

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7111123号

(P7111123)

(45)発行日 令和4年8月2日(2022.8.2)

(24)登録日 令和4年7月25日(2022.7.25)

(51)国際特許分類

F I

B 0 9 B 3/40 (2022.01)

B 0 9 B 3/40

B 0 9 B 5/00 (2006.01)

B 0 9 B 5/00

C

B 0 9 B 3/30 (2022.01)

B 0 9 B 3/30

B 0 7 B 4/08 (2006.01)

B 0 7 B 4/08

B

B 0 7 B 11/06 (2006.01)

B 0 7 B 11/06

請求項の数 8 (全12頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2020-51803(P2020-51803)

(22)出願日 令和2年3月23日(2020.3.23)

(65)公開番号 特開2021-146320(P2021-146320

A)

(43)公開日 令和3年9月27日(2021.9.27)

審査請求日 令和3年10月19日(2021.10.19)

(73)特許権者 000001258

J F E スチール株式会社

東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号

(74)代理人 100147485

弁理士 杉村 憲司

(74)代理人 230118913

弁理士 杉村 光嗣

(74)代理人 100165696

弁理士 川原 敬祐

(72)発明者 百野 浩一

東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号

J F E スチール株式会社内

(72)発明者 石井 純

東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号

J F E スチール株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 廃棄物の再資源化方法および装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

樹脂および 2 種以上の金属が混在する廃棄物を流動層加熱炉に導入して、該廃棄物を流動させつつ加熱し、

前記樹脂を加熱によって熱分解し、該熱分解により生じた熱分解ガスを回収しつつ、

前記 2 種以上の金属を流動によって 2 層以上に比重分離する、廃棄物の再資源化方法。

【請求項 2】

前記 2 種以上の金属の少なくとも 1 つは鉄主体金属である、請求項 1 に記載の廃棄物の再資源化方法。

【請求項 3】

前記流動層加熱炉内の温度が 7 0 0 以上 1 0 0 0 以下である、請求項 1 または 2 に記載の廃棄物の再資源化方法。

【請求項 4】

前記廃棄物がシュレッダーダストである、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の廃棄物の再資源化方法。

【請求項 5】

比重分離後の各層に含まれる金属を、前記流動層加熱炉の高さ方向に沿って複数設けられた排出口から、前記各層に含まれる金属毎に排出する、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の廃棄物の再資源化方法。

【請求項 6】

前記廃棄物に加えてさらに流動媒体を前記流動層加熱炉に導入して、前記廃棄物および該流動媒体を流動させつつ加熱し、

前記２種以上の金属を流動によって前記流動媒体を境界として２層以上に比重分離する、請求項１から５のいずれか１項に記載の廃棄物の再資源化方法。

【請求項７】

前記流動媒体を２種以上とし、前記２種以上の金属を前記流動媒体を境界として３層以上に分離する、請求項６に記載の廃棄物の再資源化方法。

【請求項８】

請求項１から７のいずれか１項に記載の廃棄物の再資源化方法に用いる装置であって、前記廃棄物を流動させつつ加熱して、前記樹脂を加熱によって熱分解し熱分解ガスとしつつ、前記２種以上の金属を流動によって２層以上に比重分離する、流動層加熱炉と、前記流動層加熱炉から排出される前記熱分解ガスを回収する回収装置と、該流動層加熱炉の高さ方向に沿って複数設けられ、比重分離後の各層に含まれる金属を、前記各層に含まれる金属毎に排出する排出口と、を備える、装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、廃棄物の再資源化方法および装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

シュレッダーダストは、自動車、家電等を廃棄する際、破砕機にかけて粉砕し、サイズの大きな有価金属を取り除いた後に発生する残渣である。シュレッダーダストは、微細な金属片、繊維、廃プラスチック（熱可塑性樹脂を多く含む）、ゴム、木材、砂等を含むため、物理的な分離が難しく、リサイクルが困難な廃棄物である。このため、シュレッダーダストを物理的に分離せずに燃焼させて熱を回収するサーマルリサイクルを中心としたリサイクルが従来行われてきた。

【０００３】

しかしながら、マテリアルリサイクルを推進し、シュレッダーダスト中の成分を有効活用するために、シュレッダーダスト中の成分を分離して回収する技術が検討されてきた。例えば、特許文献１には、鉄分が混在する樹脂主体廃棄物を熱分解炉に導入して熱分解し、熱分解により生じた熱分解ガスを回収すると共に、熱分解により生じた熱分解残渣を溶解炉に導入して溶解し溶鉄を回収する方法が開示されている。該方法によれば、熱分解ガスを回収すると共に、熱分解残渣から溶鉄を回収することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【文献】特開２００３－７１４１８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、特許文献１に記載の技術によっては、プラスチックなどの樹脂を熱分解するための熱分解炉の他に、鉄主体残渣と非鉄成分主体残渣とを分離するための鉄分回収機が別途必要であった。よって、より簡易な装置構成によって、廃棄物中の樹脂の熱分解と、廃棄物中に含まれる金属の分離とを実現する方法が求められていた。

【０００６】

すなわち、本発明は、樹脂および２種以上の金属が混在する廃棄物からの、樹脂の熱分解による熱分解ガスの回収と、該２種以上の金属の分離とを、簡易な装置構成によって実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明者らは、上記の目的を達成すべく、鋭意検討を重ねた。その結果、以下に述べる新規な廃棄物の再資源化方法、および該廃棄物の再資源化方法に用いる装置を開発するに至った。

【 0 0 0 8 】

すなわち、本発明の要旨構成は以下の通りである。

(1) 樹脂および 2 種以上の金属が混在する廃棄物を流動層加熱炉に導入して、該廃棄物を流動させつつ加熱し、

前記樹脂を加熱によって熱分解し、該熱分解により生じた熱分解ガスを回収しつつ、

前記 2 種以上の金属を流動によって 2 層以上に比重分離する、廃棄物の再資源化方法。

10

【 0 0 0 9 】

(2) 前記 2 種以上の金属の少なくとも 1 つは鉄主体金属である、前記 (1) に記載の廃棄物の再資源化方法。

【 0 0 1 0 】

(3) 前記流動層加熱炉内の温度が 7 0 0 以上 1 0 0 0 以下である、前記 (1) または (2) に記載の廃棄物の再資源化方法。

【 0 0 1 1 】

(4) 前記廃棄物がシュレッターダストである、前記 (1) から (3) のいずれか 1 項に記載の廃棄物の再資源化方法。

【 0 0 1 2 】

(5) 比重分離後の各層に含まれる金属を、前記流動層加熱炉の高さ方向に沿って複数設けられた排出口から、前記各層に含まれる金属毎に排出する、前記 (1) から (4) のいずれか 1 項に記載の廃棄物の再資源化方法。

20

【 0 0 1 3 】

(6) 前記廃棄物に加えてさらに流動媒体を流動層加熱炉に導入して、前記廃棄物および該流動媒体を流動させつつ加熱し、

前記 2 種以上の金属を流動によって前記流動媒体を境界として 2 層以上に比重分離する、前記 (1) から (5) のいずれか 1 項に記載の廃棄物の再資源化方法。

【 0 0 1 4 】

(7) 前記流動媒体を 2 種以上とし、前記 2 種以上の金属を前記流動媒体を境界として 3 層以上に分離する、前記 (6) に記載の廃棄物の再資源化方法。

30

【 0 0 1 5 】

(8) 前記 (1) から (7) のいずれか 1 項に記載の廃棄物の再資源化方法に用いる装置であって、

前記廃棄物を流動させつつ加熱して、前記樹脂を加熱によって熱分解し熱分解ガスとしつつ、前記 2 種以上の金属を流動によって 2 層以上に比重分離する、流動層加熱炉と、

前記流動層加熱炉から排出される前記熱分解ガスを回収する回収装置と、

該流動層加熱炉の高さ方向に沿って複数設けられ、比重分離後の各層に含まれる金属を、各層に含まれる金属毎に排出する排出口と、

を備える、装置。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、樹脂、および 2 種以上の金属が混在する廃棄物からの、樹脂の熱分解による熱分解ガスの回収と、該 2 種以上の金属の分離とを、簡易な装置構成によって実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る廃棄物の再資源化方法に用いる、装置および付帯設備の一例を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 8 】

本発明を、以下の実施形態に基づき説明する。なお、本願において、「比重」とは、試料の質量と、それと同体積の圧力 1 0 1 3 . 2 5 h P a における 4 の純粋な水の質量との比を指す。特に「見かけ比重」とは、試料の内部空隙を体積に含め、物質自身が占める体積と内部空隙の体積との合計を、比重算定用の体積とした比重である。また、「樹脂」とは、プラスチックおよびゴムの双方を含む。プラスチックとは、石油に由来する高分子物質を主原料とした可塑性の物質である。「～主体金属」とは、成分組成中で主体となる元素の割合が 6 0 質量 % 以上である金属のことを指す。例えば、鉄主体金属としては、鋼鉄、鋳鉄、および鉄スクラップなどを含む。

【 0 0 1 9 】

[廃棄物の再資源化方法]

本発明の一実施形態に係る廃棄物の再資源化方法は、

樹脂および 2 種以上の金属が混在する廃棄物を流動層加熱炉に導入して、該廃棄物を流動させつつ加熱し、

前記樹脂を加熱によって熱分解し、該熱分解により生じた熱分解ガスを回収しつつ、

前記 2 種以上の金属を流動によって 2 層以上に比重分離する、廃棄物の再資源化方法である。

【 0 0 2 0 】

本実施形態に係る廃棄物の再資源化方法においては、樹脂および 2 種以上の金属が混在するシュレッダーダストなどの廃棄物を流動層加熱炉に導入し、該廃棄物を流動させつつ加熱する。これにより樹脂が加熱によって熱分解して、熱分解ガスが生じる。また、廃棄物中に含まれる 2 種以上の金属が、炉内に導入されたガス化剤により流動されて流動層となり、該流動層中において、見かけ比重のより大きな金属は沈降し、見かけ比重のより小さな金属は浮揚する。これにより、2 種以上の金属が、見かけ比重のより大きな金属を下層、見かけ比重のより小さな金属を上層として 2 層以上に比重分離される。このように、本実施形態によれば、一流動層加熱炉内において、熱分解ガスを回収しつつ、2 種以上の金属を流動によって比重分離することができる。そして、2 種以上の金属を流動層加熱炉から排出するための排出口を、流動層加熱炉の高さ方向に沿って複数設けることで、比重分離された 2 種以上の金属を、該排出口の高さに存在する各層に含まれる金属毎に排出することができる。特に、最も見かけ比重が大きいと予想される鉄主体金属を排出するための排出口を、流動層加熱炉の高さ方向における最も下部に設けることで、鉄主体金属を他の金属とは別に回収することができる。

【 0 0 2 1 】

本実施形態に係る廃棄物の再資源化方法によれば、樹脂および 2 種以上の金属が混在するシュレッダーダストなどの廃棄物からの、樹脂の熱分解と、2 種以上の金属の分離とを、一流動層加熱炉 2 0 内にて実現することができる。また、本実施形態においては、廃棄物を流動させつつ加熱するため、廃棄物への伝熱効率が向上して、樹脂を効率よく加熱して熱分解することができる。さらに、流動層加熱炉内には、廃棄物に混ざっていた、あるいは廃棄物中の樹脂の燃焼などにより生じた、タールなどの粘性を持つ固体が存在し得る。これら粘性を持つ固体は流動層加熱炉へ固着する虞があるが、本実施形態においては廃棄物を流動させつつ加熱することで、これら粘性を持つ固体が流動層加熱炉へ固着することを防止することができる。廃棄物を流動させつつ加熱することで、樹脂の熱分解を鉄主体金属が触媒する効果も期待できる。

【 0 0 2 2 】

以下では、本実施形態に係る廃棄物の再資源化方法を、図 1 に示す装置に適用した場合を例として、説明する。図 1 は本実施形態に係る廃棄物の再資源化方法に用いる、装置および付帯設備の一例を示す模式図である。図 1 に示すように、本実施形態に係る廃棄物の再資源化方法に用いる装置は、流動層加熱炉 2 0 と、流動層加熱炉 2 0 から排出される熱分解ガスを回収する回収装置 3 3 と、流動層加熱炉中で比重分離された鉄およびその他の金属を種別毎に排出する排出口 2 4 a、2 4 b と、を備える。回収装置 3 3 は、一例にお

10

20

30

40

50

いては、サイクロン式集塵装置 29、冷却器 30、ターレットラップ 34、脱水装置 31、およびガス分析装置 32 を含む。廃棄物の再資源化方法に用いる装置は、流動層加熱炉 20 を加熱するためのヒータ 35 をさらに備えていてもよい。

【0023】

まず、樹脂および 2 種以上の金属が混在する廃棄物を、流動層加熱炉 20 上部に設けられた投入口 25 から投入する。廃棄物の形状、大きさ、含水率等の影響で廃棄物を流動層加熱炉 20 へ投入することが困難である場合には、廃プラスチックを廃棄物に混合して成形してもよい。流動層加熱炉 20 内部には、廃棄物の他に、後述する流動媒体 23 を導入しなくてもよい。

【0024】

樹脂および 2 種以上の金属が混在する廃棄物

本実施形態において、再資源化する廃棄物においては樹脂および見かけ比重が互いに異なる金属が混在している。廃棄物は、自動車、家電等を廃棄する際、破砕機にかけて粉碎し、サイズの大きな有価金属を取り除いた後に発生する残渣であり得る。廃棄物は、樹脂および 2 種以上の金属の他、繊維類、廃プラスチック類（熱可塑性樹脂を多く含む）、ゴム類、木材、および砂等を含み得る。上述したように、従来、樹脂および 2 種以上の金属が混在する廃棄物をマテリアルリサイクルすることは困難であった。しかしながら、本実施形態によれば、樹脂の熱分解と 2 種以上の金属の分離とを一流動層加熱炉 20 内にて実現することができ、マテリアルリサイクルを推進することができる。

【0025】

流動層加熱炉 20 内で、廃棄物は流動されながら加熱される。これにより、廃棄物中の樹脂が熱分解されてガス化され、熱分解ガスが生じる。

【0026】

ガス化剤

流動層加熱炉 20 の下部からは、ガス化剤を導入する。該ガス化剤により、廃棄物に含まれる樹脂をガス化させる。また該ガス化剤により廃棄物が流動されて流動層となり、2 種以上の金属が流動されて 2 層以上に比重分離される。ガス化剤としては、水蒸気、二酸化炭素、もしくは製鉄所から排出される排ガス（製鉄所排ガス）、またはこれらの組み合わせが好ましい。低温のガス化剤を流動層加熱炉 20 内に導入すると炉内の温度低下を招く虞があるため、ガス化剤を加熱しつつ炉内に導入することが好ましい。ガス化剤を加熱する方法は特に限定されないが、例えば、流動層加熱炉 20 の下部にアルミナボール等の、ガス化剤を分散・整流することができ、さらに予熱機能も持つ分散・整流部 21 を敷き詰めておき、該分散・整流部 21 を加熱する方法が挙げられる。加熱した分散・整流部 21 の隙間からガス化剤を導入することで、分散・整流部 21 によってガス化剤が加熱され、ガス化剤を加熱された状態で流動層加熱炉 20 内に導入することができる。また、分散・整流部 21 の隙間からガス化剤を導入することで、ガス化剤が分散された状態で流動層加熱炉 20 内に導入されるため、廃棄物の流動性をより向上することもできる。流動層加熱炉 20 の下部からガス化剤を導入するための設備構成は特に限定されないが、例えば図 1 に示すように、廃棄物の再資源化方法に用いる装置は、各種ガス化剤（図 1 においては N_2 ）の流量を調節するためのマスフローコントローラ 27、気化してガス化剤となる液体（図 1 においては H_2O ）を導入するためのポンプ 26、並びに、各種ガス化剤を加熱するため、また気化してガス化剤となる液体を気化するためのガス化剤用ヒータ 28 を備え得る。

【0027】

ガス化剤を分散された状態で流動層加熱炉 20 内に導入するために、流動層加熱炉 20 の下部には、分散・整流部 21 を敷き詰める、または炉底にガス化剤の噴出孔を分散させて設けることが好ましい。

【0028】

流動層加熱炉内の温度：700 以上、1000 以下

流動層加熱炉 20 内を高温にすることで、廃棄物中の樹脂を加熱して熱分解し、熱分解

10

20

30

40

50

を生じさせる。流動層加熱炉 20 内の温度は、700 以上とすることが好ましい。流動層加熱炉 20 内の温度を 700 以上とすることで、炉内でのタールの発生を防ぐことができ、ひいてはタールにより流動層加熱炉 20 の配管が閉塞されることを防ぐことができる。また、流動層加熱炉 20 内の温度は、1000 以下とすることが好ましい。流動層加熱炉 20 内の温度を 1000 以下とすることで、廃棄物中の鉄主体金属が溶融することを防ぎ、鉄主体金属をより好適に比重分離することができる。さらに、流動層加熱炉 20 内の温度を 700 以上 1000 以下とすることで、熱分解ガス中の水素濃度を増加することもできる。樹脂を好適に熱分解して熱分解ガスの回収量を増加させる観点からは、流動層加熱炉 20 内の温度は、800 以上とすることがより好ましく、850 以上とすることがさらに好ましい。なお、炉内温度は、流動層加熱炉上部より熱電対を炉内に降ろすことで測定する。温度測定位置は、流動層加熱炉 20 のヒータ 35 が設けられている部分の、径方向および高さ方向における中央部とする。

10

【0029】

なお、流動層加熱炉 20 のヒータ 35 が設けられている部分の径方向および高さ方向における中央部にて炉内温度を測定することに加えて、流動層加熱炉 20 の高さ方向の複数箇所において温度測定を行うことが好ましい。流動層加熱炉 20 の高さ方向の複数箇所において温度測定を行うことによって、温度を測定した位置に存在する層に含まれる物質の種類を推定することができる。

【0030】

熱分解ガスの回収

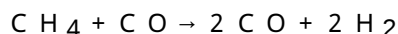
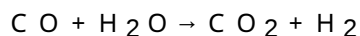
20

樹脂の熱分解により生じた熱分解ガスは、回収装置 33 によって回収される。回収装置 33 の構成は特に限定されないが、本実施例においては、回収装置 33 は、サイクロン式集塵装置 29、冷却器 30、タールトラップ 34、脱水装置 31、並びにガス分析装置 32 を含む。本実施形態において、熱分解ガスは流動層加熱炉 20 に設けられた流路を通じてサイクロン式集塵装置 29 に導かれる。サイクロン式集塵装置 29 中においては、熱分解ガス中のチャーおよび塩類などがダストとして回収される。次いで、ダストが除去された熱分解ガスは、冷却器 30 に導かれて冷却される。冷却後の熱分解ガスは、タールトラップ 34、および脱水装置 31 に導かれる。回収装置 30 がタールトラップ 34 を備えることで、熱分解ガスを他の装置で利用する際にタールが発生することを好適に防ぐことができる。また、回収装置 30 が脱水装置を備えることで、熱分解ガス中に含まれる水蒸気を除去することができる。脱水後の熱分解ガスは、ガス分析装置 32 に導かれ、適宜成分分析される。ガス分析装置 32 は、熱伝導度検出器を備えるガスクロマトグラフ分析装置 (Gas Chromatograph-Thermal Conductivity Detector, GC/TCD) であり得る。

30

【0031】

熱分解ガス中には、水素の他、CO、CH₄などが含まれている。熱分解ガス中の水素濃度が不十分な場合、回収した熱分解ガスに対して水蒸気改質およびドライリフォーミング反応などを後段で行うことによって、熱分解ガス中の水素濃度をさらに増加させることができる。そのような水蒸気改質およびドライリフォーミング反応としては、例えば以下に示す反応が挙げられる。



40

【0032】

2 種以上の金属

廃棄物中の樹脂の熱分解により、2 種以上の金属を含む熱分解残渣が発生する。2 種以上の金属としては、鉄主体金属の他、錫主体金属、アルミニウム主体金属、および銅主体金属などが含まれ得る。2 種以上の金属は、流動層加熱炉 20 内で流動されて、流動層加熱炉 20 内で層状に比重分離される。本実施形態によれば、±10% 以上見かけ比重が異なる金属を互いに比重分離することができる。よって、本実施形態によれば、錫主体金属、アルミニウム主体金属、および銅主体金属を種別毎に比重分離することができる。なお、本明細書中において、見かけ比重は、JIS Z 2504 に準拠して測定する。

50

【 0 0 3 3 】

流動媒体

流動層加熱炉 2 0 内には、廃棄物に加えて、流動媒体 2 3 を導入してもよい。廃棄物に加えて、流動媒体 2 3 を導入することで、2 種以上の金属をより好適に比重分離することができる。流動媒体 2 3 としては、一例としては珪砂；ゼオライト等を含む F C C (Fluid Catalytic Cracking) 触媒；およびガラス粒を用いることができる。熱分解反応を触媒し、かつ鉄主体金属の回収量を増加させる目的で、製鉄工程で生じるダスト（製鉄ダスト）を流動媒体 2 3 として用いてもよい。製鉄ダストには、高炉ダスト、スラッジ、転炉ダスト、焼結ダスト、電気炉ダスト、ミルスケールなどが含まれる。コストの観点から、流動媒体 2 3 としては安価なものが好ましい。流動媒体 2 3 として安価なものを用いれば、流動層加熱炉 2 0 から流動媒体 2 3 を頻繁に抜き出す場合であっても、コストの上昇を防ぐことができる。流動媒体の粒径は特に限定されないが、一例においては、径 1 0 m m 以下の流動媒体を用いることができる。

10

【 0 0 3 4 】

流動媒体 2 3 の見かけ比重は、比重分離の対象となる 2 種以上の金属の種類毎に決定すればよい。流動媒体 2 3 の見かけ比重は、2 種以上の金属から選ばれたいずれか 2 種類の金属の中間の見かけ比重であることが好ましい。流動媒体 2 3 の見かけ比重が、2 種類の金属の中間の見かけ比重であれば、流動媒体 2 3 よりも見かけ比重の大きい金属は流動媒体 2 3 中を沈降し、逆に流動媒体 2 3 よりも見かけ比重の小さい金属は流動媒体 2 3 中で浮揚する。よって、流動媒体 2 3 を境界として、流動媒体 2 3 の上部および下部に比重分離の対象となる 2 種以上の金属をそれぞれ移動させて、2 種以上の金属を特に好適に比重分離することができる。

20

【 0 0 3 5 】

流動媒体 2 3 は、複数種類組み合わせ用いてもよい。流動媒体 2 3 を複数種類組み合わせ用いることで、2 種以上の金属をさらに好適に比重分離することができる。例えば、流動媒体 2 3 として、見かけ比重の異なる 2 種以上の流動媒体 2 3 を用いることで、3 種以上の金属をさらに好適に比重分離することができる。見かけ比重の異なる 2 種以上の流動媒体 2 3 は、加熱炉 2 0 内で見かけ比重毎に 2 層以上の層状に分かれる。そして、該 2 層以上の流動媒体 2 3 中を流動する 3 種以上の金属は、各層を構成する流動媒体 2 3 に対する見かけ比重の大小に応じて、各層中を沈降または浮揚して、各層 2 3 の上部または下部に層状に比重分離されて 3 層以上の層を構成する。これにより、3 種以上の金属を特に好適に比重分離することができる。より好ましくは、見かけ比重の異なる 3 種類以上、さらに好ましくは、見かけ比重の異なる 4 種類以上の流動媒体 2 3 を用いる。また、見かけ比重が異なる複数種類の流動媒体 2 3 を用いる場合、互いに $\pm 10\%$ 以上見かけ比重が異なる流動媒体 2 3 を用いることが好ましい。例えば、鉄主体金属、銅主体金属、およびアルミニウム主体金属を比重分離する場合、珪砂および製鉄ダストを流動媒体 2 3 として用いることができる。

30

【 0 0 3 6 】

流動層加熱炉 2 0 内に導入する流動媒体 2 3 の量は特に限定されないが、排出口 2 4 の位置（高さ）と回収したい金属の量および種類とに応じて決定され得る。比重分離した後、回収したい金属を含む層が形成される高さは、用いた流動媒体 2 3 の量（流動媒体 2 3 により形成される層の高さ）に依存する。よって、流動媒体 2 3 の量を変更することで、分離後の金属を排出する排出口 2 4 の高さに、回収したい金属を含む層が形成される高さを合わせることができる。

40

【 0 0 3 7 】

流動媒体は、加熱した状態で流動層加熱炉 2 0 内に導入してもよい。流動媒体を加熱した状態で流動層加熱炉 2 0 内に導入することで、より好適に廃棄物を加熱することができる。なお、流動媒体を加熱した状態で流動層加熱炉 2 0 内に導入する場合、廃棄物の再資源化方法に用いる装置に、流動層加熱炉 2 0 を加熱するためのヒータ 3 5 を備えなくてもよい。

50

【 0 0 3 8 】

排出口

比重分離した２種以上の金属を流動層加熱炉２０から取り出すため、流動層加熱炉２０には、高さ方向に沿って、炉壁を貫通する排出口２４ａ、２４ｂが設けられている。排出口２４を流動層加熱炉２０の高さ方向に沿って設けることで、２層以上に比重分離された２種以上の金属を、各層の高さに設けられた排出口２４から種別毎に回収することができる。例えば、図１に示すように、上部の排出口２４ａからは、軽金属が排出される。また、下部の排出口２４ｂからは、見かけ比重の大きい鉄主体金属が排出される。このように排出口２４を流動層加熱炉２０の高さ方向に沿って設けることで、従来のように樹脂の熱分解後に別途磁選などをせずとも２種以上の金属を分離することができ、コストダウンの

10

【 0 0 3 9 】

流動層加熱炉２０の排出口２４の高さは、比重分離の後に、各層に含まれる２種以上の金属の種別毎に設計されていることが好ましい。上述したように、比重分離後の金属を排出する高さは、流動層加熱炉２０内に導入する流動媒体２３の量によってある程度調整可能ではあるが、従来のように単に流動媒体２３を出し入れする目的等で設けられた排出口によっては、比重分離された２種以上の金属を同時に排出することができない。これに対し、比重分離後に回収する金属の種別毎に流動層加熱炉２０の排出口２４の高さが設計されている流動層加熱炉２０を用いることで、各層に含まれる金属を、流動層加熱炉２０内から各層に含まれる金属毎に好適に排出して回収することができる。

20

【 0 0 4 0 】

各排出口２４は、バルブなどの開閉部材によって開閉可能であり、金属を排出する際に排出口２４を開放することができる。排出口２４を設ける位置、数、および大きさは、排出する金属の種類に応じて決定することができる。流動層加熱炉２０の最下部の排出口２４からは、見かけ比重が最も大きい物質を含む層が排出される。廃棄物としてシュレッターダストを用いる場合、流動層加熱炉２０の最下部の排出口２４からは、見かけ比重が最も大きいと考えられる鉄が排出される。排出された鉄は、前処理することなく、還元鉄（鉄スクラップ）の代替として前処理なく溶解炉などに投入して溶解し、溶鉄を回収することができる。廃棄物としてシュレッターダストを用いた場合、流動層加熱炉２０の高さ方向における上部からは、錫主体金属、アルミニウム主体金属、および銅主体金属などの軽金属が排出されるため、これらの軽金属も資源化することができる。また、分離後の金属を取り出しやすくするために、金属を流動層加熱炉２０外へと吸引する吸引部を排出口２４に適宜設けてもよい。排出口２４には網目状のフィルタを設けてもよい。排出口２４に網目状のフィルタを設けることで、比重分離後の層中に含まれる物質を大きさによって篩い分けることができる。

30

【 0 0 4 1 】

流動層加熱炉２０の排出口２４から比重分離後の各層に含まれる金属の排出を行うタイミングは、比重分離する金属の種類、および流動条件などに応じて適宜決定することができる。各層に含まれる金属の排出は、流動層加熱炉２０を稼働させながら行うこともでき、流動層加熱炉２０を一定時間稼働させ、稼働を終了させた後に行うこともできる。操業効率の観点から、各層に含まれる金属の排出は流動層加熱炉２０を稼働させながら行うことが好ましい。また、金属の排出を流動層加熱炉２０を稼働させながら行うことで、各層に含まれる金属をより排出しやすくなる。

40

【 0 0 4 2 】

流動層加熱炉２０の下部から導入するガス化剤の流量は、比重分離する金属の種類に応じて決定することができる。流動層加熱炉２０の下部から導入するガス化剤の流量は、比重分離する金属のうち、最も見かけ比重の小さい金属に合わせて決定することが好ましい。最も見かけ比重の小さい金属に合わせて流動条件を決定することで、最も見かけ比重の小さい金属が流動によって跳ね上がって熱分解ガスとともに回収装置３０によって回収されることを防ぎ、好適に２種以上の金属の比重分離を行うことができる。

50

【 0 0 4 3 】

流動層加熱炉 20 から排出された比重分離後の金属には、流動媒体 23 が混合され得る。排出された金属に混合された流動媒体 23 は、公知の方法によって取り除くことができる。排出された金属に混合された流動媒体 23 は、篩分け、磁選、および電気集塵等によって取り除くことができる。

【 0 0 4 4 】

[装置]

上述したように、本発明の一実施形態に係る廃棄物の再資源化方法に用いる装置は、廃棄物の再資源化方法に用いる装置であって、

前記廃棄物を流動させつつ加熱して、前記樹脂を加熱によって熱分解し熱分解ガスとしつつ、前記 2 種以上の金属を流動によって 2 層以上に比重分離する、流動層加熱炉と、

前記流動層加熱炉から排出される前記熱分解ガスを回収する回収装置と、

該流動層加熱炉の高さ方向に沿って複数設けられ、比重分離後の各層に含まれる金属を、各層に含まれる金属毎に排出する排出口と、

を備える、装置である。具体的な装置構成の一例については、図 1 を参照しつつ上述した通りである。

【 実施例 】

【 0 0 4 5 】

(発明例 1)

図 1 に模式的に示した流動層加熱炉を用いて、シュレッダーダストを模擬した金属鉄 (M-Fe) の鉄粉、アルミニウム粉 (280g/h)、およびポリプロピレン (280g/h) の混合物を 2 時間加熱しつつ、流動させた。なお、鉄粉の見かけ比重は、 3100kg/m^3 、アルミニウム粉の見かけ比重は、 1000kg/m^3 であった。炉内温度は 1000°C とし、流動媒体として転炉ダストを 1827g 用いた。なお、転炉ダストの見かけ比重は、 2690kg/m^3 であった。流動層下部からはガス化剤として水蒸気を 1.4NL/min 、窒素を 2.6NL/min 投入した。2 時間の加熱が終了した後、流動層加熱炉の高さ方向に沿って 4 箇所設けられた排出口から、炉内の物質を種別に排出して回収して回収物質とした。各回収物質について、化学分析 (ICP 発光分光分析法) により物質の含有率を求めた。各物質の排出量の総量から、時間当たりの排出量 (g/h) を求めた。なお、炉内に投入した物質の全量から各物質の回収量の和を引いた値を混合物の量と定義した。なお、回収物質中の物質の含有率が $90\text{wt}\%$ 以上であれば、比重分離ができたと判断した。また、炉頂から水素ガスを回収し、ガス分析装置によって流量を測定した。

【 0 0 4 6 】

(発明例 2)

流動媒体として転炉ダスト 914g と珪砂 474g との混合物を用いたこと以外は、発明例 1 と同様に実験を行った。なお、珪砂の見かけ比重は、 1240kg/m^3 であった。

【 0 0 4 7 】

(発明例 3)

シュレッダーダストを模擬した混合物として、M-Fe の鉄粉 (93g/h)、アルミニウム粉 (93g/h)、銅粉 (93g/h)、およびポリプロピレン (280g/h) の混合物を用いたこと以外は、発明例 1 と同様に実験を行った。なお、銅粉の見かけ比重は、 3600kg/m^3 であった。

【 0 0 4 8 】

(発明例 4)

流動媒体を用いないこと以外は、発明例 1 と同様に実験を行った。

【 0 0 4 9 】

(比較例 1)

流動層加熱炉の代わりにロータリーキルンを用いたこと以外は、発明例 1 と同様に実験を行った。

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

【表 1】

装置	発明例 1 流動層	発明例 2 流動層	発明例 3 流動層	発明例 4 流動層	比較例 1 ギルン
模擬シュレッダーダスト	g/h	140	140	140	140
M-Fe鉄粉	g/h	140	140	140	140
アルミニウム粉	g/h	0	0	0	0
銅粉	g/h	280	280	280	280
ポリプロピレン	g/h	1000	1000	1000	1000
炉内温度	℃	1827	914	1827	0
流動媒体	g	0	474	0	0
転炉ダスト	g	1.4	1.4	1.4	1.4
珪砂	NL/min	2.6	2.6	2.6	2.6
水蒸気	NL/min	126	119	79	0
窒素	g/h	133	126	84	0
回収物質(灰分や未燃チャーを除く)	g/h	0	0	74	0
M-Fe鉄粉	g/h	822	388	776	0
アルミニウム粉	g/h	0	213	0	0
銅粉	g/h	112	127	253	14
転炉ダスト	g/h	1194	974	1193	280
珪砂	g/h	0.31	0.27	0.29	0.25
混合物	NL/min				0.30
合計					
水素ガス収率					

【 0 0 5 1 】

表 1 に示すように、発明例 1 および比較例 1 においては、ほぼ同程度の水素ガス収率が得られることがわかった。比較例 1 では模擬シュレッダーダスト中の M-Fe 粉、アルミニウム粉、銅粉、および流動媒体の転炉ダストを分離することができないため、これらは全量混合物として排出される。一方で発明例 1 においては、M-Fe 鉄粉、アルミニウム粉、銅粉、および転炉ダストを分離して回収することができた。また、発明例 1 ～ 4 で水素ガス収率を比較すると、発明例 1 > 発明例 3 > 発明例 2 > 発明例 4 となっている。これは、鉄粉、転炉ダスト、およびアルミニウム粉による触媒効果が要因と考えられる。

【符号の説明】

【 0 0 5 2 】

- 2 0 流動層加熱炉
- 2 1 分散・整流部
- 2 3 流動媒体
- 2 4 a、b 排出口
- 2 5 投入口
- 2 6 ポンプ

フロントページの続き

- (51)国際特許分類 F I
B 0 1 J 8/24 (2006.01) B 0 1 J 8/24 3 0 1
- (72)発明者 堤 康一
東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社内
- (72)発明者 奥山 悟郎
東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社内
- 審査官 森 健一
- (56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 1 4 1 8 6 7 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 7 0 6 0 9 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 3 9 6 2 5 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 0 9 B 3 / 0 0
B 0 9 B 5 / 0 0