

明 細 書

発明の名称：

廃棄物処理施設、資源回収システム、および、廃棄物処理方法

技術分野

[0001] 本開示は、バイオマスとプラスチックを含む廃棄物からプラスチックを回収するための廃棄物処理施設、資源回収システム、および、廃棄物処理方法に関する。

本願は、2023年11月13日に日本国特許庁に出願された特願2023-193214号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] バイオマスとプラスチックを含む廃棄物からプラスチックを回収する廃棄物処理装置が知られている。例えば、特許文献1に開示される廃棄物処理装置は、廃棄物を蒸気で加水分解し改質物を生成する水熱処理装置を備える。この改質物は、プラスチックなどの大粒径成分と、食品などの小粒径成分を含む。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2023/085241号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 資源の再利用の観点から、廃棄物から回収されるプラスチックの割合は高い方が好ましい。

[0005] 本開示の目的は、プラスチックの回収率を向上させた廃棄物処理施設、資源回収システム、および、廃棄物処理方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の少なくとも一実施形態に係る廃棄物処理施設は、

バイオマスおよびプラスチックを含む廃棄物から粒状プラスチックを回収するための廃棄物処理施設であって、

前記廃棄物中の前記バイオマスの含有量を低減させるバイオマス低減処理を前記廃棄物に施すように構成されたバイオマス低減装置と、

前記バイオマス低減処理が施された前記廃棄物であるプラスチック廃棄物にプラスチック水熱処理を施すように構成されたプラスチック水熱処理装置と、

前記プラスチック水熱処理が施された前記プラスチック廃棄物から前記粒状プラスチックを回収するためのプラスチック回収装置と、

を備える。

[0007] 本開示の少なくとも一実施形態に係る廃棄物処理施設は、

バイオマスおよびプラスチックを含む廃棄物から粒状プラスチックを回収するための廃棄物処理施設であって、

前記廃棄物において前記バイオマスが占める割合であるバイオマス比率を計測するための第2計測装置と、

前記バイオマス比率が規定範囲の上限値以下の前記廃棄物に、プラスチック水熱処理を施すように構成されたプラスチック水熱処理装置と、

前記プラスチック水熱処理が施された前記廃棄物から前記粒状プラスチックを回収するためのプラスチック回収装置と、

を備える。

[0008] 本開示の少なくとも一実施形態に係る廃棄物処理方法は、

バイオマスおよびプラスチックを含む廃棄物から粒状プラスチックを回収するための廃棄物処理方法であって、

前記廃棄物中の前記バイオマスの含有量を低減させるバイオマス低減処理を前記廃棄物に施すバイオマス低減ステップと、

前記バイオマス低減処理が施された前記廃棄物であるプラスチック廃棄物にプラスチック水熱処理を施すプラスチック水熱処理ステップと、

前記プラスチック水熱処理が施された前記プラスチック廃棄物から前記粒

状プラスチックを回収するプラスチック回収ステップと、
を備える。

- [0009] 本開示の少なくとも一実施形態に係る廃棄物処理方法は、
バイオマスおよびプラスチックを含む廃棄物から粒状プラスチックを回収
するための廃棄物処理方法であって、
前記廃棄物において前記バイオマスが占める割合であるバイオマス比率を
計測する第2計測ステップと、
前記バイオマス比率が規定範囲の上限値以下の前記廃棄物に、プラスチッ
ク水熱処理を施すプラスチック水熱処理ステップと、
前記プラスチック水熱処理が施された前記廃棄物から前記粒状プラスチッ
クを回収するプラスチック回収ステップと、
を備える。

発明の効果

- [0010] 本開示によれば、プラスチックの回収率を向上させた廃棄物処理施設、資
源回収システム、および、廃棄物処理方法を提供できる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]一実施形態に係る廃棄物処理施設の概略図である。
[図2]廃棄物処理施設の概略図である（第1実施形態）。
[図3]一実施形態に係るバイオマス低減装置の概略図である。
[図4]一実施形態に係るバイオマス水熱処理装置の概略図である。
[図5]一実施形態に係るプラスチック水熱処理装置の概略図である。
[図6]一実施形態に係るプラスチック回収装置の概略図である。
[図7]一実施形態に係る第1計測装置の概略図である。
[図8]一実施形態に係る撮影画像の概略図である。
[図9]一実施形態に係る特定装置の概略図である。
[図10]一実施形態に係るスペクトルデータの概略図である。
[図11]一実施形態に係る識別部が利用するグラフの概略図である。
[図12A]第1関係の概略的なグラフである（第1の例示）。

[図12B]第1関係の概略的なグラフである（第2の例示）。

[図12C]第1関係の概略的なグラフである（第3の例示）。

[図13A]プラスチックに加水分解処理を施したときの脱塩効果を示す概略的なグラフである（アルカリ剤添加）。

[図13B]プラスチックに加水分解処理を施したときの脱塩効果を示す概略的なグラフである（アルカリ剤およびバイオマス添加）。

[図13C]プラスチックに加水分解処理を施したときの脱塩効果を示す概略的なグラフである（バイオマス添加）。

[図14]廃棄物処理方法のフローチャートである（第1実施形態）。

[図15]バイオマス低減処理のフローチャートである。

[図16]第1実施形態の変形例に係る廃棄物処理施設の概略図である。

[図17]廃棄物処理施設の概略図である（第2実施形態）。

[図18]一実施形態に係る第2計測装置の概略図である。

[図19]廃棄物処理方法のフローチャートである（第2実施形態）。

[図20]一実施形態に係る資源回収システムの概略図である。

[図21]一実施形態に係るバイオマス搬送装置の概略図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、添付図面を参照して本開示の幾つかの実施形態について説明する。

ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本開示の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、

同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

なお、同様の構成については同じ符号を付し説明を省略することがある。

[0013] <廃棄物処理施設 5 の概要>

図 1 は、本開示の一実施形態に係る廃棄物処理施設 5 の概略図である。廃棄物処理施設 5 は、バイオマス B s およびプラスチック P c を含む廃棄物 W s から、小径化したプラスチック P c である粒状プラスチック P g を回収するように構成される。粒状プラスチック P g が回収される過程においては、廃棄物 W s からバイオマス B s が分離される。より好ましい実施形態においては、小径化したバイオマス B s である粒状バイオマス B g も併せて回収される。なお、あくまで一例であるが、バイオマス B s には紙、草木、生ごみ、および布が含まれ、プラスチック P c にはポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリプロピレン、およびポリエチレンが含まれる。

[0014] 本実施形態の廃棄物処理施設 5 が処理対象とする廃棄物 W s の主な構成要素はバイオマス B s およびプラスチック P c である。廃棄物 W s は一例として食品廃棄物であり、食品廃棄物には、バイオマス B s およびプラスチック P c 以外の構成要素は含まれていない。但し、本開示はこれに限定されず食品廃棄物には水分が含まれてもよい。また、廃棄物 W s にはプラスチック P c と一体化した金属が含まれることがあってもよい。

[0015] 幾つかの実施形態では、粒状バイオマス B g と粒状プラスチック P g を、液体エタノールに変化させてもよい。液体エタノールは、バイオガス及びプラスチックガスなどに比べて、高い密度を有するので、廃棄物処理施設 5 から別の場所への運搬が容易である。液体エタノールは、粒状バイオマス B g と粒状プラスチック P g を、熱分解によるガス化と触媒を用いた化学反応や

生物発酵などを通じて、生成される。但し本開示はこれに限定されず、他の実施形態では、粒状バイオマスB_gと粒状プラスチックP_gは、そのまま廃棄物処理施設5から運び出されてもよい。

[0016] 図1で例示される廃棄物処理施設5には、幾つかの実施形態が適用され得る。以下の説明では、第1実施形態に係る廃棄物処理施設5A(5)、および、第2実施形態に係る廃棄物処理施設5B(5)を説明する。第1実施形態は、図2～図16で示されており、第2実施形態は、図17～図19で示されている。そして、図20、図21では、第1実施形態の廃棄物処理施設5Aが組み込まれた資源回収システム1が示されている。

[0017] <第1実施形態に係る廃棄物処理施設5A(5)>

図2に示すように、廃棄物処理施設5A(5)は、バイオマス低減処理を廃棄物W_sに施すように構成されたバイオマス低減装置7と、バイオマス低減処理が施された廃棄物W_sにプラスチック水熱処理を施すように構成されたプラスチック水熱処理装置8と、プラスチック水熱処理が施された廃棄物W_sから粒状プラスチックP_gを回収するためのプラスチック回収装置9と、を備える。プラスチック水熱処理は、蒸気を利用してプラスチックP_cを分解する水熱処理である。

[0018] バイオマス低減処理は、廃棄物W_s中のバイオマスB_sの含有量を低減させる処理である。この処理の一例は、バイオマスB_sを粒状バイオマスB_gに分解するバイオマス水熱処理と、粒状バイオマスB_gを廃棄物W_sから回収するバイオマス回収処理とを含む(詳細は図3を用いて後述)。

[0019] バイオマス低減処理が施された廃棄物W_s(以下、プラスチック廃棄物W_pともいう)には、ある程度のバイオマスB_sが残存していることが好ましい。バイオマスB_sが全く残存していないと、バイオマス低減処理に続くプラスチック水熱処理では、プラスチックP_cが小経化しない、あるいは、小径化したプラスチックP_cが分散しない可能性があるからである。それどころか、バイオマスB_sは、プラスチック水熱処理においてプラスチックP_cの微粒化に寄与することもある。例えば、プラスチック水熱処理を通じてバ

バイオマスB sから樹皮といった粉体状バイオマスが生成される場合には、プラスチック水熱処理においてバイオマスB sの粒状化が促進される。

[0020] 廃棄物処理施設5 Aがもたらす技術的な利点は、以下の通りである。本願の発明者は、プラスチック水熱処理が施されるプラスチック廃棄物W p中のバイオマスB sの割合が高いほど、より多くの有機酸等がバイオマスB sから生成され、より多くのバイオマスB sやプラスチックP cなどが有機酸等によってガス化される可能性があることを見出した（但し、上記のように、バイオマス低減処理で廃棄物W s中のバイオマスB sを完全にまたは大幅に低減させるのは避けることが好ましい。有機酸はバイオマスB sの微粒化を促進することもある）。この点、上記構成によれば、プラスチック水熱処理の前にバイオマス低減処理が実行されるので、プラスチック水熱処理でのバイオマスB sの割合を低減できる。よって、プラスチック回収装置9による粒状プラスチックP gの回収率を向上させた廃棄物処理施設5 Aが実現される。

なお、バイオマス比率が小さ過ぎるとプラスチック廃棄物W p中のプラスチックP cが塊となって、プラスチック水熱処理装置8を構成する攪拌翼に絡まったり、プラスチック水熱処理装置8の出口で詰まったりする不具合が発生する虞がある。バイオマス比率が大きいと粉体状バイオマスが多く発生し、プラスチックP cを有効利用する際にはプラスチックP cと粉体状バイオマスの分離や水洗、排水処理に手間がかかる。

[0021] 図3は、バイオマス低減装置7の詳細を例示する。バイオマス低減装置7は、廃棄物W sにバイオマス水熱処理を施すように構成されたバイオマス水熱処理装置13と、バイオマス水熱処理が施された廃棄物W sから粒状バイオマスB gを回収するように構成されたバイオマス回収装置14とを含む。

[0022] バイオマス水熱処理は、廃棄物W sに含まれるバイオマスB sを分解して粒状バイオマスB gを生成する水熱処理である。バイオマス水熱処理での処理温度（蒸気の温度）は、既述のプラスチック水熱処理の処理温度よりも低い。あくまで一例ではあるが、バイオマス水熱処理で使用される蒸気の温度

は、120℃以上かつ190℃以下であり、より好ましくは140℃以上かつ170℃以下である。蒸気の温度が120℃以上かつ190℃以下（より好ましくは140℃以上かつ170℃以下）であることで、廃棄物Wsに含まれるプラスチックPcの分解は起こりにくい。よって、バイオマス回収装置14では粒状プラスチックPgが殆ど回収されない。これに対し、プラスチック水熱処理で使用される蒸気の温度は、230℃以上かつ250℃以下である。即ち、バイオマス水熱処理装置13における熱負荷は、バイオマス水熱処理装置13における熱負荷よりも大きい。したがって、プラスチック水熱処理において、バイオマスBsをある程度は低減させておくことが、プラスチック水熱処理装置8の熱負荷の低減に寄与する。

[0023] バイオマス回収装置14で採用され得る回収方式を3つ例示する（詳細図は省略）。

第1の例示として、振動可能な篩（ふるい）を用いた回収が行われてもよい。バイオマス水熱処理装置13から排出される廃棄物Wsを篩に落とすと、篩の上には未分解の大径サイズのプラスチックPcが残り、分解により粒径が所定粒径未満になった粒状バイオマスBgは篩から落下する。

第2の例示として、サイクロンを用いた回収が行われてもよい。例えばエアであってもよいガスを伴って廃棄物Wsがサイクロン内に流入しサイクロン内を旋回すると、プラスチックPcと粒状バイオマスBgは分離する。比較的重いプラスチックPcはサイクロンから下方に排出され、重量が所定重量未満の粒状バイオマスBgはサイクロンから上方に排出される。

第3の例示として、比重分離方式の回収が行われてもよい。より具体的には、廃棄物Wsを水や油などの液体に投入する。比重の小さなプラスチックPcは液面まで浮遊し、比重が所定比重以上となる粒状バイオマスBgは液体内に沈降する。

以上をまとめると、バイオマス回収装置14は、粒径が所定粒径未満の粒状バイオマスBg、重量が所定重量未満の粒状バイオマスBg、または比重が所定比重以上の粒状バイオマスBgを、廃棄物Wsから回収することがで

きる。なお、バイオマス回収装置 14 は、重量が所定重量以上の粒状バイオマス B_g を廃棄物 W_s から回収することがあってもよい。

[0024] 廃棄物処理施設 5 A に投入される廃棄物 W_s 中のバイオマス B_s およびプラスチック P_c は一体化している場合がある。この点、上記構成によれば、バイオマス水熱処理が廃棄物 W_s に施されることでバイオマス B_s は分解し、バイオマス回収装置 14 は粒状バイオマス B_g を回収する。これにより、廃棄物処理施設 5 A の回収対象であるプラスチック P_c から、バイオマス B_s を効果的に除去できる。さらに、バイオマス水熱処理の処理温度がプラスチック水熱処理の処理温度よりも低いので、プラスチック P_c がバイオマス水熱処理において分解されるのを抑制できる。よって、プラスチック回収装置 9 によるプラスチック P_c の回収率が低下するのを回避できる。

[0025] 次いで、図 4 を参照して、バイオマス水熱処理装置 13 の詳細を例示する。バイオマス水熱処理装置 13 は、廃棄物 W_s が投入される反応容器 21 を含む。また、反応容器 21 には、蒸気が流入するようになっている。さらに、バイオマス水熱処理が施された廃棄物 W_s および水熱処理に利用された蒸気は、反応容器 21 から排出されるようになっている。

[0026] バイオマス水熱処理装置 13 は、バイオマス水熱処理装置 13 に供給される蒸気を熱源にして、バイオマス水熱処理後の廃棄物 W_s を乾燥させるように構成される。より具体的な一例として、バイオマス水熱処理装置 13 は、反応容器 21 を外側から蒸気で加熱するための外部加熱部 22 を含む。外部加熱部 22 は、反応容器 21 の外壁の少なくとも一部を外側から取り囲む別の壁部を含み、当該壁部と反応容器 21 の外壁との間の空間に、バイオマス水熱処理装置 13 に供給される蒸気の一部が通過するようになっている（この蒸気は反応容器 21 の内部には流入しない）。そして、供給される蒸気の残部が反応容器 21 に流入するようになっている。外部加熱部 22 によって反応容器 21 の内部空間の温度が上がるため、バイオマス水熱処理を終えた廃棄物 W_s から水分が除去される。なお、外部加熱部 22 および反応容器 21 に供給された蒸気は、ボイラプラントにおける水および蒸気の循環路に戻

されてもよい。

[0027] 上記構成によれば、外部加熱部 22 が、バイオマス水熱処理を施された廃棄物 Ws から水分を除去できる。これにより、バイオマス水熱処理を終えた廃棄物 Ws を分散させることができるので、バイオマス回収装置 14 は、粒状バイオマス Bg の回収率を向上させることができる。より具体的な一例として、粒状バイオマス Bg の集合体が篩の上に残ることがなく落下し、粒状バイオマス Bg の回収率は向上する。また、粒状バイオマス Bg の見掛け比重はバイオマス Bs のそれより高く、バイオマス Bs よりも輸送効率が良い。そして、バイオマス水熱処理は、滅菌処理としての役割を果たす。よって、エネルギー密度の高い粒状バイオマス Bg を長期間に亘って保存することも可能になる。

[0028] 次いで、図 5 を参照して、プラスチック水熱処理装置 8 の詳細を例示する。プラスチック水熱処理装置 8 の反応容器 8a には、プラスチック廃棄物 Wp、蒸気、および、アルカリ剤 Ag が供給されるようになっている。従って、プラスチック水熱処理装置 8 は、廃棄物 Ws にアルカリ剤 Ag を添加すると共に蒸気で加水分解するように構成されている。加水分解によって得られる廃棄物 Ws（以下、処理済廃棄物 Wd ともいう）と、加水分解に利用された蒸気はいずれも、反応容器 8a から排出されるようになっている。処理済廃棄物 Wd は、プラスチック回収装置 9 に供給される。

[0029] 次いで、図 6 を参照してプラスチック回収装置 9 の詳細を例示する。プラスチック回収装置 9 は、処理済廃棄物 Wd を水洗い処理するように構成された水洗い装置 31 と、水洗いされた処理済廃棄物 Wd から粒状プラスチック Pg を分離させるためのプラスチック分離装置 32 とを含む。プラスチック分離装置 32 は、バイオマス回収装置 14（図 3 参照）と同様の構造を有し、その詳説は割愛する。

[0030] 上記構成によれば、水洗い装置 31 は、アルカリ剤 Ag が添加される加水分解で生成される塩類を洗い流すことができる。よって、プラスチック回収装置 9 は、塩類が混入していない良質な粒状プラスチック Pg を回収できる

。例えば、粒状プラスチック P_g が、ガス化炉 51（図 20 参照）、または、排熱回収ボイラであってもよい熱交換装置 52（図 20 参照）に供給される場合には、塩素化合物の付着が抑制されるので、ガス化炉 51 および排熱回収ボイラでの腐食を抑制できる。

[0031] 図 2 に戻り、廃棄物処理施設 5A（5）は第 1 計測装置 11 をさらに備える。第 1 計測装置 11 は、残存バイオマス比率を計測するように構成される（第 1 計測装置 11 の詳細は後述）。ここで、残存バイオマス比率とは、プラスチック廃棄物 W_p において、バイオマス低減処理の後も残存するバイオマス B_s が占める割合であり、以下の式（A）によって求まる。

$$R_s = W_{B_s} / W_{W_p} \quad \cdots \text{式 (A)}$$

式（A）において、 R_s は残存バイオマス比率、 W_{B_s} はバイオマス B_s の重量、 W_{W_p} はプラスチック廃棄物 W_p の総重量である。

なお、残存バイオマス比率は、プラスチック水熱処理装置 8 に供給される時のプラスチック廃棄物 W_p のバイオマス B_s の割合と同義である。

[0032] 上記構成によれば、プラスチック廃棄物 W_p における残存バイオマス比率を管理することができるので、残存バイオマス比率が高いプラスチック廃棄物 W_p がバイオマス水熱処理装置 13 に投入されるのを避けることができる。よって、プラスチック回収装置 9 による粒状プラスチック P_g の回収率を向上させることができる。なお、上記の実施形態では、残存バイオマス比率が 10% 以上かつ 75% 以下となるように管理が行われる。

[0033] 図 7 ～図 11 を参照して、第 1 計測装置 11 の詳細を例示する。第 1 計測装置 11 は、カメラ 41、特定装置 42、および、演算装置 43 を含む。カメラ 41 は、廃棄物 W_s を撮影するように構成されており、近赤外線カメラであってもよいし、可視光カメラであってもよい。

[0034] 図 8 は、カメラ 41 の撮影画像 I_m を示す概略図であり、プラスチック P_c とバイオマス B_s が写っている。撮影画像 I_m において、プラスチック P_c の写る領域はプラスチック領域 R_1 であり、バイオマス B_s が写る領域はバイオマス領域 R_2 である。既述のとおり、廃棄物 W_s の主な構成要素はプ

ラスチックP cとバイオマスB sである。そして、同じことがプラスチック廃棄物W pでも成立する。従って、プラスチック廃棄物W p中のプラスチックP cは、バイオマスB s以外の残部（即ち「非バイオマス」）とみなすことができ、プラスチック領域R 1は「非バイオマス」が写る「非バイオマス領域」とみなすことができる。

[0035] 図7に戻り、特定装置4 2は、カメラ4 1の撮影画像I mにおいて、プラスチック領域R 1とバイオマス領域R 2とを特定するように構成される。特定装置4 2は、グラフ、関数式、データテーブルなどを利用することで、プラスチック領域R 1とバイオマス領域R 2を特定する。但し、本開示はこれに限定されず、他の実施形態に係る特定装置4 2は、機械学習が行われた学習モデルに撮影画像I mを入力することで、これら2つの領域を特定してもよい。

[0036] 演算装置4 3は、プラスチック領域R 1とバイオマス領域R 2の比率、および、プラスチックP cとバイオマスB sの各々の比重に基づいて、残存バイオマス比率を算出するように構成される。2つの領域の比率は、バイオマスB sとプラスチックP cの体積比率とみなすことができる。体積比率と比重が判れば、バイオマスB sと廃棄物W sの各々の重量比（即ち残存バイオマス比率）は求まる。

[0037] 上記構成によれば、カメラ4 1の撮影結果に基づいて残存バイオマス比率を自動的に算出することが可能になる。

[0038] 図9～図11を参照して、特定装置4 2の詳細を例示する。図9の例では、カメラ4 1が近赤外線カメラであることを前提とする。赤外線カメラは、所定範囲の波長帯における光の強さを示すスペクトルデータS d（図10参照）を生成するように構成される。図10は、プラスチック廃棄物W pを撮影した赤外線カメラから出力されるスペクトルデータS dを概略的に示すグラフである。グラフの横軸は、赤外線カメラに入光する光の波長を示し、縦軸は光のスペクトル強度（強度）を示す。赤外線カメラが撮影する対象がプラスチックP cかバイオマスB sかに応じて、スペクトルデータS dは変化

する。

[0039] 図9で示すように、特定装置42は、強度取得部45および識別部46を有する。識別部46は、スペクトルデータSdにおいて、第1波長、第2波長、第3波長、および、第4波長のそれぞれに対応する、第1強度、第2強度、第3強度、および、第4強度を取得するように構成される。これら4つの波長はいずれも上述の所定範囲の波長帯に含まれている。第1波長～第4波長は図10の $\lambda_1 \sim \lambda_4$ に該当し、以下の式(B)が成立する。第1強度～第4強度は図10の $S_{p1} \sim S_{p4}$ に該当する。

$$\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4 \quad \cdots \text{式(B)}$$

[0040] 識別部46は、第1強度と第2強度の比率である第1比率と、第3強度と第4強度の比率である第2比率とに基づいて、撮影画像Imに写るプラスチック廃棄物Wpが、プラスチックPcかバイオマスBsかを識別するように構成される。第1比率は、第2強度を第1強度で除することで得られ、第2比率は、第4強度を第3強度で除することで得られる。

[0041] 図11は、第1比率と第2比率によって、プラスチックPcとバイオマスBsとを識別するために利用されるグラフGrの概略図である。発明者の知見によれば、プラスチックPcとバイオマスBsの各々は、波長の異なる光を吸収する。即ち、赤外線カメラに入光する光の波長は、当該光がプラスチックPcとバイオマスBsのいずれの反射光かによって、変化する。グラフGrは、このことを実験・検証によりまとめた結果を概略的に示す。第1比率と第2比率によって示される座標が領域Aに含まれるならば、赤外線カメラの撮影対象はプラスチックPcであり、当該座標が領域Bに含まれるならば撮影対象はバイオマスBsである。

[0042] 本例の識別部46は、第1比率と第2比率を、スペクトルデータSdから取得するように構成される。さらに、識別部46は、第1比率と第2比率をグラフGrに適用することで、撮影されたプラスチック廃棄物WpがプラスチックPcか否かを識別するように構成される。

[0043] 上記構成によれば、撮影されたプラスチック廃棄物Wpが、プラスチック

P_cまたはバイオマスB_sのいずれであるかを、第1比率および第2比率に基づいて正確に識別できる。なお、識別部46は、グラフG_rを利用する代わりに、関数式またはデータテーブルを利用してもよい。上記の識別原理を適用すれば、関数式またはデータテーブルを利用しても、プラスチック領域R₁とバイオマス領域R₂を撮影画像I_mから特定できる。

[0044] 図2に戻り、廃棄物処理施設5A(5)の追加的な構成要素を説明する。

上記の通り、プラスチック水熱処理において廃棄物W_s中にバイオマスB_sがある程度は残存している方が、プラスチック水熱処理においてプラスチックP_cを微粒化させることができ、粒状プラスチックP_gの回収率の向上に寄与する。他方で、バイオマス低減処理によってある程度のバイオマスB_sを除去しておく方が、プラスチック水熱処理装置8の熱負荷を低減させることができる。あわせて、プラスチック水熱処理におけるプラスチックP_cのガス化を抑制できることもバイオマス低減装置7の運転条件によっては期待できる。よって、プラスチック低減処理においてバイオマスB_sをどの程度低減させるかについて、目標範囲が設定されることが好ましい。

[0045] そこで、図2で例示される廃棄物処理施設5A(5)は、バイオマス低減処理が施される廃棄物W_sにおいてバイオマスB_sが占める割合を調整するようになっている。以下では説明の便宜上、バイオマス低減処理が施される廃棄物W_sにおいてバイオマスB_sが占める割合を「バイオマス割合」という。これに対して、プラスチック水熱処理装置8に供給されるときはプラスチック廃棄物W_pにおいてバイオマスB_sが占める割合は、既述した通り「残存バイオマス比率」である。本例では、バイオマス低減処理の完了時点での「バイオマス割合」は、「残存バイオマス比率」と同じ値であると了解される。バイオマス割合と残存バイオマス比率はいずれも重量%によって表される。

[0046] 廃棄物処理施設5Aは、バイオマス低減装置7の制御することでバイオマス割合を調整するためのコントローラ90を備える。コントローラ90は、第1取得部91、目標範囲設定部92、および、第1制御部93として機能

するようになっている。

[0047] 第1取得部91は、プラスチック水熱処理の実行時における残存バイオマス比率とプラスチック粒径との第1関係を規定する第1データ25を取得するように構成される。ここで、プラスチック粒径はプラスチック水熱処理後のプラスチック廃棄物 W_p に含まれるプラスチック P_c の粒径である。第1データ25は、関数式、データテーブル、またはこれらの組合せによって第1関係を規定してもよい。

[0048] 図12Aは、本開示の第1の例示に係る第1データ25A(25)が規定する第1関係のグラフを示す。グラフの横軸は残存バイオマス比率を示す。グラフの縦軸は、プラスチック粒径比であり、残存バイオマス比率が0%の条件下でプラスチック水熱処理を施したときに確認されるプラスチック粒径が基準に設定される。

[0049] 本願の発明者らは、残存バイオマス比率とプラスチック粒径比（換言するとプラスチック粒径）との間には相関関係があることを見出した。図12Aは、この相関関係を第1関係として概略的に図示する。例えば、グラフ上の点Qは、残存バイオマス比率が約50%となるプラスチック廃棄物 W_p に対してプラスチック水熱処理を施せば、プラスチック粒径比が凡そ0.3となる結果が得られることを示す。

[0050] 図2に戻り、目標範囲設定部92は、第1データ25に基づいて、バイオマス低減処理の完了時点におけるバイオマス割合の目標範囲を設定するように構成される。また、第1制御部93は、バイオマス割合が目標範囲に収まるようになるまで、バイオマス水熱処理装置13を制御するように構成される。

[0051] ほんの一例に過ぎないが、図12Aにおいて、目標範囲設定部92は二点鎖線L1で示す範囲を目標範囲として設定してもよい。そして、バイオマス低減処理の開始時におけるバイオマス割合が例えば80%であるとする、バイオマス割合が二点鎖線L1で示す目標範囲に収まるようになるまで、第1制御部93は、バイオマス低減装置7に蒸気を供給する処理を実行する。

結果、プラスチック水熱処理装置 8 は、残存バイオマス比率が上記の目標範囲に収まるプラスチック廃棄物 W_p に対して、プラスチック水熱処理を実行できる。

[0052] なお、第 1 制御部 9 3 は、バイオマス低減処理中のバイオマス割合を取得することが好ましい。バイオマス割合は、上記した第 1 計測装置 1 1 の計測結果に基づいて特定されてもよい。あるいは、バイオマス低減装置 7 の処理温度、廃棄物 W_s の質量等を含む運転データに基づいて、特定されてもよい。この場合、バイオマス低減装置 7 における質量バランス、エネルギーバランスに基づく関係式などによって、バイオマス割合は取得される。

[0053] 図 1 2 B は、本開示の第 2 の例示に係る第 1 データ 2 5 B (2 5) が規定する第 1 関係のグラフを示す。同図で示すように、第 1 関係は、バイオマス濃度に応じて複数パターン規定されている。ここで、バイオマス濃度は、プラスチック水熱処理装置 8 に供給されるときにプラスチック廃棄物 W_p 中において水分に対するバイオマス B_s の割合である。

[0054] 本願の発明者らは、上記の第 1 関係がバイオマス濃度に応じて変化することを見出した。具体的には、同グラフで示すように、バイオマス濃度が大きいほど（即ち、水分量が小さいほど）、残存バイオマス比率を低くしてもプラスチック粒径比を小さくできる。つまり、バイオマス濃度が大きいほど、プラスチック水熱処理装置 8 における熱的な負荷を低減させつつ、プラスチック粒径比を小さくできる。

[0055] 第 2 の例示において、目標範囲設定部 9 2 は、バイオマス低減処理開始時点におけるバイオマス B_s と水分との割合に基づいて、目標範囲を設定してもよい。例えば、バイオマス低減装置 7 の外部加熱部 2 2（図 4 参照）で利用するための熱源としての蒸気を十分確保できるのであれば、廃棄物 W_s に対して十分な乾燥処理を施すことができる。この場合、図 1 2 B の二点鎖線 L 2 で示す範囲を目標範囲として設定してもよい。また、第 1 制御部 9 3 は、バイオマス低減処理中のバイオマス B_s と水分との割合を取得することが好ましい。例えば、バイオマス低減装置 7 から排出される蒸気の温度の変化

量に基づいて、廃棄物W sの含水量を特定することは可能である。

[0056] 図12Cは、本開示の第3の例示に係る第1データ25C(25)が規定する第1関係のグラフを示す。同図で示すように、第1関係は、プラスチック廃棄物W p中のバイオマスB sにおけるリグニンの割合に応じて、複数パターン規定されている。

[0057] 本願の発明者らは、上記の第1関係がリグニンの割合に応じて変化することを見出した。具体的には、同グラフで示すように、リグニンの割合が高いほど（つまりリグニンの量の多いほど）、プラスチック粒径比は小さく、粒状プラスチックP gはより微粒化する。

[0058] 第3の例示において、目標範囲設定部92は、バイオマス低減処理完了時点のバイオマスB sにおけるリグニンの割合の予測値に基づいて、目標範囲を設定してもよい。例えば、バイオマス低減処理完了時点のリグニンの割合が中程度（例えば約50%）であることが予測されるならば、図3の二点鎖線L3で示す範囲を目標範囲として設定してもよい。また、第1制御部93は、バイオマス低減処理中のリグニンの実際の割合を取得するように構成されてもよい。

[0059] 例えば、バイオマス回収装置14として上述した第1の例示に係る構成が採用される場合、篩の上には未分解のプラスチックP cと共にリグニンが残り、セルロースといった他のバイオマスB sは篩から落下する。バイオマス低減処理開始前の廃棄物W sの重量と、廃棄物W sにおけるバイオマス割合と、篩の上に残る廃棄物W sおよび篩から落下した廃棄物W sの重量比とが判れば、篩の上に残った廃棄物W sのリグニン割合を特定することは可能である。

[0060] リグニンはプラスチック水熱処理装置8のプラスチック水熱処理によって一部が水に溶解するが、処理後の降温過程において析出し、プラスチックP cが再結合するのを抑制し、プラスチックP cを適正な粒径に微粒化するのに有効である。

また、プラスチック水熱処理装置8での水熱処理の運転データ（原料重量

、反応器内温度変化、乾燥蒸気量など）から原料の組成および篩上組成（リグニン重量、セルロース重量、水分量含む）、篩下組成を推定することができ、別途事前に作成しておいた、線図（セルロース/リグニン割合とバイオマス/水率毎のバイオマス比率に対するプラ粒径）に基づいて、適正バイオマス比率となるように、バイオマス量を調整する。これにより、過剰な排水負荷になることを防止することができる。

- [0061] バイオマス割合が所定の目標範囲に収まるまで第1制御部93がバイオマス低減装置7を制御する構成によれば、プラスチック廃棄物 W_p におけるバイオマス B_s の含有量が低減するので、プラスチック水熱処理装置8における熱負荷を低減させることができる。
- [0062] また、目標範囲設定部92が第1データ25に基づいて目標範囲を設定する構成によれば、プラスチック水熱処理が施された後における粒状プラスチック P_g を好適に微粒化できる。
- [0063] また、複数パターンの第1関係がバイオマス濃度に応じて規定される構成によれば、粒状プラスチック P_g が微粒化するよう、バイオマス割合の目標範囲をより好適に調整できる。
- [0064] また、複数パターンの第1関係がリグニンの割合に応じて規定される構成によれば、粒状プラスチック P_g が微粒化するよう、バイオマス割合の目標範囲をより好適に調整できる。
- [0065] 図13A～図13Cを参照し、バイオマス B_s が有する脱塩効果について説明する。これら図面で示す3つのグラフは、プラスチック P_c に対して蒸気で加水分解を施すときの脱塩効果の程度を示す。3つのグラフの「処理前」は、プラスチック水熱処理前のプラスチック P_c の含有塩素濃度を示しており、いずれも同じ値“S”である。
- [0066] 図13Aは、 NH_3 、 $Ca(OH)_2$ 、または $NaOH$ といったアルカリ剤 A_g を添加して蒸気で加水分解したときの脱塩効果を示す（バイオマス B_s は添加されない）。図13Bは、これらアルカリ剤 A_g の各々にバイオマス B_s を添加して、蒸気で加水分解したときの脱塩効果を示す。図13Cは、バ

イオマスB sを添加して、蒸気で加水分解したときの脱塩効果を示す（アルカリ剤A gは添加されない）。

[0067] 図13A、図13Cから判るように、アルカリ剤A gを用いることなくバイオマスB sのみをプラスチックP cに添加する場合、アルカリ剤A gのみを添加する場合と同等あるいはそれ以上の脱塩効果が得られる。また、図13A、図13Bから判るように、アルカリ剤A gとバイオマスB sの双方を添加する場合、アルカリ剤A gのみを添加する場合と同等あるいはそれ以上の脱塩効果が得られる。

[0068] 図5、図6に戻り、本願の発明者らが得た上記の知見からすると、プラスチック水熱処理装置8に供給される残存バイオマス比率が基準値よりも高ければ、アルカリ剤A gを使用しなくとも一定の脱塩効果が得られる。そこで、プラスチック水熱処理装置8は、残存バイオマス比率が基準値を下回る場合にのみ、プラスチック廃棄物W pに対してアルカリ剤A gを添加すると共に蒸気で加水分解をしてもよい。そして、残存バイオマス比率が基準値以上である場合には、プラスチック水熱処理装置8は、アルカリ剤A gを添加することなくプラスチック廃棄物W pに対して蒸気で加水分解をしてもよい。残存バイオマス比率が基準値以上であるかどうかは、上記の第1計測装置11の計測結果から判明する。

[0069] 上記構成によれば、プラスチック廃棄物W pに含まれるバイオマスB sの量が少ない場合にのみ、プラスチック水熱処理においてアルカリ剤A gが添加される。これにより、アルカリ剤A gの消費量を低減させることができる。

[0070] 図14を参照し、廃棄物処理施設5Aを利用した廃棄物処理方法を説明する。本例の廃棄物処理方法では、粒状バイオマスB gと粒状プラスチックP gが廃棄物W sから回収される。以下の説明では、「ステップ」を「S」と略記する場合がある。

[0071] はじめに、バイオマス低減処理を廃棄物W sに施すバイオマス低減ステップ(S11)が実行される。具体的には、ベルトコンベア、クレーン、また

は、ロボットアームなどの運搬装置が廃棄物W sをバイオマス低減装置7に投入する。バイオマス低減処理が実行されることで、粒状バイオマスB gが回収されると共に、プラスチック廃棄物W pが生成される。

[0072] 図15は、バイオマス低減処理の詳細を示すフローチャートである。はじめに、コントローラ90に搭載されるプロセッサが、第1データ25を取得する第1データ取得ステップ(S51)を実行する。S51を実行するプロセッサはコントローラ90の第1取得部91の一例である。

[0073] 次いで、プロセッサは、バイオマス割合の目標範囲を設定する目標範囲設定ステップ(S53)を実行する。S53を実行するプロセッサは目標範囲設定部92の一例である。その後、プロセッサは、バイオマス低減装置7に蒸気を供給するための制御を実行する(S55)。S55を実行するプロセッサは第1制御部93の一例である。

[0074] 図14に戻り、次いで、プラスチック廃棄物W pにおける残存バイオマス比率を計測するための第1計測ステップ(S13)が実行される。具体的には、バイオマス回収装置14とプラスチック水熱処理装置8との間に配置される第1計測装置11がプラスチック廃棄物W pにおける残存バイオマス比率を計測する。

[0075] 次いで、第1計測装置11によって計測された残存バイオマス比率が、S53で設定された目標範囲内かが判定される(S15)。具体的な一例として、第1計測装置11の計測結果が、コントローラ90に送られる。コントローラ90のプロセッサは、計測により得られた残存バイオマス比率が目標範囲内かを判定する。具体的な他の例として、第1計測装置11の計測結果がモニターなどに表示されて、オペレータが計測結果を確認してもよい。この場合には、残存バイオマス比率と目標範囲の上限値との大小関係をオペレータが判定する。

[0076] 残存バイオマス比率が目標範囲を例えば上回ると判定された場合(S15:NO)、ステップは、S55に戻される。より具体的には、プラスチック廃棄物W pはクレーンなどによってバイオマス低減装置7の入口側に戻され

て、S 5 5 が再び実行される。これにより、残存バイオマス比率は規定範囲に収まるようになる。S 1 5、S 5 5 を実行するプロセッサは、第 1 制御部 9 3 の一例である。

[0077] 残存バイオマス比率が目標範囲内であると判定された場合（S 1 5 : Y E S）、プラスチック廃棄物 W p にプラスチック水熱処理を施すプラスチック水熱処理ステップ（S 1 7）が実行される。より具体的には、プラスチック廃棄物 W p がベルトコンベアなどの運搬装置によってプラスチック水熱処理装置 8 に投入される。

[0078] 次いで、プラスチック水熱処理が施された処理済廃棄物 W d から粒状プラスチック P g を回収するプラスチック回収ステップ（S 1 9）が実行される。より具体的には、処理済廃棄物 W d がプラスチック回収装置 9 に投入される。その後、廃棄物処理方法は終了する。

[0079] 上記の廃棄物処理方法では、残存バイオマス比率が目標範囲から外れる場合（S 1 5 : N O）、プラスチック水熱処理（S 1 7）の前に、バイオマス低減ステップ（S 1 1）が再び実行される。これにより、目標範囲を超えていた残存バイオマス比率を目標範囲内に収めることができるので、粒状プラスチック P g の回収率を向上させることができると共に、プラスチック水熱処理装置 8 の熱負荷を低減させることができる。

[0080] 図 1 6 を参照して、廃棄物処理施設 5 A（図 1）の変形例として、廃棄物処理施設 5 A' を説明する。廃棄物処理施設 5 A' は、分離装置 1 1 0 を備える。分離装置 1 1 0 は、水熱処理を実行するための水熱処理装置 1 1 1 と、粒状バイオマス B g と粒状プラスチック P g を廃棄物 W s から回収するための回収装置 1 1 2 と、回収装置 1 1 2 の出口側と水熱処理装置 1 1 1 の入口側を接続する戻し管 1 1 3 とを含む。

[0081] 水熱処理装置 1 1 1 は、プラスチック水熱処理装置 8（図 5 参照）と同様の構成を有し、回収装置 1 1 2 は、プラスチック回収装置 9（図 6 参照）と同様の構成を有する。

[0082] 図 1 6 では、バイオマス低減ステップ（S 1 1）、プラスチック水熱処理

(S 1 7)、プラスチック回収ステップ (S 1 9) がいずれも、分離装置 1 1 0 において実行される。

[0083] S 1 1 では、廃棄物 W s が水熱処理装置 1 1 1 に投入される。このとき水熱処理装置 1 1 1 に供給される蒸気の温度は、1 2 0℃以上かつ 1 9 0℃以下であり、より好ましくは 1 4 0℃以上かつ 1 7 0℃以下である。これにより、廃棄物 W s 中のバイオマス B s が分解される。その後、水熱処理装置 1 1 1 から回収装置 1 1 2 に廃棄物 W s が供給されて、粒状バイオマス B g が回収される。これにより、バイオマス低減処理が完了する。

[0084] その後、プラスチック廃棄物 W p は、回収装置 1 1 2 から戻し管 1 1 3 を介して水熱処理装置 1 1 1 の入口側に戻される。このステップ (戻しステップ) は、図 1 4 の S 1 5 と S 1 7 の間にあるとよい。

[0085] その後、S 1 7 では、プラスチック廃棄物 W p が、水熱処理装置 1 1 1 に投入される。このとき水熱処理装置 1 1 1 に供給される蒸気の温度は 2 3 0℃～2 5 0℃である。また、アルカリ剤 A g もこのタイミングで水熱処理装置 1 1 1 に供給される。これにより、プラスチック廃棄物 W p 中のプラスチック P c が分解される。

[0086] その後、水熱処理が施された処理済廃棄物 W d が回収装置 1 1 2 に供給され、粒状プラスチック P g が処理済廃棄物 W d から回収される。

[0087] 上記構成によれば、バイオマス低減ステップ (S 1 1)、プラスチック水熱処理ステップ (S 1 7)、および、プラスチック回収ステップ (S 1 9) は、水熱処理装置 1 1 1 および回収装置 1 1 2 によって実行される。各ステップを実行するための専用の装置が設けられる場合に比べて、廃物物処理を行うためのシステム構成を簡素化できる。

[0088] <第 2 実施形態に係る廃棄物処理施設 5 B (5)>

図 1 7～図 1 9 を参照して、第 2 実施形態に係る廃棄物処理施設 5 B (5) を説明する。なお、廃棄物処理施設 5 A (図 2 参照) と同じ構成要素については、図面上で同じ符号が付与されており、以下ではその説明が省略または割愛されることがある。

[0089] 図17で示す廃棄物処理施設5Bは、廃棄物 W_s から粒状プラスチック P_g を回収するように構成されており、廃棄物 W_s にプラスチック水熱処理を施すためのプラスチック水熱処理装置8と、廃棄物 W_s から粒状プラスチック P_g を回収するためのプラスチック回収装置9とを備える。

[0090] 図17で示すプラスチック水熱処理装置8は、バイオマス比率が規定範囲の上限値以下の廃棄物 W_s にプラスチック水熱処理を施すようになっている。ここで、バイオマス比率とは、廃棄物 W_s においてバイオマス B_s が占める割合であり、以下の式(C)によって求まる。

$$T_s = W_{B_s} / W_{W_s} \quad \dots \text{式 (C)}$$

式(C)において、 T_s はバイオマス比率、 W_{B_s} はバイオマス B_s の重量、 W_{W_s} は廃棄物 W_s の総重量である。

[0091] なお、プラスチック水熱処理装置8に投入される廃棄物 W_s は、第1実施形態で説明したプラスチック廃棄物 W_p であってもよい。この場合には、式(C)の W_{W_s} はプラスチック廃棄物 W_p の総重量と同じであり、バイオマス比率(T_s)は上述の残存バイオマス比率(R_s)と同じである(式(A)参照)。図12A～図12Cで示す各グラフの横軸が示す「残存バイオマス比率」は、第2実施形態においては「バイオマス比率」に読み替えられる。

[0092] 廃棄物処理施設5Bは、廃棄物 W_s におけるバイオマス比率を計測するための第2計測装置12をさらに備える。第2計測装置12によって計測されるバイオマス比率が規定範囲の上限値以下であれば、廃棄物 W_s はプラスチック水熱処理装置8に投入される。他方で、バイオマス比率が上限値を上回るのであれば、廃棄物 W_s は、プラスチック水熱処理装置8に投入されない(何らの処理を施されることなく最終廃棄される)、あるいは、バイオマス低減装置7(図2参照)によってバイオマス低減処理を施されてからプラスチック水熱処理装置8に投入される。後者の場合、廃棄物処理施設5Bは、バイオマス低減装置7を備え、バイオマス比率が高い廃棄物 W_s のみをバイオマス低減装置7は処理する。

[0093] 上記構成によれば、プラスチック水熱処理の実行前にバイオマス比率が第

2 計測装置 1 2 によって計測されるので、バイオマス比率の極端に高い廃棄物 W s がプラスチック水熱処理されるのを抑制できる。このため、プラスチック水熱処理においてバイオマス B s から生成される有機酸等がプラスチック P c をガス化するのを抑制できる。さらに、バイオマス B s によってプラスチック P c の粒状化が促進される（有機酸または粉体状バイオマスが、プラスチック P c が塊になるのを抑制する）。よって、粒状プラスチック P g の回収率を向上させた廃棄物処理施設 5 B が実現される。

[0094] 廃棄物処理施設 5 B は、バイオマス比率が規定範囲の下限値を下回る廃棄物 W s に比率調整用バイオマス B a を添加するためのバイオマス添加装置 4 と、バイオマス添加装置 4 を制御するためのコントローラ 1 0 0 とをさらに備えてもよい。

[0095] 比率調整用バイオマス B a は、プラスチック水熱処理装置 8 内の廃棄物 W s に添加されてもよい。これにより、バイオマス比率は規定範囲に収まるようになる。プラスチック水熱処理装置 8 は、比率調整用バイオマス B a が添加された廃棄物 W s に、プラスチック水熱処理を施す。コントローラ 1 0 0 がバイオマス添加装置 4 を制御することで、プラスチック水熱処理装置 8 内の廃棄物 W s のバイオマス比率は、規定範囲内に収まるようになる。比率調整用バイオマス B a は、プラスチック回収装置 9 から取り出されるリグニンであってもよい。

[0096] 既述の通り、プラスチック水熱処理中にバイオマス B s はプラスチック P c の微粒化に寄与する。上記構成によれば、バイオマス比率が規定範囲の下限値を下回る廃棄物 W s に対して比率調整用バイオマス B a が添加されるので、プラスチック水熱処理後の粒状プラスチック P g を粒状化できる。

[0097] コントローラ 1 0 0 は、第 1 取得部 9 1、規定範囲設定部 1 0 5、および、第 2 制御部 1 0 2 として機能する。

[0098] コントローラ 1 0 0 の第 1 取得部 9 1 は、図 2 で示す第 1 取得部 9 1 と同じ構成を有する。即ち、コントローラ 1 0 0 の第 1 取得部 9 1 は、第 1 関係を示す第 1 データ 2 5 を取得するように構成される。第 1 関係は、バイオマ

ス濃度に応じて複数パターン規定されてもよいし、廃棄物W s 中のリグニンの割合に応じて複数パターン規定されてもよい。規定範囲設定部 1 0 5 は、第 1 データ 2 5 に基づいて規定範囲を設定するように構成される。

[0099] 規定範囲設定部 1 0 5 は、第 2 計測装置 1 2 から得られるバイオマス比率と、第 1 取得部 9 1 が取得する第 1 データ 2 5 とに基づいて規定範囲を設定する。図 1 3 A ~ 図 1 3 C で示す二点鎖線 L 1, L 2, L 3 のいずれかで示す範囲が規定範囲として設定されてもよい。第 2 制御部 1 0 2 は、バイオマス比率が規定範囲に収まるよう、バイオマス添加装置 4 を制御する。

[0100] 上記構成によれば、第 1 取得部 9 1 によって取得される第 1 データ 2 5 に基づいて規定範囲が調整されるので、プラスチック水熱処理後の粒状プラスチック P g を粒状化できる。第 1 データ 2 5 の第 1 関係が、バイオマス濃度に応じて複数パターン規定される場合、または、リグニンの割合に応じて複数パターン規定される場合、上記の技術的な利点はより顕著になる。技術的な利点が得られる理由は第 1 実施形態で述べた通りであるので、詳説を割愛する。

[0101] 図 1 8 は、第 2 計測装置 1 2 の構成を示す概略図である。第 2 計測装置 1 2 は、カメラ 4 1、特定装置 4 2、および、演算装置 4 3 を含む。第 2 計測装置 1 2 は、カメラ 4 1 の撮影対象が廃棄物 W s である点を除いて、既述の第 1 計測装置 1 1 と同じ構成を有する。そして、特定装置 4 2 は、強度取得部 4 5 と識別部 4 6 を有する。説明の重複を避ける都合、第 2 計測装置 1 2 の詳細な説明を割愛する。

[0102] 図 1 9 を参照して、廃棄物処理施設 5 B を利用した廃棄物処理方法を説明する。はじめに、廃棄物 W s におけるバイオマス比率を計測する第 2 計測ステップ (S 2 1) が実行される。このステップは、コントローラ 1 0 0 のプロセッサによって実行される。S 2 1 では、バイオマス濃度およびリグニンの割合が特定されてもよい。

[0103] 次いで、第 1 データ 2 5 がプロセッサによって取得される (S 2 2)。S 2 2 を実行するプロセッサは、コントローラ 1 0 0 の第 1 取得部 9 1 の一例

である。次いで、S 2 2 で取得されたバイオマス比率等のプロセスデータおよびS 2 2 で取得された第1 データ 2 5 に基づいて、プロセッサは規定範囲を設定する（S 2 3）。S 2 3 を実行するプロセッサは規定範囲設定部 1 0 5 の一例である。

[0104] 次いで、第2 計測装置 1 2 によって計測されたバイオマス比率が規定範囲の上限値を上回るか判定される（S 2 5）。当該判定は、プロセッサが実行してもよいし、オペレータが実行してもよい。バイオマス比率が上限値を上回る場合（S 2 5 : Y E S）、廃棄物処理は終了する。バイオマス比率が上限値以下である場合（S 2 5 : N O）、第2 計測装置 1 2 によって計測されたバイオマス比率が規定範囲の下限値を下回るか判定する（S 2 6）。当該判定は、プロセッサまたはオペレータによって実行される。

[0105] バイオマス比率が下限値以上である場合（S 2 6 : N O）、廃棄物 W s にプラスチック水熱処理を施すプラスチック水熱処理ステップ（S 2 7）が実行される。その後、廃棄物 W s から粒状バイオマス B g を回収するプラスチック回収ステップ（S 2 9）が実行される。S 2 7 と S 2 9 は、それぞれ、プラスチック水熱処理装置 8 とプラスチック回収装置 9 によって実行される。その後、廃棄物処理方法は終了する。

[0106] バイオマス比率が下限値を下回る場合（S 2 6 : Y E S）、プロセッサは、比率調整用バイオマス B a を廃棄物 W s に添加するための制御指令をバイオマス添加装置 4 に送る（S 2 8）。S 2 8 を実行するプロセッサは第2 制御部 1 0 2 の一例である。S 2 8 の実行後、ステップは既述の S 2 7 に移行する。S 2 7、S 2 9 の実行後、廃棄物処理方法は終了する。

[0107] なお、既述の通り、廃棄物処理施設 5 B は、バイオマス低減装置 7 を備えていてもよい。この場合、バイオマス比率が規定範囲の上限値を上回る場合（S 2 5 : Y E S）、廃棄物 W s はバイオマス低減装置 7 に投入されてバイオマス低減処理が実行されたのちに、プラスチック水熱処理ステップ（S 2 7）が実行される。

[0108] <資源回収システム 1 >

図20、図21を参照して、廃棄物処理施設5Aが組み込まれた資源回収システム1を説明する。資源回収システム1は、粒状バイオマスBgおよび粒状プラスチックPgを廃棄物Wsから回収するように構成される。また、本例では、粒状バイオマスBgおよび粒状プラスチックPgが再資源化されるようになっている。

[0109] 図20に示すように、資源回収システム1は廃棄物処理施設5Aを備えている。既述の通り、廃棄物Wsがバイオマス水熱処理装置13に投入されたのち、バイオマス回収装置14とプラスチック回収装置9からそれぞれ、粒状バイオマスBgと粒状プラスチックPgが排出される。

[0110] 資源回収システム1は、粒状バイオマスBgおよび粒状プラスチックPgをそれぞれガス化するように構成されたガス化炉51と、バイオマス回収装置14からガス化炉51に粒状バイオマスBgを搬送するためのバイオマス搬送装置60と、プラスチック回収装置9からガス化炉51に粒状プラスチックPgを搬送するためのプラスチック搬送装置70と、を備える。

[0111] ガス化炉51の内部には、粒状バイオマスBgと粒状プラスチックPgが各々供給され、ガス化炉51の作動ガスとして蒸気と酸素が各々供給される。蒸気および酸素がガス化剤として機能し、粒状バイオマスBgと粒状プラスチックPgは各々、熱分解反応によってガス化する。これにより、高温のバイオガス、高温のプラスチックガス、一酸化炭素ガス、二酸化炭素ガス、水素ガス、および、メタンガスを含む混合ガス（以下、*syngas*という場合がある）が生成される。

[0112] 資源回収システム1は、バイオガスおよびプラスチックガスの各々から熱を回収するための熱交換装置52をさらに備える。熱交換装置52は、排熱回収ボイラであってもよい。あるいは、熱交換装置52は、ORCシステム（ORC; Organic Rankine Cycle）を構成する蒸発器であってもよい。当該蒸発器は、タービン駆動用の作動媒体を、バイオガスおよびプラスチックガスと熱交換させて、ガス化させる。

[0113] 熱交換装置52を通過した*syngas*は、資源化装置53に供給される

。資源化装置 5 3 は、触媒を利用して *s y n g a s* から例えば再資源としての液体エタノールを生成するように構成される。生成された液体エタノールは、資源回収システム 1 から任意の場所へ運搬することが可能である。

[0114] 資源回収システム 1 は、熱交換装置 5 2 で回収した熱を利用して水から蒸気を供給するように構成された蒸気供給装置 5 5 をさらに備える。換言すると、蒸気供給装置 5 5 は、ガス化炉 5 1 から排出される *s y n g a s* を熱源にして、水から蒸気を生成する。例えば、熱交換装置 5 2 が排熱回収ボイラである場合、蒸気供給装置 5 5 は熱交換装置 5 2 に一体的に組み込まれる。

[0115] 蒸気供給装置 5 5 は、プラスチック水熱処理装置 8 およびバイオマス水熱処理装置 1 3 の各々に蒸気を供給するように構成される。バイオマス水熱処理装置 1 3（図 4 参照）への蒸気供給に関して、蒸気供給装置 5 5 は、外部加熱部 2 2 と反応容器 2 1 の各々に蒸気を供給してもよい。上記構成によれば、プラスチック水熱処理装置 8 およびバイオマス水熱処理装置 1 3 の双方で利用される蒸気が、*s y n g a s* を熱源にして、水から生成される。水から蒸気を生成するための熱源を確保するために燃料を燃やす必要がなくなり、資源回収システム 1 の二酸化炭素の排出量を低減できる。

なお、蒸気供給装置 5 5 は、バイオマス水熱処理装置 1 3 またはプラスチック水熱処理装置 8 のいずれか一方のみに蒸気を供給してもよい。この場合であっても、上記の技術的な利点は得られる。

[0116] また、上記のガス化炉 5 1 は、粒状バイオマス *B g* と共に粒状プラスチック *P g* をガス化する。本構成によれば、ガス化炉 5 1 はバイオ由来のガスに加えてプラスチック由来のガスを生成できるので、廃棄物 *W s* からの資源回収効率を向上させることができる。

[0117] 図 2 1 を参照して、バイオマス搬送装置 6 0 を説明する。バイオマス搬送装置 6 0 は、粒状バイオマス *B g* が搬送される空間である搬送空間 *S f* を外気から遮断するように構成される。より具体的には、バイオマス搬送装置 6 0 は、粒状バイオマス *B g* をガス化炉 5 1 に向けて搬送するための運搬部 6 2 と、運搬部 6 2 を取り囲む配管 6 5 とを含む。運搬部 6 2 は一例としてベ

ルトコンベアである。配管 6 5 は、ベルトコンベアの全部位を収容すると共に、粒状バイオマス B g の運搬方向に延在する。一例として、配管 6 5 はバイオマス回収装置 1 4 とガス化炉 5 1 に接続している。上記構成によれば、ガス化炉 5 1 に搬送される粒状プラスチック P g に外気が混入するのを抑制できるので、粒状プラスチック P g の空隙に侵入する空気を低減させることができる。これにより、ガス化炉 5 1 は品質の高いバイオガスを生成できる。

[0118] 本例では、バイオマス水熱処理装置 1 3 における水熱処理により、粒状バイオマス B g に形成される空隙は減少しており、粒状バイオマス B g の同伴空気を低減できる。そして、搬送空間 S f が外気から遮断されるバイオマス搬送装置 6 0 が採用されることで、バイオマス回収装置 1 4 からガス化炉 5 1 に向けて搬送されている間においても、粒状プラスチック P g の空隙に空気が侵入することを防ぐことができる。これにより、ガス化炉 5 1 において s y n g a s を構成する一酸化炭素ガスおよび水素ガスの各々の濃度が低下するのを防ぐことができ、品質の高いバイオガスの生成に寄与できる。

[0119] バイオマス搬送装置 6 0 は、搬送空間 S f を加熱するためのヒータ 6 8 をさらに含む。ヒータ 6 8 は、配管 6 5 の外周面に取り付けられており、供給される電力を消費することで発熱するように構成されている。上記構成によれば、ヒータ 6 8 の加熱によって搬送空間 S f 内にあるガスの温度が低下するのを抑制できる。よって、蒸気の凝縮に伴って外気が搬送空間 S f 内に進入するのを抑制できる。

[0120] <その他の変形例>

図 1 で例示される廃棄物処理施設 5 は、廃棄物 W s から粒状プラスチック P g のみを回収するように構成されてもよい。上記の廃棄物 W s には、例えば金属または陶器などが混入していてもよい。金属はプラスチック P c と一体化していることもあるが、プラスチック水熱処理においてプラスチック P c を金属から分離させることができる。

[0121] 図 2 で示される廃棄物処理施設 5 A は第 1 計測装置 1 1 を備えなくてもよ

い。廃棄物 W_s のバイオマス含有量が一定範囲内に収まることが予め判っているのであれば、プラスチック廃棄物 W_p における残存バイオマス比率を、安定的に所定範囲（例えば1%以上かつ20%以下）に収めることは可能である。

[0122] 図2で例示されるバイオマス低減装置7は、バイオマス水熱処理装置13（図3参照）を備えていなくてもよい。バイオマス低減処理は、廃棄物 W_s からバイオマス B_s をそのまま分離回収する処理であってもよい。このような処理は、ベルトコンベアによって搬送される廃棄物 W_s にエアを吹き付けることで実現されてもよい。

[0123] <その他>

既述の特定装置42、演算装置43、コントローラ90, 100は各々、少なくとも1つのコンピュータによって構成される。コンピュータは、プロセッサ、メモリ（記憶媒体）、及び外部通信インタフェースを備える。プロセッサは、CPU、GPU、MPU、DSP、又はこれらの組み合わせなどである。他の実施形態に係るプロセッサは、PLD、ASIC、FPGA、またはMCU等の集積回路により実現されてもよい。メモリは、各種データを一時的または非一時的に記憶するように構成され、例えば、RAM、ROM、またはフラッシュメモリの少なくとも1つによって実現される。メモリにロードされたプログラムの命令にしたがって、プロセッサは各種制御処理を実行する。

[0124] <まとめ>

上述した幾つかの実施形態に記載の内容は、例えば以下のように把握される。

[0125] 1) 本開示の少なくとも一実施形態に係る廃棄物処理施設(5)は、
バイオマス(B_s)およびプラスチック(P_c)を含む廃棄物(W_s)から粒状プラスチック(P_g)を回収するための廃棄物処理施設(5)であって、
前記廃棄物中の前記バイオマスの含有量を低減させるバイオマス低減処理

を前記廃棄物に施すように構成されたバイオマス低減装置（７）と、

前記バイオマス低減処理が施された前記廃棄物であるプラスチック廃棄物（P c）にプラスチック水熱処理を施すように構成されたプラスチック水熱処理装置（８）と、

前記プラスチック水熱処理が施された前記プラスチック廃棄物から前記粒状プラスチックを回収するためのプラスチック回収装置（９）と、

を備える。

[0126] 発明者の知見によれば、プラスチック水熱処理において廃棄物中のバイオマスの割合が高いほど、より多くの有機酸等がバイオマスから生成され、より多くのバイオマスやプラスチックなどが有機酸等によってガス化される可能性がある。この点、上記１）の構成によれば、プラスチック水熱処理の前にバイオマス低減処理が実行されるので、プラスチック水熱処理での上記の割合を低減できる。よって、プラスチックの回収率を向上させた廃棄物処理施設が実現される。

[0127] ２）幾つかの実施形態では、上記１）に記載の廃棄物処理施設であって、

前記バイオマス低減装置は、

処理温度が前記プラスチック水熱処理の処理温度よりも低いバイオマス水熱処理を前記廃棄物に施すように構成されたバイオマス水熱処理装置（１３）と、

前記バイオマス水熱処理が施された前記廃棄物から粒状バイオマスを回収するように構成されたバイオマス回収装置（１４）と、

を含む。

[0128] 廃棄物処理施設に投入される廃棄物に含まれるバイオマスおよびプラスチックは一体化している場合がある。この点、上記２）の構成によれば、バイオマス水熱処理が廃棄物に施されることでバイオマスは分解し、バイオマス回収装置は粒状バイオマスを回収する。これにより、廃棄物処理施設の回収対象であるプラスチックから、バイオマスを効果的に除去できる。さらに、バイオマス水熱処理の処理温度がプラスチック水熱処理の処理温度よりも低

いので、プラスチックがバイオマス水熱処理において分解されるのを抑制できる。よって、プラスチック回収装置におけるプラスチックの回収率が低下するのを回避できる。

[0129] 3) 幾つかの実施形態では、上記2)に記載の廃棄物処理施設であって、

前記バイオマス水熱処理装置は、前記バイオマス水熱処理装置に供給される蒸気を熱源にして、前記バイオマス水熱処理が施された前記廃棄物を乾燥させるように構成される。

[0130] 上記3)の構成によれば、バイオマス水熱処理が施された廃棄物を乾燥することで、廃棄物から水分を除去できる。これにより、バイオマス水熱処理後の廃棄物を分散させることができるので、バイオマス回収装置は、粒状バイオマスの回収率を向上させることができる。また、粒状バイオマスの見掛け比重は処理前のバイオマスの見掛け比重より大きく、バイオマスよりも輸送効率が良い。そして、バイオマス水熱処理は、滅菌処理としての役割を果たす。よって、エネルギー密度の高い粒状バイオマスを長期間に亘って保存することも可能になる。

[0131] 4) 幾つかの実施形態では、上記1)から3)のいずれかに記載の廃棄物処理施設は、

前記廃棄物において前記バイオマスが占める割合であるバイオマス割合が所定の目標範囲に収まるまで前記バイオマス低減装置を制御するためのコントローラ(90)をさらに備える。

[0132] 上記4)の構成によれば、プラスチック廃棄物におけるバイオマスの含有量が低減するので、プラスチック水熱処理装置における熱負荷を低減させることができる。バイオマス低減処理よりもプラスチック水熱処理の方が高い処理温度を要する場合には、上記の技術的な利点はより顕著になる。

[0133] 5) 幾つかの実施形態では、上記4)に記載の廃棄物処理施設であって、

前記コントローラは、

前記プラスチック水熱処理装置に供給されるときの前記プラスチック廃棄物の前記バイオマスの割合であるバイオマス比率と、前記プラスチック水

熱処理が施された前記プラスチック廃棄物における前記プラスチックの粒径との第1関係を規定する第1データ（25）を取得するための第1取得部（91）と、

前記第1データに基づいて前記目標範囲を設定するための目標範囲設定部（92）とを含む。

[0134] 発明者の知見によれば、プラスチック水熱処理において、バイオマス比率と、プラスチック水熱処理後の粒状プラスチックの粒径との間には相関関係がある。この点、上記5）の構成によれば、バイオマス低減処理における廃棄物中のバイオマス割合の目標範囲を調整することで、プラスチック水熱処理が施された後における粒状プラスチックを好適に微粒化できる。

[0135] 6）幾つかの実施形態では、上記5）に記載の廃棄物処理施設であって、前記第1データは、前記プラスチック水熱処理装置に供給されるときの前記プラスチック廃棄物中の水分に対する前記バイオマスの割合であるバイオマス濃度に応じて、前記第1関係を複数パターン規定する。

[0136] 発明者の知見によれば、バイオマス比率と、プラスチック水熱処理後の粒状プラスチックの粒径との間の相関関係は、バイオマス濃度に応じて変化する。この点、上記6）の構成によれば、粒状プラスチックが微粒化するよう、バイオマス割合の目標範囲をより好適に調整できる。

[0137] 7）幾つかの実施形態では、上記5）または6）に記載の廃棄物処理施設であって、

前記第1データは、前記プラスチック水熱処理装置に供給されるときの前記プラスチック廃棄物中の前記バイオマスにおけるリグニンの割合に応じて、前記第1関係を複数パターン規定する。

[0138] 発明者の知見によれば、プラスチック水熱処理において、バイオマス比率と、プラスチック水熱処理後の粒状プラスチックの粒径との間の相関関係は、プラスチック廃棄物中のリグニンの割合に応じて変化する。この点、上記7）の構成によれば、粒状プラスチックが微粒化するよう、バイオマス割合

の目標範囲をより好適に調整できる。

[0139] 8) 幾つかの実施形態では、上記1) から7) のいずれかに記載の廃棄物処理施設であって、

前記プラスチック廃棄物において、残存する前記バイオマスが占める割合である残存バイオマス比率を計測するための第1計測装置(11)をさらに備える。

[0140] 上記8)の構成によれば、プラスチック廃棄物における残存バイオマス比率を管理することができるので、残存バイオマス比率が高いプラスチック廃棄物がバイオマス水熱処理装置に投入されるのを避けることが可能になる。よって、プラスチック回収装置による粒状プラスチックの回収率を向上させることができる。

[0141] 9) 幾つかの実施形態では、上記8)に記載の廃棄物処理施設であって、前記第1計測装置は、

前記プラスチック廃棄物を撮影するためのカメラ(41)と、

前記カメラの撮影画像(Im)において、前記プラスチック廃棄物中の非バイオマス(プラスチックPc)が写る非バイオマス領域(プラスチック領域R1)と、前記プラスチック廃棄物中の前記バイオマスが写るバイオマス領域(R2)とを特定するための特定装置(42)と、

前記バイオマス領域と前記非バイオマス領域の比率、および、前記バイオマスと前記非バイオマスの各々の比重に基づいて、前記残存バイオマス比率を算出するための演算装置(43)と、

を含む。

[0142] 上記9)の構成によれば、カメラの撮影結果に基づいて、残存バイオマス比率を自動的に算出することが可能になる。

[0143] 10) 幾つかの実施形態では、上記9)に記載の廃棄物処理施設であって、

前記カメラは、所定範囲の波長帯における光の強さを示すスペクトルデータ(Sd)を生成するように構成され、

前記特定装置は、

前記スペクトルデータにおいて、第1波長、第2波長、第3波長、および、第4波長のそれぞれに対応する第1強度、第2強度、第3強度、および、第4強度を取得するための強度取得部（45）と、

前記第1強度と前記第2強度の比率である第1比率と、前記第3強度と前記第4強度の比率である第2比率とに基づいて、撮影された前記プラスチック廃棄物が、前記バイオマスまたは前記プラスチックのいずれであるかを識別するための識別部（46）とを有する。

[0144] 発明者の知見によれば、撮影画像に写る対象物が吸収する光の有する波長は、当該対象物がバイオマスまたはプラスチックのいずれかに応じて、変化する。この点、上記10）の構成によれば、識別部は、撮影されたプラスチック廃棄物がバイオマスかプラスチックかを、第1比率および第2比率に基づいて正確に識別できる。

[0145] 11）本開示の少なくとも一実施形態に係る廃棄物処理施設（5）は、バイオマス（Bs）およびプラスチック（Pc）を含む廃棄物（Ws）から粒状プラスチック（Pg）を回収するための廃棄物処理施設（5）であって、

前記廃棄物において前記バイオマスが占める割合であるバイオマス比率を計測するための第2計測装置（12）と、

前記バイオマス比率が規定範囲の上限値以下の前記廃棄物に、プラスチック水熱処理を施すように構成されたプラスチック水熱処理装置（8）と、

前記プラスチック水熱処理が施された前記廃棄物から前記粒状プラスチックを回収するためのプラスチック回収装置（9）と、を備える。

[0146] 発明者の知見によれば、プラスチック水熱処理において廃棄物中のバイオマスの割合が高いほど、より多くの有機酸等がバイオマスから生成され、より多くのバイオマスやプラスチックなどが有機酸等によってガス化される可能性がある。この点、上記11）の構成によれば、プラスチック水熱処理の

実行前にバイオマス比率が計測されるので、バイオマス比率が極端に高い廃棄物がプラスチック水熱処理されるのを抑制できる。よって、プラスチックの回収率を向上させた廃棄物処理施設が実現される。

- [0147] 1 2) 幾つかの実施形態では、上記 1 1) に記載の廃棄物処理施設は、
前記バイオマス比率が前記規定範囲の下限値を下回る前記廃棄物に比率調整用バイオマス (B a) を添加するためのバイオマス添加装置 (4) と、
前記バイオマス比率が前記規定範囲に収まるまで前記バイオマス添加装置を制御するためのコントローラ (1 0 0) と、
をさらに備え、

前記プラスチック水熱処理装置は、前記比率調整用バイオマスが添加された前記廃棄物に、前記プラスチック水熱処理を施すように構成される。

- [0148] 発明者の知見によれば、プラスチック水熱処理中にバイオマスはプラスチックの微粒化に寄与する。この点、上記 1 2) の構成によれば、バイオマス比率が規定範囲の下限値を下回る廃棄物に対して比率調整用バイオマスが添加されるので、プラスチック水熱処理後の粒状プラスチックを微粒化できる。

- [0149] 1 3) 幾つかの実施形態では、上記 1 2) に記載の廃棄物処理施設であって、

前記コントローラは、
前記プラスチック水熱処理装置に供給されるときの前記バイオマス比率と、前記プラスチック水熱処理が施された前記廃棄物における前記プラスチックの粒径との第 1 関係を規定する第 1 データを取得するための第 1 取得部 (9 1) と、

前記第 1 データに基づいて前記規定範囲を設定するための規定範囲設定部 (1 0 5) と、を含む。

- [0150] 発明者の知見によれば、プラスチック水熱処理において、バイオマス比率と、プラスチック水熱処理後の粒状プラスチックの粒径との間には相関関係がある。この点、上記 1 3) の構成によれば、バイオマス比率の規定範囲を

調整することで、プラスチック水熱処理後の粒状プラスチックを微粒化できる。

[0151] 14) 幾つかの実施形態では、上記13)に記載の廃棄物処理施設であって、

前記第1データは、前記プラスチック水熱処理装置に供給されるときの前記廃棄物中の水分に対する前記バイオマスの比率であるバイオマス濃度に応じて、前記第1関係を複数パターン規定する。

[0152] 発明者の知見によれば、プラスチック水熱処理において、バイオマス比率と、プラスチック水熱処理後の粒状プラスチックの粒径との間の相関関係は、バイオマス濃度に応じて変化する。この点、上記14)の構成によれば、粒状プラスチックが微粒化するよう、バイオマス比率の規定範囲をより好適に調整できる。

[0153] 15) 幾つかの実施形態では、上記13)または14)に記載の廃棄物処理施設であって、

前記第1データは、前記プラスチック水熱処理装置に供給されるときの前記廃棄物中の前記バイオマスにおけるリグニンの割合に応じて、前記第1関係を複数パターン規定する。

[0154] 発明者の知見によれば、プラスチック水熱処理において、バイオマス比率と、プラスチック水熱処理後の粒状プラスチックの粒径との間の相関関係は、プラスチック廃棄物中のリグニンの割合に応じて変化する。この点、上記15)の構成によれば、粒状プラスチックが微粒化するよう、バイオマス比率の規定範囲をより好適に調整できる。

[0155] 16) 幾つかの実施形態では、上記7)乃至15)の何れかに記載の廃棄物処理施設であって、

前記第2計測装置は、

前記廃棄物を撮影するためのカメラ(41)と、

前記カメラの撮影画像(Im)において、前記廃棄物中の非バイオマス(プラスチックPc)が写る非バイオマス領域(プラスチック領域R1)と

、前記廃棄物中の前記バイオマスが写るバイオマス領域（R 2）とを特定するための特定装置（4 2）と、

前記バイオマス領域と前記非バイオマス領域の比率、および、前記バイオマスと前記非バイオマスの各々の比重に基づいて、前記バイオマス比率を算出するための演算装置（4 3）と

を含む。

[0156] 上記 1 6) の構成によれば、上記 9) と同様の技術的な利点を得られる。

[0157] 1 7) 幾つかの実施形態では、上記 1 6) に記載の廃棄物処理施設であって、

前記カメラは、所定範囲の波長帯における光の強さを示すスペクトルデータ（S d）を生成するように構成され、

前記特定装置は、

前記スペクトルデータにおいて、第 1 波長、第 2 波長、第 3 波長、および、第 4 波長のそれぞれに対応する第 1 強度、第 2 強度、第 3 強度、および、第 4 強度を取得するための強度取得部（4 5）と、

前記第 1 強度と前記第 2 強度の比率である第 1 比率と、前記第 3 強度と前記第 4 強度の比率である第 2 比率とに基づいて、撮影された前記廃棄物が、前記バイオマスまたは前記プラスチックのいずれであるかを識別するための識別部（4 6）と

を有する。

[0158] 上記 1 7) の構成によれば、上記 1 0) と同様の技術的な利点を得られる。

[0159] 1 8) 幾つかの実施形態では、上記 1) から 1 7) のいずれかに記載の廃棄物処理施設であって、

前記プラスチック水熱処理装置は、前記廃棄物に対してアルカリ剤（A g）を添加すると共に蒸気で加水分解をするように構成され、

前記プラスチック回収装置は、前記廃棄物の前記加水分解によって得られる前記廃棄物である処理済廃棄物（W d）に水洗い処理を施すように構成さ

れる水洗い装置（３１）を含む。

[0160] 上記１８）の構成によれば、水洗い装置は、アルカリ剤が添加される加水分解で生成される塩類を洗い流すことができる。よって、プラスチック回収装置は、塩類が混入していない良質な粒状プラスチックを回収できる。

[0161] １９）幾つかの実施形態では、上記１）または１１）に記載の廃棄物処理施設であって、

前記プラスチック水熱処理装置は、前記プラスチック水熱処理装置に供給されるときの前記廃棄物における前記バイオマスの割合であるバイオマス比率が基準値を下回る場合、前記廃棄物に対してアルカリ剤を添加すると共に蒸気で加水分解をするように構成され、

前記プラスチック回収装置は、前記廃棄物の前記加水分解によって得られる前記廃棄物である処理済廃棄物に水洗い処理を施すように構成される水洗い装置を含む。

[0162] 発明者の知見によれば、プラスチック水熱処理において、廃棄物中のバイオマスは脱塩作用を発揮する。この点、上記１９）の構成によれば、脱塩作用が期待されるバイオマスの量が少ない場合にのみ、アルカリ剤が添加される。これにより、アルカリ剤の消費量を低減させることができる。

[0163] ２０）本開示の少なくとも一実施形態に係る資源回収システム（１）は、

上記２）に記載の廃棄物処理施設（５）と、

前記バイオマス回収装置によって回収された前記粒状バイオマスをガス化するためのガス化炉（５１）と、

前記バイオマス回収装置から排出される前記粒状バイオマスを、前記ガス化炉に搬送するためのバイオマス搬送装置（６０）と、
を備え、

前記バイオマス搬送装置は、前記粒状バイオマスが搬送される空間である搬送空間（Ｓｆ）を外気から遮断するように構成される。

[0164] 上記２０）の構成によれば、ガス化炉内に搬送される粒状バイオマスに外気が混入するのを抑制できるので、粒状バイオマスの見掛け密度を増大させ

ることができ、品質の高いバイオガスを取得できる。

[0165] 21) 幾つかの実施形態では、上記20)に記載の資源回収システムであって、

前記バイオマス搬送装置は、前記搬送空間を加熱するためのヒータ(68)をさらに含む。

[0166] 上記21)の構成によれば、ヒータの加熱によって搬送空間内にあるガスの温度が低下するのを抑制できる。これにより、搬送空間に外気が進入するのを抑制できる。

[0167] 22) 幾つかの実施形態では、上記20)または21)に記載の資源回収システムであって、

前記ガス化炉から排出されるガス(バイオマスまたはプラスチックガスの少なくとも一方)を熱源にして水から生成された蒸気を供給するように構成された蒸気供給装置(55)をさらに備え、

前記蒸気供給装置は、前記蒸気を、前記プラスチック水熱処理装置または前記バイオマス水熱処理装置の少なくとも一方に供給するように構成される。

[0168] 上記22)の構成によれば、プラスチック水熱処理装置またはバイオマス水熱処理装置の少なくとも一方で利用される蒸気が、ガスを熱源にして水から生成される。これにより、水から蒸気を生成するための熱源を確保するために燃料を燃やす必要がなくなり、資源回収システムの二酸化炭素の排出量を低減できる。

[0169] 23) 幾つかの実施形態では、上記20)から22)のいずれかに記載の資源回収システムであって、

前記ガス化炉は、前記プラスチック回収装置によって回収された前記粒状プラスチックをガス化するように構成される。

[0170] 上記23)の構成によれば、ガス化炉は、バイオマス由来のガスに加えてプラスチック由来のガスを生成できる。よって廃棄物からの資源回収率を向上させることができる。

- [0171] 24) 本開示の少なくとも一実施形態に係る廃棄物処理方法は、
バイオマス (B s) およびプラスチック (P c) を含む廃棄物 (W s) から粒状プラスチック (P g) を回収するための廃棄物処理方法であって、
前記廃棄物中の前記バイオマスの含有量を低減させるバイオマス低減処理を前記廃棄物に施すバイオマス低減ステップ (S 1 2) と、
前記バイオマス低減処理が施された前記廃棄物であるプラスチック廃棄物 (W p) にプラスチック水熱処理を施すプラスチック水熱処理ステップ (S 1 7) と、
前記プラスチック水熱処理が施された前記プラスチック廃棄物から前記粒状プラスチックを回収するプラスチック回収ステップ (S 1 9) と、
を備える。
- [0172] 上記24) によれば、上記1) と同様の技術的な利点が得られる。
- [0173] 25) 幾つかの実施形態では、上記24) に記載の廃棄物処理方法は、
前記プラスチック廃棄物において、残存する前記バイオマスが占める割合である残存バイオマス比率を計測する第1計測ステップ (S 1 3) をさらに備える。
- [0174] 上記25) の構成によれば、上記8) と同様の技術的な利点が得られる。
- [0175] 26) 幾つかの実施形態では、上記25) に記載の廃棄物処理方法であって、
前記残存バイオマス比率が所定の目標範囲を上回っている場合、前記バイオマス低減ステップが、前記プラスチック水熱処理ステップの前に、再び実行されるように構成される。
- [0176] 上記26) の構成によれば、バイオマス低減処理が施されたプラスチック廃棄物の残存バイオマス比率が目標範囲を上回っている場合には、バイオマス低減処理が再び実行される。これにより、残存バイオマス比率を低減できるので、プラスチック回収ステップにおける粒状プラスチックの回収率を向上させることができる。
- [0177] 27) 幾つかの実施形態では、上記24) から26) のいずれかに記載の廃

棄物処理方法であって、

前記バイオマス低減ステップは、前記廃棄物を水熱処理するための水熱処理装置（１１１）、および、前記水熱処理された前記廃棄物から特定の材料を回収するための回収装置（１１２）によって実行され、

前記廃棄物処理方法は、前記回収装置から排出される前記廃棄物を前記水熱処理装置に戻す戻しステップをさらに備え、

前記プラスチック水熱処理ステップおよび前記プラスチック回収ステップは、それぞれ、前記水熱処理装置および前記回収装置によって実行される。

[0178] 上記２７）の構成によれば、バイオマス低減ステップ、プラスチック水熱処理ステップ、および、プラスチック回収ステップは、水熱処理装置および回収装置によって実行される。これにより、各ステップを実行するための専用の装置が設けられる場合に比べて、廃棄物処理を行うためのシステム構成を簡素化できる。

[0179] ２８）本開示の少なくとも一実施形態に係る廃棄物処理方法は、

バイオマス（Ｂｓ）およびプラスチック（Ｐｃ）を含む廃棄物（Ｗｓ）から粒状プラスチック（Ｐｇ）を回収するための廃棄物処理方法であって、

前記廃棄物において前記バイオマスが占める割合であるバイオマス比率を計測する第２計測ステップ（Ｓ２３）と、

前記バイオマス比率が規定範囲の上限値以下の前記廃棄物に、プラスチック水熱処理を施すプラスチック水熱処理ステップ（Ｓ２７）と、

前記プラスチック水熱処理が施された前記廃棄物から前記粒状プラスチックを回収するプラスチック回収ステップ（Ｓ２９）と、

を備える。

[0180] 上記２８）の構成によれば、上記１１）と同様の技術的な利点を得られる。

符号の説明

[0181] １ ： 資源回収システム
４ ： バイオマス添加装置

- 5 : 廃棄物処理施設
- 7 : バイオマス低減装置
- 8 : プラスチック水熱処理装置
- 8 a, 2 1 : 反応容器
- 9 : プラスチック回収装置
- 1 1 : 第 1 計測装置
- 1 2 : 第 2 計測装置
- 1 3 : バイオマス水熱処理装置
- 1 4 : バイオマス回収装置
- 2 2 : 外部加熱部
- 3 1 : 水洗い装置
- 3 2 : プラスチック分離装置
- 4 1 : カメラ
- 4 2 : 特定装置
- 4 3 : 演算装置
- 4 5 : 強度取得部
- 4 6 : 識別部
- 5 1 : ガス化炉
- 5 2 : 熱交換装置
- 5 3 : 資源化装置
- 5 5 : 蒸気供給装置
- 6 0 : バイオマス搬送装置
- 6 2 : 運搬部
- 6 5 : 配管
- 6 8 : ヒータ
- 7 0 : プラスチック搬送装置
- 9 0, 1 0 0 : コントローラ
- 9 1 : 第 1 取得部

9 2	: 目標範囲設定部
9 3	: 第 1 制御部
1 0 5	: 規定範囲設定部
1 1 0	: 分離装置
1 1 1	: 水熱処理装置
1 1 2	: 回収装置
1 1 3	: 戻し管
A, B	: 領域
A g	: アルカリ剤
B a	: 比率調整用バイオマス
B g	: 粒状バイオマス
B s	: バイオマス
G r	: グラフ
I m	: 撮影画像
P c	: プラスチック
P g	: 粒状プラスチック
R 1	: プラスチック領域
R 2	: バイオマス領域
S d	: スペクトルデータ
S f	: 搬送空間
W d	: 処理済廃棄物
W p	: プラスチック廃棄物
W s	: 廃棄物

請求の範囲

- [請求項1] バイオマスおよびプラスチックを含む廃棄物から粒状プラスチックを回収するための廃棄物処理施設であって、
前記廃棄物中の前記バイオマスの含有量を低減させるバイオマス低減処理を前記廃棄物に施すように構成されたバイオマス低減装置と、
前記バイオマス低減処理が施された前記廃棄物であるプラスチック廃棄物にプラスチック水熱処理を施すように構成されたプラスチック水熱処理装置と、
前記プラスチック水熱処理が施された前記プラスチック廃棄物から前記粒状プラスチックを回収するためのプラスチック回収装置と、
を備える廃棄物処理施設。
- [請求項2] 前記バイオマス低減装置は、
処理温度が前記プラスチック水熱処理の処理温度よりも低いバイオマス水熱処理を前記廃棄物に施すように構成されたバイオマス水熱処理装置と、
前記バイオマス水熱処理が施された前記廃棄物から粒状バイオマスを回収するように構成されたバイオマス回収装置と、
を含む
請求項1に記載の廃棄物処理施設。
- [請求項3] 前記バイオマス水熱処理装置は、前記バイオマス水熱処理装置に供給される蒸気を熱源にして、前記バイオマス水熱処理が施された前記廃棄物を乾燥させるように構成される
請求項2に記載の廃棄物処理施設。
- [請求項4] 前記廃棄物において前記バイオマスが占める割合であるバイオマス割合が所定の目標範囲に収まるまで前記バイオマス低減装置を制御するためのコントローラをさらに備える
請求項1乃至3の何れか1項に記載の廃棄物処理施設。
- [請求項5] 前記コントローラは、

前記プラスチック水熱処理装置に供給されるときの前記プラスチック廃棄物の前記バイオマスの割合であるバイオマス比率と、前記プラスチック水熱処理が施された前記プラスチック廃棄物における前記プラスチックの粒径との第1関係を規定する第1データを取得するための第1取得部と、

前記第1データに基づいて前記目標範囲を設定するための目標範囲設定部と

を含む

請求項4に記載の廃棄物処理施設。

[請求項6] 前記第1データは、前記プラスチック水熱処理装置に供給されるときの前記プラスチック廃棄物中の水分に対する前記バイオマスの割合であるバイオマス濃度に応じて、前記第1関係を複数パターン規定する

請求項5に記載の廃棄物処理施設。

[請求項7] 前記第1データは、前記プラスチック水熱処理装置に供給されるときの前記プラスチック廃棄物中の前記バイオマスにおけるリグニンの割合に応じて、前記第1関係を複数パターン規定する

請求項5に記載の廃棄物処理施設。

[請求項8] 前記プラスチック廃棄物において、残存する前記バイオマスが占める割合である残存バイオマス比率を計測するための第1計測装置をさらに備える

請求項1乃至3の何れか1項に記載の廃棄物処理施設。

[請求項9] 前記第1計測装置は、

前記プラスチック廃棄物を撮影するためのカメラと、

前記カメラの撮影画像において、前記プラスチック廃棄物中の非バイオマスが写る非バイオマス領域と、前記プラスチック廃棄物中の前記バイオマスが写るバイオマス領域とを特定するための特定装置と、

前記バイオマス領域と前記非バイオマス領域の比率、および、前記バイオマスと前記非バイオマスの各々の比重に基づいて、前記残存バイオマス比率を算出するための演算装置と、

を含む

請求項 8 に記載の廃棄物処理施設。

[請求項10] 前記カメラは、所定範囲の波長帯における光の強さを示すスペクトルデータを生成するように構成され、

前記特定装置は、

前記スペクトルデータにおいて、第 1 波長、第 2 波長、第 3 波長、および、第 4 波長のそれぞれに対応する第 1 強度、第 2 強度、第 3 強度、および、第 4 強度を取得するための強度取得部と、

前記第 1 強度と前記第 2 強度の比率である第 1 比率と、前記第 3 強度と前記第 4 強度の比率である第 2 比率とに基づいて、撮影された前記プラスチック廃棄物が、前記バイオマスまたは前記プラスチックのいずれであるかを識別するための識別部と

を有する

請求項 9 に記載の廃棄物処理施設。

[請求項11] バイオマスおよびプラスチックを含む廃棄物から粒状プラスチックを回収するための廃棄物処理施設であって、

前記廃棄物において前記バイオマスが占める割合であるバイオマス比率を計測するための第 2 計測装置と、

前記バイオマス比率が規定範囲の上限値以下の前記廃棄物に、プラスチック水熱処理を施すように構成されたプラスチック水熱処理装置と、

前記プラスチック水熱処理が施された前記廃棄物から前記粒状プラスチックを回収するためのプラスチック回収装置と、

を備える

廃棄物処理施設。

- [請求項12] 前記バイオマス比率が前記規定範囲の下限値を下回る前記廃棄物に比率調整用バイオマスを添加するためのバイオマス添加装置と、
前記バイオマス比率が前記規定範囲に収まるまで前記バイオマス添加装置を制御するためのコントローラと、
をさらに備え、
前記プラスチック水熱処理装置は、前記比率調整用バイオマスが添加された前記廃棄物に、前記プラスチック水熱処理を施すように構成される
請求項11に記載の廃棄物処理施設。
- [請求項13] 前記コントローラは、
前記プラスチック水熱処理装置に供給されるときの前記バイオマス比率と、前記プラスチック水熱処理が施された前記廃棄物における前記プラスチックの粒径との第1関係を規定する第1データを取得するための第1取得部と、
前記第1データに基づいて前記規定範囲を設定するための規定範囲設定部と
請求項12に記載の廃棄物処理施設。
- [請求項14] 前記第1データは、前記プラスチック水熱処理装置に供給されるときの前記廃棄物中の水分に対する前記バイオマスの比率であるバイオマス濃度に応じて、前記第1関係を複数パターン規定する
請求項13に記載の廃棄物処理施設。
- [請求項15] 前記第1データは、前記プラスチック水熱処理装置に供給されるときの前記廃棄物中の前記バイオマスにおけるリグニンの割合に応じて、前記第1関係を複数パターン規定する
請求項13または14に記載の廃棄物処理施設。
- [請求項16] 前記第2計測装置は、
前記廃棄物を撮影するためのカメラと、
前記カメラの撮影画像において、前記廃棄物中の非バイオマスが

写る非バイオマス領域と、前記廃棄物中の前記バイオマスが写るバイオマス領域とを特定するための特定装置と、

前記バイオマス領域と前記非バイオマス領域の比率、および、前記バイオマスと前記非バイオマスの各々の比重に基づいて、前記バイオマス比率を算出するための演算装置と

を含む

請求項 15 に記載の廃棄物処理施設。

[請求項17] 前記カメラは、所定範囲の波長帯における光の強さを示すスペクトルデータを生成するように構成され、

前記特定装置は、

前記スペクトルデータにおいて、第1波長、第2波長、第3波長、および、第4波長のそれぞれに対応する第1強度、第2強度、第3強度、および、第4強度を取得するための強度取得部と、

前記第1強度と前記第2強度の比率である第1比率と、前記第3強度と前記第4強度の比率である第2比率とに基づいて、撮影された前記廃棄物が、前記バイオマスまたは前記プラスチックのいずれであるかを識別するための識別部と

を有する

請求項 16 に記載の廃棄物処理施設。

[請求項18] 前記プラスチック水熱処理装置は、前記廃棄物に対してアルカリ剤を添加すると共に蒸気で加水分解をするように構成され、

前記プラスチック回収装置は、前記廃棄物の前記加水分解によって得られる前記廃棄物である処理済廃棄物に水洗い処理を施すように構成される水洗い装置を含む

請求項 1 または 11 に記載の廃棄物処理施設。

[請求項19] 前記プラスチック水熱処理装置は、前記プラスチック水熱処理装置に供給されるときの前記廃棄物における前記バイオマスの割合であるバイオマス比率が基準値を下回る場合、前記廃棄物に対してアルカリ

剤を添加すると共に蒸気で加水分解をするように構成され、

前記プラスチック回収装置は、前記廃棄物の前記加水分解によって得られる前記廃棄物である処理済廃棄物に水洗い処理を施すように構成される水洗い装置を含む

請求項 1 または 1 1 に記載の廃棄物処理施設。

[請求項20]

請求項 2 に記載の廃棄物処理施設と、

前記バイオマス回収装置によって回収された前記粒状バイオマスをガス化するためのガス化炉と、

前記バイオマス回収装置から排出される前記粒状バイオマスを、前記ガス化炉に搬送するためのバイオマス搬送装置と、
を備え、

前記バイオマス搬送装置は、前記粒状バイオマスが搬送される空間である搬送空間を外気から遮断するように構成される
を含む資源回収システム。

[請求項21]

前記バイオマス搬送装置は、前記搬送空間を加熱するためのヒータをさらに含む

請求項 2 0 に記載の資源回収システム。

[請求項22]

前記ガス化炉から排出されるガスを熱源にして水から生成された蒸気を供給するように構成された蒸気供給装置をさらに備え、

前記蒸気供給装置は、前記蒸気を、前記プラスチック水熱処理装置または前記バイオマス水熱処理装置の少なくとも一方に供給するように構成される請求項 2 0 または 2 1 に記載の資源回収システム。

[請求項23]

前記ガス化炉は、前記プラスチック回収装置によって回収された前記粒状プラスチックをガス化するように構成される

請求項 2 0 または 2 1 に記載の資源回収システム。

[請求項24]

バイオマスおよびプラスチックを含む廃棄物から粒状プラスチックを回収するための廃棄物処理方法であって、

前記廃棄物中の前記バイオマスの含有量を低減させるバイオマス低

減処理を前記廃棄物に施すバイオマス低減ステップと、

前記バイオマス低減処理が施された前記廃棄物であるプラスチック廃棄物にプラスチック水熱処理を施すプラスチック水熱処理ステップと、

前記プラスチック水熱処理が施された前記プラスチック廃棄物から前記粒状プラスチックを回収するプラスチック回収ステップと、

を備える廃棄物処理方法。

[請求項25] 前記プラスチック廃棄物において、残存する前記バイオマスが占める割合である残存バイオマス比率を計測する第1計測ステップをさらに備える

請求項24に記載の廃棄物処理方法。

[請求項26] 前記残存バイオマス比率が所定の目標範囲を上回っている場合、前記バイオマス低減ステップが、前記プラスチック水熱処理ステップの前に、再び実行されるように構成される

請求項25に記載の廃棄物処理方法。

[請求項27] 前記バイオマス低減ステップは、前記廃棄物を水熱処理するための水熱処理装置、および、前記水熱処理された前記廃棄物から特定の材料を回収するための回収装置によって実行され、

前記廃棄物処理方法は、前記回収装置から排出される前記廃棄物を前記水熱処理装置に戻す戻しステップをさらに備え、

前記プラスチック水熱処理ステップおよび前記プラスチック回収ステップは、それぞれ、前記水熱処理装置および前記回収装置によって実行される

請求項24乃至26の何れか1項に記載の廃棄物処理方法。

[請求項28] バイオマスおよびプラスチックを含む廃棄物から粒状プラスチックを回収するための廃棄物処理方法であって、

前記廃棄物において前記バイオマスが占める割合であるバイオマス比率を計測する第2計測ステップと、

前記バイオマス比率が規定範囲の上限値以下の前記廃棄物に、プラスチック水熱処理を施すプラスチック水熱処理ステップと、

前記プラスチック水熱処理が施された前記廃棄物から前記粒状プラスチックを回収するプラスチック回収ステップと、
を備える廃棄物処理方法。