

明 細 書

発明の名称： 熱分解装置および熱分解方法

技術分野

[0001] 本発明は、原料を流動床炉内で熱分解する熱分解装置および熱分解方法に関し、特に内部循環流動床ガス化技術を用いて原料を熱分解し、熱分解生成物を得る熱分解装置および熱分解方法に関する。

背景技術

[0002] 都市ごみ、産業廃棄物などの原料を熱分解後、ガス化して燃焼する処理システムとして、流動床炉がある。特許文献 1，2 に開示されている流動床炉は、炉の内部が仕切壁でガス化室と燃焼室に分けられた構造を有している。流動媒体はガス化室と燃焼室との間を循環しながら、原料はガス化室に投入される。原料はガス化室内で流動媒体により加熱され、熱分解後、ガス化される。原料の残渣は、流動媒体によって燃焼室に運ばれる。原料の残渣は燃焼室内で燃焼して、流動媒体を加熱する。加熱された流動媒体は、ガス化室内に移動し、ガス化室内で熱源として機能する。このように流動媒体が炉内で循環する流動床炉は、内部循環流動床ガス化システムとして知られている。

[0003] 廃プラスチックは、通常、焼却炉で焼却処理されている。最近では、二酸化炭素の排出を抑制する観点から、廃プラスチックを熱分解して油を回収する要請が高まっている（特許文献 3，4）。しかしながら、油を高い収率で回収することは難しく、商業的に成功している例はほとんどないのが実情である。上述した内部循環流動床ガス化システムは、廃プラスチックをガス化室内で加熱して熱分解し、常温・常圧で液体である有機化合物、すなわち油を熱分解生成物として回収することができる技術として期待されている。

[0004] しかしながら、廃プラスチックは炭素の含有率が高く、熱分解後に炭化物（チャー）が多く生成される。この未燃炭素は、油として回収することができず、燃焼室内で燃焼せざるを得ない。結果として、二酸化炭素の排出量が

増え、一方で熱分解生成物の収率が低下してしまう。

[0005] 内部循環流動床ガス化システムは、油を含む様々な物質を回収する技術としても注目されている。原料をガス化室内で熱分解し、目的の物質を熱分解生成物として回収するためには、原料をガス化室内で適切な温度で加熱する必要がある。しかしながら、燃焼室から移動した高温の流動媒体は、局所的な高温領域をガス化室内に形成する。このため、原料の一部は高温の流動媒体により過度に加熱され、意図しない物質が生成されることがある。例えば、廃プラスチックの熱分解は、高温になるほど促進し、常温で気体であるガスとなるため、常温で液体である油の収率が低下する。また、高温になるほど炭化物（チャー）への移行率が上昇し、熱分解生成物の収率が低下する。

[0006] 上述した内部循環流動床ガス化システムは、バイオマス、都市ごみ、有機性廃棄物などの可燃性材料を熱分解し、有用な物質を熱分解生成物として回収する用途にも用いることができる。しかしながら、一般に、バイオマスや都市ごみは、酸素（O）および水素（H）に比べて炭素（C）の含有率が相対的に低く、これら可燃性材料を燃焼室内で燃焼させるために多くの熱量を必要とする。したがって、可燃性材料に含まれる炭素の多くは燃焼室に送られ、燃焼室内で燃焼に消費される。結果として、ガス化室内では炭素の収率が低下する。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：特許第4 2 4 3 9 1 9号公報
特許文献2：特開平 1 0 - 2 5 4 3号公報
特許文献3：特開 2 0 0 2 - 1 2 9 1 6 9号公報
特許文献4：特許第 3 6 1 1 3 0 6号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] そこで、本発明は、意図した熱分解生成物の収率を上げることができる熱

分解装置および熱分解方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0009] 一態様では、流動する流動媒体からなる流動床内で原料を熱分解するための熱分解装置であって、流動床炉と、前記流動床炉の内部を熱分解室と燃焼室とに仕切る第1仕切壁と、前記燃焼室を主燃焼室と沈降燃焼室に仕切る第2仕切壁と、前記熱分解室、前記主燃焼室、および前記沈降燃焼室に、第1流動化ガス、第2流動化ガス、および第3流動化ガスをそれぞれ供給する第1散気装置、第2散気装置、および第3散気装置と、第1原料を前記熱分解室に第1供給量で供給する第1原料供給装置と、前記第1原料よりも、水素に対する炭素の比率、および酸素に対する炭素の比率が低い第2原料を前記熱分解室に第2供給量で供給する第2原料供給装置と、前記第1原料供給装置と前記第2原料供給装置の動作を独立に制御する動作制御部を備えている、熱分解装置が提供される。

[0010] 一態様では、前記動作制御部は、前記主燃焼室内の温度または前記沈降燃焼室内の温度に基づいて、前記第1供給量と前記第2供給量の比率を調節するように構成されている。

一態様では、前記熱分解装置は、前記第1原料を前記主燃焼室に供給する第3原料供給装置と、前記第2原料を前記主燃焼室に供給する第4原料供給装置をさらに備えている。

[0011] 一態様では、前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度が所定の温度範囲内に収まるように前記第3散気装置の動作を制御するように構成されている。

一態様では、前記第3散気装置は、前記沈降燃焼室の下に配置された風箱と、前記風箱に連結された流動化ガス供給ラインと、前記流動化ガス供給ラインに取り付けられた温度調節器と、前記流動化ガス供給ラインに取り付けられたガス流量調節弁を備えており、前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度が前記所定の温度範囲内に収まるように前記温度調節器および前記ガス流量調節弁のうちの少なくとも一方の動作を制御するように構成されてい

る。

[0012] 一態様では、前記熱分解装置は、前記沈降燃焼室内の流動媒体から熱を回収する熱回収器をさらに備え、前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度が所定の温度範囲内に収まるように前記熱回収器の動作を制御するように構成されている。

一態様では、前記熱回収器は、前記沈降燃焼室内に配置された伝熱管と、前記伝熱管内を流れる冷却媒体の流量を調節する冷媒流量調節弁を備えており、前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度が前記所定の温度範囲内に収まるように前記冷媒流量調節弁の動作を制御するように構成されている。

[0013] 一態様では、前記第3散気装置は、前記沈降燃焼室の下に配置された複数の風箱と、前記複数の風箱にそれぞれ連結された複数の流動化ガス供給ラインと、前記複数の流動化ガス供給ラインにそれぞれ取り付けられた複数のガス流量調節弁を備えており、前記動作制御部は、前記複数のガス流量調節弁の開度が互いに異なるように、前記複数のガス流量調節弁の動作を制御するように構成されている。

一態様では、前記第1散気装置は、前記第1流動化ガスを前記熱分解室に供給する少なくとも1つの第1流動化ガス供給源を備えており、前記第1流動化ガス供給源は、一酸化炭素ガス、二酸化炭素ガス、水素ガス、炭化水素ガス、蒸気、窒素ガスのうちの少なくとも1つを供給するための、少なくとも1つの供給源を含む。

[0014] 一態様では、流動する流動媒体からなる流動床内で原料を熱分解するための熱分解装置であって、流動床炉と、前記流動床炉の内部を熱分解室と燃焼室とに仕切る第1仕切壁と、前記燃焼室を主燃焼室と沈降燃焼室に仕切る第2仕切壁と、前記熱分解室、前記主燃焼室、および前記沈降燃焼室に、第1流動化ガス、第2流動化ガス、および第3流動化ガスをそれぞれ供給する第1散気装置、第2散気装置、および第3散気装置と、原料を前記熱分解室に供給する原料供給装置と、前記沈降燃焼室内の温度を測定する沈降燃焼室温度計と、前記沈降燃焼室内の温度を制御する動作制御部を備えている、熱分

解装置が提供される。

- [0015] 一態様では、前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度の測定値が所定の温度範囲内に収まるように前記第3散気装置の動作を制御するように構成されている。

一態様では、前記第3散気装置は、前記沈降燃焼室の下に配置された風箱と、前記風箱に連結された流動化ガス供給ラインと、前記流動化ガス供給ラインに取り付けられた温度調節器と、前記流動化ガス供給ラインに取り付けられたガス流量調節弁を備えており、前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度の測定値が前記所定の温度範囲内に収まるように前記温度調節器および前記ガス流量調節弁のうちの少なくとも一方の動作を制御するように構成されている。

- [0016] 一態様では、前記熱分解装置は、前記沈降燃焼室内の流動媒体から熱を回収する熱回収器をさらに備え、前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度の測定値が所定の温度範囲内に収まるように前記熱回収器の動作を制御するように構成されている。

一態様では、前記熱回収器は、前記沈降燃焼室内に配置された伝熱管と、前記伝熱管内を流れる冷却媒体の流量を調節する冷媒流量調節弁を備えており、前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度の測定値が前記所定の温度範囲内に収まるように前記冷媒流量調節弁の動作を制御するように構成されている。

一態様では、前記第3散気装置は、前記沈降燃焼室の下に配置された複数の風箱と、前記複数の風箱にそれぞれ連結された複数の流動化ガス供給ラインと、前記複数の流動化ガス供給ラインにそれぞれ取り付けられた複数のガス流量調節弁を備えており、前記動作制御部は、前記複数のガス流量調節弁の開度が互いに異なるように、前記複数のガス流量調節弁の動作を制御するように構成されている。

一態様では、前記第3散気装置は、前記第3流動化ガスを前記沈降燃焼室に供給する流動化ガス供給源を備えており、前記流動化ガス供給源は、一酸

化炭素ガス、二酸化炭素ガス、水素ガス、炭化水素ガス、蒸気、窒素ガスのうちの少なくとも1つを供給するための、少なくとも1つの供給源を含む。

[0017] 一態様では、流動媒体が収容された流動床炉の内部が熱分解室、主燃焼室、および沈降燃焼室に仕切られた熱分解装置を用いて原料を熱分解するための熱分解方法であって、前記熱分解室に第1流動化ガスを供給して、第1流動床を前記熱分解室内に形成し、第1原料を前記熱分解室に第1供給量で供給しながら、前記第1原料よりも、水素に対する炭素の比率、および酸素に対する炭素の比率が低い第2原料を前記熱分解室に第2供給量で供給し、前記第1原料および前記第2原料を前記熱分解室内で熱分解し、前記主燃焼室に第2流動化ガスを供給して第2流動床を前記主燃焼室内に形成しながら、前記第1原料の残渣および前記第2原料の残渣を前記主燃焼室内で燃焼し、前記沈降燃焼室に第3流動化ガスを供給して第3流動床を前記沈降燃焼室内に形成しながら、流動媒体を前記主燃焼室から前記沈降燃焼室を通じて前記熱分解室に移動させる、熱分解方法が提供される。

[0018] 一態様では、前記主燃焼室内の温度または前記沈降燃焼室内の温度に基づいて、前記第1供給量と前記第2供給量の比率を制御する。

一態様では、前記第1原料および前記第2原料を前記熱分解室に供給しながら、前記第1原料および前記第2原料のうちの少なくとも一方を前記主燃焼室に供給する。

一態様では、前記沈降燃焼室内の温度が所定の温度範囲内に収まるように前記第3流動化ガスの温度または流量を調節する。

[0019] 一態様では、前記沈降燃焼室内には、冷却媒体が流れる伝熱管が配置されており、前記沈降燃焼室内の温度が所定の温度範囲内に収まるように前記冷却媒体の流量を調節する。

一態様では、前記沈降燃焼室の下に配置された複数の風箱から、異なる流量で前記第3流動化ガスを前記沈降燃焼室内に供給することによって、前記第3流動床を形成する流動媒体を旋回させる。

一態様では、前記第1流動化ガスは、一酸化炭素ガス、二酸化炭素ガス、

水素ガス、炭化水素ガス、蒸気、窒素ガスのうちの少なくとも1つを含む。

[0020] 一態様では、流動媒体が収容された流動床炉の内部が熱分解室、主燃焼室、および沈降燃焼室に仕切られた熱分解装置を用いて原料を熱分解するための熱分解方法であって、前記熱分解室に第1流動化ガスを供給して、第1流動床を前記熱分解室内に形成し、原料を前記熱分解室に供給し、前記原料を前記熱分解室内で熱分解し、前記主燃焼室に第2流動化ガスを供給して第2流動床を前記主燃焼室内に形成しながら、前記原料の残渣を前記主燃焼室内で燃焼し、前記沈降燃焼室に第3流動化ガスを供給して第3流動床を前記沈降燃焼室内に形成しながら、流動媒体を前記主燃焼室から前記沈降燃焼室を通じて前記熱分解室に移動させ、前記沈降燃焼室内の温度を所定の温度範囲内に制御する、熱分解方法が提供される。

[0021] 一態様では、前記沈降燃焼室内の温度が前記所定の温度範囲内に収まるように前記第3流動化ガスの温度または流量を調節する。

一態様では、前記沈降燃焼室内には、冷却媒体が流れる伝熱管が配置されており、前記沈降燃焼室内の温度が前記所定の温度範囲内に収まるように前記冷却媒体の流量を調節する。

一態様では、前記沈降燃焼室の下に配置された複数の風箱から、異なる流量で前記第3流動化ガスを前記沈降燃焼室内に供給することによって、前記第3流動床を形成する流動媒体を旋回させる。

発明の効果

[0022] 本発明の一態様によれば、水素に対する炭素の比率（炭素／水素比）、および酸素に対する炭素の比率（炭素／酸素比）が高い第1原料と、第1原料に比べてこれらの比率が低い第2原料が、同時に熱分解室内に供給される。第1原料の残渣から発生する熱エネルギーは、主燃焼室内の流動媒体を十分に加熱することができる。したがって、主燃焼室内において第2原料の残渣が保有すべき熱量は低くてよい。結果として、第2原料からの熱分解生成物の収率が向上する。加熱された流動媒体は、主燃焼室から沈降燃焼室を通過して熱分解室に移動し、第1原料および第2原料を熱分解する。

- [0023] 本発明の一態様によれば、流動媒体の温度が予め調節された後に、流動媒体が熱分解室に移動するので、局所的な高温領域が熱分解室内に形成されない。したがって、原料は熱分解室内で適正な温度範囲内で加熱され、結果として、所望の熱分解生成物（例えば油）の収率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0024] [図1]熱分解装置の一実施形態を示す模式図である。
[図2]熱分解装置の他の実施形態を示す模式図である。
[図3]熱分解装置のさらに他の実施形態を示す模式図である。
[図4]熱分解装置のさらに他の実施形態を示す模式図である。
[図5]熱分解装置のさらに他の実施形態を示す模式図である。
[図6]熱分解装置のさらに他の実施形態を示す模式図である。
[図7]熱分解装置のさらに他の実施形態を示す模式図である。

発明を実施するための形態

- [0025] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

図1は、熱分解装置の一実施形態を示す模式図である。図1に示す熱分解装置は、原料を熱分解し、熱分解生成物を生成する熱分解室4と、熱分解された原料の残渣を燃焼する燃焼室5を備えている。熱分解室4および燃焼室5は、1つの流動床炉1内に形成されている。すなわち、流動床炉1の内部は、第1仕切壁11によって熱分解室4と燃焼室5に仕切られており、さらに燃焼室5は第2仕切壁12によって主燃焼室6と沈降燃焼室7に仕切られている。流動床炉1の全体の形状は特に限定されないが、例えば円筒形または矩形を有している。

- [0026] 熱分解室4、主燃焼室6、沈降燃焼室7内には、流動媒体（例えば珪砂）が收容されている。流動媒体を流動させるために、熱分解室4、主燃焼室6、および沈降燃焼室7は、第1散気装置15、第2散気装置25、および第3散気装置35にそれぞれ接続されている。第1散気装置15、第2散気装置25、および第3散気装置35は、第1流動化ガス、第2流動化ガス、および第3流動化ガスを熱分解室4、主燃焼室6、および沈降燃焼室7にそれ

それぞれ独立に吹き込み、各室4, 5, 7内の流動媒体を流動させる。流動する流動媒体は、第1流動床51、第2流動床52、および第3流動床53を熱分解室4、主燃焼室6、および沈降燃焼室7内に形成する。第1流動床51、第2流動床52、および第3流動床53の上方には、流動媒体がほとんど存在しないフリーボード部55、フリーボード部56、およびフリーボード部57がある。

[0027] 第1散気装置15は、熱分解室4の下にある複数（図1では2つ）の第1風箱16と、これら第1風箱16に連結された第1流動化ガス供給ライン17と、第1流動化ガス供給ライン17に接続された第1流動化ガス供給源18と、第1流動化ガス供給ライン17に取り付けられた複数（図1では2つ）の第1ガス流量調節弁（または第1ガス流量調節ダンパ）19を備えている。第1流動化ガス供給ライン17は複数の第1分岐ライン17aを有しており、第1ガス流量調節弁19はこれらの第1分岐ライン17aにそれぞれ取り付けられている。第1風箱16の上壁は多孔板16aから構成されている。多孔板16aは、熱分解室4の炉床を構成する。

[0028] 本実施形態では、第1流動化ガスとして、水蒸気を使用されている。第1流動化ガス供給源18には、水蒸気を発生させるボイラが使用されている。一実施形態では、第1流動化ガスとして空気を使用してもよい。この場合は、第1散気装置15は、第1流動化ガス供給源18として送風機を備えてもよい。さらに、第1散気装置15は、第1流動化ガスを加熱するための温度調節器を備えてもよい。温度調節器は、第1流動化ガス供給ライン17に取り付けられる。

[0029] 第2散気装置25は、複数（図1では3つ）の第2風箱26と、これら第2風箱26に連結された第2流動化ガス供給ライン27と、第2流動化ガス供給ライン27に接続された第2流動化ガス供給源28と、第2流動化ガス供給ライン27に取り付けられた複数（図1では3つ）の第2ガス流量調節弁（または第2ガス流量調節ダンパ）29と、第2流動化ガス供給ライン27に取り付けられた第2温度調節器30を備えている。第2流動化ガス供給

ライン 27 は複数の第 2 分岐ライン 27 a を有しており、第 2 ガス流量調節弁 29 はこれらの第 2 分岐ライン 27 a にそれぞれ取り付けられている。第 2 風箱 26 の上壁は多孔板 26 a から構成されている。多孔板 26 a は、主燃焼室 6 の炉床を構成する。

[0030] 第 3 散気装置 35 は、少なくとも 1 つの第 3 風箱 36 と、第 3 風箱 36 に連結された少なくとも 1 つの第 3 流動化ガス供給ライン 37 と、第 3 流動化ガス供給ライン 37 に接続された第 3 流動化ガス供給源 38 と、第 3 流動化ガス供給ライン 37 に取り付けられた少なくとも 1 つの第 3 ガス流量調節弁（または第 3 ガス流量調節ダンパ）39 と、第 3 流動化ガス供給ライン 37 に取り付けられた第 3 温度調節器 40 を備えている。第 3 風箱 36 の上壁は多孔板 36 a から構成されている。多孔板 36 a は、沈降燃焼室 7 の炉床を構成する。

[0031] 風箱 16, 26, 36 内に示す白抜き矢印の大きさは、吹き出される流動化ガスの流速を示している。流動化ガスの流速の違いにより、熱分解室 4 内には流動媒体の旋回流が形成され、主燃焼室 6 内にも流動媒体の旋回流が形成される。第 1 流動床 51 は、旋回する流動媒体から形成され、第 2 流動床 52 も、旋回する流動媒体から形成される。一方、沈降燃焼室 7 内の第 3 流動床 53 は、流動媒体の下降流から形成されている。一実施形態では、第 3 流動床 53 も、旋回する流動媒体から形成されてもよい。

[0032] 本実施形態では、主燃焼室 6 および沈降燃焼室 7 に供給される第 2 流動化ガスおよび第 3 流動化ガスには、空気が使用されており、第 2 流動化ガス供給源 28 および第 3 流動化ガス供給源 38 は、送風機から構成されている。ただし、本発明は本実施形態には限定されず、第 2 流動化ガスおよび第 3 流動化ガスとして、他のタイプのガスを用いてもよい。例えば、第 2 流動化ガス供給源 28 は、二酸化炭素ガス、蒸気、窒素ガス、酸素のうちの少なくとも 1 つを供給するための少なくとも 1 つの供給源を含んでもよい。また、および第 3 流動化ガス供給源 38 は、一酸化炭素ガス、二酸化炭素ガス、水素ガス、炭化水素ガス、蒸気、窒素ガスのうちの少なくとも 1 つを供給するた

めの少なくとも1つの供給源を含んでもよい。

[0033] 図1に示す実施形態では、第2流動化ガス供給源28および第3流動化ガス供給源38は、第2流動化ガス供給ライン27および第3流動化ガス供給ライン37にそれぞれ連結されているが、一実施形態では、共通の流動化ガス供給源が第2流動化ガス供給ライン27および第3流動化ガス供給ライン37に連結されてもよい。この場合は、第2温度調節器30および第3温度調節器40に代えて、共通の温度調節器が第2流動化ガス供給ライン27および第3流動化ガス供給ライン37に取り付けられてもよい。

[0034] 熱分解室4、主燃焼室6、沈降燃焼室7は、全体として1つの流動床炉1を構成する。第1仕切壁11は、流動床炉1の上壁1aから下方に延びている。第1仕切壁11の下端は炉床に接していなく、第1仕切壁11の下に第1開口部61がある。この第1開口部61は、熱分解室4および沈降燃焼室7の底部に位置しており、熱分解室4と沈降燃焼室7は第1開口部61を通じて互いに連通している。したがって、第1開口部61は、主燃焼室6内で加熱された流動媒体が沈降燃焼室7を通して熱分解室4内に移動することを許容する。第1開口部61は、熱分解室4および沈降燃焼室7内の第1流動床51および第3流動床53の界面（上面）よりも下方に位置している。

[0035] 第2仕切壁12は、燃焼室5（主燃焼室6および沈降燃焼室7）の炉床から上方に延びている。第2仕切壁12の上端は、流動床炉1の上壁1aに接続されていなく、第2仕切壁12の上に第2開口部62がある。この第2開口部62は、主燃焼室6のフリーボード部56と、沈降燃焼室7のフリーボード部57に位置しており、主燃焼室6と沈降燃焼室7は第2開口部62を通じて互いに連通している。より具体的には、主燃焼室6のフリーボード部56と、沈降燃焼室7のフリーボード部57は、第2開口部62を通じて互いに連通している。

[0036] 主燃焼室6内には、流動媒体の流速が異なる2つの領域、すなわち弱流動化領域と強流動化領域が形成されている。弱流動化領域は、主燃焼室6の中央に形成され、強流動化領域は、弱流動化領域の外側に形成されている。し

たがって、主燃焼室 6 の中央領域では流動媒体の下降流が形成され、主燃焼室 6 の外側領域では流動媒体の上昇流が形成されている。これらの流動媒体の上昇流および下降流は、主燃焼室 6 内で、流動媒体の旋回流を形成する。第 2 流動床 5 2 は、このような流動媒体の旋回流から形成される。

[0037] 主燃焼室 6 内で旋回流を形成する流動媒体の一部は、第 2 仕切壁 1 2 の上端を越流し、第 2 開口部 6 2 を通って沈降燃焼室 7 内に流入する。流動媒体は、沈降燃焼室 7 内で下降しながら、第 3 流動床 5 3 を形成する。さらに、流動媒体は、沈降燃焼室 7 から第 1 開口部 6 1 を通って熱分解室 4 に流入し、第 1 流動床 5 1 を形成する流動媒体に混合される。熱分解室 4 内では、流動媒体は旋回流を形成している。この旋回流を形成する流動媒体は、第 1 仕切壁 1 1 に沿って上昇し、この上昇流は沈降燃焼室 7 内の流動媒体を熱分解室 4 内に誘引する。

[0038] 熱分解室 4 と主燃焼室 6 は、連通路 7 0 を通じて互いに連通している。図 1 では連通路 7 0 を示す矢印は流動床炉 1 の外に描かれているが、連通路 7 0 も流動床炉 1 内に位置している。加えて、図 1 では、熱分解室 4、主燃焼室 6、および沈降燃焼室 7 は、平面的に描かれているが、実際にはこれらの室 4、6、7 は立体的な形状であり、熱分解室 4 は主燃焼室 6 および沈降燃焼室 7 の両方の隣に配置することも可能である。したがって、連通路 7 0 は単なる開口部から構成されていることもある。

[0039] 熱分解装置は、第 1 原料と第 2 原料を熱分解室 4 内に供給する第 1 原料供給装置 7 1 および第 2 原料供給装置 7 2 を備えている。第 1 原料供給装置 7 1 の原料出口は、熱分解室 4 に連結され、第 1 原料供給装置 7 1 の原料入口は、第 1 原料を搬送する搬送装置（図示せず）に接続されている。同じように、第 2 原料供給装置 7 2 の原料出口は、熱分解室 4 に連結され、第 2 原料供給装置 7 2 の原料入口は、第 2 原料を搬送する搬送装置（図示せず）に接続されている。第 1 原料供給装置 7 1 および第 2 原料供給装置 7 2 の具体例としては、原料を定量的に熱分解室 4 内に送ることができるスクリーフエーダーが挙げられる。

[0040] 図 1 に示す実施形態では、第 1 原料および第 2 原料は、第 1 原料供給装置 7 1 および第 2 原料供給装置 7 2 から、熱分解室 4 のフリーボード部 5 5 に設けられた 2 つの供給口 7 4, 7 5 を通じて熱分解室 4 内に供給される。図 1 では、これら 2 つの供給口 7 4, 7 5 は模式的に描かれている。一実施形態では、第 1 原料および第 2 原料は、第 1 原料供給装置 7 1 および第 2 原料供給装置 7 2 から送り出された後に混合され、第 1 原料と第 2 原料との混合物が 1 つの供給口から熱分解室 4 内に供給されてもよい。

[0041] 熱分解室 4 内に投入された第 1 原料および第 2 原料は、第 1 流動床 5 1 を形成する流動媒体の旋回流によって攪拌されながら、流動媒体から熱を受け、熱分解する。熱分解の結果、第 1 原料および第 2 原料に含まれる成分の一部は、熱分解生成物を形成する。熱分解生成物は、熱分解室 4 を構成する流動床炉 1 の上壁 1 a に設けられた生成物出口 7 8 を通って熱分解室 4 から排出される。生成物出口 7 8 は熱分解室 4 に連通している。第 1 原料の残渣および第 2 原料の残渣は、流動媒体とともに、連通路 7 0 を通って主燃焼室 6 に移動する。残渣は、第 2 流動床 5 2 を形成する流動媒体とともに旋回しながら燃焼する。残渣は燃焼とともに熱エネルギーを放出し、燃焼排ガスを発生しながら、第 2 流動床 5 2 を形成する流動媒体を加熱する。燃焼排ガスは、主燃焼室 6 を構成する流動床炉 1 の上壁 1 a に設けられた排ガス出口 7 9 を通って燃焼室から排出される。排ガス出口 7 9 は主燃焼室 6 に連通している。

[0042] 加熱された流動媒体の一部は、第 2 仕切壁 1 2 の上端を越流し、第 2 開口部 6 2 を通って沈降燃焼室 7 に移動し、沈降燃焼室 7 内で下降しながら第 3 流動床 5 3 を形成する。さらに、加熱された流動媒体は第 1 開口部 6 1 を通って熱分解室 4 内に流入する。加熱された流動媒体は、熱分解に必要な熱量を提供し、これにより第 1 原料および第 2 原料の熱分解が熱分解室 4 内で進行する。沈降燃焼室 7 から移動した流動媒体は高温であるが、熱分解室 4 内の第 1 流動床 5 1 に混合されるにつれて、流動媒体の温度は低下する。このように、主燃焼室 6 から沈降燃焼室 7 を経由して熱分解室 4 に移動した流動

媒体は、第1原料および第2原料の熱分解の熱源として機能する。

[0043] 本実施形態における第1原料は、石油から製造されたプラスチックの廃材（以下、廃プラスチックという）に代表される、炭素の含有率が高い材料である。第2原料は、第1原料よりも炭素の含有率が低い可燃性材料であり、例えば、バイオマス、都市ごみ、汚泥、有機性廃棄物などが挙げられる。第1原料は、第2原料よりも炭素の含有量が高く、かつカロリーも高い。したがって、第1原料は、第2原料に比べて燃えやすく、燃焼したときに高い熱エネルギーを生じる。一方、第2原料は、第1原料に比べて、炭素の含有率が低く、かつ通常水分を比較的多く含んでいるため、第1原料よりも燃えにくい。一実施形態では、第1原料は、水素に対する炭素の比率、および酸素に対する炭素の比率が、第2原料のそれらよりも高い材料（例えば、都市ごみ、産業廃棄物など）であってもよい。

[0044] 第1原料は、少なくとも廃プラスチックを含む。第1原料の熱分解により生成された熱分解生成物は、廃プラスチックから得られた油（主に炭素（C）および水素（H）を多く含む、常温常圧で液体の炭化水素化合物等）を含む。第2原料は、バイオマスなどの有機材料であり、第2原料に含まれる炭素（C）、酸素（O）、水素（H）の割合、具体的には、水素に対する炭素の比率（炭素／水素比）、および酸素に対する炭素の比率（炭素／酸素比）は、廃プラスチックにおけるそれらの比率よりも低いことがある。したがって、第2原料の熱分解により生成された熱分解生成物は、炭素（C）に加え、酸素（O）および水素（H）を含むため、第1原料の熱分解により生成された熱分解生成物に比べ、炭素（C）の含有割合が低い。

[0045] 第1原料および第2原料は、熱分解室4内では燃焼せず、熱分解される。第1原料は、炭素を多く含むため、熱分解室4内で炭化物（チャー）が生成されやすい。炭化物（チャー）は、熱分解生成物として熱分解室4から取り出すことができない反面、高い熱量を保有している。第1原料の一部は、熱分解生成物として熱分解室4から排出され、第1原料の残渣は炭化物（チャー）として主燃焼室6内に送られる。この炭化物（チャー）は高い熱量を有

している。したがって、炭化物（チャー）は主燃焼室 6 内で燃焼したときに高い熱エネルギーを発生し、流動媒体を高温に加熱することができる。

[0046] 一方、第 2 原料は、炭素の含有率が第 1 原料に比べて低い。このため、第 2 原料の熱分解に必要な熱量を第 2 原料のみで確保しようとする、第 2 原料に含まれる炭素のうちの大部分を主燃焼室 6 内で消費する必要がある。結果として、第 2 原料から生成される熱分解生成物の収率が低下する。この点、本実施形態によれば、炭素を多く含む第 1 原料と、より少ない量の炭素を含む第 2 原料が、同時に熱分解室 4 内に供給される。第 1 原料の残渣が主燃焼室 6 内で燃焼することにより発生する熱エネルギーは、主燃焼室 6 内の流動媒体を十分に加熱することができる。したがって、主燃焼室 6 内において第 2 原料の残渣が保有すべき熱量は低くてよい。結果として、第 2 原料からの熱分解生成物の収率が向上する。加熱された流動媒体は、主燃焼室 6 から沈降燃焼室 7 を通って熱分解室 4 に移動し、第 1 原料および第 2 原料を熱分解する。

[0047] 図 1 に示すように、第 1 散気装置 1 5 の第 1 風箱 1 6 と、第 3 散気装置 3 5 の第 3 風箱 3 6 との間には、不燃物排出口 8 2 が設けられている。第 1 原料および／または第 2 原料中に含まれる比較的大きな不燃物は不燃物排出口 8 2 から排出される。

[0048] 次に、熱分解室 4 内に供給される第 1 原料と第 2 原料の比率について説明する。上述したように、第 1 原料の残渣は、燃焼時に第 2 原料の残渣よりも高い熱エネルギーを発生する。したがって、熱分解室 4 への第 1 原料の供給量と第 2 原料の供給量の比率は、主燃焼室 6 および沈降燃焼室 7 内の温度に影響する。本実施形態の熱分解装置は、主燃焼室 6 内の温度に基づいて、熱分解室 4 内に供給すべき第 1 原料の供給量と第 2 原料の供給量の比率を制御する。より具体的には、熱分解装置は、主燃焼室 6 内の温度が所定の目標範囲内に収まるように、熱分解室 4 への第 1 原料の供給量と第 2 原料の供給量の比率を調節するように構成される。

[0049] 図 1 に示すように、熱分解装置は、第 1 原料供給装置 7 1 および第 2 原料

供給装置 7 2 の動作を独立に制御する動作制御部 2 0 0 を備えている。動作制御部 2 0 0 は、第 1 原料供給装置 7 1 および第 2 原料供給装置 7 2 に接続されている。動作制御部 2 0 0 は、第 1 原料供給装置 7 1 が第 1 原料を熱分解室 4 に供給する量を制御し、さらに第 1 原料供給装置 7 1 が第 2 原料を熱分解室 4 に供給する量を制御するように構成されている。動作制御部 2 0 0 は、熱分解室 4 への第 1 原料の供給量および第 2 原料の供給量を独立して制御することが可能である。したがって、動作制御部 2 0 0 は、熱分解室 4 への第 1 原料の供給量と第 2 原料の供給量の比率を制御することができる。第 1 原料の供給量と第 2 原料の供給量の比率の例には、第 1 原料の供給量が 0 の場合、および第 2 原料の供給量が 0 の場合も含む。

[0050] 動作制御部 2 0 0 は、プログラムが格納された記憶装置 2 0 0 a と、プログラムに含まれる命令に従って演算を実行する演算装置 2 0 0 b を備えている。記憶装置 2 0 0 a は、RAM などの主記憶装置と、ハードディスクドライブ (HDD)、ソリッドステートドライブ (SSD) などの補助記憶装置を備えている。演算装置 2 0 0 b の例としては、CPU (中央処理装置)、GPU (グラフィックプロセッシングユニット) が挙げられる。ただし、動作制御部 2 0 0 の具体的構成は本実施形態に限定されない。

[0051] 動作制御部 2 0 0 は、少なくとも 1 台のコンピュータから構成される。例えば、動作制御部 2 0 0 は、流動床炉 1 の近くに配置されたエッジサーバであってもよいし、インターネットやローカルエリアネットワークなどの通信ネットワークに接続されたクラウドサーバであってもよい。動作制御部 2 0 0 は、複数のサーバの組み合わせであってもよい。例えば、動作制御部 2 0 0 は、インターネットまたはローカルエリアネットワークなどの通信ネットワークにより互いに接続されたエッジサーバとクラウドサーバとの組み合わせであってもよい。

[0052] 熱分解装置は、熱分解室 4 内に配置された熱分解室温度計 8 5 と、主燃焼室 6 内に配置された主燃焼室温度計 8 6 と、沈降燃焼室 7 内に配置された沈降燃焼室温度計 8 7 をさらに備えている。本実施形態では、複数の (図 1 で

は3つの) 熱分解室温度計85が熱分解室4内で縦方向に沿って配列されている。複数の熱分解室温度計85のうち1つは、熱分解室4内のフリーボード部55に配置されており、他の熱分解室温度計85は第1流動床51内に配置されている。同様に、複数の(図1では3つの) 主燃焼室温度計86が主燃焼室6内で縦方向に沿って配列され、複数の(図1では3つの) 沈降燃焼室温度計87が沈降燃焼室7内で縦方向に沿って配列されている。複数の主燃焼室温度計86のうち1つは、主燃焼室6内のフリーボード部56に配置されており、他の主燃焼室温度計86は第2流動床52内に配置されている。複数の沈降燃焼室温度計87のうち1つは、沈降燃焼室7内のフリーボード部57に配置されており、他の沈降燃焼室温度計87は第3流動床53内に配置されている。

[0053] 熱分解室温度計85、主燃焼室温度計86、および沈降燃焼室温度計87の数および配置は、図1に示す実施形態に限定されない。一実施形態では、単一の熱分解室温度計85、単一の主燃焼室温度計86、および単一の沈降燃焼室温度計87が配置されてもよい。別の実施形態では、4つ以上の熱分解室温度計85、4つ以上の主燃焼室温度計86、および4つ以上の沈降燃焼室温度計87が熱分解室4、主燃焼室6、および沈降燃焼室7内にそれぞれ配置されてもよい。

[0054] 熱分解室温度計85、主燃焼室温度計86、および沈降燃焼室温度計87は、熱分解室4内の温度、主燃焼室6内の温度、および沈降燃焼室7内の温度をそれぞれ測定する。熱分解室温度計85、主燃焼室温度計86、および沈降燃焼室温度計87は、動作制御部200に接続されている。熱分解室4内の温度の測定値は熱分解室温度計85から動作制御部200に送られ、主燃焼室6内の温度の測定値は主燃焼室温度計86から動作制御部200に送られ、沈降燃焼室7内の温度の測定値は沈降燃焼室温度計87から動作制御部200に送られるようになっている。

[0055] 動作制御部200は、主燃焼室6内の温度に基づいて、熱分解室4への第1原料の供給量および第2原料の供給量の比率を調節するように構成されて

いる。より具体的には、動作制御部200は、主燃焼室温度計86から送られてくる主燃焼室6内の温度の測定値が所定の目標範囲内に収まるように、第1原料供給装置71および第2原料供給装置72のうちの少なくとも一方に指令を発して、熱分解室4への第1原料の供給量および第2原料の供給量の比率を調節する。

[0056] 例えば、主燃焼室6内の温度の測定値が上記目標範囲を下回ったとき、動作制御部200は第1原料供給装置71に指令を発して第1原料の熱分解室4への供給量を増加させる。同時に、動作制御部200は第2原料供給装置72に指令を発して第2原料の熱分解室4への供給量を減少させてもよい。他の例では、主燃焼室6内の温度の測定値が上記目標範囲を上回ったとき、動作制御部200は第2原料供給装置72に指令を発して第2原料の熱分解室4への供給量を増加させる。同時に、動作制御部200は第1原料供給装置71に指令を発して第1原料の熱分解室4への供給量を減少させてもよい。第1原料の供給量または第2原料の供給量は0であってもよい。

[0057] 本実施形態によれば、第1原料供給装置71および第2原料供給装置72は、炭素の含有率が高い第1原料と、炭素の含有率が低い第2原料を適切な比で熱分解室4に投入することができる。熱分解室4内での熱分解と主燃焼室6内での燃焼は最適化され、結果として、熱分解室4での熱分解生成物の収率が向上する。

[0058] 熱分解室4と主燃焼室6との間の流動媒体の循環流量が一定である条件下では、熱分解室4の温度は、主燃焼室6から沈降燃焼室7を経由して送られる流動媒体の温度に依存する。具体的には、主燃焼室6内の温度が高ければ、熱分解室4内の温度も上がる。熱分解室4で生成される熱分解生成物の種類は、熱分解室4内の温度に依存する。例えば、油の回収に適した熱分解室4内の温度は、200℃以上であり、好ましくは250℃以上であり、更に好ましくは300℃以上であり、かつ600℃以下であり、好ましくは500℃以下であり、更に好ましくは400℃以下である。炭化水素ガスなどの高カロリーの燃料ガスの回収に適した熱分解室4内の温度は、600℃～9

00℃の範囲内でより温度が低い方が好ましい。水素と一酸化炭素の合成ガスの回収に適した熱分解室4内の温度は、900℃～1300℃の範囲内でより温度が高い方が好ましい。なお、熱分解室4の温度は、熱分解室4のフリーボード部55に酸化剤を供給することで確保してもよい。酸化剤としては、空気、酸素、酸素と蒸気の組み合わせが用いられる。

[0059] 図1に示す実施形態の熱分解装置は、油、燃料ガス、または合成ガスを選択的に回収することが可能である。例えば、油の収率を上げる場合は、第2原料の供給量に対する第1原料の供給量の比率が低い状態で、第1原料および第2原料を熱分解室4内に供給する。第1原料は、高カロリー材である廃プラスチックを含むのに対して、第2原料はバイオマス、都市ごみなどの比較的低カロリーの低い材料である。

[0060] 第1原料は、まず、熱分解室4内で熱分解され、その後、第1原料の残渣（炭化物であるチャー）は、主燃焼室6に送られる。第1原料の残渣は、炭化物を多く含む高カロリー材料であるが、主燃焼室6への第1原料の残渣の供給量は比較的少ないため、主燃焼室6内の温度はあまり上がらない。結果として、熱分解室4内の温度は、廃プラスチックからの油の回収に適した温度範囲600℃以下となる。

[0061] 炭化水素ガスなどの燃料ガスの収率を上げる場合には、第2原料の供給量に対する第1原料の供給量の比率を高めた状態で、第1原料および第2原料を熱分解室4内に供給する。第1原料は、熱分解室4内で熱分解され、その後、第1原料の残渣（炭化物であるチャー）は、主燃焼室6に送られる。主燃焼室6への第1原料の残渣の供給量は比較的多いため、主燃焼室6内の温度が上がる。結果として、熱分解室4内の温度は、炭化水素ガスの生成に適した温度範囲600℃～900℃となる。

[0062] 水素と一酸化炭素の合成ガスの収率を上げる場合は、第2原料の供給量に対する第1原料の供給量の比率をさらに高めた状態で、第1原料および第2原料を熱分解室4内に供給する。第1原料は、熱分解室4内で熱分解され、その後、第1原料の残渣（炭化物であるチャー）は、主燃焼室6に送られる。

。主燃焼室 6 への第 1 原料の残渣の供給量はかなり多いため、主燃焼室 6 内の温度が上がる。結果として、熱分解室 4 内の温度は、炭化水素ガスの生成に適した温度範囲 900℃～1300℃となる。

[0063] このように、動作制御部 200 は、第 1 原料供給装置 71 および第 2 原料供給装置 72 の動作を制御する（すなわち、熱分解室 4 への第 1 原料の供給量と第 2 原料の供給量の比率を調節する）ことで、熱分解室 4 内の温度を調節し、意図した熱分解生成物の収率を上げることができる。

[0064] 上述した実施形態では、動作制御部 200 は、主燃焼室 6 内の温度（すなわち主燃焼室温度計 86 から送られた温度の測定値）に基づいて第 1 原料供給装置 71 および第 2 原料供給装置 72 の動作を制御するが、一実施形態では、動作制御部 200 は、沈降燃焼室 7 内の温度（すなわち沈降燃焼室温度計 87 から送られた温度の測定値）に基づいて第 1 原料供給装置 71 および第 2 原料供給装置 72 の動作を制御してもよい。

[0065] 一実施形態では、図 2 に示すように、熱分解装置は、第 1 原料と第 2 原料を主燃焼室 6 内に供給する第 3 原料供給装置 91 および第 4 原料供給装置 92 をさらに備えてもよい。第 3 原料供給装置 91 の原料出口は、主燃焼室 6 に連結され、第 3 原料供給装置 91 の原料入口は、第 1 原料を搬送する搬送装置（図示せず）に接続されている。同じように、第 4 原料供給装置 92 の原料出口は、主燃焼室 6 に連結され、第 4 原料供給装置 92 の原料入口は、第 2 原料を搬送する搬送装置（図示せず）に接続されている。第 3 原料供給装置 91 および第 4 原料供給装置 92 の具体例としては、原料を定量的に主燃焼室 6 内に送ることができるスクリーフィーダーが挙げられる。

[0066] 図 2 に示す実施形態では、第 1 原料および第 2 原料は、第 3 原料供給装置 91 および第 4 原料供給装置 92 から、主燃焼室 6 のフリーボード部 56 に設けられた 2 つの供給口 94, 95 を通じて主燃焼室 6 内に供給される。図 2 では、供給口 94, 95 は模式的に描かれている。一実施形態では、第 1 原料および第 2 原料は、第 3 原料供給装置 91 および第 4 原料供給装置 92 から送り出された後に混合され、第 1 原料と第 2 原料との混合物が 1 つの供

給口から主燃焼室 6 内に供給されてもよい。

- [0067] 動作制御部 200 は、第 3 原料供給装置 91 および第 4 原料供給装置 92 に接続されている。本実施形態では、動作制御部 200 は、第 1 原料供給装置 71 および第 2 原料供給装置 72 の動作に加え、第 3 原料供給装置 91 および第 4 原料供給装置 92 の動作を制御するように構成されている。具体的には、動作制御部 200 は、第 3 原料供給装置 91 が第 1 原料を主燃焼室 6 に供給する量を制御し、さらに第 4 原料供給装置 92 が第 2 原料を主燃焼室 6 に供給する量を制御するように構成されている。動作制御部 200 は、主燃焼室 6 への第 1 原料の供給量および第 2 原料の供給量を独立して制御することが可能である。したがって、動作制御部 200 は、主燃焼室 6 への第 1 原料の供給量と第 2 原料の供給量の比率を制御することができる。
- [0068] 熱分解装置の運転中、第 1 原料供給装置 71 および第 2 原料供給装置 72 は、第 1 原料および第 2 原料を熱分解室 4 内に供給し続けるのに対して、第 3 原料供給装置 91 および第 4 原料供給装置 92 は必要なときに第 1 原料および第 2 原料の少なくとも一方を主燃焼室 6 内に供給する。例えば、主燃焼室 6 内の温度の測定値が、上記目標範囲よりも低い所定の下限値を下回ったとき、動作制御部 200 は第 3 原料供給装置 91 に指令を発して第 1 原料を主燃焼室 6 内に供給させる。このとき、動作制御部 200 は第 4 原料供給装置 92 にも指令を発して第 2 原料を主燃焼室 6 内に供給させもよい。他の例では、主燃焼室 6 内の温度の測定値が、上記下限値を下回ったとき、動作制御部 200 は第 4 原料供給装置 92 に指令を発して第 2 原料を主燃焼室 6 内に供給させる。このとき、動作制御部 200 は第 3 原料供給装置 91 にも指令を発して第 1 原料を主燃焼室 6 内に供給させもよい。
- [0069] 本実施形態では、第 1 原料および第 2 原料の少なくとも一方は、主燃焼室 6 内に直接供給され、直ちに燃焼される。したがって、主燃焼室 6 内の温度は上昇し、上記目標範囲内に速やかに到達することができる。
- [0070] 一実施形態では、動作制御部 200 は、沈降燃焼室 7 内の温度（すなわち沈降燃焼室温度計 87 から送られた温度の測定値）に基づいて第 3 原料供給

装置 9 1 および第 4 原料供給装置 9 2 の動作を制御してもよい。

[0071] さらに、一実施形態では、動作制御部 2 0 0 は、第 1 原料供給装置 7 1 および第 2 原料供給装置 7 2 の動作を制御する代わりに、第 3 原料供給装置 9 1 および第 4 原料供給装置 9 2 のうちの少なくとも一方の動作を制御し、主燃焼室 6 または沈降燃焼室 7 内の温度の測定値を上記目標範囲内に維持してもよい。具体的には、第 1 原料供給装置 7 1 および第 2 原料供給装置 7 2 は、第 1 原料および第 2 原料を固定された供給量で熱分解室 4 内に供給しながら、動作制御部 2 0 0 は、主燃焼室 6 または沈降燃焼室 7 内の温度の測定値が上記目標範囲内に収まるように、第 3 原料供給装置 9 1 および第 4 原料供給装置 9 2 のうちの少なくとも一方の動作を制御し、第 1 原料および第 2 原料の少なくとも一方を主燃焼室 6 に供給してもよい。このような動作によれば、熱分解装置は、熱分解室 4 内での第 1 原料と第 2 原料の比率とは独立に、主燃焼室 6 内の温度を制御することができる。

[0072] 一実施形態では、図 3 に示すように、熱分解装置は、揮発性忌避物質を含む有害材料を主燃焼室 6 に供給する有害材料供給装置 1 0 0 をさらに備えてもよい。有害材料供給装置 1 0 0 の材料出口は、主燃焼室 6 に連結され、有害材料供給装置 1 0 0 の材料入口は、有害材料を搬送する搬送装置（図示せず）に接続されている。有害材料は、主燃焼室 6 のフリーボード部 5 6 に設けられた供給口 1 0 1 から主燃焼室 6 内に供給される。有害材料供給装置 1 0 0 の具体例としては、有害材料を定量的に主燃焼室 6 内に送ることができるスクリュウフィーダーが挙げられる。

[0073] 揮発性忌避物質は、主燃焼室 6 内で燃焼し、燃焼排ガスを生成する。燃焼排ガスは、排ガス出口 7 9 を通って主燃焼室 6 から排出される。揮発性忌避物質は、熱分解室 4 内に移動しないので、揮発性忌避物質は、熱分解室 4 内で生成された熱分解生成物に混入することがない。

[0074] 図 1 乃至図 3 に示す実施形態の熱分解装置は、第 1 原料および第 2 原料由来の種々の熱分解生成物（油、炭化水素など）を熱分解室 4 から排出することができる。これらの熱分解生成物は、石油製品や燃料などの製品に利用す

ることができる。最近では、より多種多様の化学物質を排出することができる処理システムへの要請が高まっている。

[0075] そこで、次に、第1原料および第2原料由来の物質に加えて、他の化学物質を熱分解生成物として排出することができる熱分解装置の一実施形態について説明する。図4に示すように、第1散気装置15は、第1流動化ガス供給ライン17に接続された複数の（図4の例では2つの）第1流動化ガス供給源18A、18Bと、これら複数の第1流動化ガス供給源18A、18Bの下流にそれぞれ配置された複数の（図4の例では2つの）開閉弁111、112を備えている。

[0076] 複数の第1流動化ガス供給源18A、18Bのうちの1つは、水蒸気または空気を供給するための主供給源18Aであり、他の1つは添加ガスを供給するための添加ガス供給源18Bである。本実施形態では、主供給源18Aは、水蒸気を発生させるボイラから構成されている。一実施形態では、主供給源18Aは、空気を送る送風機から構成されてもよい。さらに、一実施形態では、主供給源18Aが設けられない場合もある。添加ガスは、一酸化炭素ガス、二酸化炭素ガス、水素ガス、炭化水素ガス、窒素ガスのうちのいずれか1つである。上記複数の第1流動化ガス供給源18A、18Bは、一酸化炭素ガス、二酸化炭素ガス、水素ガス、炭化水素ガス、窒素ガスから選択された複数の種類の添加ガスを供給するための複数の添加ガス供給源を含んでもよい。添加ガスは熱分解生成物から得てもよい。

[0077] 開閉弁111、112は、主供給源18Aおよび添加ガス供給源18Bの下流にそれぞれ配置されている。これら開閉弁111、112は動作制御部200に接続されており、開閉弁111、112の開閉動作は動作制御部200によって制御される。動作制御部200がすべての開閉弁111、112を開くと、水蒸気および添加ガスの混合体は、第1流動化ガスとして第1流動化ガス供給ライン17を通して熱分解室4に供給される。動作制御部200が開閉弁111を開き、一方で開閉弁112を閉じると、水蒸気のみが第1流動化ガスとして第1流動化ガス供給ライン17を通して熱分解室4に

供給される。動作制御部 200 が開閉弁 111 を閉じ、一方で開閉弁 112 を開くと、添加ガスのみが第 1 流動化ガスとして第 1 流動化ガス供給ライン 17 を通って熱分解室 4 に供給される。第 1 流動化ガスの例としては、水蒸気と水素ガスとの混合体、水素ガスのみ等が挙げられる。複数の添加ガス供給源 18B を設けた場合は、第 1 流動化ガスは、水蒸気と水素ガスと一酸化炭素との混合体、水素ガスと一酸化炭素との混合体などが挙げられる。主供給源 18A が送風機である場合は、水蒸気に代えて空気が第 1 流動化ガスの少なくとも一部を構成する。

[0078] 上述した第 1 原料と第 2 原料の組み合わせを熱分解室 4 内に供給すると、熱分解生成物に含まれる炭素の割合は比較的大きい。このような場合、一例では、熱分解生成物内の炭素と水素との含有量をバランスさせるために、第 1 流動化ガスとして、水素ガスのみ、あるいは水蒸気と水素ガスとの組み合わせが使用される。水素の少なくとも一部は、熱分解室 4 内で原料の熱分解に供され、熱分解生成物として熱分解室 4 から排出される。このように、本実施形態では、必要とされる化学物質を含む第 1 流動化ガスが使用される。結果として、熱分解生成物は、所望の化学物質を含有することができる。

[0079] 図 1 乃至図 4 に示す実施形態は、適宜組み合わせることができる。例えば、図 3 に示す実施形態は、図 2 に示す実施形態と組み合わせてもよい。図 4 に示す実施形態は、図 2 および図 3 に示す実施形態に組み合わせてもよい。

[0080] 次に、油を原料から回収するのに適した熱分解装置の一実施形態について、図 5 を参照して説明する。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、図 1 を参照して説明した実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。図 5 に示す実施形態では、第 1 原料を熱分解室 4 内に供給するための原料供給装置 71 を備えている。この原料供給装置 71 は図 1 に示す第 1 原料供給装置 71 に相当する。以下の説明では、第 1 原料を、単に原料と称する。この原料は、上述した第 1 原料と同じタイプであり、炭素の含有率が高い廃プラスチックを少なくとも含む。本実施形態では図 1 の第 2 原料供給装置 72 に相当する構成要素は設けられていないが、第 2 原料を熱分解室

4内に供給するための図1に示す第2原料供給装置72が設けられてもよい。

[0081] 原料は熱分解室4内では燃焼されず、原料の残渣（例えばチャー）は主燃焼室6および沈降燃焼室7内で燃焼される。主燃焼室6および沈降燃焼室7内の流動媒体は、原料の残渣の燃焼によって加熱され、第1開口部61を通過して熱分解室4内に流入する。加熱された流動媒体は、熱分解室4内で第1流動床51と混合されるうちに除熱され、第1流動床51はある温度に落ち着く。油を廃プラスチックから回収するのに適した熱分解室4内の温度は、600℃以下である。したがって、熱分解室4内の温度は600℃以下に維持される。

[0082] しかしながら、沈降燃焼室7から熱分解室4に移動したばかりの流動媒体は高温であり、熱分解室4の内部には高温領域が局所的に存在する。例えば、熱分解室4内の全体の温度は、600℃以下に維持されているにもかかわらず、第1開口部61の付近の温度は800℃を超えることがある。このように高温領域が局所的に存在すると、高温領域にある廃プラスチックは過度に分解が進み、炭化物（チャー）と軽質ガスになり、結果として、油の収率が低下してしまう。

[0083] そこで、本実施形態では、沈降燃焼室7内の流動媒体の温度を、熱分解室4内で油を原料から得るのに適した温度に調節する。動作制御部200は、沈降燃焼室7内の温度に基づいて、沈降燃焼室7内に供給される第3流動化ガスの温度および流量のうちの少なくとも一方を制御するように構成されている。具体的には、動作制御部200は、第3散気装置35の第3温度調節器40および第3ガス流量調節弁39のうちの少なくとも一方を操作し、沈降燃焼室7内の温度の測定値が所定の温度範囲内に収まるように、沈降燃焼室7内に供給される第3流動化ガスの温度および流量のうちの少なくとも一方を制御する。沈降燃焼室7内の温度の測定値は、沈降燃焼室温度計87から動作制御部200に送られる。

[0084] 第3流動化ガス自体の温度は、沈降燃焼室7内の流動媒体の温度よりも低

い。したがって、動作制御部 200 が第 3 温度調節器 40 を操作して第 3 流動化ガスの温度をさらに下げると、沈降燃焼室 7 内の流動媒体の温度は低下する。同じように、動作制御部 200 が第 3 ガス流量調節弁 39 を操作して第 3 流動化ガスの流量を上げると、沈降燃焼室 7 内の流動媒体の温度は低下する。動作制御部 200 は、第 3 温度調節器 40 および第 3 ガス流量調節弁 39 の両方を操作して、第 3 流動化ガスの温度をさらに下げつつ、第 3 流動化ガスの流量を上げてよい。

[0085] このような流動媒体の温度の最適化の後、流動媒体は第 1 開口部 61 を通って熱分解室 4 内に流入する。流動媒体は熱分解室 4 内で旋回し、第 1 流動床 51 を形成しながら、熱分解室 4 内の温度を油成分の収率が高くなる温度域に維持する。廃プラスチックを含む原料は、流動媒体の旋回流によって攪拌されながら加熱され、気化した油を発生する。気化した油は、熱分解生成物として生成物出口 78 を通って熱分解室 4 から排出される。

[0086] 本実施形態によれば、流動媒体の温度が予め調節された後に、流動媒体が熱分解室 4 に移動するので、局所的な高温領域が熱分解室 4 内に形成されない。結果として、均一な熱分解反応温度場が形成され、意図する熱分解生成物の収率を向上させることができる。

[0087] 図 6 は、意図する熱分解生成物を原料から得るのに適した熱分解装置の他の実施形態を示す図である。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、図 5 に示す実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。

[0088] 図 6 に示すように、本実施形態の熱分解装置は、沈降燃焼室 7 内の流動媒体から熱を回収する熱回収器 120 を備えている。この熱回収器 120 は、水などの冷却媒体が内部を流れる伝熱管 121 と、伝熱管 121 に取り付けられた冷媒流量調節弁 124 を有している。伝熱管 121 は沈降燃焼室 7 内に配置されている。より具体的には、沈降燃焼室 7 内に突出している。熱回収器 120 は、沈降燃焼室 7 内の流動媒体から熱を回収し、流動媒体の温度を低下させることができる。すなわち、沈降燃焼室 7 内の流動媒体の熱は、伝熱管 121 内を流れる冷却媒体に伝達され、結果として流動媒体の温度が

低下する。

[0089] 冷媒流量調節弁 1 2 4 は、動作制御部 2 0 0 に接続されており、冷媒流量調節弁 1 2 4 の動作は動作制御部 2 0 0 によって制御される。動作制御部 2 0 0 は、沈降燃焼室温度計 8 7 から送られる温度の測定値（すなわち、沈降燃焼室 7 内の温度）が所定の温度範囲内に収まるように、冷媒流量調節弁 1 2 4 を操作して、伝熱管 1 2 1 を流れる冷却媒体の流量を制御する。

[0090] 沈降燃焼室 7 内の流動媒体が伝熱管 1 2 1 に接触することを確実とするため、第 3 散気装置 3 5 は、複数の第 3 風箱 3 6 と、これら第 3 風箱 3 6 にそれぞれ連結された複数の第 3 流動化ガス供給ライン 3 7 と、これら第 3 流動化ガス供給ライン 3 7 にそれぞれ取り付けられた複数の第 3 ガス流量調節弁（または複数の第 3 ガス流量調節ダンパ） 3 9 を備えている。動作制御部 2 0 0 は、複数の第 3 ガス流量調節弁 3 9 の開度が互いに異なるように、複数の第 3 ガス流量調節弁 3 9 の動作を制御するように構成されている。第 3 ガス流量調節弁 3 9 の開度が異なるので、複数の第 3 風箱 3 6 から吹き出す第 3 流動化ガスの流量も互いに異なっている。このような流量の異なる第 3 流動化ガスが沈降燃焼室 7 内に供給され、第 3 流動床 5 3 を形成する流動媒体は旋回する。

[0091] 流動媒体の旋回流の一部は、熱回収器 1 2 0 の伝熱管 1 2 1 に接触し、流動媒体の温度低下が達成される。また、流動媒体の旋回流は、沈降燃焼室 7 内での流動媒体の温度を均一にするので、高温の流動媒体が熱分解室 4 に移動することが防止できる。さらには、流動媒体の旋回流の強さや方向によって、沈降燃焼室 7 から熱分解室 4 への流動媒体の流量を制御することができる。また、複数の第 3 風箱 3 6 から吹き出す第 3 流動化ガスの流量を調節することによって、流動媒体の旋回流の強弱を調節することにより、流動媒体と伝熱管 1 2 1 との間の熱伝達係数を変化させることで、伝熱管 1 2 1 を介した吸熱量を変化させ、もって沈降燃焼室 7 から熱分解室 4 へ流れる流動媒体の温度を調節することができる。

[0092] 図 1 乃至図 6 を参照して説明した実施形態は、適宜組み合わせることがで

きる。例えば、図5に示す実施形態は、図1乃至図4に示す実施形態のいずれにも適用することができる。また、図6に示す熱回収器120および第3散気装置35は、図1乃至図4に示す実施形態のいずれにも組み合わせることが可能である。さらには、図7に示すように、図1乃至図6に示す実施形態をすべて組み合わせてもよい。

[0093] 図1乃至図6を参照して説明した実施形態を適宜組み合わせることにより、意図した熱分解生成物の収率を上げつつ、燃焼効率のよい運転が達成できる。さらには、多種多様の化学物質を高い収率で回収することができる。

[0094] 上述した実施形態は、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が本発明を実施できることを目的として記載されたものである。上記実施形態の種々の変形例は、当業者であれば当然になしうることであり、本発明の技術的思想は他の実施形態にも適用しうる。したがって、本発明は、記載された実施形態に限定されることはなく、特許請求の範囲によって定義される技術的思想に従った最も広い範囲に解釈されるものである。

産業上の利用可能性

[0095] 本発明は、原料を流動床炉内で熱分解する熱分解装置および熱分解方法に利用可能であり、特に内部循環流動床ガス化技術を用いて原料を熱分解し、熱分解生成物を得る熱分解装置および熱分解方法に利用可能である。

符号の説明

[0096]

1	流動床炉
4	熱分解室
5	燃焼室
6	主燃焼室
7	沈降燃焼室
11	第1仕切壁
12	第2仕切壁
15	第1散気装置
16	第1風箱

- 1 7 第1 流動化ガス供給ライン
- 1 8, 1 8 A, 1 8 B 第1 流動化ガス供給源
- 1 9 第1 ガス流量調節弁
- 2 5 第2 散気装置
- 2 6 第2 風箱
- 2 7 第2 流動化ガス供給ライン
- 2 8 第2 流動化ガス供給源
- 2 9 第2 ガス流量調節弁
- 3 0 第2 温度調節器
- 3 5 第3 散気装置
- 3 6 第3 風箱
- 3 7 第3 流動化ガス供給ライン
- 3 8 第3 流動化ガス供給源
- 3 9 第3 ガス流量調節弁
- 4 0 第3 温度調節器
- 5 1 第1 流動床
- 5 2 第2 流動床
- 5 3 第3 流動床
- 5 5, 5 6, 5 7 フリーボード部
- 6 1 第1 開口部
- 6 2 第2 開口部
- 7 0 連通路
- 7 1 第1 原料供給装置
- 7 2 第2 原料供給装置
- 7 4, 7 5 供給口
- 7 8 生成物出口
- 7 9 排ガス出口
- 8 2 不燃物排出口

8 5	熱分解室温度計
8 6	主燃焼室温度計
8 7	沈降燃焼室温度計
9 1	第 3 原料供給装置
9 2	第 4 原料供給装置
9 4, 9 5	供給口
1 0 0	有害材料供給装置
1 0 1	供給口
1 1 1, 1 1 2	開閉弁
1 2 0	熱回収器
1 2 1	伝熱管
1 2 4	冷媒流量調節弁
2 0 0	動作制御部

請求の範囲

- [請求項1] 流動する流動媒体からなる流動床内で原料を熱分解するための熱分解装置であって、
- 流動床炉と、
- 前記流動床炉の内部を熱分解室と燃焼室とに仕切る第1仕切壁と、
- 前記燃焼室を主燃焼室と沈降燃焼室に仕切る第2仕切壁と、
- 前記熱分解室、前記主燃焼室、および前記沈降燃焼室に、第1流動化ガス、第2流動化ガス、および第3流動化ガスをそれぞれ供給する第1散気装置、第2散気装置、および第3散気装置と、
- 第1原料を前記熱分解室に第1供給量で供給する第1原料供給装置と、
- 前記第1原料よりも、水素に対する炭素の比率、および酸素に対する炭素の比率が低い第2原料を前記熱分解室に第2供給量で供給する第2原料供給装置と、
- 前記第1原料供給装置と前記第2原料供給装置の動作を独立に制御する動作制御部を備えている、熱分解装置。
- [請求項2] 前記動作制御部は、前記主燃焼室内の温度または前記沈降燃焼室内の温度に基づいて、前記第1供給量と前記第2供給量の比率を調節するように構成されている、請求項1に記載の熱分解装置。
- [請求項3] 前記第1原料を前記主燃焼室に供給する第3原料供給装置と、
- 前記第2原料を前記主燃焼室に供給する第4原料供給装置をさらに備えている、請求項1または2に記載の熱分解装置。
- [請求項4] 前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度が所定の温度範囲内に収まるように前記第3散気装置の動作を制御するように構成されている、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の熱分解装置。
- [請求項5] 前記第3散気装置は、前記沈降燃焼室の下に配置された風箱と、前記風箱に連結された流動化ガス供給ラインと、前記流動化ガス供給ラインに取り付けられた温度調節器と、前記流動化ガス供給ラインに取

り付けられたガス流量調節弁を備えており、

前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度が前記所定の温度範囲内に収まるように前記温度調節器および前記ガス流量調節弁のうちの少なくとも一方の動作を制御するように構成されている、請求項4に記載の熱分解装置。

[請求項6] 前記沈降燃焼室内の流動媒体から熱を回収する熱回収器をさらに備え、

前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度が所定の温度範囲内に収まるように前記熱回収器の動作を制御するように構成されている、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の熱分解装置。

[請求項7] 前記熱回収器は、前記沈降燃焼室内に配置された伝熱管と、前記伝熱管内を流れる冷却媒体の流量を調節する冷媒流量調節弁を備えており、

前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度が前記所定の温度範囲内に収まるように前記冷媒流量調節弁の動作を制御するように構成されている、請求項6に記載の熱分解装置。

[請求項8] 前記第3散気装置は、前記沈降燃焼室の下に配置された複数の風箱と、前記複数の風箱にそれぞれ連結された複数の流動化ガス供給ラインと、前記複数の流動化ガス供給ラインにそれぞれ取り付けられた複数のガス流量調節弁を備えており、

前記動作制御部は、前記複数のガス流量調節弁の開度が互いに異なるように、前記複数のガス流量調節弁の動作を制御するように構成されている、請求項6または7に記載の熱分解装置。

[請求項9] 前記第1散気装置は、前記第1流動化ガスを前記熱分解室に供給する少なくとも1つの第1流動化ガス供給源を備えており、

前記第1流動化ガス供給源は、一酸化炭素ガス、二酸化炭素ガス、水素ガス、炭化水素ガス、蒸気、窒素ガスのうちの少なくとも1つを供給するための、少なくとも1つの供給源を含む、請求項1乃至8の

いずれか一項に記載の熱分解装置。

- [請求項10] 流動する流動媒体からなる流動床内で原料を熱分解するための熱分解装置であって、
- 流動床炉と、
- 前記流動床炉の内部を熱分解室と燃焼室とに仕切る第1仕切壁と、
- 前記燃焼室を主燃焼室と沈降燃焼室に仕切る第2仕切壁と、
- 前記熱分解室、前記主燃焼室、および前記沈降燃焼室に、第1流動化ガス、第2流動化ガス、および第3流動化ガスをそれぞれ供給する第1散気装置、第2散気装置、および第3散気装置と、
- 原料を前記熱分解室に供給する原料供給装置と、
- 前記沈降燃焼室内の温度を測定する沈降燃焼室温度計と、
- 前記沈降燃焼室内の温度を制御する動作制御部を備えている、熱分解装置。
- [請求項11] 前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度の測定値が所定の温度範囲内に収まるように前記第3散気装置の動作を制御するように構成されている、請求項10に記載の熱分解装置。
- [請求項12] 前記第3散気装置は、前記沈降燃焼室の下に配置された風箱と、前記風箱に連結された流動化ガス供給ラインと、前記流動化ガス供給ラインに取り付けられた温度調節器と、前記流動化ガス供給ラインに取り付けられたガス流量調節弁を備えており、
- 前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度の測定値が前記所定の温度範囲内に収まるように前記温度調節器および前記ガス流量調節弁のうちの少なくとも一方の動作を制御するように構成されている、請求項11に記載の熱分解装置。
- [請求項13] 前記沈降燃焼室内の流動媒体から熱を回収する熱回収器をさらに備え、
- 前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度の測定値が所定の温度範囲内に収まるように前記熱回収器の動作を制御するように構成され

ている、請求項 10 に記載の熱分解装置。

[請求項14] 前記熱回収器は、前記沈降燃焼室内に配置された伝熱管と、前記伝熱管内を流れる冷却媒体の流量を調節する冷媒流量調節弁を備えており、

前記動作制御部は、前記沈降燃焼室内の温度の測定値が前記所定の温度範囲内に収まるように前記冷媒流量調節弁の動作を制御するように構成されている、請求項 13 に記載の熱分解装置。

[請求項15] 前記第 3 散気装置は、前記沈降燃焼室の下に配置された複数の風箱と、前記複数の風箱にそれぞれ連結された複数の流動化ガス供給ラインと、前記複数の流動化ガス供給ラインにそれぞれ取り付けられた複数のガス流量調節弁を備えており、

前記動作制御部は、前記複数のガス流量調節弁の開度が互いに異なるように、前記複数のガス流量調節弁の動作を制御するように構成されている、請求項 13 または 14 に記載の熱分解装置。

[請求項16] 前記第 3 散気装置は、前記第 3 流動化ガスを前記沈降燃焼室に供給する流動化ガス供給源を備えており、

前記流動化ガス供給源は、一酸化炭素ガス、二酸化炭素ガス、水素ガス、炭化水素ガス、蒸気、窒素ガスのうちの少なくとも 1 つを供給するための、少なくとも 1 つの供給源を含む、請求項 10 乃至 15 のいずれか一項に記載の熱分解装置。

[請求項17] 流動媒体が収容された流動床炉の内部が熱分解室、主燃焼室、および沈降燃焼室に仕切られた熱分解装置を用いて原料を熱分解するための熱分解方法であって、

前記熱分解室に第 1 流動化ガスを供給して、第 1 流動床を前記熱分解室内に形成し、

第 1 原料を前記熱分解室に第 1 供給量で供給しながら、前記第 1 原料よりも、水素に対する炭素の比率、および酸素に対する炭素の比率が低い第 2 原料を前記熱分解室に第 2 供給量で供給し、

前記第 1 原料および前記第 2 原料を前記熱分解室内で熱分解し、
前記主燃焼室に第 2 流動化ガスを供給して第 2 流動床を前記主燃焼室内に形成しながら、前記第 1 原料の残渣および前記第 2 原料の残渣を前記主燃焼室内で燃焼し、

前記沈降燃焼室に第 3 流動化ガスを供給して第 3 流動床を前記沈降燃焼室内に形成しながら、流動媒体を前記主燃焼室から前記沈降燃焼室を通じて前記熱分解室に移動させる、熱分解方法。

[請求項18] 前記主燃焼室内の温度または前記沈降燃焼室内の温度に基づいて、前記第 1 供給量と前記第 2 供給量の比率を制御する、請求項 17 に記載の熱分解方法。

[請求項19] 前記第 1 原料および前記第 2 原料を前記熱分解室に供給しながら、前記第 1 原料および前記第 2 原料のうちの少なくとも一方を前記主燃焼室に供給する、請求項 17 または 18 に記載の熱分解方法。

[請求項20] 前記沈降燃焼室内の温度が所定の温度範囲内に収まるように前記第 3 流動化ガスの温度または流量を調節する、請求項 17 乃至 19 のいずれか一項に記載の熱分解方法。

[請求項21] 前記沈降燃焼室内には、冷却媒体が流れる伝熱管が配置されており、

前記沈降燃焼室内の温度が所定の温度範囲内に収まるように前記冷却媒体の流量を調節する、請求項 17 乃至 19 のいずれか一項に記載の熱分解方法。

[請求項22] 前記沈降燃焼室の下に配置された複数の風箱から、異なる流量で前記第 3 流動化ガスを前記沈降燃焼室内に供給することによって、前記第 3 流動床を形成する流動媒体を旋回させる、請求項 21 に記載の熱分解方法。

[請求項23] 前記第 1 流動化ガスは、一酸化炭素ガス、二酸化炭素ガス、水素ガス、炭化水素ガス、蒸気、窒素ガスのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 17 乃至 22 のいずれか一項に記載の熱分解方法。

- [請求項24] 流動媒体が収容された流動床炉の内部が熱分解室、主燃焼室、および沈降燃焼室に仕切られた熱分解装置を用いて原料を熱分解するための熱分解方法であって、
- 前記熱分解室に第1流動化ガスを供給して、第1流動床を前記熱分解室内に形成し、
- 原料を前記熱分解室に供給し、
- 前記原料を前記熱分解室内で熱分解し、
- 前記主燃焼室に第2流動化ガスを供給して第2流動床を前記主燃焼室内に形成しながら、前記原料の残渣を前記主燃焼室内で燃焼し、
- 前記沈降燃焼室に第3流動化ガスを供給して第3流動床を前記沈降燃焼室内に形成しながら、流動媒体を前記主燃焼室から前記沈降燃焼室を通じて前記熱分解室に移動させ、
- 前記沈降燃焼室内の温度を所定の温度範囲内に制御する、熱分解方法。
- [請求項25] 前記沈降燃焼室内の温度が前記所定の温度範囲内に収まるように前記第3流動化ガスの温度または流量を調節する、請求項24に記載の熱分解方法。
- [請求項26] 前記沈降燃焼室内には、冷却媒体が流れる伝熱管が配置されており、
- 前記沈降燃焼室内の温度が前記所定の温度範囲内に収まるように前記冷却媒体の流量を調節する、請求項24に記載の熱分解方法。
- [請求項27] 前記沈降燃焼室の下に配置された複数の風箱から、異なる流量で前記第3流動化ガスを前記沈降燃焼室内に供給することによって、前記第3流動床を形成する流動媒体を旋回させる、請求項26に記載の熱分解方法。