(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2020-172654
(P2020-172654A)
(43)公開日　令和2年10月22日(2020.10.22)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
C10L 5/46	(2006.01)	C10L	5/46		3K065
C02F 11/00	(2006.01)	C02F	11/00	ZABB	4D059
F23G 5/02	(2006.01)	C02F	11/00	C	4H015
F23K 1/00	(2006.01)	F23G	5/02	E	
		F23K	1/00	A	

審査請求 未請求　請求項の数 23　ＯＬ　（全 21 頁）

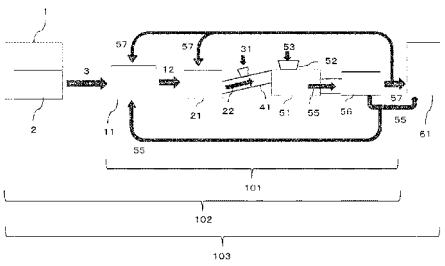
(21)出願番号　特願2020-110387 (P2020-110387)
(22)出願日　令和2年6月26日 (2020.6.26)
(62)分割の表示　特願2018-32921 (P2018-32921)の分割
原出願日　平成30年2月27日 (2018.2.27)

(71)出願人　000122298
王子ホールディングス株式会社
東京都中央区銀座４丁目７番５号
(74)代理人　100092978
弁理士　真田　有
(72)発明者　高橋　元
東京都中央区銀座四丁目７番５号　王子ホールディングス株式会社内

Ｆターム(参考)　3K065 AA24 AB01 AC02 BA06 CA03 CA11
4D059 AA03 AA07 AA30 BD01 BE08 BE12 BE26 BK01 BK09 BK10 CB01 CB04 CB06 CC03
4H015 AA02 AB01 BA01 BA06 BA09 BA13 BB03 BB05 CA03 CB01

(54)【発明の名称】汚泥燃料化装置、汚泥燃料化システム、汚泥燃料活用型工場および固形燃料の製造方法

(57)【要約】
【課題】乾燥汚泥の搬送コストを削減でき、乾燥汚泥を搬送する場合の臭気および粉じんの抑制をできる、汚泥燃料化装置の提供。
【解決手段】汚泥乾燥部１１、造粒部２１、搬送部４１および固形燃料ボイラー５１をこの順で備え、造粒部２１が少なくとも汚泥乾燥部１１で得られる乾燥汚泥１２を固形燃料２２に成型し、搬送部４１が少なくとも固形燃料２２を固形燃料ボイラー５１に搬送する、汚泥燃料化装置１０１；汚泥燃料化システム１０２；汚泥燃料活用型工場１０３；固形燃料の製造方法。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
汚泥乾燥部、造粒部、搬送部および固形燃料ボイラーをこの順で一体化して備え、
前記造粒部が少なくとも前記汚泥乾燥部で得られる乾燥汚泥を固形燃料に成型し、
前記搬送部が少なくとも前記固形燃料を前記固形燃料ボイラーに搬送する、汚泥燃料化装置。
【請求項２】
前記乾燥汚泥の水分含有率が５～４０質量％である、請求項１に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項３】
前記搬送部がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類を含むＲＰＦ、または石炭、ならびに、前記固形燃料を前記固形燃料ボイラーに搬送する、請求項１または２に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項４】
前記造粒部が前記乾燥汚泥のみを固形燃料に成型し、
前記固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～１００ｃｍ^{3}である、請求項１～３のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項５】
前記固形燃料ボイラーに供給される全燃料の合計真発熱量をQ^1とし、前記固形燃料の真発熱量をQ^2とする場合に、前記固形燃料が下記条件１Ａ、条件１Ｂまたは条件１Ｃを満たす、請求項１～４のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
条件１Ａ：前記固形燃料の水分含有率が２０質量％以下であり、１００％×Q^2／Q^1の値が４０％以下である。
条件１Ｂ：前記固形燃料の水分含有率が２０質量％を超え３０質量％以下であり、１００％×Q^2／Q^1の値が２０％以下である。
条件１Ｃ：前記固形燃料の水分含有率が３０質量％を超え４０質量％以下であり、１００％×Q^2／Q^1の値が１０％以下である。
【請求項６】
前記造粒部がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、前記乾燥汚泥の混合物を固形燃料に成型する、請求項１～３のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項７】
固形燃料が石炭を固形燃料の全質量に対して１５質量％以下含む、請求項６に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項８】
前記造粒部がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、植物由来の消臭剤、および、前記乾燥汚泥の混合物を固形燃料に成型する、請求項１～３のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項９】
前記固形燃料が前記消臭剤、または石炭を前記固形燃料の全質量に対して１５質量％以下含む、請求項８に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１０】
前記固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～４００ｃｍ^{3}である、請求項６～９のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１１】
前記固形燃料ボイラーに供給される全燃料の合計真発熱量をQ^1とし、前記固形燃料の真発熱量をQ^3とする場合に、前記固形燃料が下記条件２Ａ、条件２Ｂまたは条件２Ｃを満たす、請求項６～１０のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
条件２Ａ：前記固形燃料の水分含有率が２０質量％以下であり、１００％×Q^3／Q^1の値が６０％以下である。

条件２Ｂ：前記固形燃料の水分含有率が２０質量％を超え３０質量％以下であり、１００％×Q^3／Q^1の値が３０％以下である。
条件２Ｃ：前記固形燃料の水分含有率が３０質量％を超え４０質量％以下であり、１００％×Q^3／Q^1の値が１５％以下である。
【請求項１２】
前記搬送部が前記造粒部および前記固形燃料ボイラーの間を密閉できる、請求項１～１１のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１３】
前記固形燃料ボイラーがバイオマスボイラーである、請求項１～１２のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１４】
前記固形燃料ボイラーがさらに追加燃料の投入部を備え、
前記追加燃料が石炭、プラスチック、紙、木くずおよびゴムのうち少なくとも１種類を含む、請求項１～１３のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１５】
前記固形燃料ボイラーから得られる蒸気を前記汚泥乾燥部に供給する配管を備える、請求項１～１４のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１６】
前記固形燃料ボイラーがさらに発電機を備え、
前記発電機から得られる電力を前記汚泥乾燥部、前記造粒部および前記搬送部のうち少なくとも１つに供給する、請求項１～１５のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１７】
前記乾燥汚泥の搬送手段が車両以外であり、
前記固形燃料の前記造粒部から前記固形燃料ボイラーまでの搬送手段が車両以外である、請求項１～１６のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１８】
請求項１～１７のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置および下水処理場を備え、
前記下水処理場で得られる汚泥を車両により前記汚泥乾燥部に搬送する、汚泥燃料化システム。
【請求項１９】
前記汚泥燃料化装置および前記下水処理場が同一行政区域内にある、請求項１８に記載の汚泥燃料化システム。
【請求項２０】
請求項１～１７のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置あるいは請求項１８または１９に記載の汚泥燃料化システムと、
工場とを備え、
前記固形燃料ボイラーから得られる蒸気を前記工場に供給する配管を備え、
前記工場が製紙工場である、汚泥燃料活用型工場。
【請求項２１】
前記固形燃料ボイラーがさらに発電機を備え、
前記発電機から得られる電力を前記工場に供給する、請求項２０に記載の汚泥燃料活用型工場。
【請求項２２】
汚泥乾燥部、造粒部、搬送部および固形燃料ボイラーをこの順で一体化して備える汚泥燃料化装置を用いる固形燃料の製造方法であって、
汚泥を乾燥して乾燥汚泥とする工程と、
前記乾燥汚泥を造粒して固形燃料とする工程を含み、下記条件（１）、（２）または（３）を満たす、固形燃料の製造方法。
条件（１）：前記固形燃料が前記乾燥汚泥のみからなり、
前記固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～１００cm^3である。

条件（２）：前記固形燃料がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、前記乾燥汚泥の混合物からなり、
前記固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～４００ｃｍ^{3}である。
条件（３）：前記固形燃料がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、植物由来の消臭剤、および、前記乾燥汚泥の混合物からなり、
前記固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～４００ｃｍ^{3}である。
【請求項２３】
前記乾燥汚泥の水分含有率が５～４０質量％となるまで前記汚泥を乾燥する、請求項２２に記載の固形燃料の製造方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、汚泥燃料化装置、汚泥燃料化システム、汚泥燃料活用型工場および固形燃料の製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
下水汚泥を燃料化する装置および方法として、さまざまな装置および方法が知られている（特許文献１～６参照）。
【０００３】
特許文献１には、有機汚泥を用いる燃料の製造方法であって、有機汚泥を脱水して脱水汚泥とする脱水工程と、脱水汚泥と木質細片及びおが屑のうちの少なくとも一方とを混合し、木質材混合汚泥とする混合工程と、を備える燃料の製造方法が記載されている。
さらに特許文献１には、製造された燃料を用いる汚泥再利用システムであって、汚泥処理場で有機汚泥を脱水処理し、脱水汚泥を車両により燃料製造施設へ搬送し、燃料製造施設において、脱水汚泥と木質細片及びおが屑のうちの少なくとも一方とを混合して燃料を製造し、燃料を車両により燃焼施設に搬送し、燃料を燃焼施設において燃焼させる汚泥再利用システムが記載されている。
【０００４】
特許文献２には、下水汚泥に含まれるリンを除去する脱リン工程と、下水汚泥を炭化させて燃料化する炭化工程を備え、脱リン工程は、下水汚泥をアルカリ溶液中で撹拌した後、濾過分離するものであり、濾過分離して得られた脱リン後の下水汚泥を炭化燃料にする一方、濾過分離して得られた溶液に石膏を投入し、反応開始時のｐＨを１３．０～１４．９とし、４０～１００℃で撹拌して、かつ反応終了時のｐＨを１２以上に保持して、アルカリ溶液中のリン酸と石膏とを反応させて水酸アパタイト結晶を主成分とする吸着材を得るバイオマス燃料の製造方法が記載されている。
【０００５】
特許文献３には、下水汚泥、製紙スラッジ、食品汚泥等の有機性廃棄物を水分２０～６０％まで乾燥し、造粒し、空気遮断雰囲気のロータリーキルンを使用して炭化温度３００～６００℃で４～２２分間炭化し、その後ただちに冷却し、冷却後の炭化物を乾燥温度７０℃以上１５０℃以下、乾燥時間２～７時間で乾燥する固形燃料の製造方法が記載されている。
【０００６】
特許文献４には、有機汚泥を乾燥した後、炭化して得られる有機汚泥由来の固形燃料において、水素分と炭素分の原子数比Ｈ／Ｃが、０．８～１．８であり、石炭と共に燃焼する固形燃料である有機汚泥由来の固形燃料が記載されている。
【０００７】
特許文献５には、有機性廃棄物は、嫌気性消化汚泥または下水処理場で発生した汚泥であり、ＲＰＦ（Ｒｅｆｕｓｅ　Ｐａｐｅｒ　＆　Ｐｌａｓｔｉｃ　Ｆｕｅｌ）製造原料は

、プラスチックおよび／または紙を合計で５０質量％以上含むものであり、有機性廃棄物の水分含有率をｘ（質量％）、有機性廃棄物とＲＰＦ製造原料との合計質量に対する有機性廃棄物の質量の割合（質量％）をｙとしたときに、下記式（Ｉ）を満たすように、有機性廃棄物とＲＰＦ製造原料との混合比を調整し、これらを含む混合原料を得る混合工程と、混合原料から成型体を得る成型工程と、を備える固形燃料の製造方法が記載されている。

式（Ｉ）：$y \leqq -0.0436x^2 + 1.7458x + 40.0$

【０００８】

特許文献６には、下水汚泥、し尿汚泥、食品廃棄物、畜産廃棄物またはこれらの消化汚泥について乾燥処理を施して、水分含有率を２０～５０質量％に調整した有機性廃棄物を、２０～６５℃の温度雰囲気内に１２～１２０時間保持して、熟成廃棄物を得る熟成工程と、熟成廃棄物とプラスチックおよび／または紙を合計で５０質量％以上含むものであるＲＰＦ製造原料とを含む混合原料を得る混合工程と、混合原料から成型体を得る成型工程と、を備える固形燃料の製造方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００９】

【特許文献１】特開２０１５－２５０５４号公報

【特許文献２】特許第５００１５９４号

【特許文献３】特許第４３６８９６４号

【特許文献４】特開２００７－１１９６４１号公報

【特許文献５】特許第６０２２２５９号

【特許文献６】特許第６０４７３３７号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

しかしながら、特許文献１および２に記載の方法は、乾燥汚泥から製造した燃料を車両により燃焼施設に搬送するために搬送コストが高く、乾燥汚泥から製造した燃料を搬送する場合に臭気や粉じんが発生する問題があった。

特許文献３および４に記載の方法は、下水汚泥などの有機性廃棄物を造粒した後にロータリーキルンなどを用いて炭化した固形燃料を製造するものであり、得られた固形燃料を燃焼施設に搬送する際の搬送コストを削減することは検討されていなかった。

特許文献５および６に記載の方法は、下水汚泥などの有機性廃棄物をＲＰＦ製造原料を混合して成型した固形燃料を製造するものであり、得られた固形燃料を燃焼施設に搬送する際の搬送コストを削減することは検討されていなかった。

【００１１】

本発明が解決しようとする課題は、乾燥汚泥の搬送コストを削減でき、乾燥汚泥を搬送する場合の臭気および粉じんの抑制をできる、汚泥燃料化装置を提供することである。

また、本発明が解決しようとする課題は、上記の汚泥燃料化装置を備える汚泥燃料化システムおよび汚泥燃料活用型工場を提供することである。

また、本発明が解決しようとする課題は、上記の汚泥燃料化装置に用いることができる、固形燃料の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

上記課題を解決するための具体的な手段である本発明の構成と、本発明の好ましい構成を以下に記載する。

【００１３】

［１］　汚泥乾燥部、造粒部、搬送部および固形燃料ボイラーをこの順で備え、
造粒部が少なくとも汚泥乾燥部で得られる乾燥汚泥を固形燃料に成型し、
搬送部が少なくとも固形燃料を固形燃料ボイラーに搬送する、汚泥燃料化装置。

［２］　乾燥汚泥の水分含有率が５～４０質量％である［１］に記載の汚泥燃料化装置。
［３］　搬送部がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類を含むＲＰＦ、または石炭、ならびに、固形燃料を固形燃料ボイラーに搬送する［１］または［２］に記載の汚泥燃料化装置。
［４］　造粒部が乾燥汚泥のみを固形燃料に成型し、
固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～１００ｃｍ^{3}である［１］～［３］のいずれか一つに記載の汚泥燃料化装置。
［５］　固形燃料ボイラーに供給される全燃料の合計真発熱量をＱ^{1}とし、固形燃料の真発熱量をＱ^{2}とする場合に、固形燃料が下記条件１Ａ、条件１Ｂまたは条件１Ｃを満たす［１］～［４］のいずれか一つに記載の汚泥燃料化装置。
条件１Ａ：固形燃料の水分含有率が２０質量％以下であり、１００％×Ｑ^2／Ｑ^{1}の値が４０％以下である。
条件１Ｂ：固形燃料の水分含有率が２０質量％を超え３０質量％以下であり、１００％×Ｑ^2／Ｑ^{1}の値が２０％以下である。
条件１Ｃ：固形燃料の水分含有率が３０質量％を超え４０質量％以下であり、１００％×Ｑ^2／Ｑ^{1}の値が１０％以下である。
［６］　造粒部がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、乾燥汚泥の混合物を固形燃料に成型する［１］～［３］のいずれか一つに記載の汚泥燃料化装置。
［７］　固形燃料が石炭を固形燃料の全質量に対して１５質量％以下含む［６］に記載の汚泥燃料化装置。
［８］　造粒部がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、植物由来の消臭剤、および、乾燥汚泥の混合物を固形燃料に成型する［１］～［３］のいずれか一つに記載の汚泥燃料化装置。
［９］　固形燃料が消臭剤、または石炭を固形燃料の全質量に対して１５質量％以下含む［８］に記載の汚泥燃料化装置。
［１０］　固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～４００ｃｍ^{3}である［６］～［９］のいずれか一つに記載の汚泥燃料化装置。
［１１］　固形燃料ボイラーに供給される全燃料の合計真発熱量をＱ^{1}とし、固形燃料の真発熱量をＱ^{3}とする場合に、固形燃料が下記条件２Ａ、条件２Ｂまたは条件２Ｃを満たす［６］～［１０］のいずれか一つに記載の汚泥燃料化装置。
条件２Ａ：固形燃料の水分含有率が２０質量％以下であり、１００％×Ｑ^3／Ｑ^{1}の値が６０％以下である。
条件２Ｂ：固形燃料の水分含有率が２０質量％を超え３０質量％以下であり、１００％×Ｑ^3／Ｑ^{1}の値が３０％以下である。
条件２Ｃ：固形燃料の水分含有率が３０質量％を超え４０質量％以下であり、１００％×Ｑ^3／Ｑ^{1}の値が１５％以下である。
［１２］　搬送部が造粒部および固形燃料ボイラーの間を密閉できる［１］～［１１］のいずれか一つに記載の汚泥燃料化装置。
［１３］　固形燃料ボイラーがバイオマスボイラーである［１］～［１２］のいずれか一つに記載の汚泥燃料化装置。
［１４］　固形燃料ボイラーがさらに追加燃料の投入部を備え、
追加燃料が石炭、プラスチック、紙、木くずおよびゴムのうち少なくとも１種類を含む［１］～［１３］のいずれか一つに記載の汚泥燃料化装置。
［１５］　固形燃料ボイラーから得られる蒸気を汚泥乾燥部に供給する配管を備える［１］～［１４］のいずれか一つに記載の汚泥燃料化装置。
［１６］　固形燃料ボイラーがさらに発電機を備え、
発電機から得られる電力を汚泥乾燥部、造粒部および搬送部のうち少なくとも１つに供給する［１］～［１５］のいずれか一つに記載の汚泥燃料化装置。
［１７］　乾燥汚泥の搬送手段が車両以外であり、

固形燃料の造粒部から固形燃料ボイラーまでの搬送手段が車両以外である［１］～［１６］のいずれか一つに記載の汚泥燃料化装置。
［１８］　［１］～［１７］のいずれか一つに記載の汚泥燃料化装置および下水処理場を備え、
下水処理場で得られる汚泥を車両により汚泥乾燥部に搬送する、汚泥燃料化システム。
［１９］　汚泥燃料化装置および下水処理場が同一行政区域内にある［１８］に記載の汚泥燃料化システム。
［２０］　［１］～［１７］のいずれか一つに記載の汚泥燃料化装置あるいは［１８］または［１９］に記載の汚泥燃料化システムと、
工場とを備え、
固形燃料ボイラーから得られる蒸気を工場に供給する配管を備え、
工場が製紙工場である、汚泥燃料活用型工場。
［２１］　固形燃料ボイラーがさらに発電機を備え、
発電機から得られる電力を工場に供給する［２０］に記載の汚泥燃料活用型工場。
［２２］　汚泥を乾燥して乾燥汚泥とする工程と、
乾燥汚泥を造粒して固形燃料とする工程を含み、下記条件（１）、（２）または（３）を満たす、固形燃料の製造方法。
条件（１）：固形燃料が乾燥汚泥のみからなり、
固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～１００ｃｍ^{3}である。
条件（２）：固形燃料がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、乾燥汚泥の混合物からなり、
固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～４００ｃｍ^{3}である。
条件（３）：固形燃料がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、植物由来の消臭剤、および、乾燥汚泥の混合物からなり、
固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～４００ｃｍ^{3}である。
［２３］　乾燥汚泥の水分含有率が５～４０質量％となるまで汚泥を乾燥する［２２］に記載の固形燃料の製造方法。

【発明の効果】

【００１４】

本発明によれば、乾燥汚泥の搬送コストを削減でき、乾燥汚泥を搬送する場合の臭気および粉じんの抑制をできる、汚泥燃料化装置を提供できる。
また、本発明によれば、上記の汚泥燃料化装置を備える汚泥燃料化システムおよび汚泥燃料活用型工場を提供できる。
また、本発明によれば、上記の汚泥燃料化装置に用いることができる、固形燃料の製造方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】図１は、本発明の第１の好ましい態様の汚泥燃料化装置を備える、本発明の汚泥燃料化システムおよび汚泥燃料活用型工場の一例を示した概略図である。
【図２】図２は、本発明の第２の好ましい態様の汚泥燃料化装置を備える、本発明の汚泥燃料化システムおよび汚泥燃料活用型工場の一例を示した概略図である。
【図３】図３は、本発明の第３の好ましい態様の汚泥燃料化装置を備える、本発明の汚泥燃料化システムおよび汚泥燃料活用型工場の一例を示した概略図である。

【発明を実施するための形態】

【００１６】

以下において、本発明について詳細に説明する。以下に記載する構成要件の説明は、代表的な実施形態や具体例に基づいてなされることがあるが、本発明はそのような実施形態に限定されるものではない。なお、本明細書において「～」を用いて表される数値範囲は「～」前後に記載される数値を下限値および上限値として含む範囲を意味する。

【００１７】

［汚泥燃料化装置］
本発明の汚泥燃料化装置は、汚泥乾燥部、造粒部、搬送部および固形燃料ボイラーをこの順で備え、造粒部が少なくとも汚泥乾燥部で得られる乾燥汚泥を固形燃料に成型し、搬送部が少なくとも固形燃料を固形燃料ボイラーに搬送する。
本発明によれば、乾燥汚泥の搬送コストを削減でき、乾燥汚泥を搬送する場合の臭気および粉じんの抑制をできる、汚泥燃料化装置を提供できる。
【００１８】
例えば、下水処理汚泥などを汚泥乾燥部で乾燥（いわゆる乾燥事業。炭化も含む）を行って乾燥汚泥とした後、得られた乾燥汚泥を造粒して固形燃料とすることで、臭気および粉じんを抑制しつつ、産業廃棄物とせずにボイラー投入用の固形燃料とすることができる。
いかなる理論に拘泥するものでもないが、具体的には、乾燥汚泥を造粒することで、汚泥燃料化装置内で一体化された搬送部を介して固形燃料を固形燃料ボイラーへ搬送しやすくなるために、トラックなどの車両での搬送と比較して搬送コストを大幅に削減ができる。また、乾燥汚泥を造粒することで、表面積が減るために、搬送時の臭気を抑制できる。また、乾燥汚泥を造粒することで、小さい粒径のものを減らせる（粒径分布を均一化できる）ために、搬送時の粉じんを抑制できる。
【００１９】
本発明の汚泥燃料化装置の好ましい態様では、乾燥汚泥由来の固形燃料をそのまま固形燃料ボイラーに搬送して、得られる蒸気や電力（固形燃料ボイラーが発電機を備える場合）を本発明の汚泥燃料化装置や汚泥燃料活用型工場に用いられる。そのため、より乾燥汚泥由来の固形燃料を有効に活用できる。なお、従来の乾燥汚泥を固形燃料とする方法や装置では、大規模な固形燃料ボイラー（バイオマスボイラーや石炭ボイラーなど）を有する事業者は限られていたため、得られる乾燥汚泥由来の固形燃料の供給が需要を上回ることもあった。本発明の汚泥燃料化装置の好ましい態様では余剰の乾燥汚泥由来の固形燃料が産出されないため、このような余剰の乾燥汚泥由来の固形燃料を産業廃棄物としてコストをかけて処分する必要もなく、処分時のコストも削減できる。また、廃棄物埋め立て処分量を低減することができる。
さらに、本発明の汚泥燃料化装置を用いることで、乾燥汚泥を（有価物として認定される）固形燃料として固形燃料ボイラーを稼動できるため、乾燥汚泥を産業廃棄物として処分せず、固形燃料ボイラーを効率的な運用でき、CO_2排出量を削減できる。近年では、事業者が自ら地球温暖化対策のための取組及びCO_2排出量の削減目標を「マニフェスト」（行動宣言）として公共団体に提出することが求められることがあり、本発明の汚泥燃料化装置は、このような「マニフェスト」の策定に有用である。
以下、本発明の汚泥燃料化装置の好ましい態様について説明する。
【００２０】
＜汚泥燃料化装置の構成＞
全体的な汚泥燃料化装置の構成を説明する。
本発明では、汚泥燃料化装置が、汚泥乾燥部、造粒部、搬送部および固形燃料ボイラーをこの順で備える。
汚泥燃料化装置の好ましい態様を、図面を用いて説明する。
図１は、本発明の（第１の好ましい態様の）汚泥燃料化装置を備える、本発明の汚泥燃料化システムおよび汚泥燃料活用型工場の一例を示した概略図である。
図１では、汚泥燃料化装置１０１は、汚泥乾燥部１１、造粒部２１、搬送部４１および固形燃料ボイラー５１をこの順で備える。
造粒部２１が少なくとも汚泥乾燥部１１で得られる乾燥汚泥１２を固形燃料２２に成型する。
搬送部４１が少なくとも固形燃料２２を固形燃料ボイラー５１に搬送する。
本発明の汚泥燃料化装置の各構成について、順に説明する。
【００２１】

＜汚泥乾燥部＞
汚泥乾燥部に供給される汚泥としては特に制限はない。例えば、下水汚泥、製紙汚泥、ビルピット汚泥、食品汚泥等の各種の有機汚泥が挙げられる。これらの中でも、特に下水汚泥を用いることが好ましい。
汚泥乾燥部に供給される汚泥は、ある程度脱水された脱水汚泥であることが好ましい。汚泥乾燥部１１では、下水処理場１の汚泥脱水機２などである程度脱水された汚泥３を乾燥し、乾燥汚泥１２を得ることがより好ましい。
脱水汚泥の含水率は通常は７０～８５質量％である。脱水汚泥は、脱水ケーキといわれることがあり、固形状のものであっても流動性を有するものであってもよい。脱水汚泥が流動性を有する場合、流動性の程度は特に限定されないが、吸引車、所謂、バキュームカーにより吸い上げることができればよい。
【００２２】
汚泥乾燥部で行う乾燥は、炭化処理であっても、炭化を伴わない単なる乾燥処理であってもよい。炭化を伴わない単なる乾燥処理であることが好ましい。
汚泥乾燥部としては特に制限は無く、炭化式汚泥乾燥部であっても、蒸気式汚泥乾燥部であってもよい。蒸気式汚泥乾燥部であることが好ましい。汚泥燃料化装置が、固形燃料ボイラーから得られる蒸気を汚泥乾燥部に供給（返送）する配管を有し、蒸気式汚泥乾燥部での乾燥を返送蒸気を用いて行うことが、CO_2排出量を削減できる観点からより好ましい。なお、補助的に重油などの化石燃料を用いて加熱してもよい。乾燥温度は、１００～３００℃であることが好ましく、１２０～２００℃であることがより好ましく、１４０～１６０℃であることが特に好ましい。
汚泥燃料化装置が、発電機から得られる電力を汚泥乾燥部に供給する配線を有し、汚泥乾燥部での乾燥および搬送などを返送電力を用いて行うことが、CO_2排出量を削減できる観点から好ましい。
【００２３】
汚泥乾燥部の出口において、得られた乾燥汚泥の水分含有率が５～４０質量％であることが、造粒をしやすく、造粒の前後に流動して形状が崩れて難く、固形燃料の真発熱量を制御しやすい観点から好ましい。造粒をより一層しやすくする観点から、２０～４０質量％であることがより好ましい。２５～３５質量％であることがさらに好ましい。水分含有率は、５０ｇの測定対象物（例えば乾燥汚泥）を１０５℃に調整した任意の乾燥機内に２０時間保持し、この乾燥処理によって減った質量を水分として算出して求める値を意味するものとする。
汚泥乾燥部から造粒部までの間における、乾燥汚泥の搬送手段は特に制限は無く、例えば、ベルトコンベアやスクリューフィーダー、ポンプ圧送、風送を挙げることができる。本発明では、乾燥汚泥の搬送手段が車両以外であることが好ましく、ベルトコンベアであることがより好ましい。さらに、搬送手段の中に乾燥汚泥を貯留する容器や減温装置を置いても良い。
【００２４】
＜造粒部＞
本発明では、造粒部が少なくとも汚泥乾燥部で得られる乾燥汚泥を固形燃料に成型する。
固形燃料は乾燥汚泥以外に他の成分を含んでいてもよい。
固形燃料が乾燥汚泥以外に他の成分を含む場合、混合して混合原料とした後に造粒することが好ましい。混合する方法は特に限定されず、例えば従来公知の方法を適用することができる。例えば従来公知のミキサーを用いる方法や、回転駆動体による混合方式や振動による混合方式などを適用することができる。
【００２５】
造粒する方法は特に限定されず、例えばＲＰＦを製造する際に適用する従来公知の方法を適用することができる。
具体的には、例えば乾燥汚泥または混合原料をブリケットマシンの型に入れ、加熱しな

がら、または加熱した後に、圧縮加工することで、所望の形状の成型体である固形燃料を得ることができる。混合原料を加熱する場合は、混合原料が含むプラスチックを軟化する温度で行うことが好ましい。

また、従来公知の加熱できる圧縮造粒方式の成型機や、押し出し造粒方式の成型機を用いて、混合原料から成型体を得ることもできる。また、従来公知のペレットミルを用いて、混合原料から成型体を得ることもできる。成型機は従来公知のものを用いることができる。

なお、混合および造粒は造粒部で連続的に行ってもよく、あらかじめ混合原料とした後に造粒部で造粒してもよい。

汚泥燃料化装置が、固形燃料ボイラーから得られる蒸気を造粒部に供給（返送）する配管を有し、造粒部での加熱を返送蒸気を用いて行うことが、CO_2排出量を削減できる観点からより好ましい。なお、補助的に重油などの化石燃料を用いて加熱してもよい。加熱温度は、１００～３００℃であることが好ましく、１２０～２００℃であることがより好ましく、１４０～１６０℃であることが特に好ましい。

汚泥燃料化装置が、発電機から得られる電力を造粒部に供給する配線を有し、造粒部での混合、造粒および搬送などを返送電力を用いて行うことが、CO_2排出量を削減できる観点から好ましい。

【００２６】

固形燃料のサイズとしては特に制限はない。固形燃料をＲＰＦと類似するサイズおよび形状とすることが、既存のＲＰＦ搬送用の搬送手段を活用しつつ、固形燃料ボイラーに提供できる観点から好ましい。なお、一般的なＲＰＦのサイズおよび形状は、例えば直径５～５０ｍｍ（好ましくは６～４０ｍｍ）の円筒状の形状である。ただし、本発明は一般的なＲＰＦのサイズおよび形状の態様に限定されない。

固形燃料の成分およびサイズは、後述の第１の好ましい態様、第２の好ましい態様および第３の好ましい態様で規定する成分およびサイズとすることが好ましい。

ただし、本発明では、石炭などの化石燃料もさらに混合し、乾燥汚泥および化石燃料の混合物を固形燃料としてもよい。

【００２７】

（第１の好ましい態様）

本発明の第１の好ましい態様は、造粒部が乾燥汚泥のみを固形燃料に成型し、固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～１００ｃｍ^{3}である態様である。第１の好ましい態様では、固形燃料の１粒あたりの実容積が１ｃｍ^{3}以上であることが好ましく、１０ｃｍ^{3}以上であることがより好ましく、２０ｃｍ^{3}以上であることがさらに好ましく、３０ｃｍ^{3}以上であることが特に好ましい。第１の好ましい態様では、固形燃料の１粒あたりの実容積が９０ｃｍ^{3}以下であることが好ましく、８０ｃｍ^{3}以下であることがより好ましく、７０ｃｍ^{3}以下であることが特に好ましい。

【００２８】

本発明の第１の好ましい態様では、固形燃料ボイラーに供給される全燃料の合計真発熱量をQ^1とし、固形燃料の真発熱量をQ^2とする場合に、固形燃料が下記条件１Ａ、条件１Ｂまたは条件１Ｃを満たすことが好ましい。これらの条件を満たすように乾燥汚泥を含む固形燃料を調整することにより、水分が水蒸気になった際の気化熱を調整して石炭と同程度の燃焼度合いとしつつ、高い熱量を得ることができる。

条件１Ａ：固形燃料の水分含有率が２０質量％以下であり、$100\% \times Q^2 / Q^1$の値が４０％以下である。

条件１Ｂ：固形燃料の水分含有率が２０質量％を超え３０質量％以下であり、$100\% \times Q^2 / Q^1$の値が２０％以下である。

条件１Ｃ：固形燃料の水分含有率が３０質量％を超え４０質量％以下であり、$100\% \times Q^2 / Q^1$の値が１０％以下である。

なお、発熱量は、燃焼熱測定装置（ＩＫＡ社製、型式「Ｃ５００３」）により測定することができる。

【００２９】
（第２の好ましい態様）
本発明の第２の好ましい態様は、造粒部がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類（いわゆるＲＰＦ製造原料）、または石炭、ならびに、乾燥汚泥の混合物を固形燃料に成型する態様である。
第２の好ましい態様では、得られる固形燃料の熱量を、第１の好ましい態様で得られる固形燃料よりも高めることができる。ここで、高品質のＲＰＦを製造するためのＲＰＦ製造原料は供給量に制限がある。本発明の第２の好ましい態様によれば、ＲＰＦ製造原料と乾燥汚泥を固形燃料に成型することにより得られた高品質のＲＰＦサイズの固形燃料を、既存のＲＰＦ搬送用の搬送手段を活用しつつ、固形燃料ボイラーに提供できる。
さらに、ＲＰＦサイズの固形燃料とすることで、表面積が減るために搬送時の臭気を抑制でき、小さい粒径のものを減らせる（粒径分布を均一化できる）ために搬送時の粉じんを抑制できる。
【００３０】
ＲＰＦ製造原料について説明する。
ＲＰＦとは、通常、産業廃棄物のうち、マテリアルリサイクルが困難な廃プラスチックや古紙を原料とした高カロリー固形燃料を意味する。ＲＰＦ製造原料とは、このような通常のＲＰＦを製造するために用いることができる廃プラスチックや古紙を主成分とする原料を意味するが、すでに固形燃料の態様となっているＲＰＦも含まれるものとする。また、プラスチックおよび／または紙を主成分（プラスチックと紙との合計が概ね５０質量％以上の含有率とする）とする原料であれば、ＲＰＦ製造原料に含まれるものとする。
ＲＰＦ製造原料が含み得るプラスチック（廃プラスチックを含む。以下、同様。）の種類は特に限定されないが、燃焼により有毒ガスを生じないものが好ましい。例えばポリスチレン、ポリエチレン、ポリプロピレンを用いることが好ましい。また、塩素等に対する腐食対策をした上で、塩化ビニルなどの塩素含有プラスチックを用いることも好ましい。プラスチックおよび紙（古紙を含む。以下、同様。）以外に、ＲＰＦ製造原料が含んでもよいものとして、例えば廃木材が挙げられる。
ペーパースラッジとは、製紙工場の製造工程の途中で発生するパルプ繊維を含む残渣であり、パルプの洗浄工程や抄紙工程、排水処理工程等で発生する。ＲＰＦ製造原料とする前に沈殿槽やロータリースクリーンで濃縮し、スクリュープレスやベルトフィルターで脱水しても良い。
本発明では、プラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類を含むＲＰＦ製造原料を用いることが好ましい。
ただし、本発明の第２の好ましい態様では、石炭などの化石燃料もさらに混合し、ＲＰＦ製造原料、乾燥汚泥および化石燃料の混合物を固形燃料としてもよい。
第２の好ましい態様では、固形燃料が条件２Ａ、条件２Ｂまたは条件２Ｃを満たしやすくするように調整する観点から、固形燃料が石炭を固形燃料の全質量に対して１５質量％以下含むことが好ましく、１０質量％以下含むことがより好ましく、８質量％以下含むことがさらに好ましく、７質量％以下含むことが特に好ましい。第２の好ましい態様では、固形燃料が条件２Ａ、条件２Ｂまたは条件２Ｃを満たしやすくするように調整する観点から、固形燃料が石炭を固形燃料の全質量に対して１質量％以上含むことが好ましく、２質量％以上含むことがより好ましく、３質量％以上含むことが特に好ましい。
【００３１】
ＲＰＦ製造原料の形状等は特に限定されず、従来公知のＲＰＦを製造するために用いることができる原料と同様であってよい。例えばＲＰＦ製造原料が含むプラスチックであれば、そのプラスチックは０．１～５ｍｍ程度の粒状、１～３００ｍｍ^{2}程度の面積のフィルム状またはひも状のものであってよい。例えばＲＰＦ製造原料が含む紙であれば、その紙は０．０１～４００ｍｍ^{2}程度の面積の紙片であってよい。
また、ＲＰＦ製造原料の水分は特に限定されず、従来公知のＲＰＦを製造するために用いることができる原料と同様であってよく、例えば０～３０質量％の水分含有率であって

よい。ＲＰＦ製造原料の水分は、１質量％以上であってよく、２０質量％以下であることが好ましい。

【００３２】

図２は、本発明の第２の好ましい態様の汚泥燃料化装置を備える、本発明の汚泥燃料化システムおよび汚泥燃料活用型工場の他の一例を示した概略図である。図２の汚泥燃料化装置１０１は、造粒部２１がＲＰＦ製造原料の投入部（または石炭の投入部）３２を備え、ＲＰＦ製造原料（または石炭）３３を投入できる。

【００３３】

第２の好ましい態様では、固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～４００ｃｍ^{3}であることが好ましい。第２の好ましい態様では、固形燃料の１粒あたりの実容積が１ｃｍ^{3}以上であることが好ましく、１０ｃｍ^{3}以上であることがより好ましく、５０ｃｍ^{3}以上であることがさらに好ましく、１００ｃｍ^{3}以上であることが特に好ましく、１５０ｃｍ^{3}以上であることが最も好ましい。第２の好ましい態様では、固形燃料の１粒あたりの実容積が３５０ｃｍ^{3}以下であることが好ましく、３００ｃｍ^{3}以下であることがより好ましく、２００ｃｍ^{3}以下であることが特に好ましい。

【００３４】

本発明の第２の好ましい態様では、固形燃料ボイラーに供給される全燃料の合計真発熱量をＱ^{1}とし、固形燃料の真発熱量をＱ^{3}とする場合に、固形燃料が下記条件２Ａ、条件２Ｂまたは条件２Ｃを満たすことが好ましい。これらの条件を満たすように乾燥汚泥を含む固形燃料と、他の追加燃料を混合した場合の混合度合を調整することにより、水分が水蒸気になった際の気化熱を調整して石炭と同程度の燃焼度合いとしつつ、高い熱量を得ることができる。

条件２Ａ：固形燃料の水分含有率が２０質量％以下であり、１００％×Ｑ^3／Ｑ^{1}の値が６０％以下である。

条件２Ｂ：固形燃料の水分含有率が２０質量％を超え３０質量％以下であり、１００％×Ｑ^3／Ｑ^{1}の値が３０％以下である。

条件２Ｃ：固形燃料の水分含有率が３０質量％を超え４０質量％以下であり、１００％×Ｑ^3／Ｑ^{1}の値が１５％以下である。

【００３５】

（第３の好ましい態様）

本発明の第３の好ましい態様は、造粒部がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、植物由来の消臭剤、および、乾燥汚泥の混合物を固形燃料に成型する態様である。

第３の好ましい態様では、得られる固形燃料の熱量を、第１の好ましい態様で得られる固形燃料よりも高めることができる。さらに植物由来の消臭剤は高い熱量を有するため、第３の好ましい態様では、得られる固形燃料の熱量を、第２の好ましい態様で得られる固形燃料よりも高めることができる。

第３の好ましい態様では、固形燃料を搬送する場合の臭気を、第１の好ましい態様または第２の好ましい態様で得られる固形燃料よりも抑制できる。

【００３６】

図３は、本発明の第３の好ましい態様の汚泥燃料化装置を備える、本発明の汚泥燃料化システムおよび汚泥燃料活用型工場の他の一例を示した概略図である。図３の汚泥燃料化装置１０１は、造粒部２１がＲＰＦ製造原料の投入部（または石炭の投入部）３２を備え、ＲＰＦ製造原料（または石炭）３３および消臭剤３４を投入できる。

【００３７】

植物由来の消臭剤としては特に制限はなく、消臭剤は特に限定されない。例えば、活性炭などの多孔質材料；臭気成分を包接したり、かかる成分と化合して塩を形成したり、キレートを形成してこれを捕捉したり、あるいは悪臭成分を中和することにより大気中への揮散を防止する物質；柑橘系、樹木系、ハーブ系、フローラル系などの各種の植物精油（例えば、リモネン、シネオール、シトラール、リナロール等の天然精油）、およびこれら

の混合物、ならびにこれらを適当な媒体中に溶解させたものを挙げることができる。植物由来の消臭剤としては、例えば、株式会社　湊つくり製、商品名「スメオールＬ２１」等が挙げられる。この消臭剤には、石油化学系の精油、香料、界面活性剤、防腐剤、溶剤等のＰＲＴＲ法に該当する物質は使用されておらず、カーボンニュートラルの観点で好ましい。

植物由来の消臭剤は、多孔質材料であることが好ましく、活性炭であることがより好ましい。

植物由来の消臭剤は溶液状であっても粉末状であってもよいが、粉末状であることが好ましい。粉末状の活性炭であることがより好ましい。

【００３８】

第３の好ましい態様では、乾燥汚泥を搬送する場合の臭気を抑制する観点から、固形燃料が消臭剤または石炭を固形燃料の全質量に対して１５質量％以下含むことが好ましく、１０質量％以下含むことがより好ましく、８質量％以下含むことがさらに好ましく、７質量％以下含むことが特に好ましい。第３の好ましい態様では、固形燃料が消臭剤または石炭を固形燃料の全質量に対して１質量％以上含むことが好ましく、２質量％以上含むことがより好ましく、３質量％以上含むことが特に好ましい。

第３の好ましい態様では、乾燥汚泥を搬送する場合の臭気を抑制する観点から、固形燃料が消臭剤を固形燃料の全質量に対して１５質量％以下含むことが好ましく、１０質量％以下含むことがより好ましく、８質量％以下含むことがさらに好ましく、７質量％以下含むことが特に好ましい。第３の好ましい態様では、固形燃料が消臭剤を固形燃料の全質量に対して１質量％以上含むことが好ましく、２質量％以上含むことがより好ましく、３質量％以上含むことが特に好ましい。

【００３９】

本発明の第３の好ましい態様に用いられるプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類の好ましい範囲は、第２の好ましい態様の好ましい範囲と同様である。

ただし、本発明の第３の好ましい態様では、石炭などの化石燃料もさらに混合し、ＲＰＦ製造原料、乾燥汚泥、植物由来の消臭剤および化石燃料の混合物を固形燃料としてもよい。

第３の好ましい態様では、固形燃料が条件２Ａ、条件２Ｂまたは条件２Ｃを満たしやすくするように調整する観点から、固形燃料が石炭を固形燃料の全質量に対して１５質量％以下含むことが好ましく、１０質量％以下含むことがより好ましく、８質量％以下含むことがさらに好ましく、７質量％以下含むことが特に好ましい。第３の好ましい態様では、固形燃料が条件２Ａ、条件２Ｂまたは条件２Ｃを満たしやすくするように調整する観点から、固形燃料が石炭を固形燃料の全質量に対して１質量％以上含むことが好ましく、２質量％以上含むことがより好ましく、３質量％以上含むことが特に好ましい。

【００４０】

第３の好ましい態様では、固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～４００ｃｍ^{3}であることが好ましい。第３の好ましい態様では、固形燃料の１粒あたりの実容積が１ｃｍ^{3}以上であることが好ましく、１０ｃｍ^{3}以上であることがより好ましく、５０ｃｍ^{3}以上であることがさらに好ましく、１００ｃｍ^{3}以上であることが特に好ましく、１５０ｃｍ^{3}以上であることが最も好ましい。第３の好ましい態様では、固形燃料の１粒あたりの実容積が３５０ｃｍ^{3}以下であることが好ましく、３００ｃｍ^{3}以下であることがより好ましく、２００ｃｍ^{3}以下であることが特に好ましい。

【００４１】

本発明の第３の好ましい態様では、固形燃料ボイラーに供給される全燃料の合計真発熱量をQ^1とし、固形燃料の真発熱量をQ^3とする場合に、固形燃料が上述の条件２Ａ、条件２Ｂまたは条件２Ｃを満たすことが好ましい。より好ましい範囲は第２の好ましい態様のより好ましい範囲と同様である。これらの条件を満たすように乾燥汚泥を含む固形燃料と、他の追加燃料を混合した場合の混合度合を調整することにより、水分が水蒸気になっ

た際の気化熱を調整して石炭と同程度の燃焼度合いとしつつ、高い熱量を得ることができる。

【００４２】

＜搬送部＞

本発明では、搬送部が少なくとも固形燃料を固形燃料ボイラーに搬送する。

汚泥燃料化装置が汚泥乾燥部、造粒部、搬送部および固形燃料ボイラーをこの順で一体化して備えていることが、乾燥汚泥および固形燃料の搬送距離を短くすることができ、搬送コストの面およびCO_2排出量を削減できる観点から好ましい。搬送部の一方の端部が汚泥乾燥部に直接連結していることが好ましい。また、搬送部の他方の端部が固形燃料ボイラーに直接連結していることが好ましい。

搬送部の搬送手段、すなわち固形燃料の造粒部から固形燃料ボイラーまでの搬送手段としては特に制限はないが、ベルトコンベア、スクリューフィーダー、風送（配管）、ポンプ圧送、道路などを挙げることができる。例えば、コンベアによって固形燃料を固形燃料ボイラーの上部に搬送することが好ましい。コンベアとしては、ＲＰＦ搬送用コンベアまたは石炭搬送用コンベアであることが、既存の設備を活用してコストを抑制する観点から好ましい。

コンベアは、塩素等に対する腐食対策がなされたコンベアであることが好ましい。ＲＰＦ搬送用コンベアは、塩化ビニルを含むプラスチックを用いられるように塩素等に対する腐食対策が通常されている。これに対し、石炭搬送用コンベアは塩素等に対する腐食対策が不十分であることが多い。そのため、石炭搬送用コンベアよりも、ＲＰＦ搬送用コンベアを用いることが好ましい。

一方、造粒部および固形燃料ボイラーの搬送部は、同じ敷地内にあることが、処理コストを抑制できる観点から好ましい。また、搬送部は公共の道路ではないことが好ましく、道路ではないことがより好ましい。したがって、乾燥部において、固形燃料の造粒部から固形燃料ボイラーまでの搬送手段が車両以外であることが、搬送コストの面および、CO_2排出量を削減できる観点から好ましい。

ただし、固形燃料の全量が搬送部を介して固形燃料ボイラーに搬送されなくてもよい。例えば、造粒部と搬送部の間または搬送部に汚泥燃料化装置の外部への搬送口を有しており、固形燃料の一部を搬送口から車両などを用いて汚泥燃料化装置の外部に搬送し、他の施設や事業者に譲渡などできる態様も好ましい。

汚泥燃料化装置が、発電機から得られる電力を搬送部に供給する配線を有し、搬送部での搬送などを返送電力を用いて行うことが、CO_2排出量を削減できる観点から好ましい。

【００４３】

搬送部が造粒部および固形燃料ボイラーの間を密閉できることが好ましい。密閉状態で固形燃料を固形燃料ボイラーに投入することにより、乾燥汚泥を搬送する場合の臭気および粉じんの抑制をよりしやすくなる。

密閉手段としては特に制限はなく、例えば搬送部を覆う筒状のカバーを設ける態様、内部を陰圧として臭気や煤塵の飛散防止とする態様などを挙げることができる。

【００４４】

（ＲＰＦ投入部）

搬送部４１は、ＲＰＦ投入部を備え、所望の割合で固形燃料２２とＲＰＦ３１を混合できることが好ましい。

搬送部４１は、石炭投入部を備え、所望の割合で固形燃料２２と石炭（不図示）を混合できることも好ましい。

搬送部は、固形燃料が第１の好ましい態様における条件１Ａ、条件１Ｂまたは条件１Ｃ、あるいは、第２または第３の好ましい態様における条件２Ａ、条件２Ｂまたは条件２Ｃを満たしやすくするように調整する観点から、ＲＰＦ、または石炭、および、固形燃料を固形燃料ボイラーに搬送することが好ましい。特に、搬送部がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類を含むＲＰＦ、または石炭、ならびに、固形燃料

を固形燃料ボイラーに搬送することがより好ましい。

【００４５】

＜固形燃料ボイラー＞

搬送部が固形燃料ボイラーの上部に接続されていることが好ましい。例えば、搬送部が固形燃料ボイラーの高さの上から３０％以内の領域に接続されていることが好ましく、上から２０％以内の領域に接続されていることがより好ましく、上から１０％以内の領域に接続されていることが特に好ましい。

固形燃料ボイラーの高さとしては特に制限はなく、例えば下限値は１０ｍ以上であることが好ましく、２０ｍ以上であることがより好ましく、４０ｍ以上であることが特に好ましい。上限値は例えば１００ｍ以下であることが好ましく、８０ｍ以下であることがより好ましく、６０ｍ以下であることが特に好ましい。

【００４６】

固形燃料ボイラーとしては特に制限はなく、バイオマスボイラーや化石燃料ボイラー（特に石炭ボイラー）を挙げることができる。固形燃料ボイラーはバイオマスボイラーであることが好ましい。

固形燃料ボイラーの燃焼方式としては特に制限はなく、流動床（流動層）炉、ストーカー炉、溶融炉、ロータリーキルン等を挙げることができる。これらの中でも、メンテナンスの観点から流動床炉が好ましい。流動床炉は、炉内温度管理の観点から循環流動床炉であることがより好ましい。

なお、固形燃料ボイラーとして、これらの炉を２つ以上組み合わせたものを用いてもよい。その場合、流動床炉およびストーカー炉をこの順で組み合わせたものが好ましい。

【００４７】

（追加燃料の投入部）

固形燃料ボイラー５１がさらに追加燃料の投入部５２を備えることが好ましい。

追加燃料５３が石炭、プラスチック、紙、木くずおよびゴムのうち少なくとも１種類を含むことが好ましい。追加燃料５３は、繊維屑などを含んでいてもよい。

乾燥汚泥を含む固形燃料２２と、他の追加燃料５３を固形燃料ボイラー５１に投入することにより、高い熱量を得ることができる。

【００４８】

（蒸気を供給する配管）

汚泥燃料化装置は、固形燃料ボイラー５１から得られる蒸気５５を汚泥乾燥部１１に供給（返送）する配管（不図示）を備えることが好ましい。この構成により、汚泥乾燥部における乾燥に投入するエネルギーの入手コストを低減し、エネルギー効率も高め、CO_2排出量を削減できる。

さらに、汚泥燃料化装置が、固形燃料ボイラー５１から得られる蒸気５５を造粒部２１に供給（返送）する配管（不図示）を有することが好ましい。この構成により、造粒部における加熱に投入するエネルギーの入手コストを低減し、エネルギー効率も高める、CO_2排出量を削減できる。

なお、これらの配管は、固形燃料ボイラーが発電機を備える場合は、発電機を通過した蒸気を使用できるように配置されることが好ましい。

【００４９】

（発電機）

固形燃料ボイラー５１がさらに発電機５６を備えることが好ましい。固形燃料ボイラー５１で発生した蒸気５５は、発電機５６のタービン（不図示）に供給され、発電に使用されることが好ましい。

汚泥燃料化装置１０１は、発電機５６から得られる電力５７を汚泥乾燥部１１、造粒部２１および搬送部４１のうち少なくとも１つに供給することが好ましく、汚泥乾燥部１１、造粒部２１および搬送部４１のすべてに供給することがより好ましい。

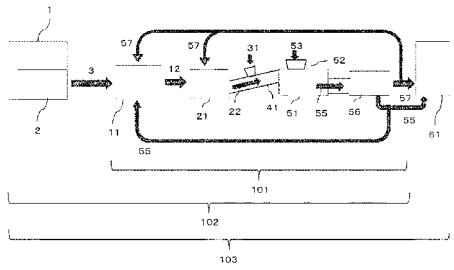
この構成により、汚泥乾燥部、造粒部および搬送部における乾燥に投入するエネルギーの入手コストを低減し、エネルギー効率も高め、CO_2排出量を削減できる。

【００５０】
＜その他の装置＞
汚泥燃料化装置は、その他の機能を有する部分を備えていてもよい。
例えば、臭気を処理する脱臭部、粉じんを処理する集じん部、減温塔、反応塔、灰ピット、排気を外部に排出できる煙突などの排気部、熱交換装置、静音装置、脱臭剤噴霧装置などを備えることが、通常は好ましい。
【００５１】
汚泥燃料化装置は、汚泥燃料化装置を構成するすべての設備が同一行政区域内にあることが好ましい。
下水処理場、乾燥事業および固形燃料ボイラーを一体化（設備的にも連通させ、所有者および事業者も同じ）することで、下水処理汚泥を一度も産業廃棄物とせずに固形燃料ボイラー燃料として用いることができる。
【００５２】
［汚泥燃料化システム］
本発明の汚泥燃料化システムは、本発明の汚泥燃料化装置および下水処理場を備え、下水処理場で得られる汚泥を車両により汚泥乾燥部に搬送する。
図１では、汚泥燃料化システム１０２は、汚泥燃料化装置１０１および下水処理場１を備える。例えば、下水処理場１の汚泥脱水機２で得られる汚泥３を、車両により汚泥乾燥部１１に搬送することが好ましい。
下水処理場としては、通常の下水処理場を用いることができる。
汚泥脱水機としては特に制限はなく、公知の装置を用いることができ、従来公知の遠心分離機や、間接加熱方式や減圧加熱方式の乾燥機が挙げられる。また、脱水機としては、例えば、スクリュープレス、ベルトプレス、ベルトフィルター、遠心機が挙げられる。
【００５３】
本発明の汚泥燃料化システムは、汚泥燃料化装置および下水処理場が同一行政区域内にあることが好ましい。
公共団体が下水処理場を有する場合、下水処理場を有する公共団体（例えば、国、都道府県または市町村などの地方自治体）に対して、事業者（例えば、製紙工場などの工場や、発電所などを有する事業者）が固形燃料ボイラー部分の土地を貸与して、その土地に本発明の汚泥燃料化装置を設置する（汚泥乾燥部、造粒部、搬送部を設置する）態様が好ましい。
本発明の汚泥燃料化システムは、汚泥燃料化装置および下水処理場を効率よく連携させて、汚泥を燃料として効率よくリサイクルさせることができる。また、短時間で容易に処理可能であるため、腐敗による臭気発生の問題を抑制することもできる。更に、固形燃料ボイラーで燃焼により発生する熱は、例えば、加熱を必要とする他施設等において利用することができる。
このような加熱を必要とする他施設としては、工場（好ましくは製紙工場）、発電所、花卉等を生育させるための温室等が挙げられる。
加熱を必要とする他施設は、汚泥燃料化装置に近接していることが、電力や蒸気を利用するコストを削減する観点から好ましい。
【００５４】
［汚泥燃料活用型工場］
本発明の汚泥燃料活用型工場は、本発明の汚泥燃料化装置または本発明の汚泥燃料化システムと、工場とを備え、固形燃料ボイラーから得られる蒸気を工場に供給する配管を備え、工場が製紙工場である。
図１では、汚泥燃料活用型工場１０３は、（汚泥燃料化装置１０１を含む）汚泥燃料化システム１０２と、工場６１を備える。例えば、固形燃料ボイラー５１から得られる蒸気５５を工場６１に供給する配管（不図示）を備え、工場６１が製紙工場であることが好ましい。
汚泥燃料活用型工場１０３は、固形燃料ボイラー５１がさらに発電機５６を備え、発電

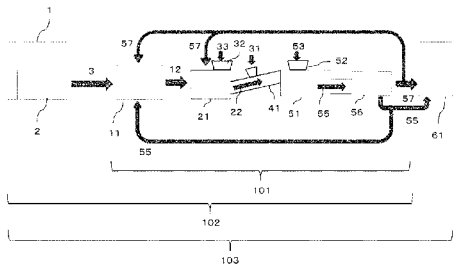
機５６から得られる電力５７を工場６１に供給することが好ましい。
【００５５】
下水処理場、汚泥乾燥部、固形燃料ボイラーおよび工場を一体化（設備的に連通させる）することで、熱エネルギーの高度利用に資することができる。
【００５６】
［固形燃料の製造方法］
本発明の固形燃料の製造方法は、汚泥を乾燥して乾燥汚泥とする工程と、
乾燥汚泥を造粒して固形燃料とする工程を含み、下記条件（１）、（２）または（３）を満たす。
条件（１）：固形燃料が乾燥汚泥のみからなり、固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～１００ｃｍ^{3}である。
条件（２）：固形燃料がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、乾燥汚泥の混合物からなり、固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～４００ｃｍ^{3}である。
条件（３）：固形燃料がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、植物由来の消臭剤、および、乾燥汚泥の混合物からなり、固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～４００ｃｍ^{3}である。
条件（１）、（２）および（３）の好ましい態様は、それぞれ本発明の第１の好ましい態様、第２の好ましい態様および第３の好ましい態様と同様である。
【００５７】
本発明の固形燃料の製造方法では、乾燥汚泥の水分含有率が５～４０質量％となるまで汚泥を乾燥することが好ましく、２０～４０質量％であることがより好ましく、２５～３５質量％であることがさらに好ましい。
【００５８】
本発明の固形燃料の製造方法で得られる固形燃料は、重油等の助燃剤を継続的に用いることなく容易に燃焼させることができる。そのため、CO_2排出量やカーボンニュートラルの観点で特に好ましい燃料とすることができる。
【符号の説明】
【００５９】
１　下水処理場
２　汚泥脱水機
３　汚泥
１１　汚泥乾燥部
１２　乾燥汚泥
２１　造粒部
２２　固形燃料
３１　ＲＰＦ
３２　ＲＰＦ製造原料の投入部
３３　ＲＰＦ製造原料
３４　消臭剤
４１　搬送部
５１　固形燃料ボイラー
５２　追加燃料の投入部
５３　追加燃料
５５　蒸気
５６　発電機
５７　電力
６１　工場
１０１　汚泥燃料化装置
１０２　汚泥燃料化システム

１０３　汚泥燃料活用型工場

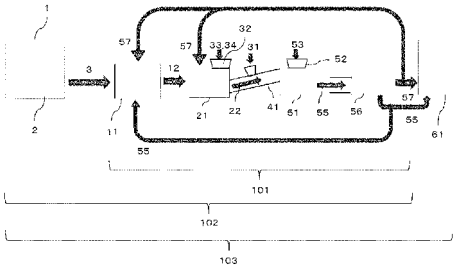
【図１】



【図２】



【図３】



【手続補正書】
【提出日】令和2年6月26日(2020.6.26)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
汚泥乾燥部、造粒部、搬送部および固形燃料ボイラーをこの順で一体化して備え、
前記造粒部が少なくとも前記汚泥乾燥部で得られる乾燥汚泥を固形燃料に成型し、
前記搬送部が少なくとも前記固形燃料を前記固形燃料ボイラーに搬送し、前記搬送部が、プラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類を含むＲＰＦ、または石炭を投入しうる投入部を備える、汚泥燃料化装置。
【請求項２】
前記乾燥汚泥の水分含有率が５～４０質量％である、請求項１に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項３】
前記搬送部がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類を含むＲＰＦ、または石炭、ならびに、前記固形燃料を前記固形燃料ボイラーに搬送する、請求項１または２に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項４】
前記造粒部が前記乾燥汚泥のみを固形燃料に成型し、
前記固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～１００ｃｍ^{3}である、請求項１～３のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項５】
前記固形燃料ボイラーに供給される全燃料の合計真発熱量をQ^1とし、前記固形燃料の真発熱量をQ^2とする場合に、前記固形燃料が下記条件１Ａ、条件１Ｂまたは条件１Ｃを満たす、請求項１～４のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
条件１Ａ：前記固形燃料の水分含有率が２０質量％以下であり、１００％×Q^2／Q^1の値が４０％以下である。
条件１Ｂ：前記固形燃料の水分含有率が２０質量％を超え３０質量％以下であり、１００％×Q^2／Q^1の値が２０％以下である。
条件１Ｃ：前記固形燃料の水分含有率が３０質量％を超え４０質量％以下であり、１００％×Q^2／Q^1の値が１０％以下である。
【請求項６】
前記造粒部がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、前記乾燥汚泥の混合物を固形燃料に成型する、請求項１～３のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項７】
固形燃料が石炭を固形燃料の全質量に対して１５質量％以下含む、請求項６に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項８】
前記造粒部がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、植物由来の消臭剤、および、前記乾燥汚泥の混合物を固形燃料に成型する、請求項１～３のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項９】
前記固形燃料が前記消臭剤、または石炭を前記固形燃料の全質量に対して１５質量％以下含む、請求項８に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１０】

前記固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～４００ｃｍ^{3}である、請求項６～９のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１１】
前記固形燃料ボイラーに供給される全燃料の合計真発熱量をＱ^{1}とし、前記固形燃料の真発熱量をＱ^{3}とする場合に、前記固形燃料が下記条件２Ａ、条件２Ｂまたは条件２Ｃを満たす、請求項６～１０のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
条件２Ａ：前記固形燃料の水分含有率が２０質量％以下であり、１００％×Ｑ^3／Ｑ^{1}の値が６０％以下である。
条件２Ｂ：前記固形燃料の水分含有率が２０質量％を超え３０質量％以下であり、１００％×Ｑ^3／Ｑ^{1}の値が３０％以下である。
条件２Ｃ：前記固形燃料の水分含有率が３０質量％を超え４０質量％以下であり、１００％×Ｑ^3／Ｑ^{1}の値が１５％以下である。
【請求項１２】
前記搬送部が前記造粒部および前記固形燃料ボイラーの間を密閉できる、請求項１～１１のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１３】
前記固形燃料ボイラーがバイオマスボイラーである、請求項１～１２のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１４】
前記固形燃料ボイラーがさらに追加燃料の投入部を備え、
前記追加燃料が石炭、プラスチック、紙、木くずおよびゴムのうち少なくとも１種類を含む、請求項１～１３のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１５】
前記固形燃料ボイラーから得られる蒸気を前記汚泥乾燥部に供給する配管を備える、請求項１～１４のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１６】
前記固形燃料ボイラーがさらに発電機を備え、
前記発電機から得られる電力を前記汚泥乾燥部、前記造粒部および前記搬送部のうち少なくとも１つに供給する、請求項１～１５のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１７】
前記乾燥汚泥の搬送手段が車両以外であり、
前記固形燃料の前記造粒部から前記固形燃料ボイラーまでの搬送手段が車両以外である、請求項１～１６のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置。
【請求項１８】
請求項１～１７のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置および下水処理場を備え、
前記下水処理場で得られる汚泥を車両により前記汚泥乾燥部に搬送する、汚泥燃料化システム。
【請求項１９】
前記汚泥燃料化装置および前記下水処理場が同一行政区域内にある、請求項１８に記載の汚泥燃料化システム。
【請求項２０】
請求項１～１７のいずれか一項に記載の汚泥燃料化装置あるいは請求項１８または１９に記載の汚泥燃料化システムと、
工場とを備え、
前記固形燃料ボイラーから得られる蒸気を前記工場に供給する配管を備え、
前記工場が製紙工場である、汚泥燃料活用型工場。
【請求項２１】
前記固形燃料ボイラーがさらに発電機を備え、
前記発電機から得られる電力を前記工場に供給する、請求項２０に記載の汚泥燃料活用型工場。

【請求項２２】
汚泥乾燥部、造粒部、搬送部および固形燃料ボイラーをこの順で一体化して備え、前記搬送部が、プラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類を含むＲＰＦ、または石炭を投入しうる投入部を備える汚泥燃料化装置を用いる固形燃料の製造方法であって、
汚泥を乾燥して乾燥汚泥とする工程と、
前記乾燥汚泥を造粒して固形燃料とする工程を含み、下記条件（１）、（２）または（３）を満たす、固形燃料の製造方法。
条件（１）：前記固形燃料が前記乾燥汚泥のみからなり、
前記固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～１００ｃｍ^{3}である。
条件（２）：前記固形燃料がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、前記乾燥汚泥の混合物からなり、
前記固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～４００ｃｍ^{3}である。
条件（３）：前記固形燃料がプラスチック、紙およびペーパースラッジのうち少なくとも１種類、または石炭、ならびに、植物由来の消臭剤、および、前記乾燥汚泥の混合物からなり、
前記固形燃料の１粒あたりの実容積が０．１～４００ｃｍ^{3}である。
【請求項２３】
前記乾燥汚泥の水分含有率が５～４０質量％となるまで前記汚泥を乾燥する、請求項２２に記載の固形燃料の製造方法。