C10J 3/26 (2006.01)	C10J 3/26	
C10J 3/36 (2006.01)	C10J 3/36	
C10J 3/02 (2006.01)	C10J 3/02	M
	C10J 3/02	K

審査請求 有 請求項の数 19 O L 外国語出願 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2017-96559 (P2017-96559)	(71) 出願人	515204764 ピーエイチジー エナジー, エルエルシー
(22) 出願日	平成29年5月15日 (2017. 5. 15)		アメリカ合衆国, テネシー州, ラバ
(62) 分割の表示	特願2015-555136 (P2015-555136) の分割		ーグ, ブリッジストーン パークウェイ
原出願日	平成25年1月29日 (2013. 1. 29)		1 2 4 5
(31) 優先権主張番号	13/751, 983	(74) 代理人	100107456 弁理士 池田 成人
(32) 優先日	平成25年1月28日 (2013. 1. 28)	(74) 代理人	100162352 弁理士 酒巻 順一郎
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100123995 弁理士 野田 雅一
(31) 優先権主張番号	13/752, 021	(74) 代理人	100148596 弁理士 山口 和弘
(32) 優先日	平成25年1月28日 (2013. 1. 28)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 供給原料をガス化するための方法およびデバイス

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 固体バイオマス、家庭および産業廃棄物、化石燃料ならびに他の炭素を含有する供給原料を下方流ガス化を利用して、完璧なガス化と炭化物の副産物の抑えて、ガス化するための装置の提供。

【解決手段】 複数の垂直方向に配置された管を利用して形成した少なくとも3つの連続する反応区域である、熱分解区域20、熱分解区域の下酸化区域30、および酸化区域の下還元区域40と、空気を噴射するために酸化区域内に配置された平面空気入口の少なくとも2つのリング31、32と、還元区域の下に配置されているが還元区域に接触していない、回転式で垂直方向に調節可能な火格子50とを備え、供給原料のガス化のために使用される部分開放コア型の下方流ガス化装置である、ガス化装置。

【選択図】 図1

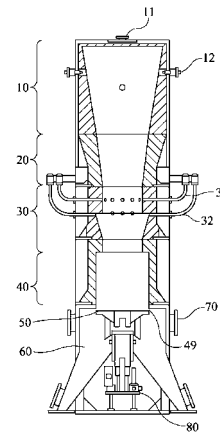


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

結合され垂直方向に配置された複数の管であって、内壁、外壁、入口を提供する近位端、および出口を提供する遠位端を有する複数の管と、

少なくとも3つの連続する反応区域であって、中心の収束部に向かって角度を成す熱分解区域と、その後続く酸化区域であり、前記酸化区域に相当する前記管の中央の部分が広げられた酸化区域と、その後続く還元区域であり、前記還元区域に相当する管の内壁が、前記酸化区域に相当する管より大きな直径を有する還元区域とを含む、少なくとも3つの連続する反応区域と、

空気を噴射するために前記酸化区域内に配置された平面空気入口の少なくとも2つのリングと、

前記還元区域の下に配置されているが前記還元区域に接触はしていない、回転式で垂直方向に調節可能な火格子と

を備え、

供給原料のガス化のために使用される部分開放コア型の下方流ガス化装置である、ガス化装置。

【請求項 2】

前記結合され垂直方向に配置された複数の管の前記外壁の周りに配置された筐体をさらに備える、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 3】

前記内壁が、ガス化に適した温度において安定性のある物質でできたライニングを有し、さらに前記物質が、炭化ケイ素、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、セラミックまたは耐熱合金である、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 4】

非平面空気入口をさらに備え、ベッド酸化剤ストリームが前記非平面空気入口を介して前記ガス化装置に進入し、パージ酸化剤ストリームが前記供給原料と共に前記ガス化装置に進入する、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 5】

前記ガス化装置が作動中に加圧される、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 6】

前記平面空気入口の少なくとも2つのリングの少なくとも1つの直下に生じる酸化帯域をさらに備える、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 7】

前記酸化帯域より上に生じる誘導された供給原料の傾斜と、前記ガス化装置の使用中に前記酸化帯域より下に生じる流入したバイオ炭の傾斜とをさらに備える、請求項 6 に記載のガス化装置。

【請求項 8】

前記誘導された供給原料の傾斜および前記流入したバイオ炭の傾斜によって、炉頂および炉床ガス化装置がシミュレートされる、請求項 7 に記載のガス化装置。

【請求項 9】

乾燥区域をさらに備える、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 10】

前記熱分解区域内の少なくとも1つの充填レベル指示器と、前記少なくとも1つの充填レベル指示器が低い供給原料レベルを検知した際に始動される自動供給機構とをさらに備える、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 11】

前記酸化区域における前記管の前記広げられた部分が、K l i n e - F o g e l m a n 段である、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 12】

使用する際にガス化装置流れレーンと、酸化帯域とをさらに備える、請求項 1 に記載の

10

20

30

40

50

ガス化装置。

【請求項 1 3】

前記ガス化装置流れレーンが、前記ガス化装置の内部でサイズを変え、さらに前記酸化帯域が前記ガス化装置内を上下に移動する、請求項 1 2 に記載のガス化装置。

【請求項 1 4】

前記平面空気入口の少なくとも 2 つのリングの少なくとも 1 つが、前記酸化区域に相当する前記管の前記広げられた部分の周りに配置されている、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 1 5】

前記酸化区域に相当する前記管より大きな直径を有する前記還元区域に相当する前記管の前記内壁が、K l i n e - F o g l e m a n 段である、請求項 1 に記載のガス化装置。

10

【請求項 1 6】

前記ガス化装置の使用時、前記火格子の真上で前記還元区域内にバイオ炭のベッドをさらに備え、前記供給原料および前記バイオ炭のベッドが、前記火格子によって前記ガス化装置の内部に保持される、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 1 7】

前記還元区域と前記火格子との間にバイパスをさらに備える、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 1 8】

前記ガス化装置の前記遠位端から落下するバイオ炭を収集するために前記火格子の下に少なくとも 1 つのバイオ炭収集シュートおよび残留物ボックスをさらに備える、請求項 1 に記載のガス化装置。

20

【請求項 1 9】

前記少なくとも 1 つのバイオ炭収集シュート上に対称的に配置された 2 つ以上の発生炉ガス収集ペントをさらに備える、請求項 1 8 に記載のガス化装置。

【請求項 2 0】

前記ガス化装置の前記結合され垂直方向に配置された管に対して対称的に配置された少なくとも 2 つのバイオ炭収集シュートおよび残留物ボックスをさらに備える、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 2 1】

前記ガス化装置を操作するための制御システムをさらに備える、請求項 1 に記載のガス化装置。

30

【請求項 2 2】

前記制御システムが、前記火格子を垂直方向に調節し回転させ、前記ガス化装置における前記供給原料およびバイオ炭の滞留時間を管理する、請求項 2 1 に記載のガス化装置。

【請求項 2 3】

前記ガス化装置の前記反応区域における変量を監視するように機能するセンサをさらに備える、請求項 2 1 に記載のガス化装置。

【請求項 2 4】

前記火格子が、耐久性、耐熱性および非反応性を有し、前記火格子が、頂部面および底部面を有し、前記火格子の前記頂部面が、前記ガス化装置の前記垂直方向に配置された管に対して直角を成さず、前記火格子の前記頂部面がさらに、前記火格子の中心で始まり前記火格子の頂部面全体に及ぼらせん状の溝である特定のパターンを有する、請求項 1 に記載のガス化装置。

40

【請求項 2 5】

前記火格子内にあり、前記火格子全体に対称的に分散された穴をさらに備え、バイオ炭が前記ガス化装置の前記遠位端から前記火格子を通り抜けて落下する、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 2 6】

前記火格子が頂部面および底部面を有し、前記火格子の前記底部面がフレームであり、

50

前記火格子の前記頂部面が、前記フレーム上に載る複数の交換可能なセグメントを備える、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 27】

ガス化装置を供給原料で満たすステップであって、前記ガス化装置が、結合され垂直方向に配置された複数の管を備え、前記複数の管が、内壁、外壁、入口を提供する近位端、出口を提供する遠位端、熱分解区域、酸化区域、および還元区域を有する、ステップと、前記供給原料に着火して酸化帯域を形成するステップと、

平面空気入口の少なくとも 2 つのリングを利用して前記酸化区域に酸化剤ストリームを噴射するステップと、

前記供給原料が流動化し分解し始める熱分解区域、前記供給原料が発生炉ガスへ変化する酸化区域、および前記発生炉ガスがバイオ炭と混ざり合って冷却し追加の発生炉ガスを形成する還元区域を順番に通るように供給原料を移動させるステップと、

前記還元区域の下に配置された回転式の垂直方向に調節可能な火格子を利用して前記ガス化装置の内部に供給原料およびバイオ炭のベッドを保持するステップと、

バイパスおよび前記火格子内の穴を介してバイオ炭および発生炉ガスを取り除くステップと、

前記ガス化装置を供給原料で再度満たすステップと

を含む、供給原料をガス化する方法。

【請求項 28】

前記内壁が、ガス化に適した温度において安定性のある物質でできたライニングを有し、前記物質が、炭化ケイ素、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、セラミックまたは耐熱合金である、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 29】

非平面空気入口によって前記ガス化装置の中に空気を噴射するステップをさらに含む、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 30】

ベッド酸化剤ストリームが、非平面空気入口を通過して前記ガス化装置に進入し、パージ酸化剤ストリームが前記供給原料と共に前記ガス化装置に進入する、請求項 29 に記載の方法。

【請求項 31】

作動中、前記ガス化装置を加圧するステップをさらに含む、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 32】

前記ガス化装置の利用を通して、前記酸化帯域より上に誘導された供給原料の傾斜および前記酸化帯域より下に流入したバイオ炭の傾斜を形成することによって、炉頂および炉床ガス化装置をシミュレートするステップをさらに含み、前記酸化区域に相当する前記管が、広げられた中央の部分を含み、その後には還元区域が続き、前記還元区域に対応する前記管の前記内壁が、前記酸化区域に相当する前記管より大きな直径を有する、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 33】

前記平面空気入口の少なくとも 2 つのリングの少なくとも 1 つが、前記酸化区域に相当する前記管の前記広げられた部分の周りに配置されている、請求項 32 に記載の方法。

【請求項 34】

前記平面空気入口の少なくとも 2 つのリングの少なくとも 1 つが、前記酸化区域に相当する前記管の前記広げられた部分の周りに配置された前記平面空気入口より上に配置されることで、追加の酸化剤ストリームを前記供給原料内に噴射することが可能となる、請求項 33 に記載の方法。

【請求項 35】

発生炉ガスとバイオ炭を前記還元区域において混合するステップであって、前記還元区域内の渦の形成によって実現されるステップをさらに含む、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 36】

10

20

30

40

50

前記火格子が、耐久性、耐熱性および非反応性を有する、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 37】

前記火格子が頂部面および底部面を有し、前記頂部面が、中心を有し、前記ガス化装置の前記垂直方向に配置された管に対して直角を成さず、さらに前記火格子が、前記火格子の前記頂部面の中心で始まり前記火格子の頂部面全体に及ぼらせん状の溝によってパターン形成されている、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 38】

前記火格子内にあり、前記火格子全体に対称的に分散される穴をさらに備える、請求項 37 に記載の方法。

【請求項 39】

前記火格子内の前記穴が、楕円形、腎臓形または長円形である、請求項 38 に記載の方法。

【請求項 40】

前記火格子の前記底部面がフレームであり、前記フレーム上に載る複数の交換可能なセグメントをさらに備える、請求項 37 に記載の方法。

【請求項 41】

前記火格子を前記らせん状の溝と反対方向に回転させるステップをさらに含む、請求項 37 に記載の方法。

【請求項 42】

前記火格子の前記頂部面の中心から外向きに前記火格子の縁部へバイオ炭を移動させ、前記バイオ炭をバイパスを介して前記還元区域から外に押しやるステップをさらに含む、請求項 41 に記載の方法。

【請求項 43】

バイパスを使用することによって、前記ガス化装置の作動中にガス化されなかった物質を除去するステップをさらに含む、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 44】

制御システムおよびセンサを利用してガス化装置の変量を監視し調節するステップをさらに含む、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 45】

前記制御システムの変量が、(a) 供給原料の種類、送達速度および充填レベル、(b) 前記区域内の温度、(c) 酸化剤ストリームの体積、速度および圧力、(d) 前記ガス化装置の反応区域における圧力、(e) 前記酸化帯域の場所、(f) 前記火格子の垂直方向の位置および回転速度、(g) バイオ炭の除去、(h) バイオ炭ベッドの厚さ、(i) 構成成分のテストおよびサンプリングならびに前記ガス化装置を出て行く発生炉ガスの温度、ならびに(j) 発生炉ガス収集ベントの圧力および前記ガス化装置を出て行く発生炉ガスの圧力を含む、請求項 44 に記載の方法。

【請求項 46】

前記制御システムを利用することによって前記酸化帯域を前記ガス化装置内の任意の所望される場所に保持し、前記火格子からのバイオ炭の除去率を調節するステップをさらに含む、請求項 44 に記載の方法。

【請求項 47】

前記酸化帯域を前記制御システムを利用することによって前記ガス化装置内の任意の所望される場所に保持し、ベッド酸化剤ストリーム、パージ酸化剤ストリームおよび平面酸化剤ストリームの速度および比率を調節するステップをさらに含む、請求項 46 に記載の方法。

【請求項 48】

前記火格子の回転速度によって前記ガス化装置全体での垂直方向の圧力差を調節し、前記還元区域からバイオ炭が排出される比率を管理するステップをさらに含む、請求項 44 に記載の方法。

【請求項 49】

10

20

30

40

50

前記バイオ炭のベッドが、前記ガス化装置の前記遠位端のための見せかけのシールである、請求項 27 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001]本発明は、熱化学技術および設備に関し、詳細には、固体バイオマス、家庭および産業廃棄物、化石燃料ならびに他の炭素を含有する供給原料を下方流ガス化を利用してガス化するための工程および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

[0002]ガス化は、固体の有機物または炭素からなる物質（供給原料）が燃焼可能なガス混合体へ分解する継続的な熱分解工程である。形成された燃焼ガスの成分は主に一酸化炭素（CO）、水素（H₂）およびメタン（CH₄）である。他の非燃焼ガス、窒素（N₂）、水蒸気（H₂O）および二酸化炭素（CO₂）もまた様々な量で存在する。ガス化の工程は、熱分解を伴いその後部分的な酸化が続き、この部分的な酸化は空気または他の酸素含有ガスを一部が熱分解された供給原料に噴射することによって管理される。より具体的には、バイオマスのガス化は、水の蒸発、リグニン分解、セルロース誘導体の爆燃および炭素還元を含めた一連の反応である。外部の熱源がこの反応を開始するが、部分酸化が、供給原料の熱分解を維持するための熱を供給する。濃縮酸素が使用される場合、結果として生じるガス混合体は、合成ガスと呼ばれる。空気（窒素を含む）が酸化剤として使用される場合、結果として生じるガス混合気は、発生炉ガスと呼ばれる。簡素化するために、本明細書で使用される用語「発生炉ガス」は、合成ガスと発生炉ガスの両方を含めることにする。ガス混合体は共に、「燃料ガス」とみなされ、多くの工程において天然ガスの代わりに使用することができる。それらはまた、様々な工業用化学薬品およびモータ燃料を生成するための前駆物質として使用することもできる。バイオマスが供給原料として使用される場合、発生炉ガスのガス化および燃焼は、再生可能エネルギーの供給源であるとみなされる。

【0003】

[0003]一般的な事柄として、ガス化は、燃焼と比べて、固体供給原料から潜在的なエネルギーを取り出すためのより効率的で、コスト効果が高く、かつ環境に優しい代替形態を提供する。ガス化の結果として、供給原料の潜在的なエネルギーを発生炉ガスに変換することができ、この発生炉ガスはよりきれいな燃焼性があり、圧縮可能でより可搬性がある。発生炉ガスは、一部のエンジンおよびバーナーでは直に燃やされ、メタノールと水素を生成するために浄化される、あるいはフィッシャー・トロプシュ法ならびに他の方法および工程によって合成液体燃料に変換される場合もある。

【0004】

[0004]3つの一般的なガス化工程があり、流動化ベッドガス化、上方流ガス化および下方流ガス化である。本発明は、改良された下方流ガス化装置である。したがって流動化ベッドガス化および上方流ガス化の簡単な記載のみが提供されており、その後現在の下方流ガス化がより十分に考察される。

【0005】

[0005]上方流ガス化

[0006]流の固定式ベッド（上方流）ガス化装置は、水蒸気、酸素および/または空気が上向きに通り抜けるように流れる大きな火格子の頂部にある供給原料の固定式のベッドで構成される。上方流ガス化装置は典型的には、頑丈で固まったり塊になったりしにくいために、それが透過性のベッドを形成する供給原料を必要とする。上方流ガス化装置は、酸化剤（水蒸気、酸素および/または空気）が底部からそこを通り抜けて入り、ガスとして頂部を通過して出て行く供給原料のベッドで構成される。上方流ガス化装置は熱効率が高いが、これは上昇するガスが、進入するバイオマスを熱分解し乾燥させ、熱を移動させることで、出て行く発生炉ガスが、それがガス化装置を出て行くときに冷却されることが理由

10

20

30

40

50

である。しかしながら発生炉ガス中には有意な量のタールが存在し、そのためこのようなタールは、生成時に燃やされなければ、使用する前に大々的に除去する必要がある。タールは、ガス化装置に対して再利用させることもできるが、タールの除去は複雑であり、コストがかかる。上方流ガス化装置は、150年の間石炭のガス化の定番であり、それはまた、バイオマス調理用レンジにおいても一般的である。

【0006】

[0007]流動化ベッドガス化

[0008]流動化ベッドガス化において、酸化剤は、固体粒子のベッドを通り抜けるように固体粒子を懸濁状態に保持するのに十分な速度で吹き込まれる。供給原料がガス化装置に投入され、極めて迅速にベッド材料と混合され、外部からあるいは熱伝達媒体を使用してほとんど瞬間的にベッド温度まで加熱される。このような流動化ベッドガス化装置の大半は、炭化物（発生炉ガス流内に運ばれる）を最小限にし、発生炉ガスから流動化媒体を除去するために内部サイクロンを装備する。主な利点には、供給原料の適応性および反応温度を容易に管理する能力が含まれ、これにより事前処理の必要がなく、微細に粒状にされた材料（おがくずなど）のガス化が可能になる。流動化ベッドガス化装置はまた、大きなサイズに極めて良好に拡大される。残念なことに、供給の問題、ベッドの不安定性、残留炭素および灰の蓄積がガスチャネル内に焼結するなどが生じる。他の欠点には、発生炉ガスの高いタール含有量（500 mg / m³ガスまで）、相対的に低い効率および負荷の変化への反応の鈍さが含まれる。高い作動および維持コストに起因して、この形式のガス化は、大規模な用途、典型的には1日当たり100トンを超える用途に経済的に制限される。

10

20

【0007】

[0009]下方流ガス化

[0010]下方流ガス化において、全ての供給原料、空気およびガスは、同一方向に流れる、すなわち頂部から底部に流れる。上方流ガス化は典型的にはバイオマス供給原料の処理に好ましく、流体ベッドガス化は典型的には、石炭のガス化に使用されるが、下方流ガス化工程にはいくつかの利点がある。下方流ガス化の1つの利点は、結果として生じる発生炉ガスに低レベルのタールしか生じないことであり、これは熱分解において生成されるタールが、ガス化装置を出る前に酸化区域（以下に定義される）を通過し、還元区域（以下に定義される）における炭化物ベッドを通過する必要があるためである。酸化区域および炭化物ベッドの頂部の高温がタールを分解する（すなわち熱分解）。その結果は、往復機関、ガス燃焼タービンおよび触媒改質工程で使用するために冷却されより容易に清浄することができる発生炉ガスとなる。

30

【0008】

[0011]現在の下流ガス化工程には、広く一般にわたる採用を阻むいくつかの有意な欠点がある。これらの欠点は（1）供給原料は一般に、デバイスの隙間を埋めたり（すなわち動かなくする）発生炉ガスの品質を落としたりせずに継続的なガス化を可能にするために同様の化学特性を有する標準的なサイズに事前処理される必要がある（異なる種類の供給原料または異なるサイズの要素を混合せずに）、（2）供給原料は、標準的な範囲の揮発性成分を有する必要がある、（3）供給原料は、標準化された熱含有量（すなわち btu / lb）を有する必要がある、（4）一般に、ガス化装置は、清掃およびガス化装置の底部に蓄積する過剰な炭化物を除去するために頻りに停止させる必要がある、（5）生成される発生炉ガスは、品質に一貫性がなく、ガス化装置は、頻りに停止および供給原料の変動によって生じる温度変化に起因して生産性が低く効率が低い、（6）ガス化装置は、作動中に再構成することができず、酸化反応がガス化装置内でのその指定された場所から移動する度に停止させる必要がある、（7）ガス化装置は、長期間にわたって熱的に安定せず、効率を損う（または溶融する）、ならびに（8）ガス化装置によって、異なる種類の供給原料をガス化し、異なる比率の発生炉ガスの成分を生成するために必要な異なる条件に対して補正するために、酸化反応の場所を還元区域と並行して移動させることができない。しかし現行の下流ガス化装置の最も有意な欠点は、（9）これらのガス化装置が

40

50

炉床の荷重作用を必要とすることで、酸化区域、またガス化装置の最も高温の区域が、実質的に制限地点（すなわちガス化装置の他のセクションの直径のおおよそ半分の制限）を有するように設計されることである。

【0009】

[0012]理想的な下方流ガス化装置では3つの区域があり、すなわち熱分解区域、酸化区域および還元区域（各々以下に定義する）である。このような理想的なガス化装置では、（1）最大量の供給原料が酸化区域から出て還元区域に進む前にガス化を受けることを可能にするように、供給原料の滞在時間を酸化区域において管理することができる（ガス化装置の残りの部分を通る供給原料の流れに対して）、および（2）還元区域は、酸化区域において生成される高温ガスを還元区域においてできるだけ迅速にかつできるだけ完全に炭化物と混合させることで、完全なガス化を促進するように設計される。残念なことに、現行のガス化装置における制限領域は、このようなガス化装置の中を移動することができる全体積の供給原料を妨害し、発生炉ガスの全体の流れおよび出力を中断させる。

10

【0010】

[0013]従来技術に見られる制限領域は一般に、炉頂と炉床と呼ばれ、これらは優先する理論、すなわち空塔速度理論によって要求される現行の下方流ガス化装置における意図的な設計である。

【0011】

[0014]空塔速度（ SV ）は、

$$[0015] SV = \text{ガス生成率} / \text{断面積} = (m^3 / s) / (m^2) = m / s$$

20

のように測定され、

[0016] s = 時間であり、 m = 距離である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

[0017]空塔速度理論が下方流ガス化装置を設計するのに使用される際、酸化区域におけるより高い空塔ガス速度は、より清浄な発生炉ガスを意味し、より少ない炭化物の副産物が生成されることを要求する。

【0013】

[0018]酸化区域それ自体において空塔速度理論によって要求される物理的な制限は、従来の下方流ガス化装置における供給原料の入口と出口の両方を制限する。ガス化装置の残り全体を通してその速度と独立して制限領域における供給原料の速度を管理することで、完璧なガス化を促進し、炭化物の副産物の生成を抑えることが好ましい。

30

【0014】

[0019]必要とされるのは、供給原料の流速を、それが酸化区域をその最小限の制限で通過する際に管理することを可能にすることで、ガス化装置を通過する供給原料の全体の体積および流量を改善する下方流ガス化装置の設計である。

【課題を解決するための手段】

【0015】

[0020]以下は、本発明の概要の記載である。この記載は、当業者がより迅速に詳細な考察を採り入れる助けをするための序文として提供され、この序文は、この後に続いており、いかなる方法においても特許請求の範囲の範囲を限定することは意図しておらず、この特許請求の範囲は、本発明を詳細に指摘するためにここに添付されている。

40

【0016】

[0021]開示される発明は、結合され垂直方向に配置された複数の管を備えるガス化装置である。これらの管は、内壁および外壁と、近位端および遠位端を有し、近位端は入口を提供し、遠位端は出口を提供する。ガス化装置は3つの別々の反応区域を有しており、（1）熱分解区域、（2）熱分解区域の下の酸化区域および（3）酸化区域の下の還元区域である。回転式の垂直方向に調節可能な火格子が還元区域の下に配置されるが、還元区域に装着されない。他のガス化装置とは異なり、これは、ガス化装置の遠位端に気密シール

50

がない部分開放コア型のガス化装置である。

【0017】

[0022]任意選択で、乾燥区域が熱分解区域の上に配置され、これによりガス化装置の熱を供給原料がガス化装置に進入する前に供給原料を乾燥させるのに利用することができる。作動中、供給原料が熱分解区域に供給される（直接的にまたは乾燥区域を経由して）。重力によって、供給原料を3つの反応区域を通過して下方に移動させ、発生炉ガスおよび炭素灰およびバイオマス供給原料がガス化された後に形成される残りの副産物（「バイオ炭」）が、ガス化装置の底部にある火格子を通り抜けて出て行き収集シュートに入る。バイオ炭は、重力によって発生炉ガスから分離される。

【0018】

[0023]発生炉ガスはまた、火格子を通り抜けて出て行き、収集シュートの両側にある収集ベントによって収集される。収集シュート内の圧力は、ガス収集ベントに接続された配管ラインおよびガス化装置の下流のそのような配管ラインに装着された機械類（すなわちエンジン、収集チャンバなど）の相関的要素である。ガス化装置の圧力は収集シュートの圧力に左右されない。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】ガス化装置の切欠き前方図である。

【図2】ガス化装置の切欠き側面図である。

【図3】ガス化装置の外側の前方図である。

【図4】ガス化装置の外側の側面図である。

【図5】インチで示される寸法のガス化装置の切欠き前方図である。

【図6】インチで示される寸法のガス化装置の切欠き側面図である。

【図7】誘導傾斜と、流入傾斜の最も高密度な部分を示す切欠き側面図である。

【図8】誘導傾斜と、流入傾斜の最も高密度な部分を示す切欠き斜視図である。

【図9】酸化帯域を備えたガス化装置の切欠き側面図である。

【図10】酸化帯域を備えたガス化装置の切欠き斜視図である。

【図11】火格子フレームの斜視図である。

【図12】火格子フレームの頂面図である。

【図13】らせん状の溝を有する組み立て後の火格子の斜視図である。

【図14】火格子内に切り取られた穴を有する組み立て後の火格子の斜視図である。

【図15】火格子の取り外し可能なセグメントの斜視図である。

【図16】火格子の取り外し可能なセグメントの頂面図である。

【図17】ガス化工程を描く矢印を有するガス化装置の切欠き側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

[0041]定義

[0042]定義される用語の以下のリストは、制限的または包括的であることは意図しておらず、単に本発明を理解するための迅速な参考手段を提供するだけである。他の定義される用語は、それらの用語が使用されるこの文献の他のセクションにおいて大文字で始められる。大文字で始まる用語は、全ての変形形態、すなわち本明細書で使用される用語の単独のおよび/または複数の形式を含めるべきである。

【0021】

[0043]「ベッド酸化剤ストリーム」または「ベッド空気」は、熱分解区域（または任意選択の乾燥区域）の頂部に配置された入口（すなわち非可動入口）を通過してガス化装置に進入する酸化剤ストリームを指す。

【0022】

[0044]「バイオ炭」は、バイオ供給原料がガス化された後に形成される炭素灰および残りの副産物を指す。

【0023】

10

20

30

40

50

[0045]「バイパス」は、ガス化装置の下に配置される火格子の頂部と、還元区域の底部における開口の間の「隙間」を指しており、この隙間はまた火格子のピッチと呼ばれる場合もある。

【0024】

[0046]「制御システム」は、操作システムを指しており、このシステムは、ユーザおよび/または操作者が火格子の回転および高さ、供給原料および酸化剤ストリームの投入などのガス化装置の変量を調節するために複数の制御機構と、協働するソフトウェアとを含む。

【0025】

[0047]「乾燥区域」は、ガス化装置に関して、供給原料が熱分解区域に進入する前に乾燥される領域を指しており、前記乾燥区域は、ある種の容器または熱分解区域より上のガス化装置の延長部であり、但し代替として乾燥区域は、ガス化装置から離れた領域および/または構成要素/ユニットである場合もある。ガス化工程の文脈において、「乾燥区域」は供給原料が乾燥される段階を意味する。

10

【0026】

[0048]「ガス化装置流れレーン」は、概ねガス化装置の中央に向かっており、供給原料が最も速く移動しガス化される場所であり、結果として生じる発生炉ガスおよびバイオ炭は還元区域内に移動し、火格子を通り抜けてガス化装置から外に移動し続ける経路を意味している。

【0027】

[0049]「酸化剤ストリーム」は、空気または他の酸素含有ガスを指している。

20

【0028】

[0050]「酸化帯域」は、ガス化装置に関して、主なガス化反応が起こる場所を指している。酸化帯域は、酸化剤ストリームがガス化装置からの熱と合わさって供給原料の存在下で収束する場所であり、ガス化装置は、ガス化装置の直径を横切るように延びる白色の高温ガスの狭い帯域において供給原料を迅速に酸化させる。ガス化工程の文脈において、「酸化帯域」は、ガス化反応の最も高温の段階を指している。

【0029】

[0051]「酸化区域」は、ガス化装置に関して、酸化帯域までおよび酸化帯域から離れるようにつながるガス化装置の特定の区域を指している。酸化区域の全体の形状は、中空の管であり、この管は、おおよそ同一のサイズであるが中央において広げられた入口と、出口とを有する。ガス化工程の文脈において、「酸化区域」は、供給原料がガスへ変化する段階を指している。

30

【0030】

[0052]「平面空気入口」は、加圧された酸化剤ストリームをガス化装置に噴射するのに使用される加圧された空気入口を指している。既存のガス化装置では、空気が受動的にガス化装置に進入することを可能にするために羽口が使用されるが、平面空気入口は、酸化剤ストリームをガス化装置に噴射するために代わりに加圧される。

【0031】

[0053]「平面酸化剤ストリーム」または「平面空気」は、平面空気入口を通してガス化装置に進入する酸化剤ストリームを指している。

40

【0032】

[0054]「圧力ロック」は、圧力ロック組立体の頂部に弁を備え、圧力ロック組立体の底部に別の弁を備える圧力ロック組立体を指している。

【0033】

[0055]「圧力波」は、酸化帯域の中心と酸化区域の壁との間の圧力差を指しており、この圧力波が、供給原料をガス化装置の壁に向かって押し、酸化帯域より上に供給原料の誘導傾斜（誘導された供給原料の傾斜）を形成し、酸化帯域より下にバイオ炭の流入傾斜（流入したバイオ炭の傾斜）を形成する。

【0034】

50

[0056]「発生炉ガス」は、供給原料のガス化によって形成される燃焼ガス混合物を指しており、合成ガスと発生炉ガスが含まれる。

【0035】

[0057]「パーズ酸化剤ストリーム」または「パーズ空気」は、供給原料が熱分解区域（または任意選択の乾燥区域）に進入する前に供給原料と混合される酸化剤ストリームを指している。

【0036】

[0058]「熱分解区域」は、ガス化装置に関して、供給原料が酸化区域に進む前に流動化および分解を始める、ガス化装置の区域を指している。熱分解区域の全体の形状は、中空の管から逆向きの中空の円錐まで及ぶ場合がある。ガス化装置の工程の文脈において、「熱分解区域」は、供給原料が流動化および分解を始める段階を指している。

10

【0037】

[0059]「還元区域」はガス化装置に関して、発生炉ガスがバイオ炭と混ざり合い、冷えて追加の発生炉ガスを形成するガス化装置の区域を指している。還元区域の全体の形状は中空の管であり、この区域は、酸化区域の出口より幅広である。ガス化工程の文脈において、「還元区域」は、発生炉ガスがバイオ炭と混ざり合う段階を指している。

【0038】

[0060]ガス化装置の区域の概説

[0061]本発明は、炭素を含有するバイオマス供給原料をガス化するための方法および装置に関する。ガス化装置は、結合され垂直方向に配置された複数の管を備える。これらの管は、内壁および外壁と、近位端および遠位端を有し、近位端は入口を提供し、遠位端は出口を提供する。ガス化装置は3つの連続する別々の反応区域を有しており、(1)熱分解区域、(2)熱分解区域の下の酸化区域、および(3)酸化区域の下の還元区域である。回転式の垂直方向に調節可能な火格子が還元区域の下に配置されるが、還元区域に装着されない。他のガス化装置とは異なり、これは、還元区域またはガス化装置自体の底部を密閉する気密の底部壁がない部分開放コア型のガス化装置である。

20

【0039】

[0062]図1および図2は、ガス化装置の切欠き前方図を示す。この下方流ガス化装置は、連続する、並流の、重力アシスト式の、熱化学相変化のガス化装置であり、少なくとも3つの区域、熱分解区域20、酸化区域30および還元区域40を有する。ガス化装置は供給原料の一部を酸化させ、これにより残りの供給原料の熱化学固体から気体への相変化を開始するのに十分な熱活性化エネルギーを発生炉ガスへ放出する。ガス化の工程は、水の蒸発、リグニン分解、セルロース誘導体の爆燃および炭素還元を含めた一連の反応であり、一部が熱分解された供給原料に酸化剤ストリームを噴射することによって管理される。本発明は、バイオマスを処理するための方法および装置の文脈において記載されるが、記載される原理は、多くの他の種類の供給原料に適用されてよく、種々の実施形態が当業者にとって容易に明らかになるであろう。

30

【0040】

[0063]ガス化装置全体の内部は、炭化ケイ素、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、耐熱合金、他のセラミックまたは高温で安定性のある同様の特性を有する別の物質によってライニングされる。非揮発性およびガス化されない物質は、このような物質がガス化装置の底部に落下する際に重力によって発生炉ガスから分離される。このような高い効率のガス化装置は、供給原料の化学的な潜在エネルギーを発生炉ガスへ変換し、生成されるバイオ炭の平均的な量は元の供給原料の重量のおよそ1%~10%である。

40

【0041】

[0064]図3および図4は、ガス化装置の外側の前方および側面図を示す。供給原料は、ガス化が行なわれる際、ガス化装置内を下方に移動する。ガス化装置が安定した作動状態に達したとき（すなわち、ガス化装置の各々の区域が安定した持続温度に達したときの状態）、ガス化装置の内部で垂直方向の温度勾配が形成され、供給原料が、ガス化工程におけるステップに基づいて熱分解区域20、酸化区域30および還元区域40に大まかに対

50

応する一連の層または区域に層を成す。これらの区域の間には固定された境界はないが、代わりに境界には切れ目がない。したがって、各々の隣接する区域の混ざり合った特性を有する過渡的な勾配が存在する（すなわち、供給原料の熱分解は乾燥区域10で始まり、酸化は、熱分解区域20で始まってよい）。供給原料は、熱分解区域20より上のレベルに維持され、重力によって熱分解区域20を通り抜けて下方に引っ張られることで、下降する供給原料が、ガス化された供給原料に取って代わる。ガスおよび供給原料が、ガス化装置の内部を下方に流れる。固体物質が、重力によってガス化装置の中を流れる。ガスは、圧力差によってガス化装置内を下方に移動する。

【0042】

[0065] 固体（例えば供給原料およびバイオ炭）は、図1、図2、図3および図4に示されるようにガス化装置の還元区域40の直ぐ下に配置された垂直方向に調節可能な回転式の火格子50によってガス化装置の内部に保持される。ガス化装置内での固体の滞在時間は、火格子50の回転速度、火格子50の垂直方向の位置およびガス化装置内でのガス化の速度（すなわち相変化）によって管理される。バイオ炭は火格子50の頂部に蓄積し、ガス化装置の底部のための見せかけのシールとして作用し、この見せかけのシールによってこのとき、ガス化装置が加圧することが可能になり、バイオ炭が継続的にガス化装置を出て行く際でも加圧を維持することが可能になる。バイオ炭は、回転式の火格子50またはバイパス49を通してガス化装置の底部から落下する。ひとたびバイオ炭が火格子50またはバイパス49から落下すると、バイオ炭は、火格子50の下の1つまたは複数の収集シュート60に落下し、その後残留物ボックス90に落下し、そこでバイオ炭はオーガ91によってガス化装置から取り除かれる。

10

20

【0043】

[0066] 一実施形態において、ガス化装置の区域には、乾燥区域10、熱分解区域20、酸化区域30、還元区域40が含まれ、ガス化装置の下に配置された火格子50を備える。ガス化装置の下には、ガス収集ベント70、バイオ炭収集シュート60およびバイオ炭残留物ボックス90がある。

【0044】

[0067] 図5および図6は、サイズが書かれた切欠き前方図および側面図を示す。

【0045】

[0068] 乾燥区域（任意選択の）

30

[0069] 全体の説明、サイズおよび機能

[0070] 乾燥区域10において、供給原料内の水分が、それが酸化区域30から放出する放射熱に曝される際に蒸発する。水蒸気は、熱分解区域20を通して酸化区域30に向かって、ガス化装置内に供給されるベッド酸化剤ストリームおよびパージ酸化剤ストリームと共に下方に流れる。乾燥区域10における温度は、ガス化装置が作動されるやり方に応じて極めて広範囲にわたって変動し得る。一例として、25%の水分含有量を有する木材チップの場合、乾燥区域10における通常温度範囲は、およそ華氏100°から300°である。一実施形態における乾燥区域10の深さは、ゼロから6フィートの長さであってよい。この深さは、供給原料の水分含有量、ガス化装置のサイズおよび使用されるガス化装置の実施形態と共に増大する場合がある。酸化区域30からの放射熱は、この蒸発工程を進める。しかしながらベッド酸化剤ストリームおよびパージ酸化剤ストリームの事前加熱は、乾燥工程を加速させることができる。

40

【0046】

[0071] ガス化装置の内部の供給原料の乾燥作業は、吸熱性の工程であり、そのため供給原料を乾燥させ、蒸気として水を放出するのにエネルギー（すなわち熱）が必要とされ、この蒸気は下方で起こる反応を助ける。供給原料が湿っているほど、乾燥区域10はより多くのエネルギーを必要とする。

【0047】

[0072] 乾燥区域10における主な物理的な変化は、

[0073] $H_2O(l) + \text{熱} \rightarrow 2O(g)$

50

[0074]「H」は水素であり、「O」は酸素であり、「l」は液体で「g」は気体である。

【0048】

[0075]供給機構および充填レベル指示器の説明

[0076]ガス化装置は作動中加圧されるため、圧力ロックを使用してガス化装置の圧力を維持しながら供給原料をガス化装置に入れる。圧力ロックの頂部弁が開放することで、供給原料が圧力ロック内に入るようにし、その後閉鎖する。圧力ロックの内部は、熱分解区域20（または任意選択で乾燥区域10）の空気圧と適合するように加圧し、これは底部弁が開放して供給原料が圧力ロックを離れ、調節後の空気圧でガス化装置に進入することを可能にするまでは制御システムを介してユーザによって管理されてよい。

10

【0049】

[0077]圧力ロックは、スケジュール40のシームレス炭素鋼配管、150ポンドクラスの鋼のフランジおよび標準的な150ポンドクラスのスライドゲート弁、例えばナイフゲート弁などの材料から作製されてよい。この圧力ロック組立体は、その設備設計に組み込まれ、一对の標準的な工業用ナイフゲート弁をこれらの弁の間の配管と共に使用することができる。一実施形態における配管は、垂直方向に配向された18インチのスケジュール40の配管であってよい。配管の長さは、供給原料送達法および所望される容積に応じて調節することができる。圧力ロックの一例は、72インチの長さであり、この圧力ロックは、乾燥区域10（適用可能ならば）または熱分解区域20に空けられる供給原料当たり100～120ポンドの供給原料を提供することになる。一実施形態において配管には、

20

【0050】

[0078]エンドユーザは、ガス化装置の供給原料充填工程をタイマーによって、あるいはマイクロ波センサまたは別の好適な充填レベル指示器を使用して自動化することで、ガス化装置およびまた圧力ロック（「充填レベル指示器」）における充填レベルでの供給原料の存在を検知することができる。ガス化装置の乾燥区域10は、高温環境で機能することが可能な1つまたは複数の充填レベル指示器12を有する場合がある。充填レベル指示器12がひとたび供給原料のレベルが低いことを検知すると、自動供給機構が始動する。複数の充填レベル指示器12を備えるガス化装置の設計によって、自動充填システムを利用する際、供給原料ベッドの高さを選択する際のより多くの選択肢が可能になる。

30

【0051】

[0079]一実施形態において、圧力ロックの頂部弁が開放し、バケット荷重機構が、圧力ロック内の充填レベル指示器がそれが一杯であることを検知するまで供給原料を圧力ロックに空ける。圧力ロックの頂部弁が閉鎖し、圧力ロックは、乾燥区域10（適用可能ならば）または熱分解区域20の圧力に適合するように加圧する。その後、圧力ロックの底部弁が開放し、乾燥区域10（適用可能ならば）または熱分解区域20に接続された加圧オーガに供給原料を堆積させる。オーガはその後、ガス化装置の頂部に供給原料を堆積させる。ガス化装置の制御システムは、ガス化装置にある種々のセンサまたは指示器から受信した例えば温度または圧力変化などの信号に基づいて各々の供給原料充填サイクルをいつ起動するかを判断する。

40

【0052】

[0080]熱分解区域

[0081]包括的な、サイズおよび機能

[0082]熱分解区域20は、ガス化装置内で乾燥区域10（乾燥区域10が含まれているならば）の真下にある。熱分解区域20は、予想される供給原料の最も多数の種類の特性に基づいて高さを上げたり下げたりする場合がある。より高い位置の熱分解区域20は、より多くの乾燥作用およびより長い熱分解時間を必要とするより湿ったおよび/またはより複合的な材料を収容する。

50

【 0 0 5 3 】

[0083]熱分解区域 20 において、蒸気、油分および構成ガスが蒸留され、重力、圧力差ならびに乾燥区域 10 および熱分解区域 20 内で生じる蒸気的作用によって下方に移動する。熱分解区域 20 は、頂部において吸熱性であり、下流から放出される熱に依拠している。熱分解区域 20 の底部に向かって、ここでは温度が上昇するが、供給原料は、それが上昇した温度において化学的に不安定になるため、ひとりでに分解し始める。したがって熱分解区域 20 のより下方のセクションで生じる供給原料の分解は、発熱性であり熱を放出する。一実施形態において、熱分解区域 20 は 4 から 6 フィートの深さである。

【 0 0 5 4 】

[0084]熱分解化学は、極めて複雑である。このような区域において生じる最も重要な化学的および物理的な変化は、以下のように簡略化され表すことができる。

[0085] $C \times H \times O \times Z (s) + \text{熱 有機蒸気 (ホルムアルデヒド、アルコール、タールなど)}$

[0086] $C \times H \times O \times Z (s) \rightarrow CH_4 + H_2 + C (s) + \text{有機蒸気 (タール)} + \text{熱}$

【 0 0 5 5 】

[0087]ガス化装置に供給される酸化剤ストリームからの一部の酸素は熱分解区域 20 内に存在するため、酸化は、供給原料が熱分解区域 20 の底部に接近する際に生じる可能性がある。

【 0 0 5 6 】

[0088]酸化区域

[0089]包括的な説明、サイズおよび機能

[0090]酸化区域 30 は、酸化帯域 350 までまたは酸化帯域 350 から離れるようにつながるガス化装置内の区域である、あるいは酸化帯域 350 の形成を含めた方法の一般的なステップである。酸化区域 30 は、酸化帯域 350 が形成され、ガス化工程における最も高温のステップを表す場所であり、供給原料のセルロース誘導体の一部が、固体から気体に変換する場所である。

【 0 0 5 7 】

[0091]第 1 の傾斜 (誘導された供給原料の傾斜)

[0092]図 7 および図 8 に示される作動中の熱分解区域 20 を通る酸化剤ストリームの流れは、(1) 垂直方向に、熱分解区域 20 の外壁の頂部に向かって始まり、酸化区域 30 における平面空気入口 32 の下方リングにおいて下方に終端する、および (2) 水平方向に、ガス化装置の中心で始まり、ガス化装置の壁において終端する (「誘導された供給原料の傾斜」) を形成するように供給原料の傾斜を誘導する。

【 0 0 5 8 】

[0093]図 7、図 8、図 9 および図 10 に示されるように、このような誘導された供給原料の傾斜は、ガス化装置の壁の周囲に向かっておよび酸化帯域 350 より上で (「最も密度が高い部分」) より高密度になる増大する供給原料の密度差であり、一斉に作用する少なくとも 4 つの要因、すなわち (1) ガス化装置の内壁に対して供給原料を押しつける酸化帯域酸化帯域 350 からの圧力波、(2) 熱分解区域 20 および酸化区域 30 の幾何学形状 (すなわち壁の角度)、(3) 熱分解区域 20 および酸化区域 30 に流れ込む酸化剤ストリームの総体積、および (4) 熱分解区域 20 および酸化区域 30 各々に流れ込む酸化剤ストリームの相対的な体積によって形成される。誘導された供給原料の傾斜の最も高密度の部分は、200 で示されている。

【 0 0 5 9 】

[0094]供給原料は、異なる速度でガス化装置を通り抜けて進む。供給原料の一部は、ガス化装置流れレーン 203 内をガス化装置を下方に着実に進んでいき、他の供給原料は、ガス化装置内の種々の地点において一時止まったり、減速する場合もある。供給原料は、誘導された供給原料の傾斜 200 においてよりゆっくりと移動するおよび / または一時中断する。誘導された供給原料の傾斜 200 における最も高密度の部分は、ガス化装置流れレーンにおける供給原料よりも密度が高く、かつよりゆっくりと移動する供給原料である

10

20

30

40

50

。

【0060】

[0095]誘導された供給原料の傾斜200における最も高密度の部分は、酸化区域30がより広い直径に広がる下方の平面空気入口32において終端する。一実施形態において、この拡張は、ガス化装置を下方に移動する気体および固体の流速を誘導し管理するためにKline-Fogelman段になるように設計される。

【0061】

[0096]通常は、気体がKline-Fogelman段などの特定の段を横切る際、渦が形成される。酸化区域30における平面空気入口32の下方リングが、そうでなければ渦が形成されるであろう場所に空気を噴射する。このような進入する空気ストリームは、発生炉ガスおよびガス化装置流れレーン203を下方に進入する供給原料と衝突し、高温ガスをガス化装置の壁から離れるように誘導し直し、渦の形成を妨げ、酸化帯域350に燃料を補給する。

10

【0062】

[0097]ガス化装置における条件が変化する場合、誘導された供給原料の傾斜はまた、ガス化装置の内部で酸化帯域350およびガス化装置流れレーン203の移動を可能にする。これは、ガス化装置流れレーン203がガス化装置の動かない外壁に対して形成される場合の他のガス化装置では不可能である。

【0063】

【0098】酸化帯域

20

[0099]図9および図10に示されるガス化装置流れレーン203における供給原料は、ガス化装置を通して酸化帯域350に入るように下方に進む。酸化帯域350は、供給原料内のセルロース誘导体物質の爆燃によって有意な熱が解放される地点である。始動時にひとたび始動されると、酸化帯域350は、平面空気入口31、32からの追加の酸化剤ストリームと、上から下降する供給原料とによって維持される。酸化帯域350は供給原料の一部をバイオ炭と発生炉ガスの構成ガスに酸化する。熱分解区域20において生成されるタール蒸気はさらに、酸化帯域350の高温の下で蒸気がある状態で追加の発生炉ガスへ分解される。

【0064】

[00100]図7、図8、図9および図10に示されるように、酸化区域30の全体の形状は中空の管であり、この管は、およそ同一のサイズであるが中央302において広げられた入口301と、出口303とを有する。これは、酸化区域が空塔速度理論に従って制限地点へ狭くなる従来の下方流ガス化装置とは反対である。

30

【0065】

[00101]一実施形態において、酸化区域30の入口301および出口303は、酸化区域30の広げられたセクションの半分の直径である。平面空気入口31、32の少なくとも2つのリングがある。一実施形態において、高い方のリング31は、下方リング32よりおよそ11インチ上にあり、平面空気入口32の下方リングは、酸化区域30の広げられたセクション302の最も広い部分にある。

【0066】

40

[00102]このような酸化帯域350によって生じる極めて高い温度は、熱分解区域20およびそれより上の乾燥区域10（適用可能であるならば）において化学および物理的反応を進める熱を生み出す。酸化帯域350は元々、消費されない供給原料および上の酸化剤ストリーム供給源に向かってガス化装置内を上向きに移動する傾向がある。酸化帯域350の下にバイオ炭の混合体があり、これは高温で比較的安定している。ガス化装置は、酸化帯域350がガス化装置内を上下に移動することが可能であるように設計される。一実施形態において、酸化帯域350は、上向きに移動する酸化帯域350の傾向を抑制するように、酸化帯域350の下のバイオ炭を取り除くための火格子50（還元区域40の下に配置される）を利用してガス化装置内の所定の場所に保持される。火格子50が回転する度に、酸化帯域350は上昇し始める。

50

【 0 0 6 7 】

[00103]一実施形態において、平面空気入口32の下方セットより上に配置された平面空気入口31の高い方のリングによって、供給原料が酸化帯域350に進入する直前に追加の酸化剤ストリームを供給原料に噴射することが可能になる。火格子50の回転速度、ベッド酸化剤ストリーム、パージ酸化剤ストリームおよび可動酸化剤ストリームの速度および比率を利用して、酸化帯域350をガス化装置内の任意の所望の場所に保持することができる。一実施形態において、酸化帯域350は、平面空気入口32の直ぐ下に保持される。

【 0 0 6 8 】

[00104]供給原料の部分酸化もまた複雑であるが、以下の式に簡略化することができる

10

[00105]供給原料 - 範囲 C + 1 / 2 O₂ C O + 熱

[00106]供給原料 - 範囲 C + O₂ C O₂ + 熱

[00107]供給原料 - 範囲 H + O₂ H₂O + 熱

[00108]供給原料 - 範囲 H H₂

[00109]C O + 3 H₂ C H₄ + H₂O + 熱

[00110]C O₂ + 4 H₂ C H₄ + 2 H₂O + 熱

[00111]固体 C 残留物 + 2 H₂ C H₄ + 熱

[00112]C O + H₂O C O₂ + H₂ + 熱

【 0 0 6 9 】

20

[00113]酸化区域30における反応は、発熱性であり、ガス化装置全体を作動する熱を放出する。

【 0 0 7 0 】

[00114]第2の傾斜（流入したバイオ炭の傾斜）

[00115]図7、図8、図9および図10に示されるように、酸化帯域350の直ぐ下で、第2のバイオ炭の傾斜の始まりが、(1)垂直方向に、酸化区域30内の平面空気入口32の下方リングの直ぐ下で始まり、酸化区域30の壁に沿って還元区域40に下方に延び、(2)水平方向に、ガス化装置の中心からガス化装置の壁に（「流入したバイオ炭の傾斜」）形成される。バイオ炭が酸化帯域350を離れる際、酸化区域30の直径は、酸化区域30に対する入口301とおおよそ同一のサイズまで狭まる。酸化帯域からの圧力波が、バイオ炭を酸化区域の狭まる壁に対して押しつける。流入したバイオ炭の傾斜の最も高密度の部分は300で示される。圧力波が、ガス化装置流れレーン203内にバイオ炭に対して、流入したバイオ炭の傾斜300における最も高密度の部分の移動を遅くする。ガス化装置流れレーン203は、供給原料が相を変えたとしてもそのままの状態であり、発生炉ガスおよびバイオ炭がここでは、供給原料の代わりに下方に移動する。

30

【 0 0 7 1 】

[00116]流入したバイオ炭の傾斜300の最も高密度の部分は、酸化区域30の壁に沿って還元区域40に下方に伸びる。還元区域40は、酸化区域30より幅が広いため、還元区域40への入口は別の工程を形成する。一実施形態において、酸化区域30の角度付きの壁と還元区域40への入口が、K l i n e - F o g l e m a n段を形成する。発生炉ガスがこの段を横切りより広い還元区域40（すなわち還元区域40における直径の拡張部）に入る際、還元区域40に渦が形成される。この渦は、還元区域40における発生炉ガスとバイオ炭の混合作用を促進させる。

40

【 0 0 7 2 】

[00117]炉頂と炉床のシミュレーション

[00118]従来の方流ガス化装置とは異なり、この下方流ガス化装置は、酸化区域30内に制限区域を持たないが、代わりに酸化区域30は、サイズが大きくなる。ほとんど全ての下方流ガス化装置は、空塔速度理論を適用するため、よって使用できる品質の発生炉ガスを実現するために酸化区域30における制限部を有するように構築される。加えて、大半の下方流ガス化装置は、真空を利用して、ガス化装置を通るように発生炉ガスを引き

50

込む。

【 0 0 7 3 】

[00119]このようなガス化装置において形成される2つの傾斜、すなわち酸化帯域350より上の誘導された供給原料の傾斜と、酸化帯域350より下の流入したバイオ炭の傾斜は、協働して作用して、ガス化装置の内部の炉頂と炉床をシミュレートする。この手法の利点は、酸化帯域350を、ガス化装置自体を損傷したり場合によって壊したりせずに、ガス化装置内で上下に移動させることができ、ガス化装置の内部で、異なる種類の供給原料および供給原料の混合体を採用することができる点である。固定式の炉頂と炉床を備えた他のガス化装置は、狭い範囲の供給原料に対して較正する必要があり、他の種類の供給原料を収容するために容易に調節することができず、変化に対応するために作動中に調節することもできない。

10

【 0 0 7 4 】

[00120]還元区域

[00121]包括的な説明、サイズおよび機能

[00122]図1、図2、図7および図8に示されるように、ガス化装置の還元区域40は、酸化区域30の出口303と等しい、またはこれより大きな直径である。還元区域40の2つの主な機能は、バイオ炭からの残りの炭素をガス化し、発生炉ガスを冷却することである。これらの機能は共に、同一の機構によって生じ、すなわち、発生炉ガス構成要素と、バイオ炭に含まれる固体炭素との吸熱性の反応である。

20

【 0 0 7 5 】

[00123]上記で考察したように、発生炉ガスおよびバイオ炭が還元区域40に進入する際、酸化区域30の出口303と、より幅広の還元区域40との間の段を横切るように乱流の渦が形成される。還元区域40におけるこの乱流によって、還元区域40において他のガス化装置設計よりはるかに優れた発生炉ガスとバイオ炭の混合作用が起こる。これによりベッド内の炭素のほぼ完璧なガス化が可能になり、冷却作用を最大にすることができる。一実施形態においてガス化装置の還元区域40は、火格子50より上でおよそ2から6フィートのバイオ炭のベッドを維持する。

【 0 0 7 6 】

[00124]発生炉ガスは、華氏1500°以上辺りの温度で典型的な下方流ガス化装置を出て行く。発生炉ガスは、このガス化装置を華氏1500°未満の温度で出て行く。一実施形態において、発生炉ガスは、華氏1000°未満で出て行く。また、厚みのあるバイオ炭のベッドによって、供給原料に応じておよそ90から99%の燃料炭素が発生炉ガスとしてこのガス化装置を出て行くことが可能である。

30

【 0 0 7 7 】

[00125]下方流ガス化装置において生じる還元反応は、十分に研究されており、以下を伴うように理解される。

[00126]炭素 + CO₂ + 熱 → 2CO

[00127]炭素 + H₂O + 熱 → CO + H₂

[00128]炭素 + 2H₂O + 熱 → CO₂ + 2H₂

[00129]CO₂ + H₂ + 熱 → CO + H₂O

40

【 0 0 7 8 】

[00130]ガス化装置火格子

[00131]ガス化装置の火格子50は、ステンレス鋼、または耐久性があり、かつ耐熱性で熱に反応しない炭化ケイ素、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、耐熱合金、他のセラミックなどの別の好適な物質で作製されてよく、火格子は頂部面と、底部面とを有する。一実施形態において、かつ図3および図4に示されるように、火格子の底部面およびシャフトは、上下に移動し、調節可能な制御システムによって管理される上昇する台80の上に設置されてよい。図3および図4に示されるように、火格子50の頂部面は、還元区域40の下方縁部の下に配置される。一実施形態において、パイパスは、還元区域40と、火格子50の頂部面との間にある2.5から2インチの隙間である。

50

【 0 0 7 9 】

[00132]らせん状の溝

[00133]図 1 1 は、ガス化装置内の固体の全てに対して支持を提供するガス化装置の火格子 5 0 を示している。一実施形態において、火格子 5 0 は、フレーム 5 0 5 と、2 つの面、すなわち頂部面および底部面とを有する。

【 0 0 8 0 】

[00134]図 1 1 および図 1 2 は、らせん状の溝 5 0 1 を有する火格子 5 0 の頂部面を示している。らせん状の溝 5 0 1 は、この溝が還元区域 4 0 に面するようにガス化装置内で配向される。らせん状の溝 5 0 1 は、火格子の中心にある開始地点と、火格子 5 0 の縁部に対して外向きに続く末端とを有する。したがって一実施形態において、らせん状の溝は、火格子の頂部面全体に及ぶ。らせん状の溝 5 0 1 の目的は、この溝は元々、火格子 5 0 がらせん状の溝 5 0 1 の方向と反対に回転する際、バイオ炭を火格子 5 0 の中心から外向きに火格子 5 0 の縁部に向けて移動させることである。バイオ炭は、火格子 5 0 が反対方向に回転する際、バイオ炭がバイパスを通過して還元区域 4 0 から押しやられるまでらせん状の溝 5 0 1 の末端に従う。

10

【 0 0 8 1 】

[00135]還元区域 4 0 の一実施形態において、炭化ケイ素、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、耐熱合金、他のセラミック、または任意の他の耐熱性で高密度の層物質が、還元区域 4 0 の壁をライニングする。この耐熱性で高密度の層物質は、回転する火格子 5 0 によって還元区域 4 0 の外壁に対して押しつけられこの外壁に沿って引きずられるいかなるバイオ炭も絶えず粉砕するやすりとして作用する。火格子内にらせん状の溝 5 0 を有し、バイオ炭を還元区域 4 0 の層壁に向かっておよび層壁に沿って押しやるこのような組み合わせは、大きな塊の炭化物をバイパスに逃げる十分に小さい破片に粉砕する助けをする。当業者は、異なる種類のらせん（例えばアルキメデス原理の、対数などの）が使用され得ることを理解するであろう。

20

【 0 0 8 2 】

[00136]一実施形態において、火格子内のらせん状の溝 5 0 1 は「v」字形のアルキメデス原理の溝 5 0 2 であり、この場合、らせんの中の 1 つの溝の外縁部は、隣接する溝の内縁部と合わさって隆起した縁部を形成する。「v」字形の溝の目的は、いかなる 90° の角度も有することを回避することであり、90° の角度は、そうでなければホットスポットまたは火格子 5 0 の熱的に不安定なセクションを形成することになる。

30

【 0 0 8 3 】

[00137]火格子 / バイパスの昇降

[00138]一実施形態において、火格子 5 0 は、昇降させることで、より高いまたはより低いバイパスを形成することができ、意図せずにガス化装置に進入したより大きな物質および / またはガス化されない物質を（煉瓦状の塊、石など）ガス化装置を停止させずに取り除くことが可能になる。火格子 5 0 内にらせん状の溝 5 0 1 を備える一実施形態において、このような異物は還元区域 4 0 の壁に対して押しやられ、その後、これらの異物をバイパスを介して排出することができるように火格子 5 0 を下げることができる。このような設計によって、ガス化装置を使用中の状態に維持し、さらには大きなガス化されない物体を還元区域 4 0 から取り除くことが可能になる。火格子 5 0 を昇降させる能力はまた、メンテナンスが絶えずガス化装置の内部で必要とされる場合にも利用することができる。加えて、バイパス 4 9 は、還元区域 4 0 から出る発生炉ガスの流れを制御するように機能し、バイパス 4 9 は、弁と同様に作用する。例えば短いバイパスは、火格子 5 0 を通り抜ける発生炉ガスの流れに対する抵抗を高め、圧力がガス化装置内で高まるようにする。

40

【 0 0 8 4 】

[00139]火格子の中の楕円形の穴

[00140]図 1 3 および図 1 4 は、組み立て後の火格子を示している。図 1 5 および図 1 6 は、火格子の「パイ状のスライス」のセグメント 5 0 2 を示している。図 1 3 および図 1 4 は、楕円形の穴 5 0 3 を有する組み立て後の火格子の斜視図および前方図を示す。一

50

実施形態において、楕円形の穴 5 0 3 は、例えば腎臓形状または長円形の穴であり、火格子 5 0 全体にわたって対称的に分散される（但し、火格子を持ち上げ回転させる機械的な軸より上の火格子の中心には穴がない）。穴 5 0 3 の目的は、バイオ炭および発生炉ガスの両方が火格子を通り抜けてその下のバイオ炭収集シュート 6 0 に入ることを可能にすることである。

【 0 0 8 5 】

[00141] 火格子に対するパイ状のスライスインサート

[00142] 一実施形態において「パイ状のスライス」のセグメント 5 0 2、5 0 4 は、火格子 5 0 のフレーム 5 0 5 の上に置かれる。セグメント 5 0 4 の各々がフレーム 5 0 5 内に挿入されたとき、火格子が形成される。この実施形態によって、火格子 5 0 の一部が損傷した場合、火格子 5 0 全体ではなくセグメント 5 0 4 を交換することが可能になり、またガス化装置を、特定の種類の供給原料用に設計されたカスタマイズされたセグメント 5 0 4 と適合させることも可能になる。

10

【 0 0 8 6 】

[00143] 複数の特徴を備えた火格子

[00144] 図 1 5 は、火格子の取り外し可能な部分の斜視図である。一実施形態において、火格子 5 0 はまた、「v」字 5 0 2 として切り取られたらせん状の溝 5 0 1 と、らせん状の溝 5 0 1 を切り開いた腎臓の形状または長円形の穴 5 0 3 とを有する。図 1 6 は、火格子の取り外し可能な部分の頂面図を示す。

20

【 0 0 8 7 】

[00145] 火格子を利用するガス化装置の制御

[00146] 火格子 5 0 を支持し回転させるシャフトを火格子 5 0 のサイズに応じて 1 つまたは複数の部品で形成することができる。火格子 5 0 の回転速度は、制御システムによって較正することができるが、典型的には、供給原料の不揮発性の成分および発生炉ガスの生成速度に応じて 0 . 0 0 0 1 R P M から 1 R P M の範囲である。酸化帯域 3 5 0 は、還元区域 4 0 内のバイオ炭のベッドの頂部に事実上乘っているため、還元区域 4 0 内のバイオ炭のベッドが厚くなりすぎた場合、酸化帯域 3 5 0 は、熱分解区域 2 0 に入るように上昇することになる。熱電対または他のセンサを使用して酸化帯域 3 5 0 の場所を監視することで、以下で考察されるガス化装置の制御システムは、火格子 5 0 の回転の速度を上げ、より高速でバイオ炭を除去するようにプログラミングすることができ、これによりバイオ炭ベッドの高さを下げ、酸化帯域 3 5 0 を適切な場所に戻るよう下げる。逆に、ガス化装置の制御システムは、バイオ炭のベッドが浅くなりすぎた場合、その結果酸化帯域 3 5 0 が火格子に対して近づきすぎるほど移動した場合、火格子 5 0 を減速させることができる。

30

【 0 0 8 8 】

[00147] 炭化物収集シュート

[00148] 図 1、図 2、図 5 および図 6 に示されるように、ガス化装置の下には、バイオ炭収集シュート 6 0 があり、これは鋼、ステンレス鋼または別の頑丈で、熱安定性であり、小孔のない物質で作製されてよい。バイオ炭が火格子 5 0 の底部または側部から出る際、バイオ炭は、ガス化装置の下にあるバイオ炭収集シュート 6 0 に下方に落下する。バイオ炭収集シュート 6 0 は、ガス化装置流れレーン 2 0 3 内でのバイオ炭の流れの方向から特定の角度のところに配置される。一実施形態においてこの角度は、ガス化装置流れレーン 2 0 3 におけるバイオ炭の流れの方向から測定して 9 0 ° 未満である。一実施形態において、この角度は、ガス化装置流れレーン 2 0 3 におけるバイオ炭の流れの方向から測定して 4 5 ° から 8 0 ° である。一実施形態において、少なくとも 2 つのバイオ炭収集シュート 6 0 がガス化装置の中心軸に対して対称的に配置される。

40

【 0 0 8 9 】

[00149] 発生炉ガス収集ベント / ホーン

[00150] 図 1、図 2、図 5 および図 6 に示されるように、2 つ以上の発生炉ガス収集ベント 7 0 が火格子 5 0 の軸線の周りに対称的になるようにバイオ炭収集シュート 6 0 内に

50

配置される。発生炉ガス収集ベント70に対する開口は、下方に向いており、そのためバイオ炭は、バイオ炭が火格子50から落下する際、これらのベントの中に直接落下しない。発生炉ガスおよびバイオ炭がバイオ炭収集シュート60に入るように落下する際、重力によってバイオ炭が発生炉ガスから分離され、発生炉ガスは、発生炉ガス収集ベント70を通過して出て行く。

【0090】

[00151]バイオ炭残留物ボックス

[00152]図6に示されるように、バイオ炭残留物ボックス90が、バイオ炭収集シュート60の底部にある。バイオ炭は、バイオ炭収集シュート60を下方に落下してバイオ炭残留物ボックス90に入る。

10

【0091】

[00153]バイオ炭残留物ボックスは、「残留物オーガ」と呼ばれる管形式のオーガ91を有する。残留物オーガ91は、残留物オーガ91にボルト締めされた十字型のスプール配管の端部にボルト締めされたポケット弁92に入るようにバイオ炭を移動させる。一実施形態において、ポケット弁92は、標準的な空気始動式の8インチまたは10インチのボール弁であり、この場合ボール弁は一端において密閉される。「上の」位置において、ボールはポケットを形成する。残留物オーガ91は、ガス化装置の制御システムによって制御されるため、ポケット弁92が上の位置にあるとき、残留物オーガ91は、バイオ炭をポケット弁92の中に堆積させる。制御システムがこの工程を停止する際、残留物オーガ91は停止し、ポケット弁92は、「下」の位置に回転し、その内容物を外部の収集箱または何らかの他の二次的な除去システムに空ける。ポケット弁92にあるボールは、一端において閉鎖されるため、ポケット弁92は、常に密閉された状態であり、発生炉ガスがバイオ炭残留物ボックス90から漏れ出すのを防ぐ。少量の発生炉ガスが漏れるが、高い地点のベント配管によって安全に排気される、あるいは真空ポンプによって吸い出すことができる。

20

【0092】

[00154]供給原料の要件

[00155]ガス化装置は、極めて広範な範囲の供給原料をガス化することができる。所与の供給原料または材料の混合物が有効にガス化するかどうかを判断するために、供給原料は、酸化剤ストリームが供給原料の中を通過できるように十分に多孔性であり、好適な発熱密度(btu/ft^3)を有し、好適なかさ密度および好適な化学的組成を有する必要がある。当業者は、好適な供給原料を認識するであろう。ガス化装置の一実施形態において、好適な供給原料は、(1)25%以上の化学結合した酸素含有量(分子ベースの)、(2)10%以下の灰の含有量、(3)30%以下の水分含有量、および(4)151 lbs/ft^3 を超えるかさ密度であってよい。これらの変量には何らかの相互作用がある。

30

【0093】

[00156]全てのバイオマスの形態は $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ の基本的な化学構造を含む。この分子構造は本来、上昇した温度では不安定であり、加熱される際、容易に分解する。これは、全てのタイプのバイオマスガス化装置の基本的な駆動体である。この分子の分解は、高度に発熱性であり、さらなるバイオマスの分解を持続するのに必要な熱を生成する。したがって実際には全ての形態のバイオマスは、それらが多孔性およびかさ密度要件を満たすことを条件でガス化装置に適した供給原料である。

40

【0094】

[00157]始動および停止

[00158]始動時に、ガス化装置は、酸化区域30の中央まで供給原料で満たされる。高温の木炭の層(一実施形態において、ごく数インチの高さの層)が、熱分解区域20または乾燥区域10(適用可能ならば)の頂部を通過して供給原料の頂部に適用される。ガス化装置は、この後、供給原料で満たされ、ガス化装置のレベル指示器およびガス化装置の制御システムが始動される。

50

【 0 0 9 5 】

[00159]次の数時間にわたって、ガス化装置は加熱し始め、温度勾配が形成され始める。一部の低品質のガスが、ほぼ直ぐに形成され、発生炉ガス生成は、ガス化装置が加熱するにつれて、徐々に増大し、向上する。

【 0 0 9 6 】

[00160]ガス化装置が適切な期間にわたって作動されるならば、ガス化装置の内部のライニングは、たっぷりと熱を含むようになり、ガス化装置は、数時間のダウンタイムの後でも、追加の高温の木炭なしで再始動させることができる。これは、「ウォームスタート」と呼ばれる。多くの場合、ガス化装置は、2日から3日超の間停止させてもなお、単に酸化剤ストリームを再度開始することによってウォームスタートのために十分な内部熱を維持することができる。ガス化装置からの発生炉ガスの流れは、酸化剤ストリームが停止する際に停止する。

10

【 0 0 9 7 】

[00161]ガス化装置の制御システム

[00162]ガス化装置の作動の最適化は、酸化帯域 3 5 0 の場所を管理するために正確なリアルタイムの調節を必要とする。例えば出て行くまたは進入する物質の速度を調節するために機械的なデバイスが酸化帯域 3 5 0 内に挿入されるならば、酸化帯域 3 5 0 における華氏 3 , 0 0 0 ° の温度（おおよそ）がこの機械的デバイスを破壊するであろう。したがって火格子 5 0 はさらにずっと低温の還元区域 4 0 に隣接するように配置させることができるため、火格子 5 0 を使用してガス化装置からのバイオ炭の除去を管理する。還元区域 4 0 からバイオ炭を除去率を上げることによって生じるバイオ炭ベッドの高さの変化は、酸化帯域 3 5 0 の垂直方向の位置を調節するために必要な何らかの変更を誘発する。以下で言及される変量は各々、酸化帯域 3 5 0 における変化を誘発するように調節することができる。

20

【 0 0 9 8 】

[00163]複数の方法およびシステムを制御システム全体の一部として利用することで、変化を誘発し、酸化帯域 3 5 0 を制御することができる。制御システムは、種々のアルゴリズムを利用して、ガス化装置を監視し調節する。制御システムは、リアルタイムの調節が可能であり、ガス化装置がオフラインにされる間のみ調節され得る他の方法を説明することが可能なサブシステムを含むことができる。ガス化装置がオフラインにされる間の調節には、(1) 乾燥区域 1 0 の物理的サイズおよび高さの調節（または乾燥区域 1 0 を取り除く）、(2) 火格子 5 0 の穴 5 0 3 のサイズの調節（一実施形態では、火格子 5 0 の互換性のあるセグメント 5 0 4 を交換することによって）が含まれてよい。制御システムは、(a) ガス化装置に進入する供給原料の種類、(b) 供給原料がガス化装置に進入する速度、(c) 適用可能な場合の乾燥区域 1 0 における供給原料の充填レベル、(d) 適用可能な場合の乾燥区域 1 0 の温度、(e) 熱分解区域 2 0 （または適用可能ならば乾燥区域 1 0 ）の頂部における入口を介して送達される酸化剤ストリームの体積、速度および圧力、(f) 平面空気入口 3 1、3 2 のリングを通して送達される酸化剤ストリームの体積、速度および圧力、(g) ガス化装置の全体の圧力、(h) ガス化装置の種々の区域における圧力差、(i) ガス化装置内での酸化帯域 3 5 0 の場所、(j) 火格子 5 0 の回転速度の調節、(k) 火格子 5 0 の垂直方向の位置（すなわちバイパスの高さの調節）、(l) 還元区域 4 0 におけるバイオ炭ベッドの厚さ、(m) ガス化装置を出て行く発生炉ガスの構成成分のテストおよびサンプリング、(n) ガス化装置を出て行く発生炉ガスの温度、(o) 発生炉ガス収集ベントの圧力およびガス化装置を出て行く発生炉ガスの圧力（上記の例は「可変」である）に関するガス化装置の作動中のリアルタイムの調節を実施するためにサブシステムを含むことができる。

30

40

【 0 0 9 9 】

[00164]可変の周波数駆動

[00165]ガス化装置の一実施形態において、制御システムは特定の変量を徐々に増加または低下させる、あるいは変量全体に対する何らかの変更を開始するまたは停止すること

50

ができる。例えば、制御システムは、ある時点で火格子50の回転速度をわずかに遅くする必要があり、その後別の時点で火格子50を完全に停止させる必要がある場合がある。当業者は、電気モータおよび駆動装置が、一部が固定された速度の駆動装置であり、他方が可変の周波数（速度の）駆動装置（「VFD」）である2つの一般的な方法で作動することを理解するであろう。ガス化装置の一実施形態において、よってVFDは、オン/オフタイマーに装着され、火格子50の回転速度を制御するために利用される。VFDを始動および停止することによって、制御システムは、火格子50を回転するためにVFDからの十分なトルクを維持する一方で、低速の火格子50の回転をシミュレートすることができる。

【0100】

[00166]より高いトルクが必要とされない酸化剤ストリーム制御システムなどの他の用途では、VFDは、オン/オフタイマーなしで利用される場合もある。

【0101】

[00167]火格子の管理

[00168]制御システムは、火格子50の回転速度を調節することで、酸化区域30と還元区域40との間の圧力差を含めた複数の変量を調節する。この後者の一例は、還元区域の圧力差が、単に火格子50のRPM設定を管理することによって維持され得ることである。

【0102】

[00169]酸化剤ストリームの流れの制御

[00170]バイオ炭がガス化装置を出て行くときの速度はまた、ガス化装置にわたる垂直方向の圧力差も制御する（バイオ炭ベッドの厚さはガス化装置の圧力をある程度決定するが、これはバイオ炭がガス化装置の底部において見せかけのシールを形成するためである）。ガス化装置にわたる垂直方向の圧力差、すなわち乾燥区域10の頂部から火格子50の底部を通り抜ける圧力はよって、火格子50の回転速度を単に上下させ、これによりバイオ炭を還元区域40から排出することによってある程度制御される。別の方法で記載すると、バイオ炭がガス化装置から十分な速度で排出されない場合、バイオ炭が還元区域40内に蓄積し、減少した残りの体積が、還元区域40および酸化区域30内で発生炉ガスの圧力を増加させる。一実施形態において、ガス化装置の垂直方向の圧力差は、バイパスの高さによって制御され、バイパスの高さが増加するにつれて（すなわち火格子50を下げることによって）、ガス化装置からの発生炉ガスおよびバイオ炭の流れが大きくなる。

【0103】

[00171]発生炉ガスの生成の速度は、酸化剤ストリーム中の酸素の濃度と、ガス化装置に投入される酸化剤ストリームの流速に比例する。制御システムは、当分野で知られる標準的な方法を利用して酸化剤ストリームを計測し調整する。

【0104】

[00172]図17は、ガス化装置の切欠き側面図であり、矢印がガス化工程を描いている。3つのタイプの酸化剤ストリームが、すなわちパージ酸化剤ストリーム、ベッド酸化剤ストリームおよびピアノ酸化剤ストリームが3つの別個の対応する入口地点を介してガス化装置に進入する。パージ酸化剤ストリームは供給原料に対して投入され、圧力ロックを介して供給原料と共にガス化装置に進入する酸化剤ストリームである。パージ酸化剤ストリームはまた、圧力ロックへの逆流からの停滞ガスを阻止する。ベッド酸化剤ストリームは、ガス化装置の頂部に配置された入口11を介してガス化装置に進入する。平面酸化剤ストリームは、酸化区域30の周辺部の周りでリング内に配置された平面空気入口31、32を介してガス化装置に進入する。制御システムが、このような酸化剤ストリームの各々を監視し調節することで、ガス化装置の各々の区域における酸素の総量および生成される発生炉ガスの量を管理する。制御システムは、異なる水分含有量、かさ密度を有する供給原料に合うように調節するために、あるいはさらには供給原料のBTU値が変化することが理由でこのような酸化剤ストリームの体積および速度を調節することができる。制御システムによって、ガス化装置が作動される間に変更を行なうことが可能になり、その結

10

20

30

40

50

果、ガス化装置を停止させるまたは再構成する必要がない。

【0105】

[00173]ガス化装置に供給される酸素が多くなると、より迅速に供給原料が酸化区域においてガス化される。反応を早めると、より多くのバイオ炭が生成され、還元区域40内に蓄積される。

【0106】

[00174]ガス化装置における火格子50および酸化剤ストリームの変量制御を目的とした制御システムの実装は、発生炉ガスの濃度および品質も保証する。

【0107】

[00175]熱電対およびセラミックライニング

[00176]ガス化装置では複数の異なる重複する制御方法が使用されており、ほとんどが、工程全体を通してより正確な制御を実現することができる手段として機能する。一実施形態において、効果的な制御方法は、各々の区域の温度によって示される熱勾配または熱プロフィールを監視することである。このような温度は、ガス化装置のライニングされた壁の内側に埋め込まれた熱電対によって得られる。この温度勾配または熱プロフィールは、各々の区域がある場所および各々の区域がガス化装置内で移動する先の極めて優れた指標である。一実施形態において、制御システムはこの情報を利用して、任意の所与の区域における酸化剤ストリームの均衡を変える、あるいは火格子50の回転およびバイパスを介して還元区域40におけるバイオ炭のベッドの高さを物理的に変えることで、各々の区域をそれより上に維持するおよび/または持続させるのを助ける。

10

20

【0108】

[00177]ある実施形態は、炭化ケイ素、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、耐熱合金、他のセラミックあるいは高温で安定性のある別の物質によってガス化装置全体をライニングすることによって発生炉ガスの濃度を改善する。このようなライニングは、酸化帯域350から出て行く熱を均等に分散させ伝導するのを助け、ガス化装置の内部で生じる反応から熱電対を保護しつつ熱電対を利用することを可能にする。

【0109】

[00178]制御システムは、全ての異なる方法を利用し、前記方法をアルゴリズムに関する制御装置に組み込むことができる。後者は、制御システム全体を通しての冗長性を可能にするだけでなく、より大きな信頼性および効率も保証する。それはさらに、発生炉ガスが一定であり、高い品質であることも保証する。

30

【0110】

[00179]上記に記載したガス化装置の用途および方法はまた、還元区域40の高さを管理する有効な方法も提供する。他のガス化装置における問題は、酸化帯域350がガス化装置内の1箇所に制限され、酸化帯域350を移動させることは、その工程の機能を実質的に妨害するまたはガス化装置を破壊することになることである。このガス化装置の一実施形態において、酸化帯域350を熱分解区域20内に上に移動させる、または還元区域40内に下に移動させることができ、それでもなお制御システムによって酸化剤ストリームを配置させ、一定量のバイオ炭を除去することを可能にすることによって酸化帯域を管理および/または維持することができる。これにより供給原料の高さの崩壊またはガス化装置にわたる圧力差は、酸化帯域350をつぶすリスクなしで火格子50の回転を介して管理することができる。

40

【0111】

[00180]生成されるガス

[00181]作動中、ガス化装置は、125から145btu/ft³の発熱密度を有する発生炉ガスを形成する。このような発生炉ガスの品質は、十分な酸化剤ストリームおよび好適な供給原料がガス化装置に対して利用可能である限り継続して生成される。一実施形態において、ガス化装置は、1日当たり12から120トンの供給原料を変換する。

【0112】

[00182]このガス化装置は、他のガス化装置とは極めて設計が異なっており、また発生

50

炉ガスの出力および品質、ならびに今日市場にある他の下方流ガス化装置に対して工程の全体の効率をかなり改善することが明らかである。

【0113】

[00183]多面的事項

[00184]本明細書で引用される公報、特許出願、および特許を含めた全ての参考文献は、あたかも各々の参考文献が個別におよび具体的に参考により組み込まれるように指摘され、その全体が本明細書に記載されるのと同程度に参照により本明細書に組み込まれる。

【0114】

[00185]発明を記述する文脈における用語「a」および「an」および「the」および同様の指示用語は、そうでないことが本明細書に指摘される、あるいは文脈によって明らかに矛盾しない限り、単数および複数の両方を包含するように解釈すべきである。用語「備える (comprising)」、「有する (having)」、「含む (including)」および「包含する (containing)」は、そうでないことが指摘されなければ、開放式の使用として解釈すべきである (すなわち「含めるが、限定はしない」)。本明細書で値としての範囲の記述は、そうでないことが本明細書において指摘されなければ、この範囲内にある各々の個別の値を個々に指す簡単な方法として機能することが単に意図されているだけであり、各々の個別の値は、この値が本明細書に個別に記述されているかのように明細書に組み込まれる。本明細書に記載される全ての方法は、本明細書で指摘される、または文脈によって明らかに矛盾していなければ任意の好適な順序で行なうことができる。本明細書で提供される任意のおよび全ての実施例、または例示的な用語 (例えば「など」) の利用は、単に本発明をより適切に説明することが意図されるのみであり、そうでないことが主張されなければ本発明の範囲を限定するものではない (すなわち「など、但し限定はしない」)。明細書中の用語はいずれも、本発明の実施に必須である何らかの主張されない要素を示すものと解釈すべきではない。

10

20

【0115】

[00186]本発明の好ましい実施形態が、ここに記載されている。このような好ましい実施形態の変形形態は、前述の記載を読むことで当業者に明らかになるであろう。本発明者等は、熟練工がこのような変形形態を適切に採用することを予測し、本発明者等は、本発明が本明細書に具体的に記載されるとは別の方法で実施されることを意図している。したがって本発明は、適用可能な法律によって許可されたここに添付されるクレームに列記される主題の全ての修正形態および等価物を含める。さらに、この全ての可能な変形形態における上記に記載した要素の何らかの組み合わせは、本明細書にそうでないことが指摘される、あるいは文脈によって明らかに矛盾しなければ、本発明によって包含される。

30

【0116】

[00187]上記の開示は、単に例示の目的のみで提示された実施例と共に本発明の原理を記載しているが、本発明の利用は、添付される特許請求の範囲の範囲およびその均等物の範囲内で、全ての通常の変形形態、適合形態および/または修正形態を含めることを理解すべきである。当業者は、上述から、今しがた記載された実施形態の種々の適合形態および修正形態は、本発明の範囲および精神から逸脱せずに構成することができることを理解するであろう。したがって、添付される特許請求の範囲において、本発明は本明細書に具体的に記載される方法以外で実施される場合もあることを理解すべきである。

40

【 図 1 】

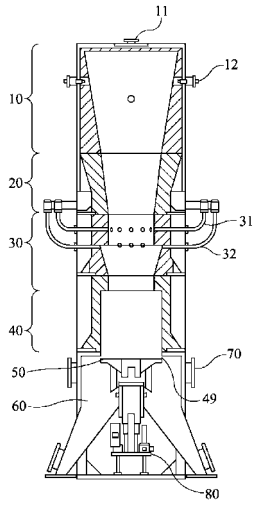


FIG. 1

【 図 2 】

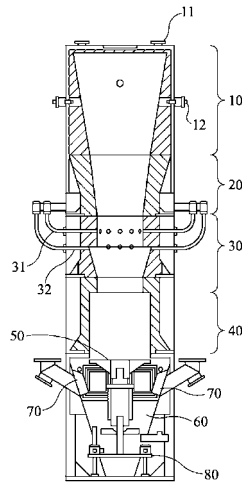


FIG. 2

【 図 3 】

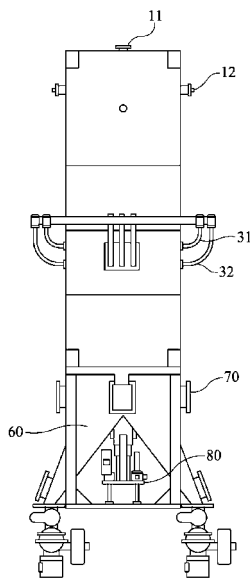


FIG. 3

【 図 4 】

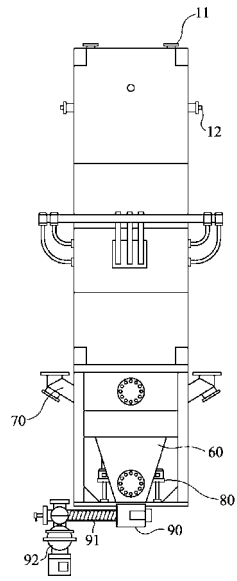


FIG. 4

【 図 5 】

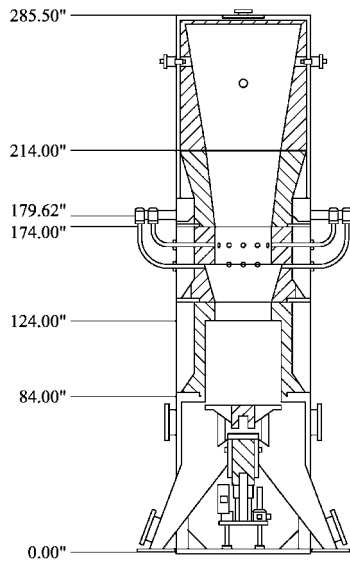


FIG. 5

【 図 6 】

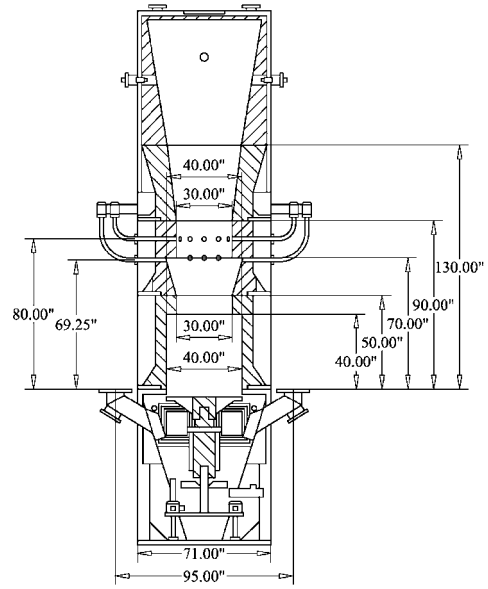


FIG. 6

【 図 7 】

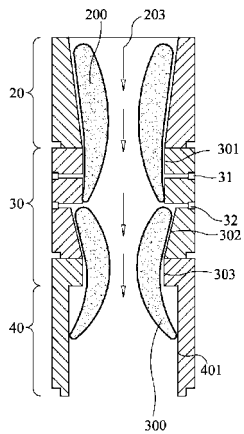


FIG. 7

【 図 8 】

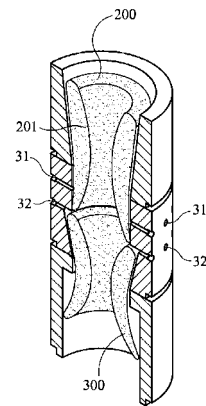


FIG. 8

【 図 9 】

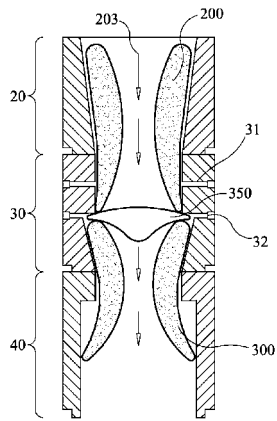


FIG. 9

【 図 1 0 】

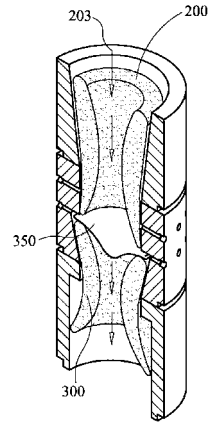


FIG. 10

【 図 1 1 】

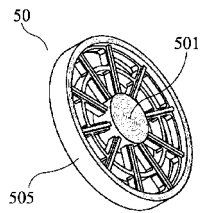


FIG. 11

【 図 1 2 】

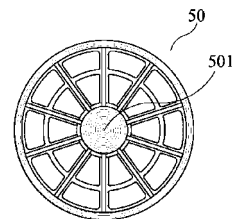


FIG. 12

【 図 1 3 】

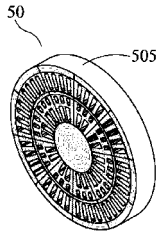


FIG. 13

【 図 1 4 】

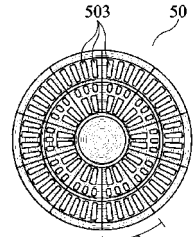


FIG. 14

【 図 1 5 】



FIG. 15

【 図 1 6 】



FIG. 16

【図 17】

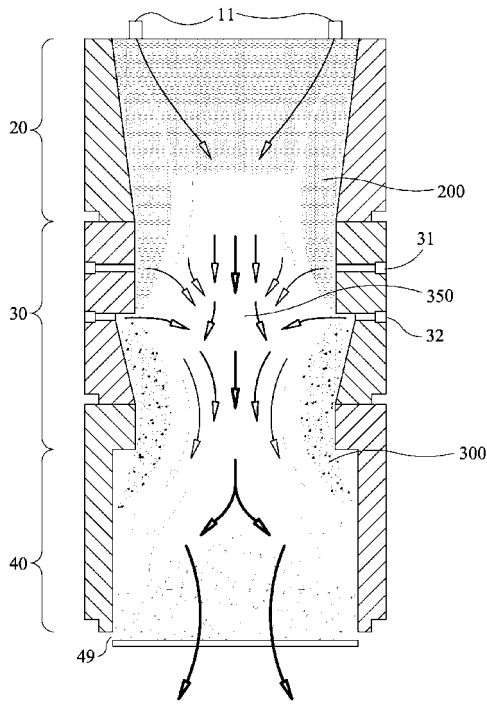


FIG. 17

【手続補正書】

【提出日】平成29年8月2日(2017.8.2)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガス化装置であって、

結合され垂直方向に配置された複数の管であって、内壁、外壁、入口を提供する近位端、および出口を提供する遠位端を有する複数の管と、

少なくとも3つの連続する反応区域であって、中心の収束部に向かって角度を成す熱分解区域と、その後続く酸化区域であり、前記酸化区域に相当する前記管の中央の部分が広げられた酸化区域と、その後続く還元区域であり、前記還元区域に相当する管の内壁が、前記酸化区域に相当する管より大きな直径を有し、前記酸化区域および前記還元区域の間に段を形成する還元区域とを含む、少なくとも3つの連続する反応区域と、

酸化剤ストリームを噴射するために前記酸化区域内に配置された加圧空気入口の少なくとも2つのリングであって、前記加圧空気入口の前記少なくとも2つのリングの一つは、前記酸化区域に対応する前記管の広げられた中央の部分の周りに配置され、前記ガス化装置は、加圧空気入口の前記少なくとも2つのリングを通して噴射される前記酸化剤ストリームの体積、速度および圧力を調整するように構成される、前記2つのリングと、

前記還元区域の下に配置されているが前記還元区域に装着されない、回転式で垂直方向に調節可能な火格子とを備え、

供給原料のガス化のために使用される部分開放コア型の下方流ガス化装置である、ガス化装置。

【請求項 2】

非加圧空気入口をさらに備え、ベッド酸化剤ストリームが前記非加圧空気入口を介して前記ガス化装置に進入し、パージ酸化剤ストリームが前記供給原料と共に前記ガス化装置に進入する、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 3】

前記酸化区域における前記管の前記広げられた部分が、K l i n e - F o g e l m a n 段である、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 4】

前記ガス化装置の使用時、前記火格子の真上で前記還元区域内にバイオ炭のベッドをさらに備え、前記供給原料および前記バイオ炭のベッドが、前記火格子によって前記ガス化装置の内部に保持される、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 5】

前記還元区域と前記火格子との間にバイパスをさらに備える、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 6】

前記火格子が、耐久性、耐熱性および非反応性を有し、前記火格子が、頂部面および底部面を有し、前記火格子の前記頂部面が、前記ガス化装置の前記垂直方向に配置された管に対して直角を成さず、前記火格子の前記頂部面がさらに、前記火格子の中心で始まり前記火格子の頂部面全体に及ぼらせん状の溝である特定のパターンを有する、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 7】

前記還元区域および前記火格子の間のバイパスと、
前記火格子内にあり、前記火格子全体に対称的に分散された穴と、
をさらに備え、バイオ炭が前記ガス化装置の前記遠位端から前記火格子を通り抜けて落下する、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 8】

前記火格子が頂部面および底部面を有し、前記火格子の前記底部面がフレームであり、前記火格子の前記頂部面が、前記フレーム上に載る複数の交換可能なセグメントを備える、請求項 1 に記載のガス化装置。

【請求項 9】

ガス化装置を供給原料で満たすステップであって、前記ガス化装置が、結合され垂直方向に配置された複数の管を備え、前記複数の管が、内壁、外壁、入口を提供する近位端、出口を提供する遠位端、熱分解区域、酸化区域、および還元区域を有し、前記酸化区域に対応する前記管は、前記中間で広げられ、その後続く還元区域であって、前記還元区域に対応する前記管の前記内壁は、前記酸化区域に対応する前記管の直径より大きい直径を有し、前記酸化区域および前記還元区域の間に段を形成する、ステップと、

前記供給原料に着火して酸化帯域を形成するステップと、

加圧空気入口の少なくとも 2 つのリングを利用して前記酸化区域に酸化剤ストリームを噴射するステップであって、加圧空気入口の前記少なくとも 2 つのリングのうち少なくとも一つは、前記酸化区域の前記広げられた中間の周りに配置され、前記ガス化装置は、加圧空気入口の前記少なくとも 2 つのリングを通して噴射される前記酸化剤ストリームの前記体積、速度および圧力を調整するように構成される、前記ステップと、

前記供給原料が流動化し分解し始める熱分解区域、前記供給原料が発生炉ガスへ変化する酸化区域、および前記発生炉ガスがバイオ炭と混ざり合って冷却し追加の発生炉ガスを形成する還元区域を順番に通るように供給原料を移動させるステップと、

前記還元区域の下に配置された回転式の垂直方向に調節可能な火格子を利用して前記ガス化装置の内部に供給原料およびバイオ炭のベッドを保持するステップと、

バイパスおよび前記火格子内の穴を介してバイオ炭および発生炉ガスを取り除くステッ

ブと、

前記ガス化装置を供給原料で再度満たすステップとを含む、供給原料をガス化する方法。

【請求項 10】

非加圧空気入口によって前記ガス化装置の中に空気を噴射するステップをさらに含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

ベッド酸化剤ストリームが、非加圧空気入口を通過して前記ガス化装置に進入し、パージ酸化剤ストリームが前記供給原料と共に前記ガス化装置に進入する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記ガス化装置の利用を通して、前記酸化帯域より上に誘導された供給原料の傾斜および前記酸化帯域より下に流入したバイオ炭の傾斜を形成することによって、炉頂および炉床ガス化装置をシミュレートするステップをさらに含み、前記酸化区域に相当する前記管が、広げられた中央の部分をも有し、その後還元区域が続き、前記還元区域に対応する前記管の前記内壁が、前記酸化区域に相当する前記管より大きな直径をも有する、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 13】

前記加圧空気入口の少なくとも 2 つのリングの少なくとも 1 つが、前記酸化区域に相当する前記管の前記広げられた部分の周りに配置された前記加圧空気入口より上に配置されることで、追加の酸化剤ストリームを前記供給原料内に噴射することが可能となる、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 14】

発生炉ガスとバイオ炭を前記還元区域において混合するステップであって、前記還元区域内の渦の形成によって実現されるステップと、

バイパスによって前記ガス化装置の作動中、ガス化されなかった物質を除去するステップと、

をさらに含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 15】

前記火格子が頂部面および底部面をも有し、前記頂部面が、中心をも有し、前記ガス化装置の前記垂直方向に配置された管に対して直角を成さず、さらに前記火格子が、前記火格子の前記頂部面の中心で始まり前記火格子の頂部面全体に及ぶらせん状の溝によってパターン形成され、前記方法は、前記らせん状の溝の反対方向に前記火格子を回転させるステップを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 16】

前記火格子は、前記火格子内にあり、前記火格子全体に対称的に分散される穴をさらに備える、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記火格子内の前記穴が、楕円形、腎臓形または長円形である、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記火格子の前記底部面がフレームであり、前記フレーム上に載る複数の交換可能なセグメントをさらに備える、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 19】

制御システムおよびセンサを利用してガス化装置の変数を監視し調節するステップをさらに含み、

前記制御システムを利用することによって前記酸化帯域を前記ガス化装置内の任意の所望される場所に保持し、前記火格子からのバイオ炭の除去率、ベッド酸化剤ストリーム、パージ酸化剤ストリームおよび加圧酸化剤ストリームの速度および比率を調節するステップをさらに含む、請求項 9 に記載の方法。

フロントページの続き

- (72)発明者 ボットギター, ディオン, ジョン
アメリカ合衆国, ルイジアナ州, モンロー, テイルフォード サークル 3505
- (72)発明者 ホッパー, ビリー, フリーマン
アメリカ合衆国, ミシシッピ州, キャロルトン, シーアール 73 767
- (72)発明者 ブラウン, ジェフリー, スコット
アメリカ合衆国, ミシシッピ州, リーランド, ミモザ ドライブ 111
- (72)発明者 ロフティン, マーク, オリバー
アメリカ合衆国, アラバマ州, モビール, ブラッドシャー ドライブ 1990

【外国語明細書】

2017186565000001.pdf