

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6712276号
(P6712276)

(45) 発行日 令和2年6月17日(2020.6.17)

(24) 登録日 令和2年6月2日(2020.6.2)

(51) Int.Cl. F I
C 1 0 L 5/46 (2006.01) C 1 0 L 5/46
B 0 9 B 3/00 (2006.01) B 0 9 B 3/00 3 0 3 M

請求項の数 8 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2017-542810 (P2017-542810)	(73) 特許権者	517153594
(86) (22) 出願日	平成27年10月30日 (2015.10.30)		エコジェンサス エルエルシー
(65) 公表番号	特表2017-538850 (P2017-538850A)		E C O G E N S U S, L L C
(43) 公表日	平成29年12月28日 (2017.12.28)		アメリカ合衆国 06103 コネチカッ
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/058503		ト州 ハートフォード アサイラム スト
(87) 国際公開番号	W02016/070146		リート 185 シティプレイス セカン
(87) 国際公開日	平成28年5月6日 (2016.5.6)		ド フィフティーンズ フロア
審査請求日	平成30年10月24日 (2018.10.24)	(74) 代理人	100105957
(31) 優先権主張番号	62/072,830		弁理士 恩田 誠
(32) 優先日	平成26年10月30日 (2014.10.30)	(74) 代理人	100068755
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 恩田 博宣
		(74) 代理人	100142907
			弁理士 本田 淳
		(74) 代理人	100152489
			弁理士 中村 美樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 混合固形廃棄物から形成される固体燃料組成物

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

炭素を含有する可燃性の固形廃棄物混合物に由来する、 $18,600\text{ J/g}$ ($8,000\text{ B T U/l b}$) $\sim$ $32,600\text{ J/g}$ ($14,000\text{ B T U/l b}$) のエネルギー含量及び 481 kg/m^3 (301 lb/ft^3) $\sim$ 1280 kg/m^3 (801 lb/ft^3) の密度を有する固体燃料組成物であって、揮発性有機化合物及び不燃性固形廃棄物を実質的に含まず、熱分解されておらず、

40重量% $\sim$ 80重量%の炭素；

5重量% $\sim$ 20重量%の水素；

5重量% $\sim$ 20重量%の酸素；

2重量%未満の硫黄；

2重量%未満の塩素；及び

1重量%未満の水；

を含有し、

前記固体燃料組成物は、5重量% $\sim$ 35重量%の混合プラスチックを含み；

前記固体燃料組成物は、燃焼させた 1050 MJ (100 万 B T U) 当たり 0.23 kg (0.51 lb) 未満のアルカリ酸化物、 1.4 kg (31 lb) 未満の灰分、 0.045 kg (0.11 lb) 未満の SO_2 、及び 0.68 kg (1.51 lb) 未満の塩素を放出し；かつ

前記固体燃料組成物は、本質的に非多孔質、本質的に無臭、かつ本質的に無菌である、

固体燃料組成物。

【請求項 2】

前記固形廃棄物混合物は、都市固形廃棄物及び農業廃棄物を含む、請求項 1 に記載の固体燃料組成物。

【請求項 3】

不燃性金属廃棄物を実質的に含まない、請求項 1 に記載の固体燃料組成物。

【請求項 4】

前記混合プラスチックは、ポリエステル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアミド、アクリロニトリルブタジエンスチレン、ポリエチレン/アクリロニトリルブタジエンスチレン、ポリカーボネート、ポリカーボネート/アクリロニトリルブタジエンスチレン、ポリウレタン、マレイミド/ビスマレイミド、メラミンホルムアルデヒド、フェノールホルムアルデヒド、ポリエポキシド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルイミド、ポリイミド、ポリ乳酸、ポリメチルメタクリレート、ポリテトラフルオロエチレン、及び尿素-ホルムアルデヒドからなる群から選択される 1 種以上のプラスチックを含む、請求項 1 に記載の固体燃料組成物。

【請求項 5】

前記混合プラスチックは、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、及びそれらの組合せを含む、請求項 4 に記載の固体燃料組成物。

【請求項 6】

0.5 重量%未満の水を含む、請求項 1 に記載の固体燃料組成物。

【請求項 7】

5 cm (2 インチ) の最大断面寸法及び 61 cm (2 フィート) 未満のロッド長さを有するロッドの形態にある、請求項 1 に記載の固体燃料組成物。

【請求項 8】

3 mm 未満の最大粒子寸法を有する複数の粒子の形態にある、請求項 1 に記載の固体燃料組成物。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、混合固形廃棄物から形成される固体燃料組成物に関する。より具体的には、本開示は、揮発性有機化合物を実質的に含まず、熱分解されない固体燃料組成物に関する。

【背景技術】

【0002】

住宅、施設、商業的供給源からの都市廃棄物、農業廃棄物、及び下水汚泥等のその他の廃棄物といった固形廃棄物の処理は、難しい課題であり続けており、その解決策も絶え間なく進化している。世界中で埋立地が処理能力に達し、それを超えており、また固形廃棄物業界及び社会は一般に埋立地の使用を制限しているため、固形廃棄物を更に処理して埋立地に導入される量を減らすという代替の固形廃棄物処理方法が開発されている。金属、プラスチック、紙製品のリサイクル、及び有機物の堆肥化は、埋立地に運ばれる固形廃棄物の全体量を減らすための比較的一般的な方法である。固形廃棄物のエネルギー含有物を電力などのより使用に適した形態に転換するための廃棄物エネルギー回収 (Waste-to-Energy) 方法も開発されている。

【0003】

種々の廃棄物エネルギー回収方法では、焼却、熱分解、又はガス化等の熱処理を用いて固形廃棄物流のエネルギー含有物を放出させ、続いてこれを用いて下流の発電器を駆動させる。廃棄物エネルギー回収方法における熱分解及びガス化は、焼却よりも多くの利点をもたらすが、都市固形廃棄物 (municipal solid waste, MSW) や農業廃棄物が供給原料に使用される場合、水分含量が高く、密度が低く、さらに均質性

10

20

30

40

50

がないために、熱分解又はガス化の有効利用は制限される。

【 0 0 0 4 】

熱分解又はガス化チャンバの効率的な操作は、典型的には、密度が高く、本質的に水分のない一貫した組成の供給原料を使用する。固形廃棄物流は本質的に密度が低く、組成が変動するため、ほとんどの廃棄物エネルギー回収プラントは、固形廃棄物流を焼却することにより固形廃棄物流のエネルギーを解放する。進歩したガス化等の強化された熱分解手順により、固形廃棄物組成に固有の非一貫性に伴う非効率性が解消される可能性があるが、これらの進歩した手順は特化された設備への相当な投資を必要とする。さらに、それらは依然として供給原料の質による制限を受ける。

【 0 0 0 5 】

他の方法は、ペレタイザを使用して、熱分解チャンバの固形廃棄物流をより均一なサイズにする。しかし、ペレット化された固形廃棄物は、固形廃棄物流に固有の組成の変動を保持する。さらに、固形廃棄物流をペレット化することは、固形廃棄物を熱分解（又はガス化）チャンバの効率的な稼働に適した高密度かつ低水分の燃料に変換することができない。

【 0 0 0 6 】

固体燃料組成物に対する、また、混合固形廃棄物及び供給原料として使用される他の廃棄物を含んでいてもよい固形廃棄物流から固体燃料組成物を製造する方法に対する必要性が存在する。このような燃料は、高度な機械に追加の設備投資をすることなく、廃棄物エネルギー回収方法の一部としての熱分解（又はガス化）チャンバの効率的な稼働を提供する。さらに、より良好な燃料組成物を提供するため、変動組成の固形廃棄物流を、高密度かつ低水分である比較的一貫した組成の固体燃料組成物に変換する方法の必要性が存在する。さらに、固体燃料組成物を製造するために使用される固形廃棄物流の臭気、細菌、及び他の望ましくない特性をさらに除去することが可能な、固形廃棄物流からの固体燃料組成物の形成方法の必要性が存在する。このような方法から得られる固体燃料組成物は、熱分解又はガス化にすぐに使える、均質な、乾燥した、高密度かつエネルギーの豊富な燃料を提供することによって、廃棄物エネルギー回収方法の一部として高効率の熱分解又はガス化方法の使用を可能にする。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 7 】

本明細書に開示された方法は、加工燃料を製造するために一般的に採用されるような大規模な予備分別又は予備乾燥を行うことなく、固形廃棄物混合物を処理する。原材料を乾燥や予備分別する必要がないため（不燃物の金属、ガラス、及び危険物の任意選択的除去を除く）、発生場所、季節、又は天候に基づく含有物の変動は、方法に実質的な影響を与えない。

【 0 0 0 8 】

この方法は、有機材料、屑、及びプラスチックを含む固形廃棄物混合物を得ることによって開始する。このシステムは、大気圧以下の処理容器内で固形廃棄物混合物を処理して過剰の水分、揮発性有機化合物（VOC）、塩素化有機物、及び塩素ガスを取り去り、これらのガスを大気に曝すことなく隔離する。そして、水及びVOCの除去後に熱が上昇し、固形廃棄物混合物中の混合プラスチックが溶融する。この工程は、乾燥固形廃棄物混合物中のプラスチック内容物を溶融することによって、固体燃料組成物全体にプラスチックを分布させ、固体燃料組成物の密度を増加させる。これは既存の組成物とは対照的である。最終生成物は熱分解されておらず、有機化合物及びプラスチックを含む。最終生成物はほぼ均質であり、これは、固形廃棄物混合物中の大きい破片が、固形廃棄物混合物中の他の個々の破片と同等以下の平均粒度まで小さくなっていることを意味する。最終生成物はまた、水分含量が低く（< 1 重量%）、焼却用の燃料としての、又は例えば熱分解又はガス化に供される合成ガス原料としての使用を含む、様々な後処理用途に適している。

【 0 0 0 9 】

したがって、簡潔には、本開示は約 18,600 J / g（約 8,000 B T U / l b）

10

20

30

40

50

～約 32,600 J/g (約 14,000 BTU/lb) のエネルギー含量及び約 481 kg/m³ (約 30 lb/ft³)～約 1280 kg/m³ (約 80 lb/ft³) の密度を有する固体燃料組成物を提供する。固体燃料組成物は、揮発性有機化合物を実質的に含まず、熱分解されていない。これは、固体燃料組成物が熱的にも化学的にも、灰、チャー、合成油及び合成ガスに変換されていないことを意味する。固体燃料組成物は、約 40 重量%～約 80 重量%の炭素、約 5 重量%～約 20 重量%の水素、約 5 重量%～約 20 重量%の酸素、約 2 重量%未満の硫黄、約 2 重量%未満の塩素、及び約 1 重量%未満の水を含有する。固体燃料組成物は、約 5 重量%～約 60 重量%の混合プラスチックを含む固形廃棄物混合物を処理容器内で約 90 ～約 110 に加熱することによって、固形廃棄物混合物を乾燥固形廃棄物混合物と、加熱された固形廃棄物混合物から放出された気体化合物とに分離することにより、固形廃棄物混合物から合成ガスを生成することなく形成される。合成ガスは熱分解の生成物であり、本方法では発生しない。気体化合物を処理容器から除去して乾燥固形廃棄物混合物を形成する。乾燥固形廃棄物混合物を少なくとも 160 及び大気圧未満で加熱混合して、溶融混合プラスチックを含む加熱固形廃棄物混合物を形成する。加熱固形廃棄物混合物を約 200 未満で押出し、押出固形廃棄物混合物を生成する。押出固形廃棄物混合物を約 65 未満に冷却し、固体燃料組成物を形成する。

【0010】

固形廃棄物混合物は、都市固形廃棄物及び農業廃棄物を含むことができる。固形廃棄物混合物は、都市固形廃棄物からプラスチック及び不燃性廃棄物を取り除くことによって形成された分別済み都市固形廃棄物を含むことができる。固形廃棄物混合物中の混合プラスチックの量は、約 5 重量%～約 60 重量%に調整されてもよい。固形廃棄物混合物は、不燃性金属廃棄物のような不燃性廃棄物を実質的に含まない。

【0011】

混合プラスチックは、ポリエステル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアミド、アクリロニトリルブタジエンスチレン、ポリエチレン/アクリロニトリルブタジエンスチレン、ポリカーボネート、ポリカーボネート/アクリロニトリルブタジエンスチレン、ポリウレタン、マレイミド/ビスマレイミド、メラミンホルムアルデヒド、フェノールホルムアルデヒド、ポリエポキシド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルイミド、ポリイミド、ポリ乳酸、ポリメチルメタクリレート、ポリテトラフルオロエチレン、及び尿素-ホルムアルデヒドからなる群から選択される 1 種以上のプラスチックを含むことができる。混合プラスチックは、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、及びそれらの組合せを含むことができ、乾燥固形廃棄物は、少なくとも約 190 に加熱することができる。固形廃棄物混合物は、約 5 重量%～約 35 重量%の混合プラスチックを含有してもよい。処理容器内で維持される圧力は、約 6670 Pa (約 50 torr) 未満であってもよい。あるいは、固体燃料組成物は、0.5 重量%未満の水を含有してもよい。固体燃料組成物は、燃焼させた時、1050 MJ (100 万 BTU) 当たり約 0.23 kg (約 0.5 lb) 未満のアルカリ酸化物、約 1.4 kg (約 3 lb) 未満の灰分、約 0.045 kg (約 0.1 lb) 未満の SO₂、及び約 0.68 kg (約 1.5 lb) 未満の塩素を放出し得る。固体燃料組成物は、本質的に非多孔質、本質的に無臭、かつ/又は本質的に無菌であってもよい。さらに、固体燃料組成物は、約 5 cm (約 2 インチ) の最大断面寸法及び約 61 cm (約 2 フィート) 未満のロッド長さを有するロッドの形態に押出されてもよい。固体燃料組成物は、約 3 mm 未満の最大粒子寸法を有する複数の粒子に粉碎されてもよい。

【0012】

本開示は、約 18,600 J/g (約 8,000 BTU/lb)～約 32,600 J/g (約 14,000 BTU/lb) のエネルギー含量及び約 481 kg/m³ (約 30 lb/ft³)～約 1280 kg/m³ (約 80 lb/ft³) の密度を有する固体燃料組成物をさらに提供する。固体燃料組成物は、熱分解されておらず、揮発性有機化合物及び不燃性廃棄物を実質的に含まない。固体燃料組成物は、約 40 重量%～約 80 重量%の炭

10

20

30

40

50

素、約5重量%～約20重量%の水素、約5重量%～約20重量%の酸素、約2重量%未満の硫黄、約2重量%未満の塩素、及び約1重量%未満の水を含有する。固体燃料組成物は、約5重量%～約35重量%の混合プラスチックを含む。固体燃料組成物は、燃焼させると、1050MJ(100万BTU)当たり約0.23kg(約0.5lb)未満のアルカリ酸化物、約1.4kg(約3lb)未満の灰分、約0.045kg(約0.1lb)未満のSO₂、及び約0.68kg(約1.5lb)未満の塩素を放出する。固体燃料組成物は、本質的に非多孔質、本質的に無臭、かつ/又は本質的に無菌である。固体燃料組成物は、非廃棄物、例えば廃棄された非危険性二次材料から生成された非廃棄物であってもよい。

【0013】

10

本開示はまた、約5重量%～約60重量%の混合プラスチック及び約1重量%未満の水を含有し、揮発性有機化合物を実質的に含まない、約160～約260の温度及び約6670Pa(約50torr)未満の圧力下の固形廃棄物混合物を提供する。

【0014】

複数の実施形態が開示されているが、本開示のさらに他の実施形態は、本開示の例示の実施形態を示し説明する以下の詳細な説明から当業者に明らかになるであろう。理解されるように、本発明は、本開示の趣旨及び範囲から逸脱することなく、改変が可能である。したがって、図面及び詳細な説明は、本質的に例示的であり、限定的ではないと見なされるべきである。

【0015】

20

以下の図は、本開示の様々な態様を例示する。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】固形廃棄物混合物から固体燃料組成物を製造する方法を例示するフローチャートである。

【図2】固形廃棄物混合物から固体燃料組成物を製造する工程における固形廃棄物混合物の温度プロファイル及び関連する工程を概略的に示すグラフである。

【図3】加熱固形廃棄物混合物から蒸発した化合物を除去する方法を示すフローチャートである。

【図4】固形廃棄物混合物から固体燃料組成物を製造するためのシステムのブロック図である。

30

【図5】押出機出口434の断面図である。

【図6】2室型処理容器の概略図である。

【図7】本明細書に開示のシステムの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

対応する参照符号及びラベルは、図面の図の中での対応する要素を示す。図面に使用されている見出しは、特許請求の範囲を限定するものと解釈されるべきではない。

本開示は、少なくとも18,600J/g(8,000BTU/lb)のエネルギー含量を有する固体燃料組成物を、合成ガスを生成させずに製造するための方法及びシステムを包含する。少なくとも約5重量%のプラスチックを含み得る固形廃棄物混合物から固体燃料組成物を形成するシステム及び方法を下記に示す。固体燃料組成物は、固形廃棄物混合物を処理容器内で少なくとも約100の温度に加熱して、固形廃棄物混合物を乾燥固形廃棄物混合物と、水蒸気を含むがこれに限定されない気化合物とに分離することにより形成され得る。次に気化合物が付属の真空システムを使用して処理容器から取り除かれ、残りの乾燥固形廃棄物混合物が続いて混合され、約250までの最高温度に加熱されてもよい。最高温度で、固形廃棄物混合物中のプラスチックは溶融し、混合物全体に分散される。次いで、加熱された固形廃棄物混合物を約200未満で押出し、冷却して固体燃料混合物を形成することができる。

40

【0018】

50

得られた固体燃料混合物は、少なくとも $18,600 \text{ J/g}$ ($8,000 \text{ BTU/lb}$) のエネルギー含量及び少なくとも約 481 kg/m^3 (約 30 lb/ft^3) の密度を有し得る。固体燃料混合物はまた、処理容器内の高い最高温度に起因して滅菌されてもよく、固体燃料組成物全体に分散されたプラスチックに起因して疎水性及び非多孔性であってもよい。結果として、固体燃料混合物は、生分解や他の態様による組成の変化のリスクを伴わずに、様々な貯蔵条件で長期間貯蔵することができる。

【0019】

固体燃料組成物の方法及びシステムの詳細な説明、ならびに固体燃料組成物自体の説明は、以下に提供される。

I. 固体燃料組成物の形成方法

固形廃棄物混合物から固体燃料組成物を形成する方法であって、固形廃棄物混合物を処理容器内で加熱し、機械的に攪拌して、固形廃棄物の個々の成分を混合し、均質化する工程を含む方法が開示される。さらに、加熱固形廃棄物混合物によって放出された気体化合物は、処理容器内の真空（すなわち、大気圧よりも低い圧力）を用いて除去することができる。得られた処理容器の内容物を押出し、所望の形状に成形し、冷却して固体燃料組成物を形成することができる。

【0020】

この方法は、組成が変化し得る固形廃棄物混合物を、比較的低い組成変動性を有する固体燃料組成物に変換することによって、従来の廃棄物エネルギー回収方法の限界の多くを克服する。加えて、この方法によって製造された固体燃料組成物は、本質的に無菌かつ非多孔質であり、特殊な設備や施設を必要とせずに固体燃料組成物を長期間輸送及び貯蔵することを可能にする。加えて、固体燃料組成物は、より高収率の廃棄物エネルギー回収方法に関連する様々な熱分解プロセスに適合する。

【0021】

いくつかの廃棄物エネルギー回収方法は、固形廃棄物を焼却する。これは本明細書では、酸素の存在下で固形廃棄物を燃焼させることと定義し、これにより熱を発生させて下流の蒸気発生器を駆動するための蒸気を生成する。しかし、焼却工程は、潜在的に有害な排出物も生成する。この排出物は、焼却炉の排出流から取り除かれるか、又は環境に放出される必要がある。一方、本発明は、VOC、塩素化有機化合物、塩素ガスを除去した固体燃料組成物を提供するものであり、この固体燃料組成物を焼却し又は燃焼させても、これらの有害な汚染物質を環境に放出せず、これらの化合物に関して排出流を浄化する必要はない。

【0022】

他の廃棄物エネルギー回収方法は熱分解を使用する。これは、有機物質の揮発性成分の過熱であり、約 400°F ~ 約 $1,400^\circ\text{F}$ (約 205°C ~ 約 760°C) の範囲の温度でその物質を加熱することによって生成される。熱分解 (pyrolysis) は加熱分解 (thermolysis) の一種であり、有機物の不可逆的な熱化学分解をもたらす。熱分解は化学組成と物理相の同時変化を伴い、ここでは原料が灰、チャー（バイオチャー等）、合成油（バイオオイル）、合成ガス（バイオガス）に分けられる。熱分解は、燃料が酸素と反応する燃焼（酸化）とも、燃料が水と反応する加水分解とも異なる。焼却と併用される効率の低い蒸気発生器とは対照的に、熱分解から生成された合成ガス及び/又は他の流体は、下流の効率的な発電用の発生器を可能にする。本開示は、熱分解されない固体燃料組成物を提供し、これは、灰、チャー、合成油及び合成ガスに分けられていないことを意味する。むしろ、本固体燃料組成物は、熱分解にすぐに使用できる、均質化され、乾燥した、高密度かつエネルギー豊富な燃料である。

【0023】

ガス化は、酸素をほとんど又は全く伴わずに約 900°F ~ 約 $3,000^\circ\text{F}$ (約 480°C ~ 約 $1,650^\circ\text{C}$) のさらに高い温度環境で有機物質を加熱することを含むという点で熱分解と類似する。ガス化は、熱分解で残った不揮発性炭素チャーの一部もガス化によって合成ガスに転化する場合があるため、より多くの合成ガスを生成するという利点を有

10

20

30

40

50

する。本開示は、ガス化される固体燃料組成物であって、ガス化にすぐに使用できる、均質化され、乾燥した、高密度かつエネルギー豊富な燃料である固体燃料組成物を提供する。

【0024】

本明細書に開示の固体燃料組成物は、上記方法のいずれかにおいて使用することができる。本固形廃棄物混合物は、熱分解、ガス化及び／又は焼却に特に適した固体燃料組成物を提供するために化学的及び物理的に変換される。理論に縛られることを望まないが、熱分解は、一般的には、水分のかなりの部分が供給原料から除去されるまで起こり得ない。本明細書に開示の固体燃料組成物は、非常に低い水分含量を有し、直ちに熱分解されることができる。固体燃料組成物は、VOC、塩素化有機化合物、及び塩素ガスを除去するように処理されている。一般に、不燃性廃棄物も除去されている。固形廃棄物混合物は、熱分解が起こる直前の時点まで処理され、この時点で供給原料を高密度化及び冷却することにより反応が止められる。これにより、燃焼可能なガスを固体燃料組成物に「閉じ込めた」状態で維持する。得られた固体燃料組成物は、熱分解及び関連するプロセスにすぐに使用できる。

10

【0025】

固形廃棄物混合物の混合

図1は、固形廃棄物混合物から固体燃料組成物を形成する方法100を示すフローチャートである。方法100に供される固形廃棄物混合物に応じて、固形廃棄物混合物は、ステップ101において、分別された固形廃棄物を混合プラスチックとブレンドすることによって任意に形成されてもよい。この方法のための供給原料は、少なくとも約20重量%のプラスチックを含む固形廃棄物混合物であってもよい。この方法のための供給原料は、少なくとも約5重量%のプラスチックを含む固形廃棄物混合物であってもよい。

20

【0026】

「廃棄物」は、一般に、主たる使用の後に廃棄された炭素含有可燃性物質を指し、固形廃棄物を含む。一般に、廃棄物は、不燃性廃棄物の部分を含む、湿っていて不均質なものであってもよい。「固形廃棄物」は、あらゆるごみ、又は塵芥、廃水处理場、上水处理場、又は大気汚染防止施設からの汚泥、及び他の廃棄された物質を指し、工業、商業、鉱業、及び農業の営みにより、ならびに地域活動により発生する固体、液体、半固体、又は封入された気体状物質を含む。

30

【0027】

固形廃棄物の様々な供給源を使用することができる。固形廃棄物混合物は、都市廃棄物、農業廃棄物、下水汚泥、家庭ごみ、廃棄された二次材料、及び工業固形廃棄物を含むがこれらに限定されない非危険廃棄物源に由来してもよい。本明細書で使用される「都市廃棄物」又は「都市固形廃棄物」(MSW)は、家庭ごみ又は商業固形廃棄物又は工業固形廃棄物を指すことがある。固形廃棄物混合物に含まれ得る廃棄物の非限定的な例には、食品及び生ごみ等の生分解性廃棄物；刈った芝生や生け垣等の植物の廃棄物；紙；混合プラスチック；固形食品廃棄物；固形農業廃棄物；下水汚泥；自動車破碎残渣が挙げられる。

【0028】

「家庭ごみ」又は「住宅ごみ」は、家庭（一戸建て及び集合住宅、ホテル及びモーター、宿泊小屋、レンタルステーション、クルー・クォーター、キャンプ場、ピクニック場、及びデユースのレクリエーション区域を含む）に由来する固形廃棄物（ごみ、屑、及び浄化槽の衛生廃棄物を含む）を指す。

40

【0029】

「商業固形廃棄物」は、店舗、オフィス、レストラン、倉庫、及び他の非製造活動（住宅ごみ及び工業廃棄物を除く）によって発生するあらゆる種類の固形廃棄物を指す。

「工業固形廃棄物」は、製造又は工業過程によって発生する非有害固形廃棄物を指す。工業固形廃棄物の例としては、以下の製造過程から生じる廃棄物が挙げられるが、これらに限定されない：発電；肥料／農薬；食品及び関連製品／副産物；革及び革製品；有機化学物質；プラスチック及び樹脂製造；パルプ及び製紙業；ゴム及び種々のプラスチック製

50

品；繊維製造；輸送用機器；及び水処理。この用語は、採掘廃棄物及び石油・ガス廃棄物を含まない。

【 0 0 3 0 】

固形廃棄物混合物は、廃棄された非危険性二次材料を含むことができ、その場合、それらの固形廃棄物混合物から製造された固体燃料組成物は、法的には「非廃棄物」として分類され得る。「二次材料」とは、製造工程又は商業的過程の主な製品ではない材料を指し、使用済み材料、仕様外の市販化学製品又は化学製造中間体、廃材 (p o s t - i n d u s t r i a l m a t e r i a l)、及びスクラップを含み得る。非危険性二次材料の例としては、車両から除去されたタイヤ及び規格外タイヤを含む、確立されたタイヤ回収プログラムによって廃棄されずに管理されているスクラップタイヤ；樹脂加工された木材；レガシー・パイル (l e g a c y p i l e s) から回収され、現在生成されている石炭屑と同じ方法で処理された石炭屑；及び脱水されたパルプ及び製紙スラッジであって、廃棄されず、そのような材料の大部分を焼却するパルプ製紙工場によってその場で発生し、焼却されるパルプ及び製紙スラッジ (そのような脱水残留物は、材料の有意義な発熱量を保存するように管理される) が挙げられる。

10

【 0 0 3 1 】

「樹脂加工された木材」とは、一次及び二次木材製品の製造によって生産された木材製品 (結合剤及び接着剤を含む) を指す。樹脂加工された木材は、ボードの切れ端、研削屑、パネルの切れ端、及び製造品質又は規格に適合していない規格外の樹脂加工木材製品等の、樹脂加工された木材の製造及び使用に由来する残留物を含む。

20

【 0 0 3 2 】

「混合プラスチック」は、多様な形状の固形物に成形可能な展性を有する合成又は半合成有機物の任意の組合せを指し、典型的には都市固形廃棄物に見られる。混合プラスチックの好適な例には、限定するものではないが、ポリエステル (P E S)、ポリエチレンテレフタレート (P E T)、ポリエチレン (P E)、高密度ポリエチレン (H D P E)、ポリ塩化ビニル (P V C)、ポリ塩化ビニリデン (P V D C、S a r a n (登録商標))、低密度ポリエチレン (L D P E)、ポリプロピレン (P P)、ポリスチレン (P S)、ポリアミド (P A) (ナイロン)、アクリロニトリルブタジエンスチレン (A B S)、ポリエチレン / アクリロニトリルブタジエンスチレン (P E / A B S)、ポリカーボネート (P C)、ポリカーボネート / アクリロニトリルブタジエンスチレン (P C / A B S)、ポリウレタン (P U)、マレイミド / ビスマレイミド、メラミンホルムアルデヒド (M F)、フェノールホルムアルデヒド (P F)、ポリエポキシド (E p o x y)、ポリエーテルエーテルケトン (P E E K)、ポリエーテルイミド (P E I、U l t e m (登録商標))、ポリイミド、ポリ乳酸 (P L A)、ポリメチルメタクリレート (P M M A、アクリル)、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E)、尿素 - ホルムアルデヒド (U F)、及びこれらの組合せが挙げられる。

30

【 0 0 3 3 】

混合プラスチックは、ポリエステル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアミド、アクリロニトリルブタジエンスチレン、ポリエチレン / アクリロニトリルブタジエンスチレン、ポリカーボネート、ポリカーボネート / アクリロニトリルブタジエンスチレン、ポリウレタン、マレイミド / ビスマレイミド、メラミンホルムアルデヒド、フェノールホルムアルデヒド、ポリエポキシド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルイミド、ポリイミド、ポリ乳酸、ポリメチルメタクリレート、ポリテトラフルオロエチレン、尿素 - ホルムアルデヒド、及びそれらの組合せからなる群から選択される 1 種以上のプラスチックを含むことができる。

40

【 0 0 3 4 】

混合プラスチックは、ポリエステル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリウレタン、及びそれらの組合せからなる群から選択される 1 種以上の

50

プラスチックを含むことができる。混合プラスチックはポリエチレンを含むことができる。

【 0 0 3 5 】

混合プラスチックは、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、及びそれらの組合せを含むことができ、乾燥固形廃棄物は、少なくとも約 1 9 0 に加熱することができる。

不燃性固形廃棄物を検出するために固形廃棄物混合物を分析してもよい。この分析に基づいて、都市固形廃棄物流を軽度を選別してプラスチックを除去し、さらに、ガラス、金属、コンクリート、レンガ及び任意の他の不活性材料を含むがこれらに限定されない不活性廃棄物を除去して、分別された固形廃棄物を得てもよい。本明細書で使用される場合、不活性材料とは、燃焼又は熱分解工程に供されてもエネルギーを放出しそうでない任意の材料を指す。都市固形廃棄物流から除去されたプラスチックは、固体燃料組成物を形成するための固形廃棄物混合物を形成するために、保持され、分別された固形廃棄物と共に混合されてもよい。不燃性廃棄物は、例えばスクラップ金属や金属塊を含む不燃性金属廃棄物を含んでもよい。不燃性金属廃棄物は、鉄、鋼、及び他の鉄含有合金等の鉄系金属、及び、感知できる量の鉄を含まない金属及び合金である非鉄金属を含むことができる。

【 0 0 3 6 】

固形廃棄物混合物を分析して、その中に存在する混合プラスチックの量を決定してもよい。固形廃棄物中に存在する混合プラスチックの量は変動すると考えられる。本明細書に記載の方法に原料として使用される固形廃棄物混合物は、分別された固形廃棄物とプラスチックとを、分析に基づいて所定の比率で混合することによって形成され得る。混合プラスチックは、固形廃棄物流（例えば、M S W）中に通常見られるものであり、更なる比率調整（すなわち、分別及び再混合）なしに使用される。混合プラスチックの量は、本明細書に記載の方法及びシステムで製造される燃料組成物に影響し、経済モデルに基づいて、かつ／又はプロジェクトごとに選択することができる。

【 0 0 3 7 】

固形廃棄物混合物は、少なくとも約 2 0 重量%の混合プラスチックを含有し得る。固形廃棄物混合物は、約 2 0 重量%～約 6 0 重量%の混合プラスチックを含有し得る。固形廃棄物混合物は、約 2 0 重量%～約 4 0 重量%の混合プラスチックを含有し得る。この方法のための供給原料は、約 5 重量%～約 3 5 重量%の混合プラスチックを含有し得る。この方法のための供給原料は、約 5 重量%～約 3 0 重量%の混合プラスチックを含有し得る。この方法のための供給原料は、約 5 重量%を超えるプラスチックを含有し得る。

【 0 0 3 8 】

プラスチックは、本明細書に記載の方法から生じる固体燃料混合物を固めるのを助け、固体燃料組成物の多孔度及び水分活性をさらに低下させることができる。また、固体燃料組成物中のプラスチックは、固体燃料組成物を原料として使用する熱分解工程から生じる生成物の種類に影響を与え得る。特定の理論に限定されないが、より高い割合のプラスチックを有する固体燃料混合物は、熱分解工程を用いてより高い収率の合成油を生成すると考えられる。プラスチックの割合がより低く、紙及びボール紙の割合が高い固体燃料混合物は、熱分解工程を用いてより高い収率の合成ガスを生成すると考えられる。

【 0 0 3 9 】

都市固形廃棄物流が本質的に変化しやすいために、固形廃棄物混合物は非常に変動的な組成を有し得る。都市固形廃棄物流は、様々な季節、国の様々な場所（都市部か農村部か）、及び／又は様々な国（先進国か新興国か）を含むがこれらに限定されない種々の要因によって組成が変化し得る。

【 0 0 4 0 】

分別された固形廃棄物及び混合プラスチックを含む固形廃棄物混合物内に含まれる水は変動することがあり、本明細書に記載の方法を用いた固体燃料組成物の形成において固形廃棄物混合物から水を除去するのに必要な時間及び／又は最高温度に影響を与え得る。乾燥させるために、固形廃棄物から水を除去するのに十分な時間を選択することができる。

【 0 0 4 1 】

例えば、混合固形廃棄物は、約 10 重量% から約 60 重量% までの範囲の様々な量の水を含むことができる。具体的には、混合固形廃棄物は、約 10 重量% ~ 約 20 重量% の間の範囲の量の水を含むことができ、混合固形廃棄物は、少なくとも 10 重量% の水、少なくとも 20 重量% の水、少なくとも 30 重量% の水、少なくとも 40 重量% の水、及び少なくとも 50 重量% の水を含むことができる。

【0042】

利用可能なプラスチックも同様に变化し得る。混合物を形成するために、混合前に固形廃棄物とプラスチックを個別に計量して、固形廃棄物及びプラスチックが所定重量比にある固形廃棄物混合物が確実に形成されるようにしてもよい。固形廃棄物及びプラスチックは、これらが合わせられる際に固形廃棄物及びプラスチックを計量する計量コンベヤを含むがこれに限定されない計量装置を用いて、貯蔵領域から混合領域にそれぞれ移送され、固形廃棄物混合物を形成する。固形廃棄物混合物中のプラスチックは、分別中に都市廃棄物流から取り出されたプラスチック、外部供給源から得たプラスチック、及びそれらの任意の組合せを含むことができる。

10

【0043】

固形廃棄物混合物の細断

次に、固形廃棄物混合物を細断して、固形廃棄物混合物中の他の個々の小片と同等又はそれ以下の平均粒子サイズまで粒子を小さくしてもよい。再び図 1 を参照すると、この方法は、任意選択でステップ 102 において固形廃棄物混合物を細断する工程をさらに含むことができる。固形廃棄物混合物の細断には任意の既知の細断装置を使用することができ、限定するものではないが、工業用 1 軸シュレッダー、工業用 2 軸シュレッダー、工業用 3 軸シュレッダー、工業用 4 軸シュレッダー、ハンマーミル、グラインダ、グラニュレータ、チップパー、及び固形廃棄物混合物中の個々の小片のサイズを縮小するための任意の他の適切な装置を含む。固形廃棄物混合物を細断することにより、固形廃棄物混合物中の個々の小片の最大寸法及び最大直径が減少し、それによって方法 100 のその後の工程における固形廃棄物混合物の個々の成分の混合が促進され、方法 100 を使用して製造された固体燃料ブロックのより均一な組成が得られる。

20

【0044】

細断された固形廃棄物混合物は、約 10 cm (約 4 インチ) 未満の最大寸法又は最大直径を有する複数の小片を含むことができる。複数の小片は、最大寸法又は最大直径が 8 . 9 cm (3 . 5 インチ) 未満、7 . 6 cm (3 インチ) 未満、6 . 4 cm (2 . 5 インチ) 未満、5 . 1 cm (2 インチ) 未満、3 . 8 cm (1 . 5 インチ) 未満、及び 2 . 5 cm (1 インチ) 未満、及び 1 . 3 cm (0 . 5 インチ) 未満であってもよい。最大寸法は、約 5 . 1 cm (約 2 インチ) 未満であってもよい。

30

【0045】

固形廃棄物混合物の初期加熱

次に、本方法は、ステップ 104 において、固形廃棄物混合物を処理容器に導入することを含む。固形廃棄物混合物は、任意の既知の装置及び方法を制限なく用いて処理容器に導入することができる。固形廃棄物混合物は、処理容器の再封止性ハッチその他の開口部を開放し、固形廃棄物混合物を挿入し、再封止性ハッチを閉じ及び / 又は再封止することによって導入することができる。このシステムは、固形廃棄物混合物を本明細書に記載の処理容器に導入するためのホッパーを含むが、これに限定されない投入装置を含むことができる。投入装置は、破碎装置に動作可能に連結されてもよく、破碎装置を組み込んでいてもよい。投入装置は、処理容器に導入する前に固形廃棄物混合物中の小片を混和するためのミキサーを含んでもよい。

40

【0046】

処理容器に入れられた後、固形廃棄物混合物は、ステップ 106 で約 100 、例えば約 90 ~ 約 110 の温度に加熱される。この温度で、固形廃棄物混合物中の水及び水の沸点以下の沸点を有する揮発性有機化合物が気化される。気化化合物には、限定するものではないが、水、有機溶媒が含まれ、他の化合物が固形廃棄物混合物中で気化されても

50

よく、これにより固形廃棄物を乾燥固形廃棄物と気化化合物とに分離する。気化化合物は、主として水を含むか又は本質的に水からなっているもよい。

【 0 0 4 7 】

理論に拘束されることを望まないが、低温乾燥を行わずに高温処理に直接進むと、固形廃棄物混合物中の混合プラスチックが溶融し、それによって固形廃棄物混合物内の空隙が減少し、水及びVOCが固形廃棄物混合物内に捕捉される。さらに、いくつかの低融点プラスチック及び可塑剤は、高温で残留水と反応する可能性があり、これは後の方法工程において化学的性質に干渉する可能性がある。そうならないように、固形廃棄物混合物をまず低温（例えば、約90 ～ 約110 ）で乾燥させて、水を気化させ非水性含有物を加温する。水が気化して処理容器から除去された後、温度が上昇し、プラスチックが低水分の乾燥固形廃棄物混合物内で溶融することが可能になる。

10

【 0 0 4 8 】

固形廃棄物混合物は、ステップ106において加熱されるときに、任意に混合されてもよい。特定の理論に限定されることなく、混合は、固形廃棄物混合物の個々の成分をより一貫した組成に混和することができ、また、固形廃棄物混合物中の空隙又はエアポケットを減少させることができる。加えて、混合は、処理容器の加熱された壁からの、及び容器内の固形廃棄物混合物の熱交換を向上させることができる。混合ブレードによって固形廃棄物混合物に与えられる圧縮及びせん断は、加熱をさらに促進することができる。さらに、混合は、加熱された固形廃棄物混合物からの蒸気及び他の気化化合物の放出を促進し得る。

20

【 0 0 4 9 】

固形廃棄物混合物は、処理容器内で、固形廃棄物の小片又は塊を逐次的により小さい小片又は塊に機械的に分解するのに十分な剪断応力を固形廃棄物混合物に与えるように選択された混合速度で混合することができる。混合速度は少なくともいくつかの更なる要因のうちの任意の1つ又は複数に依存してもよく、これらには、限定するものではないが、処理容器内に設けられたミキサー又は混合ブレードの種類、及び/又は混合時間が含まれる。

【 0 0 5 0 】

処理容器は、固形廃棄物混合物が本明細書中に後述されるように容器内で混合される際に、熱を固形廃棄物混合物に移動させるための加熱壁を提供するように設計されてもよい。加熱壁は、固形廃棄物混合物の最終温度に本質的に等しい温度に維持されてもよい。このような温度は、固形廃棄物混合物を固体燃料混合物に変換するのに適している。少なくとも1つの加熱壁は、加熱工程を加速するために、固形廃棄物混合物の所望の最終温度より少なくとも約30 以上高い温度に維持されてもよい。

30

【 0 0 5 1 】

ステップ106での加熱中に固形廃棄物混合物によって放出された気化化合物は、以下に記載される後続のステップで除去されるべき処理容器のヘッドスペース内に保持されてもよい。ステップ106での加熱中に固形廃棄物混合物によって放出された気化化合物は、処理容器から連続的に除去されてもよい。

【 0 0 5 2 】

気化化合物の除去

再び図1を参照すると、本方法は、ステップ108において、加熱された固形廃棄物混合物によって放出された気化化合物を除去する工程をさらに含むことができる。気化化合物は蒸気（すなわち水蒸気）及び/又は本明細書に記載の1種以上の更なる気化化合物を含み得る。気化化合物は、ステップ106での固形廃棄物混合物の加熱及び任意選択の混合後、処理容器の内部容積に真空を適用することによって除去され得る。真空は、以下に記載するように、処理容器に取り付けられた真空システムによって真空ポートで生成することができる。掃気用空気を処理容器に導入して、気化化合物の容器外への移動を促進してもよい。

40

【 0 0 5 3 】

50

真空システムは、ステップ106で行われる加熱及び任意選択の混合の期間中、気化合物を連続的に除去することができる。処理容器内に維持される真空圧力は、乾燥中及び加熱中の固形廃棄物混合物内の物質の燃焼と、それに関連するエネルギー損失を抑制し得る。いかなる特定の理論にも限定されないが、処理容器内の真空圧力は、上記の水及び他の気化合物の気化温度を低下させ、それにより気化合物を固形廃棄物混合物から除去するのに必要な時間を短縮する。本明細書で説明するように、掃気用空気を処理容器に導入して、気化合物の容器外への移動を促進することができる。

【0054】

真空システムは凝縮器を備えてもよい。凝縮器は、上部ポート、上部ポートの下方の下部ポート、下部ポートの下方の凝縮水溜め、凝縮水溜め内の排水路を備えてもよい。存在する場合、凝縮器は、凝縮器の上部ポートを介して処理容器の真空ポートに動作可能に結合され、凝縮器は、凝縮器の下部ポートを介して真空ポンプに動作可能に結合される。真空ポンプと凝縮器は処理中に気化した化合物を急速に除去して凝縮器内に凝縮物を生成し、これにより材料を熱分解することなく熱分解用の燃料組成物を調製する。

10

【0055】

処理容器内に維持される圧力は、6.67 kPa (50 torr)、6.00 kPa (45 torr)、5.33 kPa (40 torr)、4.67 kPa (35 torr)、4.00 kPa (30 torr)、3.33 kPa (25 torr)、2.67 kPa (20 torr)、2.00 kPa (15 torr)、1.33 kPa (10 torr)、又は0.67 kPa (5 torr)未満とすることができる。処理容器内に維持される圧力は、約4.67 kPa (35 torr)未満であってもよい。処理容器内に維持される圧力は、約3.33 kPa (25 torr)未満であってもよい。

20

【0056】

処理容器内に維持される圧力の範囲は変動し得る。圧力は、約0.667 kPa (約5 torr) ~ 約13.3 kPa (約100 torr)、例えば約0.667 kPa (約5 torr) ~ 1.33 kPa (10 torr)、約1.33 kPa (約10 torr) ~ 2.00 kPa (15 torr)、約2.00 kPa (約15 torr) ~ 2.67 kPa (20 torr)、約2.67 kPa (約20 torr) ~ 3.33 kPa (25 torr)、約3.33 kPa (約25 torr) ~ 4.00 kPa (30 torr)、約4.00 kPa (約30 torr) ~ 4.67 kPa (35 torr)、約4.67 kPa (約35 torr) ~ 5.33 kPa (40 torr)、約5.33 kPa (約40 torr) ~ 6.00 kPa (45 torr)、約6.00 kPa (約45 torr) ~ 6.67 kPa (50 torr)、約6.67 kPa (約50 torr) ~ 7.33 kPa (55 torr)、約7.33 kPa (約55 torr) ~ 8.00 kPa (60 torr)、約8.00 kPa (約60 torr) ~ 8.67 kPa (65 torr)、約8.67 kPa (約65 torr) ~ 9.33 kPa (70 torr)、約9.33 kPa (約70 torr) ~ 10.0 kPa (75 torr)、約10.0 kPa (約75 torr) ~ 10.7 kPa (80 torr)、約10.7 kPa (約80 torr) ~ 11.3 kPa (85 torr)、約11.3 kPa (約85 torr) ~ 12.0 kPa (90 torr)、約12.0 kPa (約90 torr) ~ 12.7 kPa (95 torr)、約12.7 kPa (約95 torr) ~ 13.3 kPa (100 torr)である。

30

40

【0057】

処理容器内に維持される圧力は、約5.33 kPa (約40 torr) ~ 約8.00 kPa (約60 torr)であってもよい。ステップ108で処理容器から除去された気化合物は、蒸気(水蒸気)及び本明細書に記載の1つ又は複数の更なる気化合物を含み得る。気化合物は、図3に示すように、リサイクル廃水を生成するために追加で処理されてもよい。

【0058】

図3は、処理チャンバから除去された気化合物の混合物をさらに処理する方法300を示すフローチャートである。方法300は、ステップ302で加熱された固形廃棄物混

50

合物によって放出された気化化合物を除去し、ステップ 304 で気化化合物を凝縮させて廃水を生成する工程を含む。凝縮された廃水は、塩素及び種々の有機溶媒を含むがこれらに限定されない上記の更なる気化化合物のうちの 1 種以上を水溶液として含み得る。気化化合物は約 100 以上の温度を有し得る。この温度は、真空システムに含まれる様々な水処理装置の最高動作温度を超えることがある。非限定的な例として、メンブレンフィルタは約 85 の最高動作温度を有する場合があり、活性炭フィルタは約 35 の最高動作温度を有する場合がある。

【0059】

再び図 3 を参照すると、凝縮された廃水は、ステップ 306 で冷却されてもよい。凝縮された廃水は約 -40 (-40 ° F) から約 +40 (100 ° F) の範囲の大気温度条件に曝された廃水タンクに貯蔵し、冷却させることができる。廃水タンクは、金属材料を含むがこれに限定されない比較的高い熱伝導率を有する材料で構成することができる。廃水貯蔵タンクは、ステンレス鋼で構成することができる。廃水タンクは、攪拌器又はポンプ等の水循環装置をさらに備え、タンク内の廃水を循環させて冷却速度を高めることができる。凝縮された廃水を本明細書の以下に記載される追加の水処理装置に供する前に、ステップ 306 において、凝縮された廃水を約 85 未満の温度に冷却してもよい。廃水は、ステップ 306 において、約 80 未満、約 75 未満、約 70 未満、約 65 未満、約 60 未満、55 未満、約 50 未満、約 45 未満、約 40 未満、約 35 未満、約 30 未満、及び約 25 未満に冷却されてもよい。

【0060】

再び図 3 を参照すると、凝縮された廃水を処理する方法は、ステップ 308 において、凝縮された廃水をメンブレンフィルタを通して濾過する工程をさらに含むことができる。特定の理論に限定されないが、メンブレンフィルタは、上記の有機溶媒の 1 種以上を含むがそれらに限定されない溶解された化合物を除去することができる。非対称ポリエーテルスルホンメンブレンフィルタ、ナイロン (商標) (ポリアミド) メンブレンフィルタ、及びテフロン (登録商標) (ポリテトラフルオロエチレン、PTFE) メンブレンフィルタを含むがこれらに限定されない任意の既知のメンブレンフィルタをステップ 308 で使用することができる。廃水は、ステップ 308 で膜濾過に供される前に、約 85 未満の温度に冷却されてもよい。廃水は、ステップ 308 の前に、約 80 未満、約 75 未満、約 70 未満、約 65 未満、約 60 未満、約 55 未満、約 50 未満、約 45 未満、約 40 未満、約 35 未満、約 30 未満、及び約 25 未満の温度に冷却されてもよい。

【0061】

再び図 3 を参照すると、凝縮された廃水を処理する方法は、ステップ 310 で廃水にオゾン処理を施す工程をさらに含むことができる。特定の理論に限定されないが、オゾン処理は廃水中のバクテリアを破壊し、廃水を無菌にすることができる。より低温の水温でオゾンの水への溶解度が高められるので、水はステップ 310 の前にさらに冷却されてもよい。ステップ 310 でのオゾン処理の前に、ステップ 308 で水をメンブレンフィルタを通して濾過してもよく、これにより廃水を冷却するための更なる時間を提供する。ステップ 310 でオゾン処理された廃水は、約 40 未満の温度に冷却されてもよい。廃水は、ステップ 308 の前に、約 35 未満、約 30 未満、約 25 未満、及び約 20 未満の温度に冷却されてもよい。

【0062】

再び図 3 を参照すると、ステップ 312 において活性炭フィルタを用いて廃水を濾過することができる。特定の理論に限定されるものではないが、活性炭フィルタは、廃水から塩素ガス、沈殿物、揮発性有機化合物 (VOC)、塩素化有機化合物、味及び臭気を除去することができる。さらに、活性炭が廃水から汚染物質を除去する吸着過程は、比較的低い水温で強化され得る。水はステップ 308 でメンブレンフィルタを通して濾過され、ステップ 312 での活性炭濾過に先立ってステップ 310 でオゾン処理され、それにより廃水が冷却される追加の時間を提供する。廃水は、ステップ 312 の活性炭フィルタを通す

濾過の前に、約 40 未満の温度に冷却されてもよい。廃水は、ステップ 312 の前に、約 35 未満、約 30 未満、約 25 未満、及び約 20 未満の温度に冷却されてもよい。

【0063】

ステップ 308、310、及び 312 で処理された廃水は、下水として排出されてもよいし、ステップ 314 で次の使用のために保管されてもよい。処理された廃水の適切なその後の使用の非限定的な例には、ダストコントロール、及びエネルギー作物等の非食用作物の灌漑等が挙げられる。

【0064】

乾燥固形廃棄物混合物の加熱及び混合

10

ステップ 108 で気化化合物を除去した後に処理容器内に残っている乾燥固形廃棄物混合物を、ステップ 109 で少なくとも約 160 の最終温度までさらに加熱し混合してもよい。最終温度は、乾燥固形廃棄物混合物中のプラスチック材料を溶融させるのに十分高くないとはならない。いかなる特定の理論にも限定されないが、溶融プラスチックと固形廃棄物混合物の他の材料との混合は、得られる固体燃料組成物を一つに固めて、その多孔性を低下させることができる。溶融プラスチックは、得られる固体燃料組成物の密度を増加させ、エネルギー含量を増加させ、廃棄物抵抗性 (waste resistance) を高め、下流の加工性を向上させる。

【0065】

乾燥固形混合物の最終温度は、固形廃棄物混合物の組成を含むが、これに限定されない少なくともいくつかの因子のうちの任意の 1 つ以上に依存し得る。固形廃棄物混合物が塩素含有プラスチックを含む場合、最終温度は、本明細書に記載されているように、固形廃棄物混合物から塩素を遊離させるのに十分な温度まで高められる。固形廃棄物混合物中の全てのプラスチックが溶融するのを確実にするため、最終温度は、固形廃棄物混合物に含まれるプラスチック混合物の最高溶融温度により決定され得る。

20

【0066】

図 2 は、開始時間 $t = 0$ において処理容器に導入された後の容器内の固形廃棄物混合物の温度プロファイルを概略的に示すグラフである。第 1 の温度範囲 202 において、固形廃棄物混合物は、周囲温度に相当する開始温度から約 100 の温度に加熱される。固形廃棄物の温度が約 100 以上に上昇すると、固形廃棄物混合物内の水分及び他の揮発性化合物が気化し、気化化合物の混合物として放出され、それによって固形廃棄物混合物を気化化合物と乾燥固形廃棄物混合物とに分離する。例えば、観察の結果、約 190 以上の温度で、塩素化有機化合物及び塩素ガスが固形廃棄物混合物から遊離される。

30

【0067】

固形廃棄物混合物を混合すると、外表面が補充されてそこから蒸気が放出されることにより、また、固形廃棄物混合物が圧縮されて、固形廃棄物混合物内に形成された空隙又は蒸気泡が追い出されることによって、蒸気の放出が促進される。蒸気及び他の気化化合物の放出に加えて、固形廃棄物混合物はまた、第 2 の温度範囲 204 内で滅菌されてもよい。

【0068】

40

再び図 2 を参照して、温度が約 200 を超えて上昇するにつれ、固形廃棄物混合物内の様々な有機化合物が分解し得る。約 200 ~ 約 240 の第 3 の温度範囲内で、固形廃棄物混合物に含まれる任意のプラスチックから様々な揮発性化合物を遊離させ、放出され続ける蒸気に加えて更なる気化化合物として放出することができる。塩素は、ポリ塩化ビニル (PVC) プラスチックを含むがこれに限定されない塩素含有プラスチックから放出され得る。様々な有機溶媒が、加熱された固形廃棄物混合物から放出され得る。

【0069】

固形廃棄物混合物の加熱中に放出され得る他の更なる気化化合物の非限定的な例には、アセトン、ベンゼン、二硫化炭素、クロロメタン、酢酸エチル、2 - ヘキサノン、メチルエチルケトン、スチレン、ブチルアルコール、THF、トルエン、ベンジルアルコール、

50

ビス(2-クロロエトキシ)メタン、フタル酸ジエチル、フタル酸ジメチル、ジフェニヒドラジン、ビス(2-エチルヘキシル)フタレート、イソホロン、メチフェノール(methylphenol)、ニトロベンゼン、ニトロフェノール、ニトロソジ-n-プロピルアミン、o-トルイジン、ヘキサン二酸、ビス(2-エチルヘキシル)エステル、テトラコサヘキサエン、及びフランメタノールが挙げられる。

【0070】

温度が約240℃を超えて第4の温度範囲208℃に上昇すると、固形廃棄物混合物中のプラスチック材料は溶融され、固形廃棄物混合物の他の構成成分と混合される。固形廃棄物混合物の最高温度は、約160℃～約300℃の範囲とすることができる。最高温度は、約160℃、約170℃、約180℃、約190℃、約200℃、約210℃、約220℃、約230℃、約240℃、約245℃、約250℃、約255℃、約260℃、約265℃、約270℃、約275℃、約280℃、約285℃、約290℃、約295℃、及び約300℃であってもよい。最高温度は約190℃であってもよい。最高温度は、図2に示すように、約260℃であってもよい。最高温度及び処理条件は、固形廃棄物混合物が熱分解しないように制御する必要がある。

10

【0071】

上記1つ以上の加熱壁は、固形廃棄物混合物の最高温度に相当する温度に維持されてもよい。1つ以上の加熱壁は、固形廃棄物混合物の最高温度よりも高い温度に維持されてもよい。1つ以上の加熱壁をより高い温度に維持することにより、固形廃棄物混合物をより短時間で最高温度まで加熱することができる。

20

【0072】

1つ以上の加熱壁は、固形廃棄物混合物の最高温度よりも約30℃高い温度に維持されてもよい。1つ以上の加熱壁は、押出前の固形廃棄物混合物の最高温度よりも約30℃高い、約40℃高い、約50℃高い、約60℃高い、約70℃高い、約80℃高い、約90℃高い、約100℃高い、約120℃高い、約140℃高い、約160℃高い、約180℃高い、及び約200℃高い温度に維持されてもよい。最高温度及び処理条件は、固形廃棄物混合物が熱分解しないように制御する必要がある。

【0073】

固形廃棄物混合物を均質化し、混合プラスチックを溶融させるのに十分な時間を確保するために、固形廃棄物混合物を処理容器内で約15分間～約120分間加熱してもよい。加熱の持続時間は、処理容器に導入される固形廃棄物混合物、1つ以上の加熱壁の温度、固形廃棄物混合物の様々な構成成分の比熱、及び混合速度を含むがこれらに限定されない少なくともいくつかの要因のうちの任意の1つ又は複수에依存し得る。固形廃棄物混合物は、約15分～約25分、約20分～約30分、約25分～約35分、約30分～約40分、約35分～約45分、約40分～約50分、約45分～約55分、約50分～約60分、約55分～約65分、約60分～約90分、約75分～約105分、及び約90分～約120分の間加熱されてもよい。固形廃棄物混合物は、処理容器内で約30分間加熱されてもよい。固形廃棄物混合物は、処理容器内で約60分間加熱されてもよい。

30

【0074】

ステップ109において固形廃棄物混合物に対して実施される混合及び加熱の持続時間は、少なくともいくつかの方法のうちの任意の1つ又は複数によって決定することができる。処理容器は、処理容器内で固形廃棄物混合物が加熱され混合される際にシステムのオペレータが固形廃棄物混合物を視覚的に監視することができる覗きガラスを含むことができる。システムのオペレータは、固形廃棄物混合物が固体燃料組成物に変換されたことを確認したときに、ミキサーを手動で停止させることができる。非限定的な例として、オペレータは、固形廃棄物混合物中のプラスチックが溶融し、固形廃棄物混合物の他の構成成分と混合されたのを確認したとき、手動でミキサーを停止させることができる。

40

【0075】

この方法は、ステップ109において固形廃棄物混合物が加熱され混合される際の固形廃棄物混合物の温度を監視することを含んでもよい。温度は、本明細書に記載の処理容器

50

に含まれる温度センサを用いて監視することができる。固形廃棄物混合物の監視された温度は、システムのオペレータに表示され、ステップ 109 における加熱及び混合の持続時間を決定するために使用され得る。非限定的な例として、システムのオペレータは、処理容器内の固形廃棄物混合物の表示温度が本明細書で上述した最高温度を超えたとき、手動でミキサーを停止させることができる。固形廃棄物混合物の測定温度は、自動制御システムに伝達されてもよい。自動制御システムは、固形廃棄物混合物の測定温度が、本明細書で前述した最高温度を超えたとき、ミキサーを停止させることができる。

【0076】

処理容器は、ステップ 106 及び 109 の加熱及び混合が行われる単一の内部容積を含むものであってよい。処理容器は、内部容積を乾燥室と混合室とに分割する内壁を含んでもよい。ステップ 106 での固形廃棄物混合物の加熱は乾燥室内で行われ、続いて同じ乾燥室内において、ステップ 108 で気化化合物が除去される。また、ステップ 108 後に乾燥室内に残っている乾燥固体混合物は、内壁に含まれる移送開口を介して混合室に移送されてもよい。任意選択で、混合室は、乾燥固形廃棄物混合物の加熱の間に放出された更なる気化化合物を除去するために、混合室に真空を定期的に適用するか、又は混合室内の真空を維持するための、真空アセンブリからの真空の適用を可能にする真空取付け部品を含むこともできる。

【0077】

加熱固形廃棄物混合物の押出

再び図 1 を参照すると、ステップ 109 で乾燥固形廃棄物混合物を加熱及び混合し、最終温度までの加熱中に放出された残留蒸気及び他の気化化合物を任意に除去した後、乾燥固形廃棄物混合物は比較的均一な粘性材料からなる加熱固形廃棄物混合物となり、その中で熔融プラスチックは材料全体に分布している。加熱固形廃棄物混合物は、ステップ 110 で処理容器から押出されてもよい。

【0078】

加熱固形廃棄物は、当技術分野で知られている無制限の任意の押出法を用いて処理容器から押出すことができる。処理容器は、以下に記載するように押出機出口を備えていてもよい。押出機出口は、様々な形状及び寸法を有する断面輪郭を含むことができる。押出機出口の断面輪郭は、取扱い、輸送、貯蔵、及び / 又はその後の使用を容易にする形状を有する固体燃料組成物を生成するように選択することができる。適切な断面輪郭の非限定的な例には、円形、三角形、四角形、又は任意の他の閉じた多角形が含まれる。

【0079】

押出機出口の断面輪郭の最大寸法は、約 2.5 cm (約 1 インチ) から約 31 cm (約 12 インチ) 又はそれ以上まで可変である。最大寸法は、約 2.5 cm (約 1 インチ) ~ 約 7.6 cm (約 3 インチ)、約 5.1 cm (約 2 インチ) ~ 約 10 cm (約 4 インチ)、約 7.6 cm (約 3 インチ) ~ 約 13 cm (約 5 インチ)、約 10 cm (約 4 インチ) ~ 約 15 cm (約 6 インチ)、約 13 cm (約 5 インチ) ~ 約 18 cm (約 7 インチ)、約 15 cm (約 6 インチ) ~ 約 20 cm (約 8 インチ)、約 18 cm (約 7 インチ) ~ 約 23 cm (約 9 インチ)、約 20 cm (約 8 インチ) ~ 約 25 cm (約 10 インチ)、約 23 cm (約 9 インチ) ~ 約 28 cm (約 11 インチ)、及び約 25 cm (約 10 インチ) ~ 約 31 cm (約 12 インチ) まで可変である。押出機出口の断面輪郭は、最大寸法が 5.1 cm (2 インチ) の正方形であってもよい。

【0080】

処理容器には、押出機出口を通して加熱固形廃棄物混合物を圧縮するための任意の既知の装置を制限なく設けることができる。処理容器は、混合段階中は一方向に操作され、加熱固形廃棄物混合物を押し出す際に逆方向に操作され得るスクリュコンベヤを含むミキサーを備えてもよい。処理容器は、容器壁の底部内の部分的に囲まれたチャネルの中にスクリュコンベヤを含むことができる。スクリュコンベヤは、ステップ 110 において、加熱固形廃棄物混合物の押出を開始するように稼働されてもよい。

【0081】

加熱固形廃棄物混合物は、温度がより低い処理容器の外側に押出されるにつれて冷却され得る。押出機出口を加熱して、加熱固形廃棄物混合物の温度を押出温度に維持してもよい。いかなる特定の理論にも限定されないが、押出温度は、加熱固形廃棄物混合物を、処理容器に設けられた押出要素を用いた押出に適合する粘度に維持するように選択することができる。押出機出口は、電気抵抗ヒータ、加熱ジャケット、誘導ヒータ、及び任意の他の既知の適切な加熱方法を含むがこれらに限定されない任意の既知の加熱方法を用いて加熱されてもよい。

【0082】

加熱固形廃棄物混合物は、処理容器内の加熱固形廃棄物混合物の最高温度よりも低い温度で押出機出口から出されてもよい。押出された固形廃棄物混合物の温度は、約100 ~ 約260 の範囲であり得る。押出された固形廃棄物混合物の温度は、約100 ~ 約140、約120 ~ 約160、約140 ~ 約180、約160 ~ 約200、約180 ~ 約220、約200 ~ 約240、及び約220 ~ 約260 の範囲であり得る。

10

【0083】

押出された固形廃棄物混合物の温度は約200 であってもよい。押出された固形廃棄物混合物は約200 未満であってもよい。より高い温度が使用されているが、押出された固形廃棄物混合物の熱分解は200 を超える押出温度で起きることが観察されている。

【0084】

20

押出された固形廃棄物混合物は、押出の際に任意に切断して小片にすることができる。押出された材料を切断するための任意の既知の装置を使用して押出された固形廃棄物混合物を切断することができ、これらには、限定するものではないが、レーザーカッター、鋸、ウォータージェットカッター、及び任意の他の適切な切断装置が含まれる。押出された廃棄物混合物は、切断前に材料をわずかに冷却して硬化させてもよい。押出された固形廃棄物混合物は、約61cm（約2フィート）未満の長さの小片に切断されてもよい。

【0085】

押出された固形廃棄物混合物は、処理容器の外側の周囲温度条件で冷却することができる。押出された固形廃棄物混合物の冷却速度は、1つ以上の冷却装置又は方法を用いて加速されてもよい。押出された固形廃棄物混合物は、押出された廃棄物混合物からの熱の移動を促進する1つ以上の装置を用いて冷却することができ、これらには、限定するものではないが、送風扇、ミストファン、水冷タンク、冷却面、冷蔵室、及び任意の他の既知の材料冷却装置が含まれる。水冷式コンベヤ等のコンベヤを用いて、押出された固形廃棄物を冷却して固体燃料組成物を形成させることができる。

30

【0086】

押出された固形廃棄物混合物は、急速に冷却されてもよい。すなわち、周囲条件下で混合物を放置するよりも速く冷却される。そうすることにより、凝固及び貯蔵安定性が促進され得る。押出された固形廃棄物を冷却するのにかかる時間は変動し得る。押出された固形廃棄物混合物が冷却される時間は、約15分、約14分、約13分、約12分、約11分、約10分、約9分、約8分、約7分、約6分、約5分、約4分、約3分、約2分、約1分、約30秒、又は約15秒であり得る。押出された固形廃棄物混合物は、10分未満で冷却され得る。押出された固形廃棄物混合物は、5分未満で冷却され得る。押出された固形廃棄物混合物は、1分未満で冷却され得る。

40

【0087】

固形廃棄物混合物は、押出以外の方法を用いて小片に成形することができる。粘性材料を所望の形状に形成する任意の既知の方法を用いて小片を形成することができ、これには、限定するものではないが、圧縮成形が含まれる。非限定的な例として、加熱固形廃棄物混合物を処理容器から取り出し、複数の型に分配し、所望の形状に圧縮することができる。所望の形状は、上記のような押出法を用いて形成された小片の形状に類似していてもよい。所望の形状は、約5cm（約2インチ）の最大断面及び約61cm（約2フィート）

50

のロッド長さを有する棒状であってもよい。所望の形状の断面輪郭は、円形、正方形、又は任意の他の適切な断面輪郭であってもよい。

【0088】

押出された固形廃棄物混合物を冷却して固体燃料組成物を形成することができる。得られた固体燃料組成物は、無菌、疎水性、化学的に安定、かつ／又は非生分解性である。「無菌」とは、製造後の固体燃料組成物が細菌、真菌、及びウイルス等の生きた微生物を実質的に含まないことを指す。「安定」又は「化学的に安定」とは、水、酸素、又は周囲条件との長期接触時、特に通常の貯蔵条件下で、固体燃料組成物がその化学的又は物理的特性又は構造を実質的に変化させないことを指す。固体燃料組成物は、燃焼、熱分解、又は同様のプロセスで供給原料として使用されるまで「安定」である。「非生分解性」とは、固体燃料組成物が通常の生物学的作用（例えば、腐敗や堆肥化）の下で分解又は退位（depositing）しないことを指す。結果として、固体燃料組成物は、広範囲の貯蔵条件で長期間貯蔵することができ、並置された廃棄物エネルギー回収設備への供給原料として使用することができ、遠隔にある廃棄物エネルギー回収設備に輸送することができ、かつ／又は処理容器及び関連する装置にエネルギーを提供するのに用いることができる。

10

【0089】

固体燃料組成物片は、任意選択で、熱分解反応器への供給原料として使用するのに適したより小さな小片に粉砕することができる。より小さな小片の粒子サイズは、固体燃料組成物が供給原料として使用され得る特定の熱分解反応器に応じて様々であってもよい。より小さな小片の粒子サイズは、約0.1mm～約10mmの粒子サイズの範囲であり得る。より小さな小片は、約3mmの最大粒子サイズを有することができる。固体燃料組成物の粉砕片は、既知の設備及び方法を用いて固体燃料組成物を木材の形状に押出することによって建築材料に成形することができる。

20

【0090】

II. 固体燃料組成物を形成するためのシステム

固形廃棄物混合物から固体燃料組成物を製造するためのシステムが提供される。図7は、本明細書に開示される混合された固形廃棄物処理するためのシステムの一般化された概略図である。システム700は、処理容器710、ヒータ720、凝縮器730、真空ポンプ740、制御盤750、コンベヤ760、及び1つ以上の任意の水処理装置770を含む。処理容器710は、処理容器710の内部容積に配置され、処理容器710に動作可能に接続されているミキサー712を含む。処理容器710はまた、処理容器710の第1の開口部を通る押出要素716と、処理容器710の第2の開口部を通る真空ポート714とを有する。ヒータ720は、例えば処理容器710の1つ以上の壁を加熱することによって、処理容器710の内部容積を加熱するように、処理容器710に動作可能に接続される。

30

【0091】

凝縮器730は、上部ポート734及び下部ポート736を備える。凝縮器は、凝縮器730の上部ポート734を介して処理容器710の真空ポート714に動作可能に結合される。真空ポンプ740は、凝縮器730の下部ポート736を介して凝縮器730に動作可能に結合されている。制御盤750は、システム700内のミキサー712、ヒータ720、真空ポンプ740、及び1つ以上の任意選択のセンサに動作可能に接続されている。冷却ユニットとして作用するコンベヤ760が、押出された材料を受け取るために処理容器710の押出ポート716に動作可能に接続されている。更なる詳細は、ここに記載されているサブパーツに見出すことができる。任意選択のフィルタ770が、システム700の動作中に凝縮器730内に形成された凝縮液を処理するために、凝縮器730に動作可能に接続されてもよい。

40

【0092】

図4は、システム400の要素を示すブロック図である。システム400は、ヒータ405及び真空システム403に動作可能に接続された処理容器401を含むことができる。処理容器は、ヒータ405によって加熱されている間に固形廃棄物混合物を混合するミ

50

キサー 408 を含んでもよい。さらに、真空システム 403 は、処理容器 401 内の比較的無酸素の雰囲気を維持し、水蒸気及び他の気化合物が処理容器 401 内の加熱固形廃棄物混合物から放出される際にそれらをさらに除去する。このシステムは、本明細書に記載の固体燃料組成物を形成する方法を実施するのに適した装置及び要素を提供する。

【0093】

処理容器

図 4 を参照すると、システム 400 は処理容器 401 を含むことができる。処理容器 401 は、壁温度に維持された 1 つ以上の加熱壁と、処理容器の内部容積内にあり、処理容器 401 に動作可能に接続されたミキサー 408 と、処理容器 401 の第 1 の開口部を通る押出要素と、処理容器の第 2 の開口部を通る真空ポートとを有する。処理容器 401 は、ミキサー 408 を含む内部容積 406 を包囲する。固形廃棄物混合物を内部容積 406 に導入し、ミキサー 408 を用いて攪拌し、容器 401 に動作可能に結合されたヒータ 405 を用いて加熱する。内部容積 406 内の圧力は、真空ポートを介して容器 401 に動作可能に結合された真空システムを用いて、約 6.67 kPa (約 50 torr) 未満の真空圧力に維持されてもよい。

10

【0094】

処理容器 401 は、適切な強度、非反応性、及び / 又は少なくとも約 300 の最高温度までの耐熱性を有する任意の既知の材料で構成することができる。容器 401 の材料は、ヒータ 405 による内部容積の加熱を容易にするために高い熱伝導率を有することができる。処理容器 401 の材料は、伝導加熱及び誘導加熱を含むがこれらに限定されない特定の加熱方法に適合するものであり得る。処理容器 401 は、ステンレス鋼を含むがこれに限定されない金属で構成することができる。

20

【0095】

処理容器 401 は、少なくともいくつかの要因の任意の 1 つ以上に応じて全体の大きさが様々であってよく、それらには、限定するものではないが、容器 401 内で混合される固形廃棄物混合物、容器 401 内に含まれるミキサー 408 の種類、及び / 又はシステム 400 を作動させる廃棄物エネルギー回収設備又は他の場所における容器 401 の望ましい設置面積が含まれる。

【0096】

処理容器 401 は、本質的に長方形の容器として提供されてもよい。処理容器 401 の長さは、約 152 cm (約 5 フィート) ~ 約 610 cm (約 20 フィート) の範囲であり得る。処理容器 401 の高さ及び幅はそれぞれ約 152 cm (約 5 フィート) から約 305 cm (約 10 フィート) の範囲であってもよい。処理容器 401 は、約 305 cm (約 10 フィート) の長さ、約 213 cm (約 7 フィート) の幅及び約 213 cm (約 7 フィート) の高さを有することができる。

30

【0097】

再び図 4 を参照すると、処理容器 401 は、容器 401 の内部容積 406 への / からのアクセスを提供し、かつ / 又は、真空システムを含むがこれに限定されないシステムに関連する 1 つ以上の装置の動作可能な結合を提供するための、1 つ以上の開口部、ポート、及び / 又はハッチをさらに含むことができる。1 つ以上の開口部の非限定的な例には、排気ポート 420、押出出口 434、及び入口 444 が挙げられる。容器の 1 つ以上の開口部は、以下にさらに詳細に説明される。

40

【0098】

再封止性開口部 / 任意選択のホッパー

固形廃棄物混合物を処理容器 401 の内部容積 406 に導入することで、上記の固体燃料組成物の形成方法を開始することができる。固形廃棄物混合物は、ハッチ、ドア、ポート、又は容器壁に形成された任意の他の適切な再封止性開口部を含む再封止性開口部を介して内部容積 406 に導入されてもよい。再封止性開口部は、固形廃棄物混合物を容器 401 に挿入するために、また、後に処理容器 401 内で加熱及び混合を開始する前に、開放することができる。再封止性開口部には、シール、ガスケット、及び / 又は再封止性開

50

口部が閉じられたとき気密シールを形成する他の機構が設けられてもよい。

【0099】

再び図4を参照すると、システム400は、任意選択で、固形廃棄物混合物404を集めて容器401の内部容積406に導入するために、処理容器401に動作可能に結合されたホッパー402を含むことができる。ホッパー402は、容器壁内に設けられた固形廃棄物入口444を介して内部容積406に結合されてもよい。固形廃棄物入口444は、開放されて、ホッパー402から固形廃棄物混合物404を内部空間406に入れて空にするように構成された再封止性ドアであってもよい。再封止性ドアは、固形廃棄物混合物がホッパー402から内部容積406に移されると閉じられて封止を形成してもよい。これらの構成は、バッチ式処理、連続式処理、又は半連続式処理に適している。

10

【0100】

当分野で既知の任意の既知のホッパー設計を、システム400に含まれるホッパー402として選択することができる。ホッパー402は、固形廃棄物混合物を、本明細書に記載の処理容器401内での混合及び加熱に適した小片に細断するためのシュレッダー（図示せず）をさらに含むことができる。特に、固形廃棄物は、処理容器401内において減圧下で加熱混合されてもよい。シュレッダーは、固形廃棄物入口444を介して容器401に動作可能に結合されてもよい。シュレッダーの出口ポートは、固形廃棄物混合物を内部容積406に供給することができる。任意の既知のシュレッダー設計がシステム400に含めるのに好適であり、これらには、限定するものではないが、1軸回転シュレッダー、2軸回転シュレッダー、グラニュレータ、ハンマーミルシュレッダー等が含まれる。

20

【0101】

ミキサー

再び図4を参照すると、処理容器401は、内部容積406内の固体廃棄物混合物を混合するためのミキサー408をさらに含むことができる。任意の既知のミキサー設計を制限なしに処理容器に含めることができる。ミキサー408は、少なくともいくつかの要因のうちの任意の1つ以上に基づいて選択することができ、これらには、限定するものではないが、比較的高密度かつ高粘性の固形廃棄物混合物を攪拌する能力；固形廃棄物混合物にせん断力を付与する能力；ミキサーを駆動するのに必要なエネルギー量が含まれる。ミキサー408は、少なくとも1つのミキサーブレード446を含むことができる。

【0102】

1つ以上のミキサーブレード446は、内部容積406内で、1つ以上のミキサーブレード446の回転軸が容器401の長さに沿って整列されるように配向されてもよい。任意の適切なミキサーブレード設計を、システムに含めるために選択することができ、これらには、限定するものではないが、スクリュコンベヤ及びナーベン（naben）ブレードが含まれる。

30

【0103】

処理容器401Aは、デュアルミキサーブレード502/504を含むことができる。デュアルミキサーブレード502/504は、内部体積406内の固形廃棄物混合物の混合を促進するために異方向に回転させることができる。非限定的な例として、第1ミキサーブレード502は時計回りに回転し、第2ミキサーブレード504は反時計回りに回転することができる。この例では、異方向回転ミキサーブレード502/504は、固形廃棄物混合物を内部容積406の下部から上部に運び、さらに固形廃棄物混合物を内部容積の上部から下方へ、ミキサーブレード502/504の間で付勢し得る。デュアルミキサーブレード502/504は、ミキサーブレード502/504の間の固形廃棄物混合物の粉碎を可能にする程度の近接を保って横方向に離間させてもよい。ミキサーブレード502/504の横方向の間隔は、金属片やセラミック片等の硬い粒子がミキサーブレード502/504の間に詰まることなく通過可能な僅かな隙間を提供し得る。

40

【0104】

2室型処理容器

処理容器401の内部容積406は、別個の乾燥室と混合室に分割されてもよい。図6

50

は、内部容積を乾燥室 704 と混合室 706 に分割する内壁 702 を含む処理容器 401 B の断面図である。両室 704 / 706 は、乾燥室 704 及び混合室 706 の両方の内容物を加熱するための加熱ジャケットに取り囲まれてもよい。内壁 702 は、乾燥室 704 の内容物を混合室 706 に移送するために開放することができる再封止性ドア 708 をさらに含み得る。

【0105】

2 室型処理容器 401 B は、混合室 706 内に配置されたミキサー 408 をさらに含むことができる。第 2 ミキサー 408 A (図示せず) を乾燥室 704 内に配置してもよい。2 室型処理容器 401 B は、加熱固形廃棄物混合物が混合室 706 から容器 401 B の外に押し出される導管を提供するための押出機出口 434 をさらに含んでもよい。

10

【0106】

真空システム

再び図 4 を参照すると、処理容器 401 は真空システム 403 に動作可能に結合されてもよい。処理容器 401 は、真空システム 403 への動作可能な結合を提供する排気ポート 420 を含むことができる。排気ポート 420 は、内側端部 440 で内部容積 406 に開口し、外側端部 442 で容器 401 の外部に開口するチャネル 438 を形成し得る。真空システム 403 は、排気ポート 420 の外側端部 442 に取り付けることができる。真空システム 403 は、真空ホース 422 を介して排気口 420 に接続することができる。

【0107】

真空ホース 422 は、使用中に潰れないように補強されてもよい。真空ホース 422 はまた、固形廃棄物混合物が加熱され得る最高温度までの温度で安全な動作を確保するように耐熱性であってもよい。真空ホースは、約 300 の温度まで耐熱性であってもよい。真空ホース 422 は、固形廃棄物混合物の加熱中に内部容積 406 から除去された気化合物に由来する分解に抵抗するように、化学的に不活性及び / 又は耐腐食性であってもよい。真空ホース 422 は、厚肉鋼で内張りされた高熱ホースであってもよい。

20

【0108】

再び図 4 を参照すると、真空システム 403 は真空ポンプ 424 を含むことができる。真空ポンプ 424 は、内部容積 406 内に本明細書に記載されるような十分に低い圧力を維持するように選択されてもよい。また、真空ポンプ 424 は化学的に不活性、耐熱性、及び / 又は耐腐食性であってもよい。さらに、真空ポンプ 424 は、内部容積 406 から移送された任意の粒子又は他の固体汚染物質の存在下で動作するように十分に頑丈であってもよい。真空ポンプ 424 は、偶発的な洪水の際に水に曝されるのを防ぐため、スタンド又は一段高い台の上に配置されてもよい。

30

【0109】

任意の真空ポンプ設計が、制限なく真空システム 403 に含まれてもよい。適切な真空ポンプの非限定的な例には、回転式ベーンポンプ、ダイヤフラムポンプ、及び液封式ポンプが挙げられる。真空ポンプ 424 は液封式ポンプであってもよい。真空ポンプ 424 は、直列に接続された 2 つ以上の液封式ポンプであってもよい。上述したように、真空ポンプ 424 は、内部容積 406 内に約 6670 Pa (約 50 torr) 未満の圧力を維持することができる、加熱固形廃棄物混合物によって内部容積 406 に放出された水蒸気及び / 又は他の気化合物をさらに除去することができる。

40

【0110】

再び図 4 を参照すると、空気源 454 が空気入口 452 を介して処理容器 401 に動作可能に結合されてもよい。空気源は、処理容器 401 の内部容積 406 内に掃気用空気を導入して、気化合物が内部容積 406 から出て真空システム 403 に入る動きを促進することができる。空気入口は、真空システム 403 が稼働した時に、内部容積 406 内に約 6670 Pa (約 50 torr) 未満の真空圧力を維持するように選択された流量で空気を供給することができる。空気源は任意の既知の空気源であってよく、これらには、限定するものではないが、圧縮空気タンク、エアコンプレッサ、エアーポンプ、又は大気を吸い込むファン、及び他の既知の空気源が含まれる。空気源は、窒素及びアルゴン等の希

50

ガスを含むがこれらに限定されない無酸素及び非反応性のガスを供給してもよい。

【0111】

空気源454によって供給される掃気用空気は、内部容積406に導入される前に加熱され得る。掃気用空気の温度は、約20～約280の範囲であり得る。掃気用空気の温度は、少なくとも20、少なくとも40、少なくとも60、少なくとも80、少なくとも100、少なくとも120、少なくとも140、及び少なくとも160

であり得る。掃気用空気は、空気源454に動作可能に結合された専用の掃気用空気ヒータを用いて加熱することができる。掃気用空気は、ヒータ405から掃気用空気に廃熱を移動させるために熱交換器に通してもよい。ヒータ405の高温の排気は、掃気用空気として使用するために、空気源454に送られてもよい。

10

【0112】

再び図4を参照すると、真空システム403は、真空ポンプ424に、及び真空ホース422を介して処理容器401に動作可能に接続された凝縮器426をさらに含むことができる。凝縮器426は、真空ポンプ424によって処理容器401から引き出された水蒸気及び/又は他の気化化合物を冷却して廃水を生成する。廃水は、同じく凝縮器428に動作可能に接続された冷却タンク428に移送されてもよい。

【0113】

冷却タンク428は、上述したような気化化合物の1種以上を含み得る加熱液体を保持することができる任意のタンクであり得る。冷却タンク428は、廃水の冷却を促進するために比較的高い熱伝導率を有する耐腐食性かつ非反応性の材料で構成することができる。冷却機又は他の能動冷却装置(図示せず)を冷却タンク428に動作可能に連結して、冷却タンク428内の廃水の冷却速度を高めることができる。

20

【0114】

真空システムは凝縮器を備えてもよい。凝縮器は、上部ポート、上部ポートの下方の下部ポート、下部ポートの下方の凝縮水溜め、凝縮水溜め内の排水路を備えてもよい。存在する場合、凝縮器は、凝縮器の上部ポートを介して処理容器の真空ポートに動作可能に結合され、凝縮器は、凝縮器の下部ポートを介して真空ポンプに動作可能に結合される。

【0115】

上述したように、凝縮器426によって生成された廃水は、塩素及び種々の有機溶媒を含むがこれらに限定されない更なる気化化合物の1種以上を水溶液として含むことができる。再び図4を参照すると、真空システム403は、凝縮器426とは反対側の廃水冷却タンク428に直列に動作可能に結合された1つ以上の水処理装置430をさらに含むことができる。1つ以上の水処理装置430は、凝縮された水から更なる気化化合物を除去して処理済み廃水を生成するように構成されてもよい。適切な水処理装置430の非限定的な例には、メンブレンフィルタ、オゾンチャンバ、及び活性炭フィルタが含まれる。

30

【0116】

1つ以上の水処理装置430は、メンブレンフィルタを含むことができる。任意の適切なメンブレンフィルタを、真空システム403内の水処理装置430として含めることができる。適切なメンブレンフィルタの非限定的な例としては、非対称ポリエーテルスルホンメンブレンフィルタ;ナイロン(商標)(ポリアミド)メンブレンフィルタ;テフロン(登録商標)(ポリテトラフルオロエチレン、PTFE)メンブレンフィルタを含む。メンブレンフィルタは、廃水から除去することが想定される気化化合物に応じて選択することができる。また、メンブレンフィルタは、冷却タンク428を出る廃水の予測される温度に応じて選択することができる。例えば、約180の最高動作温度を有するテフロン(登録商標)(ポリテトラフルオロエチレン、PTFE)メンブレンフィルタは、約80の最高動作温度を有するナイロン(商標)(ポリアミド)メンブレンフィルタよりも遥かに高い廃水温度に耐え得る。

40

【0117】

1つ以上の水処理装置430はオゾンチャンバを含むことができる。オゾンチャンバは廃水を滅菌することができる。任意の既知の設計のオゾンチャンバを水処理装置430と

50

して選択することができる。上述したように、オゾンチャンバの最高作動温度は約 40 であってもよい。如何なる特定の理論にも限定されないが、低い水温であるほどオゾンの溶解度が増すことから、オゾンチャンバの有効性はより低い水温で高められ得る。

【0118】

1つ以上の水処理装置 430 は、活性炭フィルタを含むことができる。活性炭フィルタは、廃水からの更なる気化合物のいずれか 1 種以上を吸着することができる。上述したように、活性炭への気化合物の吸着の有効性はより低い水温で高められる。活性炭フィルタの最高動作温度は約 35 である。

【0119】

1つ以上の水処理装置 430 は、各装置が処理すべき全ての廃水に接触できるように直列配置で動作可能に結合されてもよい。一連の水処理装置 430 は、最も頑丈な水処理装置を直列の開始部付近に配置し、より感受性の高い水処理装置ほど、直列の終了部側に配置するように構成してもよい。頑丈な水処理装置は、以下のうちの 1 つ又は複数によって特徴付けられてもよい：相対的に高い動作温度；広範囲の塩分及び / 又は pH に対する相対的な非感受性；及び / 又は粒子状物質による汚損に対する耐性。1つ以上の水処理装置 430 の直列配置は、最高動作温度に従って配置されてもよい。比較的高い最高動作温度を有するメンブレンフィルタが直列配置の最初にあり、次にオゾンチャンバ、次に活性炭フィルタが続いてもよい。冷却タンク 428 は、1つ以上の水処理装置 430 のうちの最も低い最高動作温度よりも低い温度まで廃水を冷却することができ、また、1つ以上の水処理装置 430 は任意の所望の順序で配置することもできる。

【0120】

再び図 4 を参照すると、真空システム 403 は、1つ以上の水処理装置 430 によって処理された廃水を、その後の使用及び / 又は廃棄のために貯蔵するように構成された処理済み廃水保持タンク 432 をさらに含むことができる。任意の適切な水タンク設計を、廃水タンク 432 に対して制限なく選択することができる。処理済みの廃水は上述したように冷却され精製されているため、廃水保持タンク 432 は冷却タンク 428 と比較して、より広範な種類の材料から構成することができる。廃水保持タンク 432 は、強化ガラス繊維製水タンクであってもよい。上述したように、廃水は、ダストコントロール、非食用作物の灌漑に用いてもよく、かつ / 又は下水道システムにおける廃水として処分してもよい。

【0121】

再び図 4 を参照すると、気化合物が凝縮された後に凝縮器 426 に残っている空気は、真空ポンプ 424 を通過し、1つ以上のガス洗浄装置 456 に排出されてもよい。真空ポンプから出るガスは、メタン、塩素ガス、塩素化有機化合物、及び揮発性有機化合物を含むがこれに限定されない更なるガスを含む。1つ以上のガス洗浄装置 456 は、真空ポンプの排気からメタン及び他の可燃性ガスを分離するための吸着床を含むことができる。吸着床によって捕捉されたメタン及び他の可燃性ガスは、ヒータ 405 に燃料を供給するのに使用し、後で使用するために貯蔵し、かつ / 又は販売することができる。1つ以上のガス洗浄装置 456 は、活性炭フィルタ、メンブレンフィルタ、及び任意の他の既知のガス濾過装置を含むがこれらに限定されないガスフィルタを含むことができる。1つ以上のガス洗浄装置 456 の全てによる処理後に残っているガスは、排気ポート 458 を介して大気に排出されてもよい。

【0122】

ヒータ

再び図 4 を参照すると、システム 400 は、処理容器 401 に動作可能に結合されたヒータ 405 を含むことができる。任意の適切なヒータ設計をヒータ 405 として選択することができる。これらには、限定するものではないが、電気ヒータ、誘導ヒータ、及び加熱オイルジャケット等の対流ヒータが含まれる。ヒータ 405 は、内部容積 408 の境界を形成する 1つ以上の加熱壁 448 を介して内部容積 408 に熱を伝達することができる。固形廃棄物混合物は、ヒータ 405 から加熱壁 448 への熱伝導を介して、及び加熱壁 4

48から、加熱壁448に接触する固形廃棄物の混合物の一部への熱伝導を介して、内部容積406内で加熱され得る。

【0123】

ヒータ405は、処理容器401を取り囲む加熱ジャケットであってもよい。加熱ジャケットは、加熱オイル入口414と加熱オイル出口416との間で中空シェル内を循環する加熱オイル412を含む中空シェル410を含むことができる。加熱オイル412の温度は、オイル412が加熱オイル出口416と加熱オイル入口414との間を通過する際にオイル412に熱を伝達するように構成された熱交換器にオイル412を通過させることにより上昇し得る。任意の既知の加熱装置によって熱交換器を加熱することができ、これらには、限定するものではないが、電気ヒータ、ガスヒータ、誘導ヒータ、及び任意の他の適切な加熱装置が含まれる。熱交換器418の動作は、加熱オイル入口414及び加熱オイル出口416を含むがこれらに限定されない、ヒータ内の1つ又は複数の場所に配置された少なくとも1つの温度センサによって得られる加熱オイルの測定値を用いて調節することができる。

10

【0124】

熱交換器418を出た加熱オイルの温度は、循環して加熱オイル入口414に戻される際に冷却されてもよい。さらに、オイルは、中空シェル内を加熱オイル入口414と加熱オイル出口416との間で循環する際にさらに冷却されてもよい。熱交換器418は、加熱オイル入口414への移動中の冷却の程度に応じて、熱交換器418の出口においてオイルを約500又はそれ以上の温度に加熱してもよい。熱交換器418を出るオイルは、少なくとも300、少なくとも420、少なくとも440、少なくとも460、及び少なくとも480に加熱されてもよい。

20

【0125】

加熱オイルは、約160～約330の範囲の温度でオイル入口に導入されてもよい。加熱オイルは、約300以上の温度、例えば350以上の温度でオイル入口に導入されてもよい。

【0126】

加熱オイルは、オイルが加熱される比較的高い温度で酸化が促進されることから、長期間使用すると劣化することがある。加熱オイルの機能的完全性を維持するための任意の既知の手段が、制限なく使用され得る。オイルの一部は、当技術分野で既知の任意の方法及び装置を使用して、加熱オイル回路内で継続的に廃棄され、交換されてもよい。ヒータを定期的に停止してもよく、この停止期間中にオイルを取り換えてもよい。

30

【0127】

ヒータ405は、本明細書で説明するように、処理容器401内の固形廃棄物混合物の所望の最高温度に対応する比較的一定の加熱壁温度を維持するように操作されてもよい。加熱壁温度は、約260までの壁温度に維持することができる。加熱壁温度は、約160～約300の範囲の壁温度に維持されてもよい。加熱壁温度は、少なくとも160、少なくとも170、少なくとも180、少なくとも190、少なくとも200、少なくとも210、少なくとも220、少なくとも230、少なくとも240、少なくとも250、少なくとも260、少なくとも270、少なくとも280、及び少なくとも290の壁温度に維持されてもよい。

40

【0128】

加熱壁温度は、固形廃棄物混合物が上述したように最終温度まで加熱される速度に影響を与え得る。加熱壁温度は、固形廃棄物混合物の所望の最高温度に維持されてもよい。加熱壁温度は、固形廃棄物混合物の所望の最高温度より少なくとも10高く、所望の最高温度より少なくとも20高く、所望の最高温度より少なくとも30高く、所望の最高温度より少なくとも40高く、所望の最高温度より少なくとも50高く、所望の最高温度より少なくとも60高く、所望の最高温度より少なくとも70高く、所望の最高温度より少なくとも80高く、所望の最高温度より少なくとも90高く、及び所望の最高温度より少なくとも100高く維持されてもよい。

50

【 0 1 2 9 】

押出機

システム 4 0 0 は、加熱固形廃棄物混合物を処理容器 4 0 1 から押出機出口 4 3 4 を介して押出するための押出機をさらに含むことができる。図 4 を参照すると、処理容器 4 0 1 は、加熱固形廃棄物混合物が容器 4 0 1 の内部容積 4 0 6 から押出される導管を提供する押出機出口 4 3 4 をさらに含むことができる。押出機は、加熱固形廃棄物混合物を押出機出口に向かって圧縮し、それによって押出機出口 4 3 4 を通して固形廃棄物混合物を押出するための圧縮要素を含むことができる。

【 0 1 3 0 】

圧縮要素は、ミキサーブレード、スクリュコンベヤ、ピストン、圧縮ポンプ、及び任意の他の適切な圧縮要素を含むがこれらに限定されない当技術分野で既知の任意の適切な圧縮要素とすることができる。圧縮要素は、図 4 及び図 6 に示すようなミキサーブレード 4 4 6 であってもよい。ミキサー 4 0 8 は、固形廃棄物混合物の加熱及び混合の間は正回転方向に作動され、次いで逆回転方向に作動されて加熱固形廃棄物混合物を押出出口 4 3 4 に向かって圧縮し、押出された固形廃棄物混合物 4 3 6 を押出出口 4 3 4 から出現させることができる。

【 0 1 3 1 】

圧縮要素は、ミキサーブレード 5 0 2 / 5 0 4 とは別個の専用圧縮要素 5 1 0 を含んでもよい。圧縮要素 5 1 0 は、容器壁 5 1 2 の下部 5 0 8 内に形成されたチャンネル 5 0 6 内に配置されたスクリュコンベヤを含むことができる。押出機出口 4 3 4 は、チャンネル 5 0 6 の一端に位置してもよい。使用時、圧縮要素 5 1 0 は、固形廃棄物混合物が約 1 6 0 ~ 約 2 5 0 の範囲の最高温度に加熱されたときに稼働され得る。圧縮要素 5 1 0 は、加熱固形廃棄物混合物をチャンネル 5 0 6 内で、チャンネルの押出機出口 4 3 4 に隣接する方の端部に向かって圧縮する。さらに、押出中にミキサーブレード 5 0 2 / 5 0 4 を継続的に作動させることにより、更なる加熱固形廃棄物混合物を、混合ブレード 5 0 2 / 5 0 4 の間をチャンネル 5 0 6 に向かって下方に移動させる。

【 0 1 3 2 】

図 5 は押出機出口 4 3 4 の断面図である。押出機出口 4 3 4 は、一方の端部が内部容積 4 0 6 に開口し、反対側の端部が処理容器 4 0 1 の外側に開口する内腔を囲む出口壁 6 0 2 を含むことができる。出口壁 6 0 2 の内表面 6 0 6 は、押出された固形廃棄物混合物の断面形状を形成するための押出ダイとして作用することができる。内表面 6 0 6 は、円形又は正方形の輪郭を含むがこれらに限定されない、上記のような任意の適切な押出断面輪郭を画定することができる。非限定的な例として、押出断面輪郭は、図 5 に示すような正方形であってもよい。

【 0 1 3 3 】

押出機出口 4 3 4 を加熱して、固形廃棄物混合物の押出を容易にすることができる。押出機出口 4 3 4 は、限定するものではないが、電気ヒータ、誘導ヒータ、及び加熱オイルジャケット等の対流ヒータを含む押出ヒータ（図示せず）に動作可能に接続されてもよい。押出ヒータは、出口壁 6 0 2 を介して内腔 6 0 4 に熱を伝達することができる。押出固形廃棄物混合物は、ヒータから出口壁 6 0 2 への熱伝導を介して、及び出口壁 6 0 2 から、出口壁 6 0 2 に接触する固形廃棄物の混合物の一部への熱伝導を介して、内腔 6 0 4 内で加熱され得る。ヒータは、処理容器 4 0 1 の残りの部分を加熱するために使用される加熱ジャケットの追加部分であってもよい。押出機の動作温度は、本明細書に記載の通りであり、一般に約 2 0 0 を超えてはならない。

【 0 1 3 4 】

システム 4 0 0 は、押出固形廃棄物混合物が押出される際にそれを小片に切断するように構成されたカッター（図示せず）を任意選択で含んでもよい。押出された材料を切断するための任意の公知の装置をカッターとして使用するために選択することができ、これらには、限定するものではないが、レーザーカッター、鋸、ウォータージェットカッター、及び任意の他の適切な切断装置が含まれる。押出された廃棄物混合物は、切断前に材料を

わずかに冷却して硬化させてもよい。押出された固形廃棄物混合物は、約 6 1 c m (約 2 フィート) 未満の長さの小片に切断されてもよい。

【 0 1 3 5 】

押出された固形廃棄物混合物は空気循環を促進する 1 つ以上の装置を用いて冷却することができ、これらには、限定するものではないが、送風扇、ミストファン、及び任意の他の既知の適切な空気循環装置が含まれる。押出された固形廃棄物混合物の冷却速度は、押出された固形廃棄物混合物を、冷却面上又は冷却された室内 (限定するものではないが、空調された部屋又は冷蔵室を含む) に置くことによって高めることができる。押し出された固形廃棄物混合物は、図 4 に示されるような冷却タンク 4 5 0 内の水等の冷却液に浸漬されてもよい。押出固形廃棄物混合物を水冷式コンベヤ等のコンベヤ上に押出すことで押出された固形廃棄物混合物を冷却し、固体燃料組成物を形成してもよい。

10

【 0 1 3 6 】

制御盤

システムは、混合要素、ヒータ、及び真空ポンプに動作可能に接続された制御盤を備えることができる。制御盤は、存在する場合、混合プラスチックを含む固形廃棄物混合物中の化合物を蒸発させるために内部容積を第 1 の温度に調節し、蒸発した化合物を固形廃棄物混合物から除去するために内部容積を第 1 の圧力に調節し、固形廃棄物混合物中の混合プラスチックを溶解させるために混合要素が作動している間、内部容積を約 1 6 0 ~ 約 2 6 0 の第 2 の温度及び約 6 6 7 0 P a (約 5 0 t o r r) 未満の第 2 の圧力に調節する。

20

【 0 1 3 7 】

制御盤は、1 つ以上のセンサに動作可能に接続されたフィードバック制御システムをさらに備えてもよい。存在する場合、フィードバック制御システムは、1 つ以上のセンサから少なくとも 1 つの測定値を受け取り、制御盤で実行される少なくとも 1 つの制御ルールに従って、真空ポンプ、ヒータ、又は混合要素の動作を変調する。1 つ以上のセンサは、システムの 1 つ以上の動作状態を監視する。1 つ以上のセンサの適切な例としては、限定するものではないが、処理容器の内部容積内の圧力を監視するための圧力センサ；加熱ジャケットのオイル入口に導入されるオイルの温度、及び内部容積内の固形廃棄物混合物の温度を各々監視するための 1 つ以上の温度センサ；内部容積から放出された気体化合物の湿度を監視するための湿度センサ；内部容積内の固形廃棄物混合物の重量を監視するための重量センサ、及びそれらの任意の組合せが挙げられる。

30

【 0 1 3 8 】

III . 固体燃料組成物

上述の方法及びシステムを使用して固形廃棄物混合物から製造される固体燃料組成物が提供される。固体燃料組成物は、廃棄物エネルギー回収方法の一部として、様々な熱分解チャンバへの供給原料としての使用に適合し得る。固体燃料組成物を形成する方法は、固体燃料組成物の製造に使用される固形廃棄物流に対して比較的均質かつエネルギー含量の変動性の小さい材料をもたらす。

【 0 1 3 9 】

固体燃料組成物は、少なくとも 2 3 , 3 0 0 J / g (1 0 , 0 0 0 B T U / l b) のエネルギー含量を有し得る。固体燃料組成物は、少なくとも 2 3 , 3 0 0 J / g (1 0 , 0 0 0 B T U / l b) 、少なくとも 2 5 , 6 0 0 J / g (1 1 , 0 0 0 B T U / l b) 、少なくとも 2 7 , 9 0 0 J / g (1 2 , 0 0 0 B T U / l b) 、少なくとも 3 0 , 3 0 0 J / g (1 3 , 0 0 0 B T U / l b) 、少なくとも 3 2 , 6 0 0 J / g (1 4 , 0 0 0 B T U / l b) 、少なくとも 3 4 , 9 0 0 J / g (1 5 , 0 0 0 B T U / l b) のエネルギー含量を有し得る。

40

【 0 1 4 0 】

固体燃料組成物は、少なくとも約 1 8 , 6 0 0 J / g (約 8 , 0 0 0 B T U / l b) のエネルギー含量を有し得る。固体燃料組成物は、少なくとも約 2 1 , 0 0 0 J / g (約 9 , 0 0 0 B T U / l b) のエネルギー含量を有し得る。固体燃料組成物は、約 3 2 , 6 0

50

0 J / g (約 14,000 B T U / l b) 未満のエネルギー含量を有し得る。固体燃料組成物は、約 18,600 J / g (約 8,000 B T U / l b) ~ 約 32,600 J / g (約 14,000 B T U / l b) の範囲のエネルギー含量を有し得る。

【 0 1 4 1 】

固体燃料組成物は、約 481 k g / m³ (約 30 l b / f t³) ~ 約 1280 k g / m³ (約 80 l b / f t³) の範囲の密度を有し得る。固体燃料組成物の密度は、少なくとも 481 k g / m³ (30 l b / f t³)、少なくとも 641 k g / m³ (40 l b / f t³)、少なくとも 801 k g / m³ (50 l b / f t³)、少なくとも 961 k g / m³ (60 l b / f t³)、及び少なくとも 1120 k g / m³ (70 l b / f t³) であってもよい。固体燃料組成物は、約 801 k g / m³ (約 50 l b / f t³) の密度を有し得る。

10

【 0 1 4 2 】

本明細書に記載されるように、固体燃料組成物はまた、化学的に安定であり、非生分解性であり、かつ / 又は疎水性であることにより、分解又はエネルギー含量の低下を伴うことなく固体燃料組成物を広範囲の貯蔵条件で貯蔵可能である。いかなる特定の理論にも限定されないが、固形廃棄物混合物のプラスチック成分は、溶融して、得られる固体燃料組成物全体に分布し、組成物を非生分解性及び / 又は疎水性にする。

【 0 1 4 3 】

固体燃料組成物は、約 40 重量% ~ 約 80 重量%の炭素を含有し得る。固体燃料組成物は、約 40 重量% ~ 約 44 重量%、約 42 重量% ~ 約 46 重量%、約 44 重量% ~ 約 48 重量%、約 46 重量% ~ 約 50 重量%、約 48 重量% ~ 約 52 重量%、約 50 重量% ~ 約 54 重量%、約 52 重量% ~ 約 56 重量%、約 54 重量% ~ 約 58 重量%、約 56 重量% ~ 約 62 重量%、約 60 重量% ~ 約 64 重量%、約 62 重量% ~ 約 66 重量%、約 64 重量% ~ 約 68 重量%、約 66 重量% ~ 約 70 重量%、約 68 重量% ~ 約 72 重量%、約 70 重量% ~ 約 74 重量%、約 72 重量% ~ 約 76 重量%、約 74 重量% ~ 約 78 重量%、及び約 76 重量% ~ 約 80 重量%の炭素を含有し得る。

20

【 0 1 4 4 】

固体燃料組成物は、約 5 重量% ~ 約 20 重量%の水素を含有し得る。固体燃料組成物は、約 5 重量% ~ 約 7 重量%の水素、約 6 重量% ~ 約 8 重量%の水素、約 7 重量% ~ 約 9 重量%の水素、約 8 重量% ~ 約 10 重量%の水素、約 9 重量% ~ 約 11 重量%の水素、約 10 重量% ~ 約 12 重量%の水素、約 11 重量% ~ 約 13 重量%の水素、約 12 重量% ~ 約 14 重量%の水素、約 13 重量% ~ 約 15 重量%の水素、約 14 重量% ~ 約 16 重量%の水素、約 15 重量% ~ 約 17 重量%の水素、約 16 重量% ~ 約 18 重量%の水素、約 17 重量% ~ 約 19 重量%の水素、及び約 18 重量% ~ 約 20 重量%の水素を含有し得る。

30

【 0 1 4 5 】

固体燃料組成物は、約 5 重量% ~ 約 20 重量%の酸素を含有し得る。固体燃料組成物は、固体燃料組成物は、約 5 重量% ~ 約 7 重量%の酸素、約 6 重量% ~ 約 8 重量%の酸素、約 7 重量% ~ 約 9 重量%の酸素、約 8 重量% ~ 約 10 重量%の酸素、約 9 重量% ~ 約 11 重量%の酸素、約 10 重量% ~ 約 12 重量%の酸素、約 11 重量% ~ 約 13 重量%の酸素、約 12 重量% ~ 約 14 重量%の酸素、約 13 重量% ~ 約 15 重量%の酸素、約 14 重量% ~ 約 16 重量%の酸素、約 15 重量% ~ 約 17 重量%の酸素、約 16 重量% ~ 約 18 重量%の酸素、約 17 重量% ~ 約 19 重量%の酸素、及び約 18 重量% ~ 約 20 重量%の酸素を含有し得る。

40

【 0 1 4 6 】

固体燃料組成物は、約 2 重量%未満の硫黄を含有し得る。固体燃料組成物は、約 1 重量%未満の硫黄、約 0.5 重量%未満の硫黄、及び約 0.1 重量%未満の硫黄を含有し得る。

【 0 1 4 7 】

固体燃料組成物は、約 2 重量%未満の塩素を含有し得る。固体燃料組成物は、約 1 重量%未満の塩素、約 0.5 重量%未満の塩素、及び約 0.1 重量%未満の塩素を含有し得る。

50

。

【0148】

固体燃料組成物は、約2重量%未満の水を含有し得る。固体燃料組成物は、約1重量%未満の水、約0.5重量%未満の水、及び約0.1重量%未満の水を含有し得る。固体燃料組成物は、約1重量%未満の水を含有し得る。

【0149】

固体燃料組成物は、燃焼した時、未処理の固形廃棄物と比較して燃焼時に著しく低いレベルの毒素を放出し得る。放出される毒素の量は変動し得る。固体燃料組成物は、燃焼させた時、1050MJ(100万BTU)当たり約0.23kg(約0.5lb)未満のアルカリ酸化物、約1.4kg(約3lb)未満の灰分、約0.045kg(約0.1lb)未満のSO₂、及び約0.68kg(約1.5lb)未満の塩素を放出し得る。固体燃料組成物は、燃焼させた時、1050MJ(100万BTU)当たり約0.23kg(約0.5lb)未満のアルカリ酸化物を放出し得る。固体燃料組成物は、燃焼させた時、1050MJ(100万BTU)当たり約1.4kg(約3lb)未満の灰分を放出し得る。固体燃料組成物は、燃焼させた時、1050MJ(100万BTU)当たり約0.045kg(約0.1lb)未満の二酸化硫黄(SO₂)を放出し得る。固体燃料組成物は、燃焼させた時、1050MJ(100万BTU)当たり約0.68kg(約1.5lb)未満の塩素を放出し得る。

【0150】

固体燃料組成物は、燃焼させた時、1050MJ(100万BTU)当たり約0.45kg(約1lb)～約14kg(約30lb)の範囲の量の灰分、例えば約0.45kg～0.91kg(約1lb～2lb)、約0.91kg～1.4kg(約2lb～3lb)、約1.4kg～1.8kg(約3lb～4lb)、約1.8kg～2.3kg(約4lb～5lb)、約2.3kg～4.5kg(約5lb～10lb)、約4.5kg～6.8kg(約10lb～15lb)、約6.8kg～9.1kg(約15lb～20lb)、約9.1kg～11kg(約20lb～25lb)、又は約11kg～14kg(約25lb～30lb)の灰分を放出し得る。

【0151】

固体燃料組成物は、具体化(incarnation)、熱分解又はガス化プロセスにおける化石燃料、バイオマス燃料又は他の代替燃料に代わる、あるいはそれを補う人工供給原料として使用され得る。

【0152】

実施例

10トンの都市固形廃棄物が送達される。MSWは約20重量%～約40重量%の水分含量を有し、未知の量の不燃性固形廃棄物及び混合プラスチック成分を含む、様々な住宅ごみ及び商業固形廃棄物を含む。MSWを、不燃性固形廃棄物についてスクリーニングする。ガラス、金属、レンガ及び石を含む不燃性固形廃棄物を除去する。次いで、MSWをその混合プラスチック内容物について分析する。MSW中の混合プラスチックの量を約5重量%～約60重量%に調整する。不燃性固形廃棄物を除去し、混合プラスチックの含有量を調整したら、MSWを、MSW中の他の個々の小片と同等以下の平均粒子サイズに細断する。

【0153】

細断されたMSWを、本明細書に記載の処理容器に導入する。MSWを混合しながら約90～約110の温度に加熱する。この工程は、MSWを乾燥したMSWと気化化合物に分離する。気化化合物は主に水蒸気と、約110未満の沸点を有するいくつかの揮発性有機化合物を含む。混合プラスチックが早期に熔融して水を捕捉しないように、MSWの温度は約110未満に維持される。

【0154】

真空ポートに取り付けられた真空システムを用いて処理容器内の圧力を約6.67kPa(約50torr)未満に減圧することによって、蒸発した化合物を処理容器から除去

する。処理容器と真空システムの真空ポンプとの間の凝縮器が気化化合物を廃水に凝縮することにより、これらを捕捉する。

【 0 1 5 5 】

処理容器内で、気化化合物を減圧下で除去しながら混合を続ける。次いで、熱を約 1 9 0 ～ 約 2 6 0 に上昇させ、乾燥した M S W 中のプラスチックを熔融させる。一定した混合により M S W 全体に均等に熱が行き渡るため、処理容器の壁を加熱するために使用されるオイルは、処理容器の内部容積よりも最大 3 0 高くすればよい。混合工程はまた、M S W をさらに均質化する。温度及び圧力条件はまた、乾燥工程で蒸発しなかった更なる水を遊離させ、他の V O C を遊離させるのに十分である。さらに、これらの処理条件は、M S W 中のポリ塩化ビニル (P V C) 及びポリ塩化ビニリデン等の塩素含有プラスチックに主に由来する塩素化有機化合物及び塩素ガスを蒸発させる。これら塩素化有機化合物及び塩素ガスも凝縮器で凝縮し、そこにある廃水と合わせられる。

10

【 0 1 5 6 】

まだ高温のうちに (ただし 2 0 0 は超えない)、熔融混合プラスチックを含有する乾燥した M S W を押出口を通して押出す。M S W は押出される際に、約 5 c m (2 インチ) の長さのチャック (c h u c k) に切断される。押出された M S W は、水冷式コンベヤ上に置かれ、そこで約 6 5 未満に冷却され、固体燃料組成物を形成する。

【 0 1 5 7 】

熱量分析及び密度測定に基づいて、固体燃料組成物は約 3 0 , 3 0 0 J / g (約 1 3 , 0 0 0 B T U / l b) のエネルギー含量及び約 8 0 1 k g / m ³ (約 5 0 1 l b / f t ³) の密度範囲を有する。元素分析は、得られた固体燃料が約 6 0 重量 % の炭素、約 1 0 重量 % の水素、約 1 0 重量 % の酸素、約 2 重量 % 未満の硫黄、約 2 重量 % 未満の塩素、及び約 1 重量 % 未満の水を有することを示す。

20

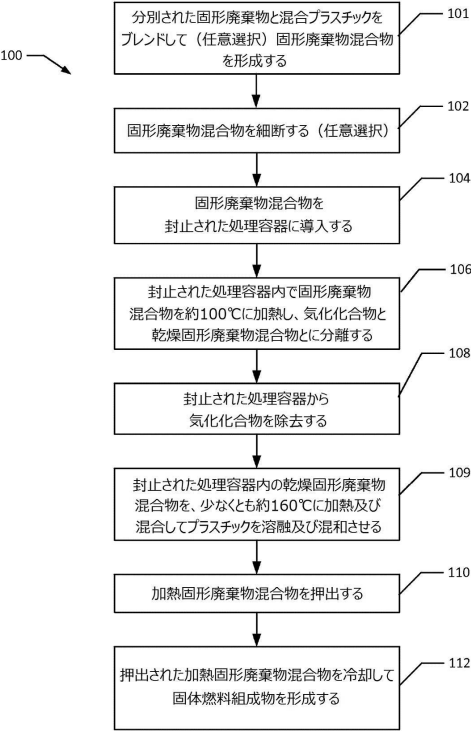
【 0 1 5 8 】

この方法において合成ガスは形成されない。観察された気化化合物は、熱分解又はガス化の結果ではない。したがって、得られた固体燃料組成物は熱分解されていない。

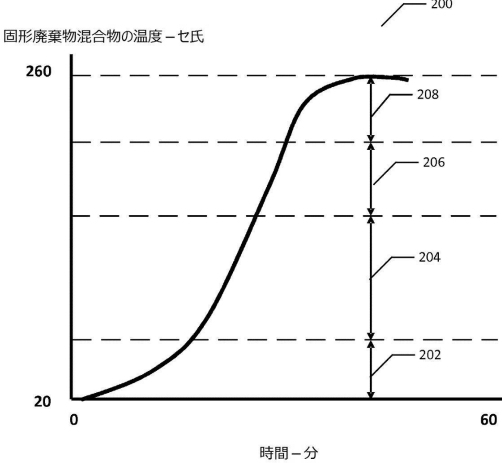
上記は単に本発明の原理を説明するに過ぎない。本明細書の教示を考慮すれば、記載された実施形態に対する様々な変更及び改変が当業者には明らかであろう。したがって、当業者であれば、本明細書に明示的に図示又は記載されていないが、本発明の原理を具体化し、したがって本発明の趣旨及び範囲内にある多数のシステム、配置及び方法を考案できることが理解されよう。上記の説明及び図面から、示され説明された特定の実施形態は、例示のみを目的とするものであり、本発明の範囲を限定するものでないことが、当業者に理解されるであろう。特定の実施形態の詳細への言及は、本発明の範囲を限定することを意図するものではない。

30

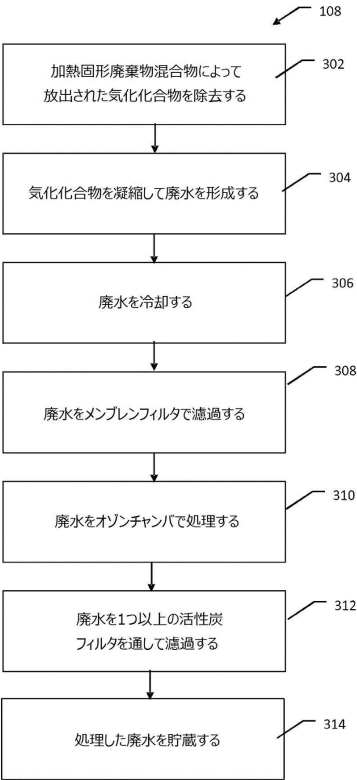
【 図 1 】



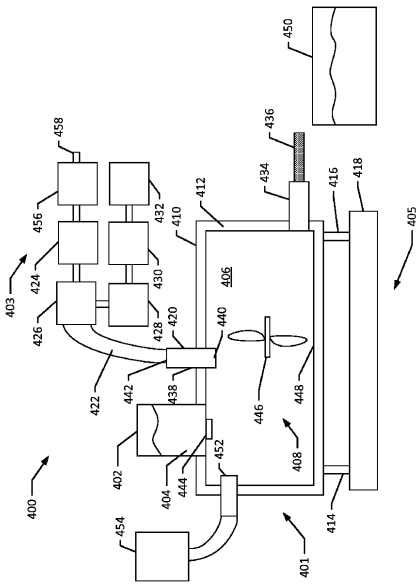
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【図 5】

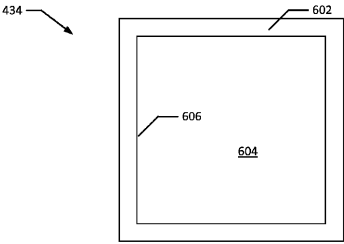


FIG. 5

【図 6】

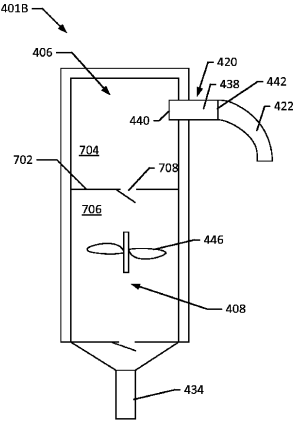
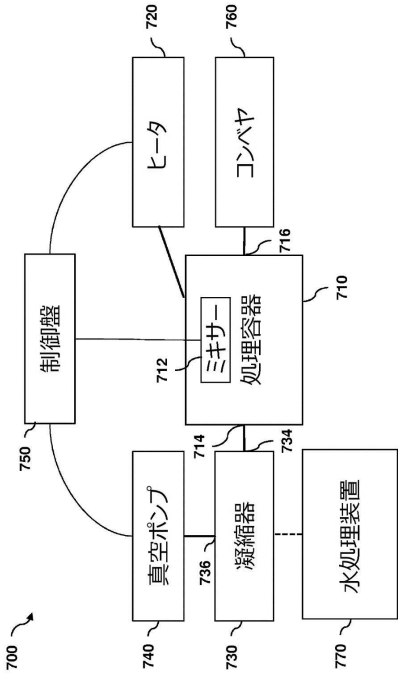


FIG. 6

【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 ホワイト、ビョルヌルフ

アメリカ合衆国 06103 コネチカット州 ハートフォード アサイラム ストリート 18
5 シティブレイス セカンド フィフティーンス フロア

審査官 上坊寺 宏枝

(56)参考文献 特表2011-526324(JP, A)

欧州特許出願公開第02090641(EP, A1)

特開2010-018725(JP, A)

特開2000-273460(JP, A)

特表2012-515080(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C10L 5/00 - 5/48

B09B 3/00、5/00

C08J 11/00 - 11/28