

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7620000号  
(P7620000)

(45)発行日 令和7年1月22日(2025.1.22)

(24)登録日 令和7年1月14日(2025.1.14)

(51)国際特許分類	F I		
C 0 8 J 11/12 (2006.01)	C 0 8 J 11/12	Z A B	
C 0 8 J 11/14 (2006.01)	C 0 8 J 11/14		
C 1 0 J 3/00 (2006.01)	C 1 0 J 3/00	C	
C 1 0 J 3/72 (2006.01)	C 1 0 J 3/72	B	

請求項の数 20 (全27頁)

(21)出願番号	特願2022-503797(P2022-503797)	(73)特許権者	522023901
(86)(22)出願日	令和2年7月20日(2020.7.20)		パワーハウス・エナジー・グループ・ピーエルシー
(65)公表番号	特表2022-544454(P2022-544454 A)		イギリス・シーエフ31・2エーキュー・ブリジェンド・ブラックラ・インダストリアル・エステート・ガース・ドライブ・ユニット・3 / 3エー
(43)公表日	令和4年10月19日(2022.10.19)	(74)代理人	100108453
(86)国際出願番号	PCT/GB2020/051732		弁理士 村山 靖彦
(87)国際公開番号	WO2021/009520	(74)代理人	100110364
(87)国際公開日	令和3年1月21日(2021.1.21)		弁理士 実広 信哉
審査請求日	令和5年7月6日(2023.7.6)	(74)代理人	100133400
(31)優先権主張番号	1910309.2		弁理士 阿部 達彦
(32)優先日	令和1年7月18日(2019.7.18)	(72)発明者	デイヴィッド・ライアン
(33)優先権主張国・地域又は機関	英国(GB)		イギリス・CH2・4NU・チェスター

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 廃棄物の処理のための方法および装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

粉碎廃棄物を処理する方法であって、

a) 加熱室および前記加熱室の内容物を加熱するための1つまたは複数の燃焼加熱手段を提供するステップであって、前記加熱室は入口および出口を有し、第1のゾーンおよび第2のゾーンを含む、ステップと、

b) 前記入口を通して前記加熱室内へ粉碎廃棄物を送給するステップと、

c) 前記燃焼加熱手段を用いて、前記加熱室の前記第1のゾーンおよび前記第2のゾーン内で前記粉碎廃棄物を加熱し、可燃性ガスを生成するステップと、

d) 前記加熱室の前記第1のゾーンおよび前記第2のゾーンを加熱するため、前記生成された可燃性ガスの少なくとも一部を前記1つまたは複数の燃焼加熱手段に供給するステップと、

e) 前記加熱室の前記第1のゾーンにおいて前記粉碎廃棄物を第1の温度T1に加熱して前記粉碎廃棄物をガス化してガス化物質を生成し、前記加熱室の前記第2のゾーンにおいて前記ガス化物質を第2の温度T2に加熱して可燃性ガスを生成するステップであって、前記第2の温度T2は前記第1の温度T1より大きい、ステップと、

前記1つまたは複数の燃焼加熱手段に供給される2つ以上の燃料成分の比率を変更することによって、前記1つまたは複数の燃焼加熱手段によって前記加熱室の前記第1のゾーンおよび前記第2のゾーンに加えらるる熱の量を調整するステップと、を含む、方法。

10

20

**【請求項 2】**

ステップ c) は、前記加熱室の第 3 のゾーンにおいて前記可燃性ガスを、前記第 1 の温度  $T_1$  より高い第 3 の温度  $T_3$  に加熱するステップを含む、請求項 1 に記載の粉碎廃棄物を処理する方法。

**【請求項 3】**

前記加熱室の内側の温度を測定または決定するステップを含む、請求項 1 または 2 に記載の粉碎廃棄物を処理する方法。

**【請求項 4】**

前記加熱室の内側の測定または決定された温度に応じて、前記 1 つまたは複数の燃焼加熱手段の 1 つ、いくつかまたはそれぞれによって生成される熱を調整するステップを含む、請求項 3 に記載の粉碎廃棄物を処理する方法。

10

**【請求項 5】**

前記方法は、前記生成された可燃性ガスを洗浄するステップ f) を含み、ステップ f) は、ステップ d) の前にステップ c) に続いて行われる、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の粉碎廃棄物を処理する方法。

**【請求項 6】**

前記加熱室は、使用中、回転可能であり、前記方法は、前記加熱室を回転させるステップ g) を含む、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の粉碎廃棄物を処理する方法。

**【請求項 7】**

前記加熱室内へ蒸気を導入するステップ h) を含む、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の粉碎廃棄物を処理する方法。

20

**【請求項 8】**

粉碎廃棄物を処理するための装置であって、粉碎廃棄物から可燃性ガスを生成するための加熱室であって、粉碎廃棄物の前記加熱室内への導入のための入口と、生成された可燃性ガスの前記加熱室からの排出のための出口と、を含み、第 1 のゾーンおよび第 2 のゾーンを含む、加熱室と、使用中、前記加熱室の内容物を加熱するように構成されたまたは構成可能な 1 つまたは複数の燃焼加熱手段と、前記燃焼加熱手段の 1 つまたは複数によって前記加熱室の前記第 1 のゾーンおよび前記第 2 のゾーンに生成される熱の量を調整または変更するように構成されたまたは構成可能なコントローラであって、前記コントローラは、前記 1 つまたは複数の燃焼加熱手段に燃料を供給するように配置されたまたは配置可能な燃料混合物の 2 つ以上の燃料成分の比率を変更するように構成され、または構成可能であり、前記第 1 のゾーンは第 1 の温度  $T_1$  に加熱され、前記第 2 のゾーンは第 2 の温度  $T_2$  に加熱され、前記第 2 の温度  $T_2$  は前記第 1 の温度  $T_1$  より高い、コントローラと、使用中、前記加熱室の前記第 1 のゾーンおよび前記第 2 のゾーンで生成された可燃性ガスの少なくとも一部を前記 1 つまたは複数の燃焼加熱手段に供給するように構成されたまたは構成可能な供給システムと、を含む、装置。

30

**【請求項 9】**

電気エネルギーを生成するための発電機を含む、請求項 8 に記載の装置。

**【請求項 10】**

前記供給システムは、使用中、前記加熱室の前記第 1 のゾーンおよび前記第 2 のゾーンで生成された可燃性ガスの少なくとも一部を前記発電機に供給するように構成されている、または構成可能である、請求項 9 に記載の装置。

40

**【請求項 11】**

前記 1 つまたは複数の燃焼加熱手段は、前記加熱室内の第 3 のゾーンを第 3 の温度  $T_3$  に加熱するように構成され、または構成可能であり、前記第 3 の温度  $T_3$  は前記第 1 の温度  $T_1$  より高い、請求項 8 から 10 のいずれか一項に記載の装置。

**【請求項 12】**

前記 1 つまたは複数の燃焼加熱手段は複数の燃焼加熱手段を含む、請求項 8 から 11 のいずれか一項に記載の装置。

**【請求項 13】**

50

前記加熱室の前記第1のゾーンにおいて粉碎廃棄物を前記第1の温度T1に加熱するように第1の燃焼加熱手段が構成され、または構成可能であり、前記加熱室の前記第2のゾーンにおいてガス化物質を前記第2の温度T2に加熱するように第2の燃焼加熱手段が構成されている、または構成可能である、請求項8から12のいずれか一項に記載の装置。

【請求項14】

前記加熱室の前記第3のゾーンを第3の温度T3に加熱するように第3の燃焼加熱手段が構成されている、または構成可能である、請求項11に記載の装置。

【請求項15】

前記1つまたは複数の燃焼加熱手段は、使用中、前記加熱室の外側に配置されている、請求項8から14のいずれか一項に記載の装置。

10

【請求項16】

前記加熱室の内側の温度を測定または決定するように構成されたまたは構成可能な1つまたは複数の温度センサを含む、請求項8から15のいずれか一項に記載の装置。

【請求項17】

前記コントローラは、前記1つまたは複数の温度センサによって前記加熱室の内側で測定または決定された温度に応じて、前記1つまたは複数の燃焼加熱手段の1つまたは複数によって生成される熱を調整または変更するように構成されている、または構成可能である、請求項16に記載の装置。

【請求項18】

前記加熱室で生成された可燃性ガスを洗浄するための洗浄システムを含む、請求項8から17のいずれか一項に記載の装置。

20

【請求項19】

前記加熱室は、使用中、回転可能であるように配置または構成されている、請求項8から18のいずれか一項に記載の装置。

【請求項20】

前記加熱室内へ蒸気を導入するように構成されたまたは構成可能な蒸気送達手段を含む、請求項8から19のいずれか一項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概して、廃棄物を処理する方法に、および廃棄物を処理するための装置に関する。より具体的には、排他的ではないが、本発明は、粉碎廃棄物を処理する方法に、および粉碎廃棄物を処理するための装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

バイオマス材料を加熱して合成ガスを生成することが知られている。合成ガスは、他の物質の中でも、水素、一酸化炭素およびメタンを含むガス状混合物である。処理プロセスは通常、キルン内で粒状の、または他の方法で粉碎されたバイオマス廃棄物を加熱することを伴う。キルンは一般的に加熱システムによって加熱される。キルンの内容物に蒸気を加えて、たとえば、合成ガスをより容易に生成することができかつ/または合成ガスの成分の比率を制御することができる還元雰囲気を提供することも知られている。蒸気は通常、蒸気のキルン内への導入前に、さらなる加熱システムを用いて水を加熱することによって事前生成される。生成された合成ガスは次いでさらなる処理に送ることができる。

40

【0003】

当業者によって理解されるように、合成ガスを生成するための(およびそのさらなる処理のための)装置は比較的複雑である。さらに、処理プロセスは通常、連続的に、たとえば1日24時間実行される。したがって、加熱システム、圧縮システムなどには、比較的大量のエネルギーが要求される。これらの比較的高いエネルギー要件の結果、このような装置は動作コストが比較的高くなる可能性がある。しかしながら、バイオマス廃棄物から生成される水素(たとえば)が他の発生源から生成される水素と経済的に競合するために

50

は、処理方法は必然的に可能な限り安価でなければならない。したがって、廃棄物を処理するためのこのような装置のランニングコストを最小限に抑えることが有利であろう。

【 0 0 0 4 】

たとえば先行技術の方法に対して、方法の効率を高めることも有益であろう。キルン加熱方法の、蒸気製造方法の、ガス化プロセスの、および/または生成ガスの成分（たとえば水素）の製造の効率を相対的に高めることは有益であろう。

【 0 0 0 5 】

近年、プラスチック製品および包装の急増により、大量の廃棄物が発生している（そして発生し続けている）。プラスチック廃棄物は、自然分解させるため、従来、埋め立て地に運ばれてきた。しかしながら、このようなプラスチック廃棄物は、たとえば数百年単位で、自然に分解するのに長い時間がかかる可能性がある。したがって、廃プラスチック材料を埋め立て地に運ぶ代わりにこれを処理して、処理された廃棄物の副産物を用いることができるようにすることが提案されてきた。プラスチック材料を再処理して有用な製品を製造することができるようにこれを分離およびリサイクルすることは好都合であろう。

10

【 0 0 0 6 】

残念ながら、プラスチック廃棄物に関してリサイクルおよびリサイクル技術は普遍的ではない。さらに、汚染された廃プラスチック材料、または混合されたプラスチック廃棄物の流れを処理することは比較的高価で困難である。実際、現在リサイクルが不可能な（または法外に高価な）プラスチック材料がいくつかある。残念ながら、廃棄物の流れが汚染されている場合、リサイクル可能なプラスチック材料をリサイクル可能でないものから分離することは高価すぎると証明される傾向があるので、廃棄物の流れ全体が処理されない可能性がある。

20

【 0 0 0 7 】

プラスチック包装、たとえば食品包装に用いられるプラスチックバリアフィルムは、通常、プラスチックの機能的特性のため、リサイクルが困難なプラスチック材料の主要な発生源である。タイヤも処理が困難な廃棄物である。

【 0 0 0 8 】

廃棄物の流れをリサイクルすることができない状況においては、廃棄物の流れは通常、埋め立て地に運ばれることになる。

【 発明の概要 】

30

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、プラスチック廃棄物、たとえば、混合および/または汚染された廃プラスチック材料および車両タイヤから有用な作業を抽出することができる方法を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

したがって、本発明の第 1 の態様は、粉碎廃棄物を処理する方法を提供し、この方法は、  
a ) 加熱室および加熱室の内容物を加熱するための 1 つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータを提供するステップであって、加熱室は入口および出口を有する、ステップと、

40

b ) 入口を通して加熱室内へ粉碎廃棄物を送給するステップと、

c ) 燃焼加熱手段または燃焼ヒータを用いて、加熱室内で粉碎廃棄物を加熱し、可燃性ガスを生成するステップと、

d ) 加熱室を加熱するため、生成された可燃性ガスの少なくとも一部を 1 つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータに供給するステップと、を含む。

【 0 0 1 1 】

有利には、本発明は、先行技術の方法と比較して、粉碎廃棄物を処理する相対的により効率的な方法を提供する。たとえば、生成された可燃性ガスの少なくとも一部を 1 つまた

50

は複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータに供給することにより、1つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータに供給する外部燃料の量を相対的に削減することが可能になる。このように、先行技術の方法と比較して相対的に削減された費用で加熱室の加熱を実施することができる。

【0012】

粉碎廃棄物は、プラスチック廃棄物、たとえばポリエチレンテレフタレート、高密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン、線状低密度ポリエチレン、ポリビニルクロリド、ポリプロピレンなどを含むことができる。粉碎廃棄物は、ゴム、バイオマス、タイヤの粉などを含むことができる。粉碎廃棄物は、プラスチックおよび/または他の材料の任意の適切な組み合わせを含むことができる。

10

【0013】

本明細書で用いられる「粉碎(comminuted)」という用語は、小さな粒子または断片に削減された物質を意味するように解釈されるべきである。

【0014】

可燃性ガスは、可燃性炭化水素、たとえばメタンまたは別の適切なアルカンを含むことができる。可燃性ガスは、ガス状混合物、たとえば生成されたガス状混合物の成分を形成することができる。ガス状混合物は合成ガスを含むことができる。合成ガスは、水素、メタン、一酸化炭素を含むことができる。合成ガスは1つまたは複数のさらなる物質を含むことができる。

【0015】

実施形態において、この方法は、たとえば電気エネルギーを生成するため、生成された可燃性ガスの少なくとも一部を発電機に供給するステップe)を含むことができる。発電機は、この方法のステップに関連する1つまたは複数の構成要素または機械を制御するまたは動作させる電気エネルギーを供給することができる。加えて、またはあるいは、発電機は電力網に電気エネルギーを供給することができる。加えて、またはあるいは、発電機は、1つまたは複数のさらなる構成要素または機械に電気エネルギーを供給することができる。

20

【0016】

実施形態において、生成された可燃性ガスの少なくとも一部をガスグリッドに送達または供給することができる。実施形態において、生成された可燃性ガスの少なくとも一部を1つまたは複数のさらなる化学物質へと処理することができる。

30

【0017】

実施形態において、ステップc)は、加熱室の第1のゾーンにおいて粉碎廃棄物を第1の温度T1に加熱して、たとえば粉碎廃棄物をガス化するステップを含むことができる。

【0018】

第1の温度T1は、粉碎廃棄物を少なくとも部分的にガス化するように十分に高くすることができる。第1の温度T1は、粉碎廃棄物を完全にガス化するように十分に高くすることができる。

【0019】

実施形態において、ステップc)は、加熱室の第2のゾーンにおいてガス化物質を第2の温度T2に加熱して、たとえば可燃性ガスを生成するステップを含むことができる。第2の温度T2は第1の温度T1より高くすることができる。

40

【0020】

実施形態において、ステップc)は、加熱室の第3のゾーンにおいて可燃性ガスを、たとえば第3の温度T3に加熱するステップを含むことができる。第3の温度T3は第1の温度T1より高くすることができる。第3の温度T3は第2の温度T2より低くすることができる。第3の温度T3は第2の温度T2より高くすることができる。第3の温度T3は第2の温度T2に(たとえば実質的に)等しくすることができる。

【0021】

加熱室内のゾーンの1つまたは複数は、同じ大きさとする、たとえば同じ長さ、幅およ

50

び / または径を有することができる。加熱室内のゾーンの1つまたは複数は、異なる大きさとする、たとえば異なる長さ、幅および / または径を有することができる。

【0022】

加熱室内に3つのゾーンが存在する場合、第1のゾーンおよび第2のゾーンは同じ大きさとする、たとえば同じ長さ、幅および / または径を有することができる。第3のゾーンは第1のゾーンおよび第2のゾーンより大きくても小さくてもよく、たとえば第3のゾーンは、第1のゾーンおよび第2のゾーンより大きなまたは小さな長さ、幅および / または径を有することができる。好ましくは、第3のゾーンは第1のゾーンおよび第2のゾーンより小さく、たとえば第3のゾーンは、第1のゾーンおよび第2のゾーンより小さな長さ、幅および / または径を有する。

10

【0023】

加熱室内に3つのゾーンが存在する場合、第1のゾーンおよび第2のゾーンは異なる大きさとする、たとえば異なる長さ、幅および / または径を有することができる。第3のゾーンは、第2のゾーンと同じ大きさとする、たとえば同じ長さ、幅および / または径を有することができる。第3のゾーンは、第2のゾーンとは異なる大きさとする、たとえば異なる長さ、幅および / または径を有することができる。一実施形態において、第3のゾーンは第2のゾーンより小さく、たとえば第3のゾーンは、第2のゾーンより小さな長さ、幅および / または径を有する。一実施形態においてこれらのゾーンは同じ幅を有するが、同じまたは異なる長さである。明らかに、これらのゾーンが異なる長さを有すれば、加熱室に沿った所与の流量について、各ゾーンでの滞留時間は異なることになる。異なるゾーンで温度が異なる場合、これらのゾーンが異なる長さであるとき、材料は（材料の所与のスループットについて）異なる温度および / または他の条件（たとえば雰囲気）に異なる期間さらされることになる。

20

【0024】

加熱室の温度は全体を通して250よりも高くすることができる。たとえば、加熱室の温度は、ゾーンのそれぞれにおいて、たとえば3つのゾーンのそれぞれにおいて、250よりも高く、たとえば275、300、325、350、375、400、425、450、475、500、525、550、575、600、625または650よりも高くすることができる。

【0025】

第1の温度T1、第2の温度T2および / または第3の温度T3は、所定の温度を含むことができる。第1の温度T1は、約650と750との間、たとえば約700に設定することができる。第2の温度T2は、約800と1000との間、たとえば約850と950との間、たとえば約900に設定することができる。第3の温度T3は、約1000と1200との間、たとえば約1050と1150との間、たとえば約1100に設定することができる。

30

【0026】

1つまたは複数のゾーン、たとえば第1のゾーン、第2のゾーンおよび / または第3のゾーンにおける温度は、それぞれの燃焼加熱手段または燃焼ヒータへの燃料および / または空気の供給を制御する、たとえば個別に制御することによって制御する、または制御可能とすることができる。燃料および / または空気の供給を制御することは、各ゾーン、たとえば第1のゾーン、第2のゾーンおよび / または第3のゾーンで1つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータに供給される空気および / または燃料の質量流量を増加または減少させることを伴うことができる。

40

【0027】

燃料は2つの燃料成分（たとえば天然ガスおよび合成ガス）の混合物を含むことができる。燃料の質量流量を制御することは、2つの燃料成分の比率を変更することを含むことができる。各ゾーンにおける温度を制御することは、1つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータに供給される2つの燃料成分の比率を制御することを含むことができる。各ゾーンにおける温度を制御することは、燃焼加熱手段または燃焼ヒータに供給される燃料

50

の空気に対する比率を制御することを含むことができる。

【0028】

実施形態において、この方法は、加熱室内側の温度を測定または決定するステップを含むことができる。この方法は、1つまたは複数の温度センサを用いて加熱室内の温度を測定または決定するステップを含むことができる。この方法は、加熱室内側にある1つまたは複数の温度センサを用いて加熱室内の温度を測定または決定するステップを含むことができる。この方法は、加熱室外側にある1つまたは複数の温度センサを用いて加熱室内の温度を測定または決定するステップを含むことができる。この方法は、（たとえば加熱室内の温度を測定または決定するために）たとえば加熱室内および/または外側の温度センサのアレイを用いるステップを含むことができる。加熱室に複数のゾーンが画

10

【0029】

いくつかの実施形態において、この方法は、たとえば加熱室内側の測定または決定された温度に応じて、1つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータの1つ、いくつかまたはそれぞれによって生成される熱を調整するステップを含むことができる。

【0030】

いくつかの実施形態において、この方法は、生成された可燃性ガスを洗浄するステップ f)を含むことができる。ステップ f)は、ステップ d)の前に行うことができ、たとえばステップ c)に続くことができる。

20

【0031】

実施形態において、加熱室は、使用中、回転可能とすることができる。たとえば、加熱室は回転軸を中心に回転可能とすることができる。この方法は、加熱室を回転させるステップ g)を含むことができる。

【0032】

いくつかの実施形態において、この方法は、加熱室内へ蒸気を導入する、たとえば注入するステップ h)を含むことができる。蒸気は、約400 と800 との間、たとえば約500 と700 との間、たとえば約550 と650 との間、たとえば約600 の温度で導入することができる。

30

【0033】

蒸気は熱交換器（たとえばボイラ）によって生成することができる。蒸気は過熱することができる。熱交換器は、加熱室を加熱することからの剰余熱によって加熱（たとえば煙道ガスによって加熱）することができる。熱交換器に水を提供することができる。水の温度は、制御する、または制御可能とすることができる。水の温度は、加熱室内へ供給される粉碎廃棄物の量に依存し得る。

【0034】

水の体積は制御可能とすることができる。水は連続的な流れとして提供することができ、または断続的な流れ、たとえばパルス状とすることができる。

【0035】

有益には、加熱室内へ蒸気を導入する、たとえば注入することにより、粉碎廃棄物の温度を急速に増加させることができる。

40

【0036】

加熱室内の任意の点で蒸気を導入することができる。たとえば、入口で、および/または加熱室のゾーンのいずれかにおいて、たとえば第1のゾーン、第2のゾーンおよび/または第3のゾーンにおいて、蒸気を導入、たとえば注入することができる。粉碎廃棄物の上流または下流で蒸気を導入することができる。好ましくは、粉碎廃棄物の下流で蒸気が導入される。好ましくは、加熱室の第1のゾーンにおいて蒸気が注入される。

【0037】

蒸気の導入、たとえば注入は、加熱室の回転軸からずらすことができる。

50

## 【 0 0 3 8 】

いくつかの実施形態において、この方法は、生成された可燃性ガスをさらに処理するステップを含むことができる。このさらなる処理はステップ d ) の前に行うことができる。さらなる処理は、生成された可燃性ガスの 1 つまたは複数の成分を除去または分離すること、たとえば生成された可燃性ガスから水素を除去または分離することを含むことができる。

## 【 0 0 3 9 】

本発明のさらなる一態様は、粉碎廃棄物を処理するための装置を提供し、この装置は、粉碎廃棄物から可燃性ガスを生成するための加熱室であって、粉碎廃棄物の加熱室内への導入のための入口と、生成された可燃性ガスの加熱室からの排出のための出口と、を含む、加熱室と、使用中、加熱室の内容物を加熱するように構成されたまたは構成可能な 1 つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータと、使用中、加熱室で生成された可燃性ガスの少なくとも一部を 1 つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータに供給するように構成されたまたは構成可能な供給システムと、を含む。

10

## 【 0 0 4 0 】

実施形態において、この装置は、たとえば電気エネルギーを生成するための発電機を含むことができる。実施形態において、供給システムは、使用中、加熱室で生成された可燃性ガスの少なくとも一部を発電機に供給するように構成する、または構成可能とすることができる。

## 【 0 0 4 1 】

いくつかの実施形態において、1 つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータは、加熱室内の第 1 のゾーンを第 1 の温度  $T_1$  に加熱するように構成する、または構成可能とすることができる。1 つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータは、加熱室内の第 2 のゾーンを第 2 の温度  $T_2$  に加熱するように構成する、または構成可能とすることができる。第 2 の温度  $T_2$  は第 1 の温度  $T_1$  より高くすることができる。

20

## 【 0 0 4 2 】

実施形態において、1 つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータは、加熱室内の第 3 のゾーンを第 3 の温度  $T_3$  に加熱するように構成する、または構成可能とすることができる。第 3 の温度  $T_3$  は第 1 の温度  $T_1$  より高くすることができる。

## 【 0 0 4 3 】

1 つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータは、1 つまたは複数の燃焼ヒータ、たとえばガスのような燃料源を用いる 1 つまたは複数のヒータを含むことができる。1 つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータは、1 つまたは複数のガスヒータ、たとえば 1 つまたは複数のガスバーナを含むことができる。実施形態において、1 つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータは、使用中、加熱室の外側に配置することができる。1 つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータは、加熱室を加熱するように配置することができる。

30

## 【 0 0 4 4 】

実施形態において、1 つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータは、複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータを含む。(加熱室内に複数のゾーンが画定される場合) 加熱室の第 1 のゾーンにおいて粉碎廃棄物を、たとえば第 1 の温度  $T_1$  に加熱するように、第 1 の燃焼加熱手段または燃焼ヒータを構成する、または構成可能とすることができる。加熱室の第 2 のゾーンにおいてガス化物質を、たとえば第 2 の温度  $T_2$  に加熱するように、第 2 の燃焼加熱手段または燃焼ヒータを構成する、または構成可能とすることができる。加熱室の第 3 のゾーンを、たとえば第 3 の温度  $T_3$  に加熱するように、第 3 の燃焼加熱手段または燃焼ヒータを構成する、または構成可能とすることができる。実施形態において、第 1 のゾーンは、入口に、またはこれに隣接した位置にあることができる。第 3 のゾーンは、出口に、またはこれに隣接した位置にあることができる。第 2 のゾーンは、第 1 のゾーンおよび第 3 のゾーン間の位置にあることができる。

40

## 【 0 0 4 5 】

50

燃焼加熱手段または燃焼ヒータは、第2のゾーンおよび/または後続のゾーンにおいてガス化物質を加熱するように構成する、または構成可能とすることができる。第2のゾーンおよび後続のゾーン、たとえば第2のゾーンおよび第3のゾーンにおいて合成ガスを生成することができる。

**【0046】**

実施形態において、この装置は、たとえば加熱室内側の温度を測定または決定するように構成されたまたは構成可能な1つまたは複数の温度センサを含むことができる。1つまたは複数の温度センサは、加熱室のゾーンの1つ、いくつかまたはそれぞれ（複数のゾーンの中に画定されている場合）の温度を測定または決定するように配置または構成することができる。実施形態において、第1のゾーンの温度を測定または決定するように1つまたは複数の温度センサを配置することができる。第2のゾーンの温度を測定または決定するように1つまたは複数の温度センサを配置することができる。第3のゾーンの温度を測定または決定するように1つまたは複数の温度センサを配置することができる。複数の温度センサが設けられる場合、これらはアレイ（たとえば複数のアレイ）を含むことができる。温度センサ（または温度センサのアレイ）の1つまたは複数を経験室の内側に配置することができる。温度センサ（または温度センサのアレイ）の1つまたは複数を経験室の外側に配置することができる。

10

**【0047】**

実施形態において、この装置は、たとえば加熱システムを制御するように構成されたまたは構成可能なコントローラを含むことができる。コントローラは、（たとえば1つまたは複数の温度センサによって）たとえば加熱室内側で測定または決定された温度に応じて、1つまたは複数の燃焼加熱手段または燃焼ヒータの1つまたは複数によって生成される熱を調整または変更するように構成する、または構成可能とすることができる。実施形態において、コントローラは、たとえば加熱室内の温度が所定の閾値を超える（たとえば所定の閾値温度より高いまたは低い）場合、装置を停止するように構成する、または構成可能とすることができる。実施形態において、コントローラは、たとえば加熱室内の温度が所定の閾値を超えれば、オペレータに警告するように構成する、または構成可能とすることができる。警告は、視覚的および/または聴覚的とすることができる警報を含むことができる。

20

**【0048】**

ガスバーナは、加熱室に沿った設定された場所で存在することができる。たとえば、1つまたは複数のガスバーナを経験室のゾーンのそれぞれに配置することができる。コントローラは、各ガスバーナによって加えられる熱を制御するように構成することができる。ガスバーナのそれぞれによって加えられる熱は、バーナの数に関係なく、制御システムによって独立して制御することができる。たとえば、制御システムは、ガスバーナの1つ、いくつかまたはそれぞれに供給される空気の質量流量を増加または減少させることができる。制御システムは、ガスバーナの1つ、いくつかまたはそれぞれへの燃料の質量流量を増加または減少させることもできる。燃料は2つの燃料成分（たとえば天然ガスおよび合成ガス）の混合物を含むことができる。加えて、またはあるいは、制御システムは、2つの燃料成分の混合物の比率を変更することができる。

30

40

**【0049】**

それぞれのガスバーナに供給される第1の燃料成分の量を変更する、または第1の燃料成分のいくらかがそれぞれのガスバーナに供給されるのを防止するためにガス制御弁が存在することができる。各ガス制御弁は、それぞれのガスバーナに供給される第2の燃料成分の量を変更する、または第2の燃料成分のいくらかがそれぞれのガスバーナに供給されるのを防止することができる。

**【0050】**

実施形態において、この装置は、たとえば加熱室で生成された可燃性ガスを洗浄するための洗浄システムを含むことができる。

**【0051】**

50

いくつかの実施形態において、この装置は、キルン、たとえばロータリーキルンを含むことができる。ロータリーキルンは直接型または間接型とすることができる。加熱室はキルン内に提供または画定することができる。加熱室（たとえばキルンまたはその一部）は、使用中、回転可能であるように配置または構成することができる。加熱室は熱変換室を含むことができる。

【0052】

いくつかの実施形態において、この装置は、蒸気送達手段または蒸気送達システムを含むことができ、たとえばこれは、加熱室内へ蒸気を導入、たとえば注入するように構成する、または構成可能とすることができる。蒸気送達手段またはシステムは水源を含むことができる。蒸気送達手段またはシステムは、たとえば水（たとえば水源からの）を沸騰させるように配置されたまたは配置可能なボイラを含むことができる。ボイラは熱交換器とすることができる。蒸気は過熱することができる。熱交換器は、加熱室を加熱することからの（たとえば煙道ガスによって加熱される）剰余熱によって加熱することができる。

10

【0053】

蒸気を生成するための水の温度は、コントローラ、制御手段または制御システムで制御することができる。

【0054】

蒸気を生成するための水の体積は、コントローラ、制御手段または制御システムで制御することができる。

【0055】

調整手段を設けて、加熱室内に導入される蒸気の場所を制御することができる。

20

【0056】

誤解を避けるために、本明細書に記載の特徴のいずれも、本発明のいずれの態様にも等しく当てはまる。たとえば、この装置は、この装置に関連する方法の任意の1つまたは複数の特徴を含むことができ、かつ/またはこの方法は、この装置の1つまたは複数の特徴に関連する任意の1つまたは複数の特徴またはステップを含むことができる。

【0057】

本発明のさらなる一態様は、前述の方法の1つまたは複数のステップを実施する手順をプロセッサに実行させるためのコンピュータ可読プログラムコード手段またはコンピュータ可読プログラムシステムを含むコンピュータプログラム要素を提供する。

30

【0058】

本発明のさらに他の一態様は、コンピュータ可読媒体上に具現化されたコンピュータプログラム要素を提供する。

【0059】

本発明のさらに他の一態様は、プログラムが格納されたコンピュータ可読媒体を提供し、プログラムは、前述の方法の1つまたは複数のステップを実施する手順をコンピュータに実行させるように構成されている。

【0060】

本発明のさらに他の一態様は、前述のコンピュータプログラム要素またはコンピュータ可読媒体を含む制御手段または制御システムまたはコントローラを提供する。

40

【0061】

本願の範囲内で、前の段落に、請求項に、および/または次の説明および図面に記述されたさまざまな態様、実施形態、例および代替案、および特にこれらの個々の特徴は、独立して、または任意の組み合わせで解釈され得ることが明確に意図されている。すなわち、すべての実施形態および/または任意の実施形態の特徴を、このような特徴が非互換的でなければ、任意の方法および/または組み合わせで組み合わせることができる。誤解を避けるために、「may（可能性がある）」、「and/or（および/または）」、「e.g.（たとえば）」、「for example（たとえば）」という用語および本明細書で用いられるような同様の用語は、そのように説明されたいかなる特徴も存在する必要がないように非限定的であると解釈されるべきである。実際、任意選択の特徴の任意

50

の組み合わせが、これらが明示的に特許請求されているか否かにかかわらず、本発明の範囲から逸脱することなく明示的に想定される。

【0062】

ここで本発明の実施形態を、添付の図面を参照して単に例として説明する。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】本発明の一実施形態による粉碎廃棄物を処理するための装置の一般化された概略図である。

【図2】図1に示す間接ロータリーキルン、加熱システムおよび蒸気システムの詳細な概略図である。

【図3】図2に示す間接ロータリーキルンの拡大図である。

【図4】図2に示す加熱システムの拡大図である。

【図5】図2に示す蒸気システムの拡大図である。

【図6】図2に示す合成ガス除去および圧力逃がしシステムを示す図である。

【図7】本発明の一実施形態による粉碎廃棄物を処理する方法のフロー図である。

【図8】本発明のさらなる一実施形態による粉碎廃棄物を処理する方法のフロー図である。

【図9】本発明のさらなる一実施形態による粉碎廃棄物を処理する方法のフロー図である。

【図10】本発明のさらなる一実施形態による粉碎廃棄物を処理する方法のフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0064】

ここで図1を参照すると、本発明の一実施形態による粉碎廃棄物を処理するための装置1の概略図が示されている。使用中、(以下でより詳細に説明するように)装置1は、廃棄物原料、たとえば粒状プラスチックを合成ガスに変換する。

【0065】

図3に示すように、装置1は加熱室28を含み、これはこの実施形態において間接ロータリーキルン2内に設けられている。装置1は、廃棄物送給システム3、加熱システム4、蒸気システム5、洗浄システム6、貯蔵システム7およびさらなる処理システム8をさらに含む。加熱システム4は複数の燃焼ヒータ40を含む。複数の燃焼ヒータ40は、使用中、間接ロータリーキルン2の内容物を加熱するように配置されている。廃棄物送給システム3は、使用中、間接ロータリーキルン2内へ粉碎廃棄物を導入するように配置されている。蒸気システム5は、使用中、間接ロータリーキルン2内へ蒸気を導入するように配置されている。間接ロータリーキルン2は、供給システムSによって加熱システム4に流体接続されている。供給システムSは、この実施形態において洗浄システム6および貯蔵システム7を含む。しかしながら、いくつかの実施形態において、供給システムSは、洗浄システム6および貯蔵システム7の1つまたはそれぞれがないことがある。

【0066】

洗浄システム6は、使用中、生成された合成ガスを間接ロータリーキルン2から受け取るように配置されている。貯蔵システム7は、使用中、洗浄された合成ガスを洗浄システム6から受け取るように配置されている。貯蔵システム7は、洗浄された合成ガスの少なくとも一部をさらなる処理システム8に送るために配置されている。

【0067】

ここで図2から図6を参照すると、図1に示す粉碎廃棄物を処理するための装置の部分の詳細な概略図が示されている。

【0068】

図3に示すように、間接ロータリーキルン2は入口21および出口22を含む。入口21および出口22は、この実施形態において、間接ロータリーキルン2の両端に配置されている。間接ロータリーキルン2はドラム23を含む。ドラム23は外側シェル23aを含む。外側シェル23aは断熱耐火レンガ23bの層を取り囲んでいる。断熱耐火レンガ23bは回転可能チューブ23cを取り囲んでいる。回転可能チューブ23cは両端で外

10

20

30

40

50

側シェル 23 a の端部を超えて延在している。断熱耐火レンガ 23 b と回転可能チューブ 23 c との間に加熱空間 23 d が画定されている。使用中、回転可能チューブ 23 c が回転しても、外側シェル 23 a および断熱耐火レンガ 23 b は静止している。回転可能チューブ 23 c は約 1.5 m の直径を有することができる。回転可能チューブ 23 c は約 10 m の加熱長さを有することができる。

【0069】

間接ロータリーキルン 2 は、使用のために、約 1.5° の水平に対する角度で設置されている。間接ロータリーキルン 2 は、入口 21 が出口 22 より相対的に高くなるように配置されている。可変速駆動モータ 26 a が設けられ、これはこの実施形態において間接ロータリーキルン 2 の入口 21 に隣接して配置されている。機械的駆動チェーン 26 b も設けられている。機械的駆動チェーン 26 b は可変速駆動モータ 26 a を回転可能チューブ 23 c に連結する。使用中、可変速駆動モータ 26 a の作動により機械的駆動チェーン 26 b が移動し、したがって回転可能チューブ 23 c が回転する。ロータリーキルン 2 は水冷ベアリング（図示せず）上に支持されている。回転可能チューブ 23 c は、窒素パージスプリング付きシール（図示せず）を用いて封止されている。

10

【0070】

間接回転可能キルン 2 の出口 22 に隣接して排出フード 22 a が設けられている。排出フード 22 a は出口 22 と流体連通している。排出フード 22 a 上に検査ハッチ 22 b が設けられている。

【0071】

20

回転可能チューブ 23 c 内には加熱室 28 が画定されている。加熱室 28 は、第 1 のゾーン 28 a、第 2 のゾーン 28 b および第 3 のゾーン 28 c に分割されている。第 1 のゾーン 28 a は入口 21 に隣接している。第 3 のゾーン 28 c は出口 22 に隣接している。第 2 のゾーン 28 b は、第 1 のゾーン 28 a および第 3 のゾーン 28 c 間に設けられている。この実施形態において、ゾーン 28 a、28 b、28 c のそれぞれは、ほぼ等しい長さおよび/または容積である。しかしながら、いくつかの実施形態において、こうである必要はなく、ゾーン 28 a、28 b、28 c の 1 つまたは複数は、異なる長さおよび/または容積であってもよい。

【0072】

装置 1 は、この実施形態において、温度センサのアレイ 29 を含む。アレイ 29 は、この実施形態において、回転可能チューブ 23 c の内側に配置された温度センサ 29 a、29 b、29 c、29 d、29 e、29 f を含む。回転可能チューブ 23 c の内側に配置された温度センサ 29 a、29 b、29 c、29 d、29 e、29 f の 2 つが、この実施形態において、ゾーン 28 a、28 b、28 c のそれぞれの内側に配置されている。アレイ 29 はまた、加熱空間 23 d に配置された温度センサ 29 g、29 h、29 i、29 j、29 k、29 l を含む。

30

【0073】

この装置は圧力センサ 29 m を含む。圧力センサ 29 m は、加熱空間 23 d 内の圧力を監視するように構成または配置されている。

【0074】

40

加熱空間 23 d は、3 つの排気口 25 a、25 b、25 c を含み、これらは外側シェル 23 a を通して設けられている。排気口 25 a、25 b、25 c は、加熱空間 23 d と流体連通している。排気口 25 a、25 b、25 c の 1 つが、それぞれ、加熱室 28 のゾーン 28 a、28 b、28 c のそれぞれに隣接して配置されている。

【0075】

装置 1 は第 1 の窒素供給部 21 a をさらに含む。第 1 の窒素供給部 21 a は間接ロータリーキルン 2 の入口 21 と流体連通している。装置 1 は第 2 の窒素供給部 22 c をさらに含む。第 2 の窒素供給部 22 c は排出フード 22 a と流体連通している。第 1 の窒素供給部 21 a と回転可能チューブ 23 c との間に逆止弁 21 b が設けられている。第 2 の窒素供給部 22 c と排出フード 22 a との間に逆止弁 22 d が設けられている。

50

## 【 0 0 7 6 】

送給システム 3 はこの実施形態において送給スクリー（図示せず）を含む。しかしながら、いくつかの実施形態において送給システム 3 は、当業者によって理解されるように、間接ロータリーキルン 2 内へ廃棄物を送給するための任意の適切な手段を含むことができる。図 1 に示すように、加熱室 2 8 内への粉碎廃棄物の量（たとえば質量流量）を監視するように流量センサ 3 0 が配置されている。

## 【 0 0 7 7 】

ここで図 4 を参照すると、加熱システム 4 は、この実施形態において、ガスバーナ 4 0 a、4 0 b、4 0 c、4 0 d、4 0 e、4 0 f である複数の燃焼ヒータ 4 0 を含む。ガスバーナ 4 0 a、4 0 b、4 0 c、4 0 d、4 0 e、4 0 f は、使用中、加熱空間 2 3 d を加熱するように配置されている。ガスバーナ 4 0 a、4 0 b、4 0 c、4 0 d、4 0 e、4 0 f は、希薄燃焼高効率ガスバーナである。ガスバーナ 4 0 a、4 0 b、4 0 c、4 0 d、4 0 e、4 0 f は、（後でより詳細に説明するように）個別に制御可能であるように構成されている。この実施形態において、ガスバーナ 4 0 a、4 0 b、4 0 c、4 0 d、4 0 e、4 0 f の 2 つが、ゾーン 2 8 a、2 8 b、2 8 c のそれぞれに隣接して配置されている。ガスバーナ 4 0 a、4 0 b、4 0 c、4 0 d、4 0 e、4 0 f は、間接ロータリーキルン 2 の長さに沿って等間隔である。各ガスバーナ 4 0 a、4 0 b、4 0 c、4 0 d、4 0 e、4 0 f には、それぞれの監視装置 4 0 g、4 0 h、4 0 i、4 0 j、4 0 k、4 0 l が設けられている。監視装置 4 0 g、4 0 h、4 0 i、4 0 j、4 0 k、4 0 l は、この実施形態において、火炎検出器である。

## 【 0 0 7 8 】

加熱システム 4 は天然ガス供給部 4 1 を含む。天然ガス供給部 4 1 は、天然ガスパイプライン 4 1 a を介してガス制御弁 4 4 a、4 4 b、4 4 c、4 4 d、4 4 e、4 4 f と流体連通している。天然ガスパイプライン 4 1 a は、並列な分岐部 4 1 b、4 1 c、4 1 d、4 1 e、4 1 f、4 1 g を有する。各分岐部 4 1 b、4 1 c、4 1 d、4 1 e、4 1 f、4 1 g には、それぞれ、ガス制御弁 4 4 a、4 4 b、4 4 c、4 4 d、4 4 e、4 4 f が配置されている。流量センサ 4 1 h も設けられている。流量センサ 4 1 h は、天然ガスパイプライン 4 1 a を通る流れ、たとえば天然ガス供給部 4 1 と第 1 の分岐部 4 1 b との間の流れを監視するように配置されている。

## 【 0 0 7 9 】

加熱システム 4 はまた、（後でより詳細に説明するように）生成された合成ガスの貯蔵部 4 2 と流体連通する合成ガス供給パイプライン 4 2 a を含む。合成ガス供給パイプライン 4 2 a は、ガス制御弁 4 4 a、4 4 b、4 4 c、4 4 d、4 4 e、4 4 f と流体連通している。合成ガスパイプライン 4 2 a は、並列な分岐部 4 2 b、4 2 c、4 2 d、4 2 e、4 2 f、4 2 g を有する。圧力センサ 4 2 h も設けられている。圧力センサ 4 2 h は、合成ガスパイプライン 4 2 a 内の、たとえば遠位分岐部 4 2 g と合成ガスの貯蔵部 4 2 との間のガスの圧力を測定または決定するように構成されている。

## 【 0 0 8 0 】

天然ガスパイプライン 4 1 a は、ガスパイプ 4 5 a、4 5 b、4 5 c、4 5 d、4 5 e、4 5 f によって、それぞれ、各ガスバーナ 4 0 a、4 0 b、4 0 c、4 0 d、4 0 e、4 0 f に流体接続されている。合成ガス供給パイプライン 4 2 a は、ガスパイプ 4 5 a、4 5 b、4 5 c、4 5 d、4 5 e、4 5 f によって、それぞれ、各ガスバーナ 4 0 a、4 0 b、4 0 c、4 0 d、4 0 e、4 0 f に流体接続されている。各ガスパイプ 4 5 a、4 5 b、4 5 c、4 5 d、4 5 e、4 5 f は、ガス制御弁 4 4 a、4 4 b、4 4 c、4 4 d、4 4 e、4 4 f を含む。各ガスパイプ 4 5 a、4 5 b、4 5 c、4 5 d、4 5 e、4 5 f は、温度制御弁 4 2 a a、4 2 b b、4 2 c c、4 2 d d、4 2 e e、4 2 f f を含む。

## 【 0 0 8 1 】

各ガス制御弁 4 4 a、4 4 b、4 4 c、4 4 d、4 4 e、4 4 f は、天然ガスパイプライン 4 1 a のそれぞれの分岐部 4 1 b、4 1 c、4 1 d、4 1 e、4 1 f、4 1 g とそれぞれのガスパイプ 4 5 a、4 5 b、4 5 c、4 5 d、4 5 e、4 5 f との間に配置されて

いる。各ガス制御弁44a、44b、44c、44d、44e、44fは、合成ガスパイプライン42aのそれぞれの分岐部42b、42c、42d、42e、42f、42gとそれぞれのガスパイプ45a、45b、45c、45d、45e、45fとの間に配置されている。

#### 【0082】

加熱システム4は燃焼用空気供給部43をさらに含む。燃焼用空気供給部43は、燃焼用空気パイプライン43aを介して、燃焼用空気ファン46と流体連通している。燃焼用空気ファン46は電気駆動モータ46aを含む。燃焼用空気パイプライン43aは、ガスバーナ40a、40b、40c、40d、40e、40fのそれぞれに、たとえば、それぞれ、分岐部43b、43c、43d、43e、43f、43gを介して流体接続されている。各ガスバーナ40a、40b、40c、40d、40e、40fとそれぞれの分岐部43b、43c、43d、43e、43f、43gとの間の線上に、空気制御弁43h、43i、43j、43k、43l、43mが設けられている。燃焼用空気パイプライン43aの各分岐部43b、43c、43d、43e、43f、43gは、温度制御弁42aa、42bb、42cc、42dd、42ee、42ffとガスバーナ40a、40b、40c、40d、40e、40fとの間のそれぞれのガスパイプ45a、45b、45c、45d、45e、45fに接続されている。

10

#### 【0083】

ここで図5を参照すると、蒸気システム5には水源51が設けられている。水源51は、蒸気パイプライン51aを介して蒸気過熱器52と流体連通している。水源51から蒸気過熱器52への水の流れを測定するように流量センサ51bが配置されている。蒸気パイプライン51aには流量制御弁51cが配置されている。蒸気過熱器52は、蒸気パイプライン51aを介して回転可能チューブ23cの入口21と流体連通している。

20

#### 【0084】

蒸気過熱器52は、加熱空間23dからの剰余熱によって加熱される。排気口25a、25b、25cは、過熱器52と流体連通して、これに剰余熱を提供する。剰余熱は水を加熱して、回転可能チューブ23cの入口21に過熱蒸気を提供する。

#### 【0085】

ここで図6を参照すると、排出フード22aは、たとえば出口パイプ61を介して合成ガスファン60と流体連通している。排出フード22aは、たとえば出口パイプ61を介して圧力制御弁62と流体連通している。圧力制御弁62は圧力逃がしシステム(図示せず)と流体連通している。合成ガスファン60は洗浄システム6と流体連通している。合成ガスファン60は可変速電気駆動モータ60aを含む。回転可能チューブ23cの内側の圧力をその出口22でおよび/またはこれに隣接して監視するように圧力センサ63が配置されている。排出フード22aの内側の圧力を監視するように圧力センサ64が配置されている。使用中、排出フード22aから合成ガスファン60へ流れるガスの温度を監視するように温度センサ65が配置されている。使用中、合成ガスファン60から洗浄システム6へ流れるガスの圧力を監視するように圧力センサ66が配置されている。

30

#### 【0086】

再び図2を参照すると、この装置は、排出フード22aから残留物を受け取るように配置された残留物除去システム9を含む。この残留物は、残留物処理システム(図示せず)でのさらなる処理に送ることができる。

40

#### 【0087】

装置1は制御システム(図示せず)をさらに含む。監視装置40g、40h、40i、40j、40k、40lは、制御システムに有線接続している。逆止弁21b、22dは、制御システムと有線通信する。圧力送信機29mは制御システムと有線通信する。温度送信機29a、29b、29c、29d、29e、29f、29g、29h、29i、29j、29k、29lは、制御システムと有線通信する。可変速駆動モータ26aは制御システムと有線通信する。ガス制御弁44a、44b、44c、44d、44e、44fは、制御システムと有線通信する。流量センサ41hは制御システムと有線通信する。圧

50

力センサ 4 2 h は制御システムと有線通信する。温度制御弁 4 2 a a、4 2 b b、4 2 c c、4 2 d d、4 2 e e、4 2 f f は、制御システムと有線通信する。電気駆動モータ 4 6 a は制御システムと有線通信する。空気制御弁 4 3 h、4 3 i、4 3 j、4 3 k、4 3 l、4 3 m は、制御システムと有線通信する。流量センサ 5 1 b および流量制御弁 5 1 c は制御システムと有線通信する。可変速電気駆動モータ 6 0 a は制御システムと有線通信する。圧力制御弁 6 2 は制御システムと有線通信する。圧力センサ 6 4 は制御システムと有線通信する。圧力センサ 6 3 は制御システムと有線通信する。温度センサ 6 5 は制御システムと有線通信する。圧力センサ 6 6 は制御システムと有線通信する。流量センサ 3 0 は制御システムと有線通信する。いくつかの実施形態において、上述の構成要素の 1 つ、いくつかまたはそれぞれは、加えて、またはあるいは、制御システムと無線通信することができる。

10

## 【0088】

ここで図 7 を参照すると、図 1 から図 6 に示す装置を用いて、本発明の一実施形態による粉碎廃棄物を処理する方法が示されている。

## 【0089】

第 1 のステップ S 1 において、加熱室 2 8 および複数のガスバーナ 4 0 a、4 0 b、4 0 c、4 0 d、4 0 e、4 0 f を含む装置 1 が提供される。回転可能チューブ 2 3 c を回転させる。

## 【0090】

第 2 のステップ S 2 において、粉碎廃棄物が送給システム 3 によって入口 2 1 を通して回転可能チューブ 2 3 c 内へ、したがって加熱室 2 8 内へ送給される。いかなる理論によっても縛られることを望まないが、間接ロータリーキルン 2 の傾斜角により、送給材料が回転可能チューブ 2 3 c に沿って、たとえば重力送給によって、出口 2 2 に向かって移動することが促進されると考えられる。

20

## 【0091】

第 3 のステップ S 3 において、蒸気が蒸気システム 5 によって加熱室 2 8 内へ注入される。蒸気が蒸気パイプライン 5 1 a によって入口 2 1 を通して回転チューブ 2 3 c 内へ導入される。蒸気は約 6 0 0 で回転チューブ 2 3 c 内へ導入される。

## 【0092】

温水が温水源 5 1 から蒸気過熱器 5 2 へ提供される。蒸気過熱器 5 2 への温水の流量は流量センサ 5 1 b によって監視され、測定値は制御システムに送られる。流量制御弁 5 1 c を調整することによって、制御システムは蒸気過熱器 5 2 への温水の流量を調整することができる。温水は、回転可能チューブ 2 3 c への導入のために蒸気過熱器 5 2 内で蒸気に加熱される。

30

## 【0093】

有利には、蒸気は、合成ガスの生成のための還元雰囲気を提供する。したがって、いかなる特定の理論によっても縛られることを望まないが、加熱室 2 8 内の廃棄物は、蒸気の下でより容易かつ効率的に合成ガスにガス化されると考えられる。さらに、蒸気は、加熱室 2 8 の内側の廃棄物に直接熱を伝達するように作用する。有益には、ゾーン 2 8 a、2 8 b、2 8 c において要求される温度に到達するのにガスバーナから要求される熱をしたがって比較的減少させることができる。

40

## 【0094】

第 4 のステップ S 4 において、加熱室 2 8 内の粉碎廃棄物は、ガスバーナ 4 0 a、4 0 b、4 0 c、4 0 d、4 0 e、4 0 f を用いて加熱される。

## 【0095】

廃棄物は、回転可能チューブ 2 3 c に沿って移動するとき、3 つのゾーン 2 8 a、2 8 b、2 8 c を通過する。一実施形態において、第 1 のゾーン 2 8 a における第 1 の温度 T 1 は約 7 0 0 であり、第 2 のゾーン 2 8 b における第 2 の温度 T 2 は約 9 0 0 であり、第 3 のゾーン 2 8 c における第 3 の温度 T 3 は約 1 1 0 0 である。加熱空間 2 3 d の出口 2 2 の近くの温度は約 1 2 0 0 とすることができる。しかしながら、いくつかの実

50

施形態において、第1の温度T1、第2の温度T2、および/または第3の温度T3は異なってもよい。

【0096】

第5のステップS5において、合成ガスが加熱室28内で生成される。合成ガスは、実施形態において、粉碎廃棄物に応じて、水素、メタンおよび一酸化炭素の混合物を含む。用いられる粉碎廃棄物に応じて、追加のガス状物質、たとえば二酸化炭素および酸素も存在する可能性がある。生成された合成ガス中の水素とメタンとの比率は、装置1のさまざまな動作要因を調整することによって調整することができる。たとえば、第2のゾーン28bおよび/または第3のゾーン28cにおいて比較的高い温度に加熱することによって、メタンに対して比較的大きな比率の水素を生成することができるということが見出されている。このような比較的高い温度は、たとえば、1000 から1200 の範囲とすることができる。このように最大の水素生成を達成することができる。逆に、第2のゾーン28bおよび/または第3のゾーン28cにおける比較的低い温度の結果、生成された合成ガス中の水素に対するメタンの比率が比較的高くなる可能性がある。このような比較的低い温度は、たとえば、850 から950 の範囲とすることができる。このような比較的低い温度の下では、回転可能チューブ23cから除去される合成ガス中に比較的多くのメタンが存在する可能性がある。これは、生成された合成ガスの少なくとも一部を、加熱室28を加熱するためにガスバーナに送るのに有利であり得る。加えて、またはあるいは、生成された合成ガスの少なくとも一部を、電気エネルギーを生成するための発電機に送ることができる。この電気エネルギーは、この装置の少なくとも一部に電力を供給するために用いることができ、かつ/または電力網に送って、および/または他の機械に電力を供給することができる。

10

20

【0097】

加熱室28内の廃棄物の加熱は、加熱室28における合成ガス（これは可燃性ガスを含む）の生成、たとえば第5のステップS5につながる。

【0098】

生成された合成ガスは、約10秒のキルン2内での滞留時間を有することができる。生成された合成ガスの滞留時間は、合成ガスファン60によって生成される吸引を増加または減少させることによって変更することができる。合成ガスファン60への電力を増加させることは、回転可能チューブ23cからの合成ガスの流れを相対的に増加させるように作用することができる。

30

【0099】

第6のステップS6において、生成された合成ガスの少なくとも一部が、加熱室28から複数のガスバーナ40a、40b、40c、40d、40e、40fに供給される。いくつかの実施形態において、複数のガスバーナ40a、40b、40c、40d、40e、40fによって用いられる燃料は、生成された合成ガスによってほとんどまたは全部を提供することができる。実施形態において、生成された合成ガス（またはその少なくとも一部）は、複数のガスバーナ40a、40b、40c、40d、40e、40fに供給される前に処理することができる。たとえば、生成された合成ガスの1つまたは複数の成分（たとえば水素）を、複数のガスバーナ40a、40b、40c、40d、40e、40fに供給する前に除去することができる。

40

【0100】

粉碎廃棄物が回転可能チューブ23cに入ってから、関連する残留物が残留物除去システム9によって除去されるまでの時間は、10分から20分の範囲である。

【0101】

生成された合成ガスは出口22を通過して回転可能チューブ23cを出る。合成ガスは、合成ガスファン60の作用によって回転可能チューブ23cから引き出される。合成ガスは次いで排出フード22aに入る。合成ガスは次いで排出フード22aから洗浄システム6へ引き込まれる。加えて、内部分配器（図示せず）が、加熱ゾーン28を通して排出フード22aへ固体残留物を輸送するのを支援する。これらの固体残留物は次いで除去され

50

、残留物除去システム 9 で処理される。加えて、有利には、内部分配器はまた、加熱ゾーン 28 内のガスおよび蒸気に乱流を導入する。いかなる理論によっても縛られることを望まないが、この乱流により、たとえばガス化された廃棄物と蒸気との混合を強化することを通して、合成ガス生成の効率が高まると考えられる。生成された合成ガスは洗浄システム 6 において洗浄される。洗浄された合成ガスは次いで貯蔵システム 7 に送られる。合成ガスの少なくとも一部が次いで貯蔵システム 7 からガスバーナ 40 a、40 b、40 c、40 d、40 e、40 f に送られる。

【0102】

有利には、上述の方法および装置 1 は先行技術のシステムより相対的に効率的なシステムを提供する。たとえば、装置 1 によって生成された合成ガスを、複数のガスバーナ 40 a、40 b、40 c、40 d、40 e、40 f 用の燃料源として利用することによって、外部燃料の量が相対的に減少する。加熱室 28 を加熱するコストは、したがって、先行技術の装置および方法に対して相対的に低減することができる。

10

【0103】

当業者によって理解されるように、上述のさまざまなステップは同時に行うことができる。たとえば、以前に送給された廃棄物がガスバーナによって加熱されているのと同時に、間接キルン 2 内へ廃棄物を送給することができる。

【0104】

回転可能チューブ 23 c 内の圧力は圧力センサ 63 によって監視される。出口パイプ 61 内の温度は温度センサ 65 によって監視される。制御システムは、監視された圧力および温度を受け取る。監視された圧力が事前定義された閾値より大きければ、制御システムは、圧力制御弁 62 を作動させて合成ガスが回転可能チューブ 23 c から逃げることを可能にするように構成されている。たとえば、回転可能チューブ 23 c における閉塞のような事故によって圧力上昇が引き起こされる可能性がある。監視された圧力が事前定義された閾値より小さければ、制御システムはファン 60 の吸引を増加させる。回転可能チューブ 23 c 内の圧力は、約 1 パール、たとえば大気圧に設定することができる。

20

【0105】

残留物除去システム 9 は、適切に処理されるように排出フード 22 a から固形残留物を除去する。

【0106】

制御システムは、逆止弁 21 b を開くことによって、第 1 の窒素供給部 21 a から回転可能チューブ 23 c の入口へ窒素パージを周期的に提供することができる。制御システムはまた、逆止弁 22 d を開くことによって第 2 の窒素供給部 22 c から排出フード 22 a へ窒素パージを提供することができる。

30

【0107】

ここで図 8 を参照すると、本発明のさらなる一実施形態による粉碎廃棄物を処理する方法が示されている。

【0108】

第 1 のステップ S11 において、加熱室 28 内の粉碎廃棄物が、ガスバーナ 40 a、40 b、40 c、40 d、40 e、40 f を用いて加熱される。

40

【0109】

第 2 のステップ S12 において、加熱室 28 内の温度が、温度センサ 29 a、29 b、29 c、29 d、29 e、29 f、29 g、29 h、29 i、29 j、29 k、29 l によって測定される。測定された温度は制御システムに送られる。加熱空間 23 d の内側の温度は、温度センサ 29 g、29 h、29 i、29 j、29 k、29 l によって測定される。この測定された温度は制御システムに送られる。理解されるように、加熱室 28 のゾーン 28 a、28 b、28 c のそれぞれにおける温度は、個別に測定または決定することができる。加えて、またはあるいは、ゾーン 28 a、28 b、28 c のそれぞれに隣接する加熱空間内の温度も、個別に測定または決定することができる。

【0110】

50

加えて、監視装置 40 g、40 h、40 i、40 j、40 k、40 l が、それぞれ、各ガスバーナ 40 a、40 b、40 c、40 d、40 e、40 f での火炎の有無を記録する。圧力センサ 42 h は供給パイプライン 42 a 内の合成ガスの圧力を測定する。流量センサ 41 h は、天然ガスパイプライン 41 a を通る天然ガスの流量を測定する。

【0111】

第3のステップ S13 において、制御システムは、加熱室 28 内の監視または決定された温度を所定の温度範囲と比較する。特に、加熱室 28 の第1のゾーン 28 a における監視または決定された温度は、第1のゾーン 28 a についての所定の温度範囲と比較される。加熱室 28 の第2のゾーン 28 b における監視または決定された温度は、第2のゾーン 28 b についての所定の温度範囲と比較される。加熱室 28 の第3のゾーン 28 c における監視または決定された温度は、第3のゾーン 28 c についての所定の温度範囲と比較される。

10

【0112】

加えて、制御システムは、監視装置 40 g、40 h、40 i、40 j、40 k、40 l、圧力センサ 42 h および流量センサ 42 h から受け取ったデータを用いて、加熱システム 4 の動作を監視する。

【0113】

第4のステップ S14 において、加熱室内の測定または決定された温度が所定の温度範囲の外側にあれば、制御システムは、ガスバーナ 40 a、40 b、40 c、40 d、40 e、40 f の1つまたは複数によって加熱室 28 に加えられる熱の量を調整する。たとえば、加熱室 28 の第1のゾーン 28 a における測定または決定された温度が所定の温度範囲より低ければ、制御システムは、ガスバーナ 40 a および 40 b の1つまたはそれぞれを調整して、これらが第1のゾーン 28 a へ加える熱の量を増加させる。

20

【0114】

第1のゾーン 28 a における所定の温度範囲は、650 と750 との間、たとえば660、670、680 または690 と710、720、730 または740 との間とすることができる。第2のゾーン 28 b における所定の温度範囲は、850 と950 との間、たとえば860、870、880 または890 と910、920、930 または940 との間とすることができる。第3のゾーン 28 c における所定の温度範囲は、約1050 と1150 との間、たとえば約1060、1070、1080 または1090 と1110、1120、1130 または1140 との間とすることができる。所定の温度範囲は、廃棄物（たとえば加熱室 28 内へ送給される廃棄物）の組成に応じて変更または設定することができる。

30

【0115】

加熱室 28 のゾーン 28 a、28 b、28 c のそれぞれにおける温度は、ガスバーナ 40 a、40 b、40 c、40 d、40 e、40 f のそれぞれによって加えられる熱を制御することによって制御される。ガスバーナ 40 a、40 b、40 c、40 d、40 e、40 f のそれぞれによって加えられる熱は、制御システムによって独立して制御される。たとえば、制御システムは、ガスバーナ 40 a、40 b、40 c、40 d、40 e、40 f の1つ、いくつかまたはそれぞれに供給される空気の種類を増加または減少させることができる。制御システムはまた、ガスバーナ 40 a、40 b、40 c、40 d、40 e、40 f の1つ、いくつかまたはそれぞれへの燃料の種類を増加または減少させることができる。燃料は天然ガスと合成ガスとの混合物を含むことができる。加えて、またはあるいは、制御システムは、燃料中の合成ガスに対する天然ガスの混合物の比率を変更することができる。各ガス制御弁 44 a、44 b、44 c、44 d、44 e、44 f は、それぞれのガスバーナ 40 a、40 b、40 c、40 d、40 e、40 f に供給される天然ガスの量を変更する、またはいかなる天然ガスもそれぞれのガスバーナ 40 a、40 b、40 c、40 d、40 e、40 f に供給されるのを防止することができる。各ガス制御弁 44 a、44 b、44 c、44 d、44 e、44 f は、それぞれのガスバーナ 40 a、40 b、40 c、40 d、40 e、40 f に供給される合成ガスの量を変更する、またはい

40

50

かなる合成ガスもそれぞれのガスバーナ40a、40b、40c、40d、40e、40fに供給されるのを防止することができる。実施形態において、合成ガスのみを、ガスバーナ40a、40b、40c、40d、40e、40fの1つ、いくつかまたはそれぞれに供給することができる。実施形態において、天然ガスのみを、ガスバーナ40a、40b、40c、40d、40e、40fの1つ、いくつかまたはそれぞれに供給することができる。たとえば、利用可能な合成ガスが不十分であるとき、天然ガスのみをガスバーナ40a、40b、40c、40d、40e、40fに供給することができる。このような状況は、装置1の初期起動および運転中に起こる可能性がある。

**【0116】**

3つの温度ゾーン28a~28cにおける温度を加えて、制御システムが回転可能チューブ23cの回転速度を変更することによって制御することができる。制御システムは、可変速駆動モータ26を制御して回転チューブ23cを所望の回転速度で回転させるように構成されている。

10

**【0117】**

燃焼用空気ファン46は、一定速度または可変速度で（たとえば、制御システムによって）動作可能である。電気駆動モータ46aは制御システムによって制御することができる。ガスバーナ40a、40b、40c、40d、40e、40fへの燃焼用空気の流量は、燃焼用空気制御弁43h、43i、43j、43k、43l、43mによって決定されるので、燃焼用空気ファン46での電気駆動モータ46aの可変制御は、加熱システム4の動作効率を改善するためにのみ提供される。

20

**【0118】**

ここで図9を参照すると、本発明のさらなる一実施形態による粉碎廃棄物を処理する方法が示されている。

**【0119】**

第1の、任意選択のステップS21において、粉碎廃棄物の質量流量に対する蒸気の質量流量の比率が計算される。実施形態においてこれは、制御システムによって、またはこれを用いて計算することができる。この比率は、加熱室28で生成される合成ガスの成分の目標量を提供するように計算される。実施形態において、この比率は、メタンまたは水素の目標量を提供するように計算される。この比率は、過去の動作データに基づいて計算することができる。この比率は、理論的分析、または独自のプロセスモデリングソフトウェアの出力に基づくことができる。この比率は、過去の動作データと理論的分析との組み合わせに基づいて計算することができる。この比率は、間接ロータリーキルン2の具体的な形状および動作条件、ならびに粉碎廃棄物の種類および粒度に基づいて計算される。

30

**【0120】**

第2のステップS22において、図7に関して説明した方法のステップS2に関して説明したものと同様の方法で、粉碎廃棄物が加熱室28内へ送給される。第3のステップS23において、蒸気が加熱室28へ導入される。

**【0121】**

第2のステップS22において、蒸気は粉碎廃棄物と接触し、これは、この実施形態において、混合を含む。図7に関して説明した方法のステップS2に関して説明したものと同様の方法で、粉碎廃棄物が加熱室28内へ送給される。蒸気が加熱室28へ導入される。この実施形態において、蒸気と粉碎廃棄物との混合は加熱室28の内側で起こる。しかしながら、いくつかの実施形態において、混合（および、実際は接触）は、加熱室28の少なくとも部分的に外部で起こり得る。

40

**【0122】**

第3のステップS23において、蒸気および粉碎廃棄物は加熱室28の内側で加熱されて合成ガスを生成する。この生成された合成ガスは次いで加熱室28を出て、上述のように、さらなる処理のために洗浄システム6に入る。

**【0123】**

第4のステップS24において、加熱室28のゾーン28a、28b、28cにおける

50

1つまたは複数の所与の温度で、生成された合成ガスがその成分（たとえばメタンまたは水素）の目標量を含むように、粉碎廃棄物の質量流量に対する蒸気の質量流量の比率が調整される。

【0124】

加熱室28内へ送給される粉碎廃棄物の質量流量が測定または決定される。実施形態において、これは、送給スクリュウによって加熱室28内へ送給される粉碎廃棄物の質量を監視することによって達成される。これは、送給スクリュウの角速度を測定または決定することによって達成することができる。実施形態において、送給スクリュウの角速度は、（たとえば送給スクリュウの回転を駆動するモータの角速度を測るまたは知ることを介して）直接測定することができ、かつ/または（たとえばエンコーダを用いて）間接的に測定することができる。

10

【0125】

加熱室28内への蒸気の質量流量は、この実施形態において、流量センサ51bを介して水の流れを監視することによって測定または決定される。しかしながら、いくつかの実施形態において、加熱室28内への蒸気の質量流量を監視するための任意の適切な手段を用いることができる。

【0126】

加熱室28内への粉碎廃棄物の送給速度を次いで、送給スクリュウの角速度を調整することによって制御することができる。加えて、またはあるいは、加熱室28内への蒸気の質量流量は、流量制御弁51cを（たとえば自動または手動で）調整することによって制御することができる。このように、加熱室28内への粉碎廃棄物の質量流量は、粉碎廃棄物の質量流量に対する蒸気の質量流量の計算された比率に到達するように調整することができる。このように、生成された合成ガスの成分（たとえば水素またはメタン）の目標量が達成される。

20

【0127】

当業者によって理解されるように、第1の、任意選択のステップS21は、（たとえば少なくとも部分的に）この方法の他のステップのいずれかの前またはこれと同時にいつでも実行することができる。ステップS22、S23、S24およびS25は、実施形態において、粉碎廃棄物の処理中、連続的（または実質的に連続的）とすることができる。第1の、任意選択のステップS21は、粉碎廃棄物の処理中、1回または複数回実行することができる。たとえば、生成される合成ガスの成分の異なる目標量を設定することができる。加えて、またはあるいは、生成される合成ガスの異なる成分を設定することができる。加えて、またはあるいは、加熱室の1つまたは複数の動作特性（たとえばその中の1つまたは複数の温度および/またはその回転速度）を変更することができ、かつ/または粉碎廃棄物の組成および/または種類（たとえば異なるプラスチックまたはプラスチック材料の混合物、および/または廃棄物の粉碎粒子の異なる大きさまたは大きさの範囲）を用いることができる。新たな計算が実行される場合、上で特定された特性および/または目標成分量のいずれか1つまたは複数に基づくことができる。実施形態において、任意選択のステップS21は、他のステップの1つまたは複数がすでに始まってから実行することができる。実施形態において、第6のステップS26は、たとえば、任意選択のステップS21に続けて実行することができ、任意選択のステップS21からの結果に基づくことができる。

30

40

【0128】

（実施例）

生成される合成ガスの成分の目標量を提供するために必要な粉碎廃棄物の質量流量に対する蒸気の質量流量の比率の計算を提供する（たとえば任意選択の第1のステップS21）ために独自のプロセスモデリングソフトウェアを用いる理論的分析を行った。

【0129】

一例において、粉碎廃棄物はポリプロピレンであり、加熱室28内の動作温度は1150に設定した。目標成分はメタンに設定し、その目標量は生成される合成ガスの35%

50

v / v に設定した。

【0130】

理論的分析を用いて、粉碎廃棄物の質量流量に対する蒸気の質量流量の比率は0.6であると決定した。

【0131】

驚くべきことに、粉碎廃棄物に対する蒸気の比率を0と0.6との間の比率で増加させることによって、生成される水素の量（生成された合成ガスのパーセンテージv / vで）が減少するという結果が見出された。しかしながら、粉碎廃棄物に対する蒸気の比率を0.6と1との間の比率で増加させると、生成される水素の量（生成された合成ガスのパーセンテージv / vで）が増加するという結果になる。

10

【0132】

ここで図10を参照すると、本発明のさらなる一実施形態による粉碎廃棄物を処理する方法が示されている。

【0133】

図10に示す方法の最初の3つのステップS31、S32、S33は、それぞれ、図9に示す方法の最初の3つのステップS21、S22、S23と同様である。

【0134】

図10に示す方法は、生成される合成ガスに含まれる成分の量を制御するためのフィードバックループ（たとえば閉ループ）を含む第4のステップS34を含む。

【0135】

第4のステップS34は、生成された合成ガスにおける成分の量を測定する第1の段階S35を含む。この測定は、キルン2の外側または内側で行うことができ、かつ/またはガス分析器、ガス分析手段またはシステム（図示せず）の使用を通して達成することができる。ガス分析器またはガス分析手段またはシステムは、ガスクロマトグラフを含むことができ、かつ/またはガスクロマトグラフィおよび/または当業者に知られている任意の他の適切な技術を用いることができる。実施形態において、（たとえば追加で）生成された合成ガスの1つまたは複数の他の成分を測定することができる。

20

【0136】

第2の段階S36において、生成される合成ガスの成分の目標量と成分の測定された量との間の差をコントローラが決定または計算する。差があれば、コントローラは、送給スクリュウの角速度に対する変更および/または流量制御弁51cに対する変更を計算して、成分の目標量を生成するため、それぞれ、粉碎廃棄物の送給速度および加熱室28内への蒸気の質量流量を調整する。この計算は、少なくとも部分的に自動化することができ、またはオペレータによって実行することができる。

30

【0137】

第3の段階S37a、S37bにおいて、流量制御弁51cに対する調整を行って、加熱室に入る蒸気の質量流量を増加または減少させ、かつ/または送給スクリュウの角速度に対する調整を行って、加熱室内への粉碎廃棄物の送給速度を増加または減少させる。調整は、第2の段階S36で実行された計算に応じて行われる。一実施形態において、蒸気の質量流量のみが調整される。他の一実施形態において、粉碎廃棄物の送給速度のみが調整される。

40

【0138】

第4のステップS34の上述のフィードバックループは、成分の目標量が生成されるように、生成される合成ガスの監視および制御を提供する。有利には、これにより、動作中、生成される合成ガスの成分の目標量を維持することが可能になる。さらに有利には、これにより、この方法の動作中、目標量および/または成分を変更することが可能になる。このように、最終用途の要件に対する変更をより迅速かつ容易に満たすことができる。

【0139】

本発明の範囲から逸脱することなく前述の実施形態に対するいくつかの変形が想定されるということが当業者によって理解されるであろう。たとえば、1つの方法の1つまたは

50

複数のステップまたは段階を、加えて、またはあるいは、他の方法のいずれかで用いることができる。さらに、制御システムは、（たとえば少なくとも部分的に）自動化することも、または（たとえば少なくとも部分的に）手動で監視および/または制御することもできる。制御システムは、遠隔に、または装置 1 に、またはこれに隣接して配置することができる。加えて、またはあるいは、天然ガス源 4 1 が記載されているが、これは代わりに、石油または石炭などのような別の可燃性燃料であってもよい。加えて、またはあるいは、6 つのガスバーナが示されているが、代わりに、たとえば 6 つより多いまたは少ない任意の適切な数があり得る。加えて、またはあるいは、単一の間接ロータリーキルンが示されているが、代わりに複数の間接ロータリーキルンがあってもよい。1 より多くの間接ロータリーキルンが設けられる場合、各間接ロータリーキルンについて加熱システム、蒸気システム、供給システムなどがあってもよい。あるいは、1 より多くの間接ロータリーキルンが設けられる場合、加熱システム、蒸気システム、供給システムなどを、2 つ以上の間接ロータリーキルン間で共有することができる。

10

## 【0140】

加えて、またはあるいは、上述の方法のいずれかは、生成された合成ガスおよび/またはその任意の成分を洗浄するステップを含むことができる。加えて、またはあるいは、上述の方法のいずれかは、生成された（および/または洗浄された）合成ガスおよび/またはその任意の成分をガスグリッドに、またはこれのために準備または送達するステップを含むことができる。加えて、またはあるいは、上述の方法のいずれかは、生成された合成ガスおよび/またはその任意の成分をさらに処理して、たとえば特定の成分または化合物（たとえばメタノールまたは一酸化炭素など）を生成するステップを含むことができる。

20

## 【0141】

加えて、またはあるいは、装置 1 は間接回転可能キルン 2 を含むと説明されているが、こうである必要はなく、代わりに、キルンは直接キルン、たとえば直接回転可能キルンであってもよい。

## 【0142】

加えて、またはあるいは、粉碎廃棄物と蒸気とは混合されると説明されているが、この混合は、粉碎廃棄物の蒸気と接触する導入にのみ起因し得る。あるいは、混合は、粉碎廃棄物と蒸気との混合を補助または強化するように構成された混合手段またはミキサの使用を含むことができる。設けられた場合、混合手段またはミキサは、キルン 2 の内側、たとえば加熱室 2 8 の内側に設けることができる。あるいは、混合手段またはミキサは、キルン 2 の少なくとも部分的に外側に（たとえば加熱室 2 8 の少なくとも部分的に外側に）設けることができる。

30

## 【0143】

前述の特徴および/または添付の図面に示すものの任意の数の組み合わせは、先行技術に対して明らかな利点を提供し、したがって本明細書に記載の本発明の範囲内にあることも、当業者によって理解されよう。

## 【符号の説明】

## 【0144】

- 1 装置
- 2 キルン
- 3 供給システム
- 4 加熱システム
- 5 蒸気システム
- 6 洗浄システム
- 7 貯蔵システム
- 8 さらなる処理システム
- 9 残留物除去システム
- 2 1 入口
- 2 1 a 第 1 の窒素供給部

40

50

2 1 b	逆止弁	
2 2	出口	
2 2 a	排出フード	
2 2 b	検査ハッチ	
2 2 c	第 2 の窒素供給部	
2 2 d	逆止弁	
2 3	ドラム	
2 3 a	外側シェル	
2 3 b	断熱耐火レンガ	
2 3 c	回転可能チューブ	10
2 3 d	加熱空間	
2 5 a ~ 2 5 c	排気口	
2 6 a	可変速駆動モータ	
2 6 b	機械的駆動チェーン	
2 8	加熱室	
2 8 a	第 1 のゾーン	
2 8 b	第 2 のゾーン	
2 8 c	第 3 のゾーン	
2 9 a ~ 2 9 l	温度センサ	
2 9 m	圧力センサ	20
3 0	流量センサ	
4 0	燃焼ヒータ	
4 0 a ~ 4 0 f	ガスバーナ	
4 0 g ~ 4 0 l	監視装置	
4 1	天然ガス供給部	
4 1 a	天然ガスパイプライン	
4 1 b ~ 4 1 g	分岐部	
4 1 h	流量センサ	
4 2	貯蔵部	
4 2 a	合成ガス供給パイプライン	30
4 2 b ~ 4 2 g	分岐部	
4 2 h	圧力センサ	
4 2 a a ~ 4 2 f f	温度制御弁	
4 3	燃焼用空気供給部	
4 3 a	燃焼用空気パイプライン	
4 3 b ~ 4 3 g	分岐部	
4 3 h ~ 4 3 m	空気制御弁	
4 4 a ~ 4 4 f	ガス制御弁	
4 5 a ~ 4 5 f	ガスパイプ	
4 6	燃焼用空気ファン	40
4 6 a	電気駆動モータ	
5 1	水源	
5 1 a	蒸気パイプライン	
5 1 b	流量センサ	
5 1 c	流量制御弁	
5 2	蒸気過熱器	
6 0	合成ガスファン	
6 0 a	可変速電気駆動モータ	
6 1	出口パイプ	
6 2	圧力制御弁	50

- 6 3 圧力センサ
- 6 4 圧力センサ
- 6 5 温度センサ
- 6 6 圧力センサ

【図面】

【図 1】

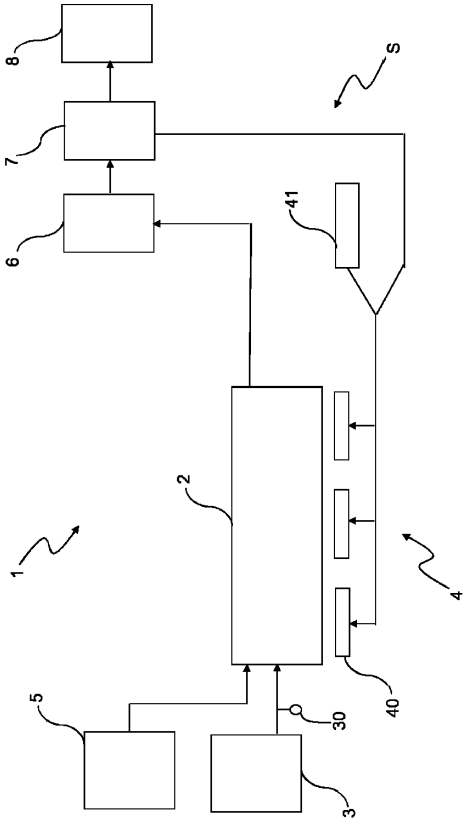


FIGURE 1

【図 2】

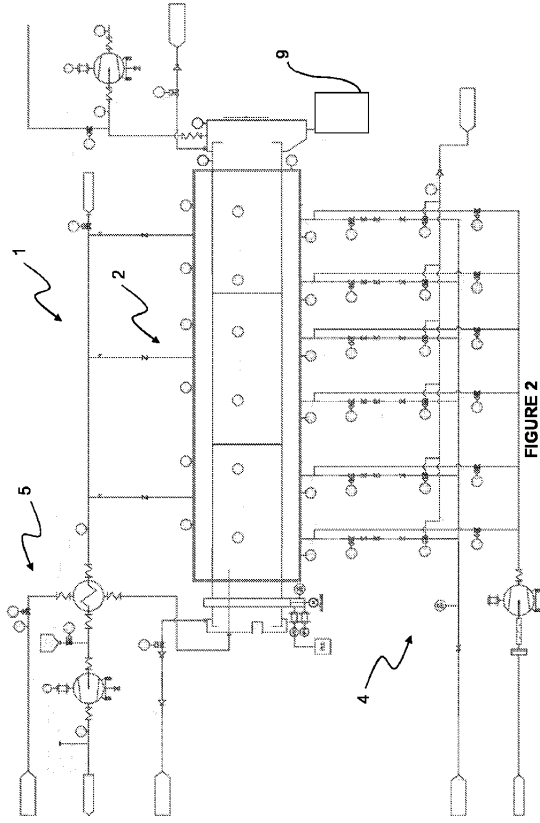


FIGURE 2

10

20

30

40

50

【 図 3 】

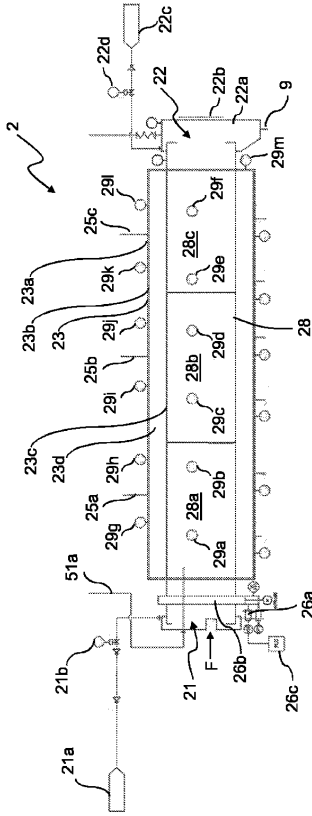
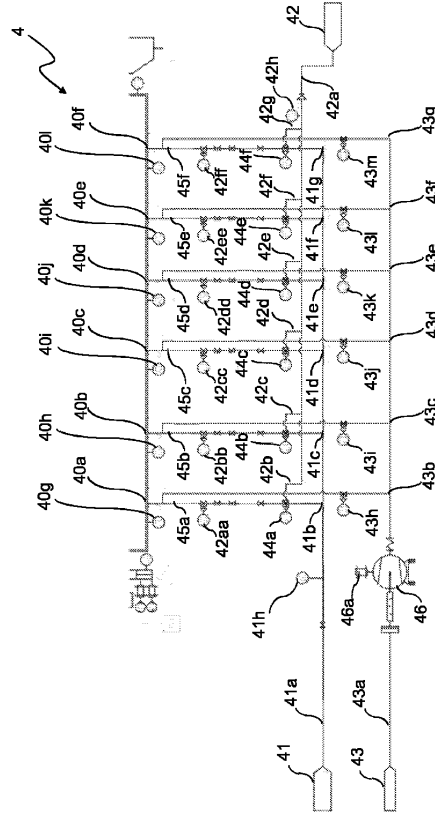


FIGURE 3

【 図 4 】



【 図 7 】

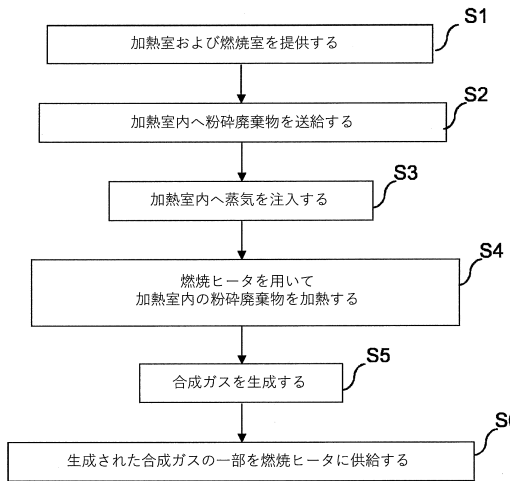


FIGURE 7

【 図 8 】

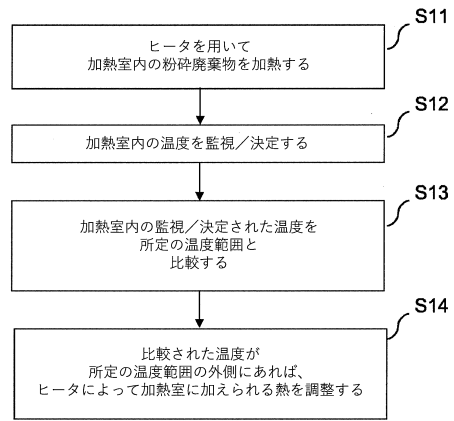


FIGURE 8

【 図 9 】

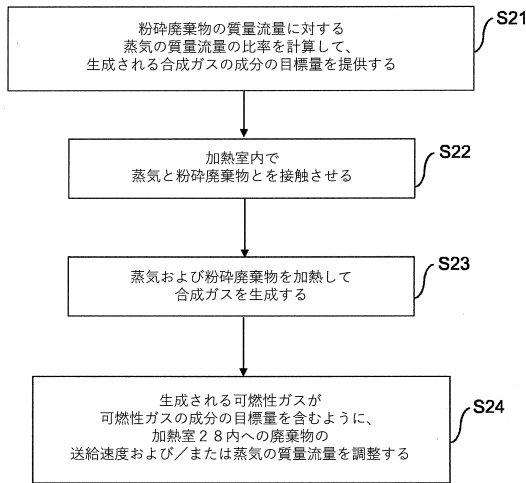


FIGURE 9

【 図 10 】

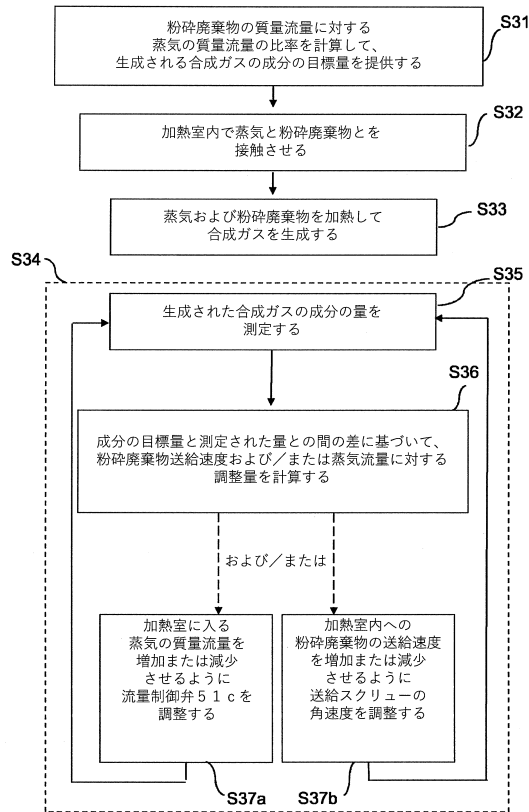


FIGURE 10

10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

・ソートン・ザ・エナジー・センター・ティーイーシー・109・パワーハウス・エナジー・グループ・ピーエルシー内

審査官 村山 達也

- (56)参考文献 特許第4616923(JP, B1)  
特開2004-163070(JP, A)  
米国特許出願公開第2013/0327257(US, A1)  
米国特許出願公開第2004/0197239(US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- |      |       |
|------|-------|
| C08J | 11/12 |
| C08J | 11/14 |
| C10J | 3/00  |
| C10J | 3/72  |