

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6794475号
(P6794475)

(45) 発行日 令和2年12月2日(2020.12.2)

(24) 登録日 令和2年11月13日(2020.11.13)

(51) Int.Cl.

C 10 G 1/10 (2006.01)

F 1

C 10 G 1/10 Z A B

請求項の数 51 (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願2018-568343 (P2018-568343)	(73) 特許権者	518400088 ゴールデン リニューアブル エナジー、 エルエルシー
(86) (22) 出願日	平成29年7月5日(2017.7.5)	アメリカ合衆国	10703 ニューヨーク、ヨンカーズ、ネッパーハン アヴェニュー 700
(65) 公表番号	特表2019-524920 (P2019-524920A)	(74) 代理人	110000855 特許業務法人浅村特許事務所
(43) 公表日	令和1年9月5日(2019.9.5)	(72) 発明者	テノール、アンソニー エフ. アメリカ合衆国、ニューヨーク、ヨンカーズ、ホームウッド アヴェニュー 71
(86) 國際出願番号	PCT/IB2017/054058	(72) 発明者	オルワセウン、オルワダーレ アメリカ合衆国、ニューヨーク、ヨンカーズ、ショアビュー ドライブ 89、アパートメント 1
(87) 國際公開番号	W02018/007964		
(87) 國際公開日	平成30年1月11日(2018.1.11)		
審査請求日	令和1年11月14日(2019.11.14)		
(31) 優先権主張番号	62/493, 445		
(32) 優先日	平成28年7月5日(2016.7.5)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(31) 優先権主張番号	15/641, 471		
(32) 優先日	平成29年7月5日(2017.7.5)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】プラスチック廃棄物を燃料に変換するためのシステム及びプロセス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

再利用可能な燃料を処理するための装置であって、
連続材料供給アセンブリであって、

入口、及び第1の方向に前記入口から離間して構成された空気出口を有する、前記連続材料供給アセンブリの材料プレス本体、

前記材料プレス本体の前記空気出口に向かい、且つそれを通る、前記第1の方向での前記入口内への空気流を生み出すように構成された動力源であって、前記空気流が供給材料を捕捉して前記材料プレス本体内へ供給する、動力源、

前記材料プレス本体内に配置され、第2の方向での前記材料プレス本体内への前記空気流によって供給される前記供給材料を受けて操作するように構成される複数のプレスオーバーであって、前記第2の方向が前記第1の方向とは異なる、複数のプレスオーバー、並びに

第1の駆動システムであって、それが制御する前記複数のプレスオーバーに接続される第1の駆動システム
を備え、前記供給材料が前記材料プレス本体の出口の外へ前記複数のプレスオーバーによつて操作される、連続材料供給アセンブリと、

前記供給材料を連続的に受けた前記供給材料を処理するように構成される加熱工アロックフィーダであつて、

前記加熱工アロックフィーダが前記材料プレス本体の前記出口から前記供給材料を受

10

20

け、受けた前記供給材料を加熱処理するように構成され、

前記加熱エアロックフィーダが駆動カッピングに接続される2つの細長いオーガーを備え、前記2つの細長いオーガーが軸方向に回転可能なねじを有し、各ねじが、細長いシャフトを、各細長いシャフトの長さの半分に沿って外向きに延びる螺旋フライ特を伴つて有し、前記細長いシャフトの各残りの長さが、各細長いシャフトの長さの別の半分に沿つて滑らかな表面を備える、

加熱エアロックフィーダと、

前記加熱エアロックフィーダから加熱処理された前記供給材料を受け、前記供給材料の炭素鎖を熱分解するように構成される反応器と、

前記反応器により供給される蒸気を処理するように構成される蒸気精製システムと、

10

前記蒸気精製システムの支持体と、

前記支持体内に配置される複数のオーガーと、

第2の駆動システムであって、前記支持体内に配置される前記複数のオーガーに接続されて、前記複数のオーガーを駆動する第2の駆動システムと、

前記支持体に接続され、前記反応器において発生した蒸気を前記支持体の外に排気する排気システムと、

上側部分及び下側部分を有するギアボックスハウジングと、

前記上側部分と前記下側部分との間に配置される換気システムであって、

前記下側部分が前記排気システムに接続され、前記第2の駆動システムのギアボックスが前記ギアボックスハウジング内に収容され、

20

前記ギアボックスハウジングの構造内に完全に配置され、前記ギアボックスハウジング内を換気する換気システムと

を備える装置。

【請求項2】

前記反応器から炭化物を排除するように構成される炭化物処分システムを備える、請求項1に記載の装置。

【請求項3】

前記反応器の熱膨張を可能にするように構成される熱膨張システムを備える、請求項1に記載の装置。

【請求項4】

30

前記反応器から処理済みの燃料を受けるように構成される冷却システムを備える、請求項1に記載の装置。

【請求項5】

前記材料プレス本体は、出口テープ本体構造体に配置される圧縮領域を含む、請求項1に記載の装置。

【請求項6】

前記圧縮領域がその中に加圧シールを形成するように構成される、請求項5に記載の装置。

【請求項7】

前記空気出口がスクリーン付き空気出口移行部を備える、請求項1に記載の装置。

40

【請求項8】

前記複数のプレスオーガーは、それらが回転するにつれて前記スクリーンを拭き取るように構成される、請求項7に記載の装置。

【請求項9】

前記スクリーンは、前記供給材料が前記出口から抜け出るのを防止するように構成されるが、前記空気流が前記出口を通過することを可能にする、請求項7に記載の装置。

【請求項10】

前記複数のプレスオーガーが互いに反対方向に回転する、請求項1に記載の装置。

【請求項11】

前記複数のプレスオーガーが重なり合う、請求項1に記載の装置。

50

【請求項 1 2】

前記複数のプレスオーガーが 2 つのプレスオーガーを含み、各プレスオーガーが金属フライ特有する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 3】

前記複数のプレスオーガーの各々の基部が 180 度離れて終わる 2 つのフライ特有する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 4】

前記第 1 の駆動システムがギアボックスを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 5】

前記ギアボックスがはすば歯車を備える、請求項 1 4 に記載の装置。

10

【請求項 1 6】

前記ギアボックスが平歯車を備える、請求項 1 4 に記載の装置。

【請求項 1 7】

前記動力源がプロワである、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 8】

前記材料プレス本体が満杯であって正しい圧力にあるときに信号を送るアンプモニタを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 9】

前記入口に材料を供給するためのフィーダを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 2 0】

前記フィーダが空気圧式である、請求項 1 9 に記載の装置。

20

【請求項 2 1】

前記供給材料がプラスチックである、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 2 2】

前記供給材料がビニール袋である、請求項 2 1 に記載の装置。

【請求項 2 3】

所定の重量より重い物体を除去するデストナーフードへ供給するための前記供給材料を収集するコンベアシステムを備え、前記供給材料は、前記デストナーフードを通じて前記材料プレス本体に供給される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 2 4】

30

前記複数のオーガーがスクリュー型コンベアオーガーを備える、請求項 1 に記載の装置。

。

【請求項 2 5】

前記複数のオーガーは、それらのそれぞれのフライ特有が互いに交差するように前記支持体内に配置される、請求項 2 4 に記載の装置。

【請求項 2 6】

前記第 2 の駆動システムは、前記複数のオーガーの回転を制御する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 2 7】

前記第 2 の駆動システムがオーガーギアドライブを備える、請求項 2 6 に記載の装置。

40

【請求項 2 8】

前記オーガーギアドライブは、前記複数のオーガーの回転を制御するために平歯車を利用する、請求項 2 7 に記載の装置。

【請求項 2 9】

前記複数のオーガーは、蒸気流に抗して回転して凝縮性及び非凝縮性の炭化水素を含む蒸気から炭素炭化物を除去するように構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3 0】

前記反応器の全長にわたって分散される個々の加熱ゾーンを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3 1】

50

前記加熱ゾーンの温度及び滞留時間が別々に調整される、請求項 3_0 に記載の装置。

【請求項 3_2】

前記加熱ゾーンが別々に給電される、請求項 3_0 に記載の装置。

【請求項 3_3】

前記冷却システムは、

前記処理済みの燃料を上部で受け、回転させながら冷却して下部から排出する、第 1 の形態を有する第 1 のタイプのサイクロン冷却器と、

各々が前記処理済みの燃料を上部で受け、回転させながら冷却して下部から排出する、1 つ以上の第 2 のタイプのサイクロン冷却器であって、前記 1 つ以上の第 2 のタイプのサイクロン冷却器の各々が前記 1 つ以上の第 2 のタイプのサイクロン冷却器のうちの他の第 2 のタイプのサイクロン冷却器と実質的に同一の第 2 の形態を有し、前記第 2 の形態が前記第 1 の形態とは異なる、1 つ以上の第 2 のタイプのサイクロン冷却器と、

空冷式熱交換器と、

コイル凝縮器と、

1 つ以上のバブラーと、

を備え、

前記第 1 のタイプのサイクロン冷却器と前記 1 つ以上の第 2 のタイプのサイクロン冷却器とが接続され、

前記 1 つ以上の第 2 のタイプのサイクロン冷却器のうちの 1 つが前記空冷式熱交換器に接続され、

前記空冷式熱交換器が前記コイル凝縮器に接続され、

前記コイル凝縮器が前記 1 つ以上のバブラーに接続される、

請求項 4 に記載の装置。

【請求項 3_4】

前記第 1 のタイプのサイクロン冷却器は、前記 1 つ以上の第 2 のタイプのサイクロン冷却器と直列接続される、請求項 3_3 に記載の装置。

【請求項 3_5】

前記 1 つ以上の第 2 のタイプのサイクロン冷却器が前記受けた処理済みの燃料を回転させる回転フィンの第 1 の組を備える、請求項 3_3 に記載の装置。

【請求項 3_6】

前記 1 つ以上の第 2 のタイプのサイクロン冷却器が前記受けた処理済みの燃料を回転させる回転フィンの第 2 の組を備える、請求項 3_5 に記載の装置。

【請求項 3_7】

前記回転フィンの第 1 の組が第 1 の方向に回転するように配置され、前記回転フィンの第 2 の組が前記第 1 の方向とは異なる第 2 の方向に回転するように配置される、請求項 3_6 に記載の装置。

【請求項 3_8】

前記第 2 の方向が前記第 1 の方向の逆方向である、請求項 3_7 に記載の装置。

【請求項 3_9】

前記第 1 のタイプのサイクロン冷却器及び前記 1 つ以上の第 2 のタイプのサイクロン冷却器がカスケードサイクロンとして配置される、請求項 3_3 に記載の装置。

【請求項 4_0】

前記 1 つ以上の第 2 のタイプのサイクロン冷却器が 3 つの第 2 のタイプのサイクロン冷却器を備える、請求項 3_9 に記載の装置。

【請求項 4_1】

前記 1 つ以上の第 2 のタイプのサイクロン冷却器が 3 つの第 2 のタイプのサイクロン冷却器を備える、請求項 3_3 に記載の装置。

【請求項 4_2】

前記第 1 のタイプのサイクロン冷却器及び前記 3 つの第 2 のタイプのサイクロン冷却器が前記第 1 のタイプのサイクロン冷却器から始まって直列に配置される、請求項 4_1 に記

10

20

30

40

50

載の装置。

【請求項 4_3】

最後の前記第2のタイプのサイクロン冷却器が前記空冷式熱交換器に接続される、請求項4_2に記載の装置。

【請求項 4_4】

前記第1のタイプのサイクロン冷却器及び2つの前記第2のタイプのサイクロン冷却器が前記冷却された処理済みの燃料を排出するために第1の保持タンクに接続される、請求項4_3に記載の装置。

【請求項 4_5】

前記空冷式熱交換器が前記コイル凝縮器に接続される、請求項4_2に記載の装置。

10

【請求項 4_6】

前記コイル凝縮器が第2の保持タンクに接続される、請求項4_5に記載の装置。

【請求項 4_7】

前記1つ以上のバブラーが順に接続される複数のバブラーを備える、請求項3_3に記載の装置。

【請求項 4_8】

前記複数のバブラーが互いに接続される、請求項4_7に記載の装置。

【請求項 4_9】

膨張タンクを更に備え、前記膨張タンクが前記バブラーのうちの1つに接続される、請求項4_8に記載の装置。

20

【請求項 5_0】

前記第2の方向が前記第1の方向とは反対の方向である、請求項3_8に記載の装置。

【請求項 5_1】

前記回転フィンの第1の組が前記第1の方向にサイクロン回転を形成し、前記回転フィンの第2の組が前記第2の方向にサイクロン回転を形成する、請求項3_8に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、熱交換技術のための装置に関する。特に、本発明は、再生可能エネルギー・プラントにおいて炭化水素蒸気を経済的に凝縮させるための装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

熱分解プロセスにおいて燃料を生成するための従来のシステムが利用されてきた。既知のプロセスの例としては、Millerの特許文献1、Srinakruangの特許文献2、及びStankewitchの特許文献3が挙げられる。これらの特許は、炭化水素鎖を解重合した後、プラスチックが気化した時点で燃料を生成する触媒分解技術を使用するプロセスを教示する(Miller、Srinakruang、及び、Stankewitch)。

【0003】

プラスチック熱分解システムは、現在、大型回転容器及び大型キルン装置を使用する。大型容器を使用することに伴う難題は、これらのシステムがプラスチックを挿入するためにバッチ充填を使用した後にシール端部を伴う生成物を加熱するため、大型容器が連続的に充填して排出できないことである。連続システムであると主張しているが、これらのシステムは一般に複数のユニットを利用し、1つのユニットが充填されているときに、他のユニットが空にされる。したがって、このプロセスは、正確には連続プロセスではなく、重複バッチプロセスである。

【0004】

従来のシステムの大型容器を伴う第2の問題は、シール機構に伴う欠点を含む。シール機構は熱及び圧力に起因して膨張する。この膨張により、酸素が容器内に漏れて火災の危険をもたらす可能性がある。現在の既知の技術に伴う第3の難題は、容器が冷たいときに

50

容器が始動される必要があり、加熱前に酸素が排出される必要があるという事実に起因して、熱分解反応の開始時間が延ばされることである。これは非常に時間がかかるプロセスである。従来技術のシステムに伴う他の問題は、例えば内部構造にアクセスするために、洗浄前に冷却期間を必要とする容器を含む。燃料及び炭化物の抽出もバッチ工程で行なわれる。従来技術と関連がある炭化物除去プロセスは、容器が壁上の炭化物を収集するため、洗浄の性質に起因して面倒で且つ極めて汚い。この炭化物は、次のバッチが処理される前に除去されなければならない。これは、加熱、冷却、及び、洗浄の組み合わせの効率が低いため、非常に時間がかかり高価である。

【0005】

他のシステムは、それらが酸素でバージされてプラスチックで充填された後にシールされ、その後、加熱された後に洗浄されるため、前述したものと本質的に非常に類似している大桶を使用する。これらの機械は、良好なシールのために大型で高度に機械加工される表面を必要とする。バッチ加熱及び冷却は、熱分解プロセスを適時に達成するために大量のエネルギーを必要とする。手作業が洗浄プロセスで使用される。これは高価であり危険となり得る。他のプラスチックシステムは、特定のタイプのプラスチックだけのために設計される。特定の均質な流れから混合プラスチック流れに切り替えることができないことは、機器の再構成を必要とする。グレード、原料、及びプラスチックの流れが異なれば、密度やテクスチャが異なり、部品の扱いが異なる。ビニール袋、フィルム、及び、低密度プラスチックは、包装効果及び生じる架橋に起因して、標準的なシュレッダー及び供給機構に問題を起こす。ビニール袋が切断シャフトの周囲に蓄積するとラッピングが起こり、最終的にシュレッダー機構が停止する。ナイフ切断装置はこの問題を解決するように働くが、それらの装置は、硬質の汚染物質が切断ブレードを通過できるようにしない。硬質の汚染物質は、切断エッジを傷つけ、カッターの回転を止めることさえある。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第8,696,994号明細書

【特許文献2】米国特許第8,344,195号明細書

【特許文献3】米国特許第6,534,689号明細書

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、使用可能で再利用可能な燃料蒸気を最適化できる能力を与えるより効率的な再利用可能エネルギー装置を生み出す必要がある。また、それを達成するための付加的な設備又は付加的なフィルタリングプロセスの追加の支出を使用せずに汚染物質を低減する及び／又は排除する改良されたシステムを提供する必要もある。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の広い態様によれば、本発明は、再利用可能な燃料を処理するための装置であって、連続材料供給アセンブリと、供給材料を連続的に受けて内部に受けられた供給材料を処理するように構成される加熱エアロックフィーダと、加熱エアロックフィーダから処理済みの材料を受けるように構成される反応器と、反応器により供給される蒸気を処理するように構成される蒸気精製システムとを備える装置を提供する。装置は、反応器から炭化物を排除するように構成される炭化物処分システムを備えてよい。装置は、反応器の熱膨張を可能にするように構成される熱膨張システムを備えてよい。冷却システムが反応器から処理済みの燃料を受けるように構成されてもよい。

40

【0009】

本明細書中に組み込まれてこの明細書の一部を構成する添付図面は、本発明の典型的な実施形態を示すとともに、先に与えられた一般的な説明及び以下に与えられる詳細な説明と共に、本発明の特徴を説明するのに役立つ。

50

【図面の簡単な説明】**【0010】**

【図1】本発明の一実施形態に係る再利用可能エネルギー装置のための反応器セクションを示す。

【図2】本発明の一実施形態に係るプロセスフローの概略図である。

【図3】本発明の一実施形態に係るバッグプレスフィーダーアセンブリの組立図を示す。

【図4】本発明の一実施形態に係る図2のバッグプレスフィーダーアセンブリの分解図を示す。

【図5】本発明の他の実施形態に係るバッグプレスフィーダーアセンブリの代わりの実施形態を示す。 10

【図6】本発明の一実施形態に係るサイクロン凝縮冷却システムを示す。

【図7】本発明の一実施形態に係る図6のサイクロンB,C,Dの組立図、分解図、及び、内部図を示す。

【図8】本発明の一実施形態に係るコイル凝縮器の組立図、分解図、及び、内部図を示す。 15

【図9】本発明の一実施形態に係る強制空気冷却/凝縮システムの組立分解図を示す。

【図10】本発明の一実施形態に係るスクラバー/バブラー単位の組立図及び部分組立図を示す。 20

【図11】本発明の一実施形態に係る炭化水素ガスの除去のための主液体燃料収集タンク及びフラッシュタンクの組立分解図を示す。

【図12】本発明の一実施形態に係る凝縮/冷却プロセスのプロセスフローの概略図である。 25

【図13】本発明の一実施形態に係る典型的なクラム型シェルを有するバーナー単位のアセンブリを示す。

【図14】本発明の一実施形態に係る典型的な反応器アセンブリを示す。

【図15】本発明の一実施形態に係るデュアルガスバーナー単位として設計された典型的なバーナーを示す。

【図16】本発明の一実施形態に係る加熱エアロロックフィーダ内で利用される典型的なオーナーを示す。 30

【図17】本発明の一実施形態に係る典型的な加熱エアロロックフィーダの分解図及び組立図を示す。

【図18】本発明の一実施形態に係る炭化物の組立図及び分解図を示す。

【図19】本発明の一実施形態に係る炭化物排出システムを示す。

【図20】本発明の一実施形態に係る熱膨張をもたらすための移動アセンブリ又はカートアセンブリを示す図である。 35

【図21】本発明の一実施形態に係るスクリューコンベア型の開示システムを示す。

【図22】本発明の一実施形態に係るプラスチック熱分解サンプル中の成分のパーセンテージを列挙する典型的な炭化物である。

【発明を実施するための形態】**【0011】****定義**

用語の定義が一般的に使用される用語の意味から逸脱する場合、出願人は、特に示唆されなければ、以下で与えられる定義を利用するつもりである。 40

【0012】

前述の一般的な説明及び以下の詳細な説明が、例示的及び説明的なものに過ぎず、特許請求の範囲に記載される任意の主題を限定するものではないことが理解されるべきである。この出願において、特に別段に述べられなければ、単数形の使用は複数形を含む。単数形「1つの(a)」、「1つの(a n)」及び「その(the)」は、文脈が別段に明確に指示しなければ、複数の指示対象を含むことに留意すべきである。この出願において、「又は」の使用は、別段に述べられなければ、「及び/又は」を意味する。更に、「含ん 50

でいる」という用語及び「含む（*include*）」、「含む（*includes*）」及び「含まれる」などの他の形態の使用は限定的ではない。

【0013】

本発明の目的のために、用語「備える（*comprising*）」、用語「有する（*having*）」、用語「含む（*including*）」、及び、これらの用語の変形は、非制約的であるように意図され、列挙された要素以外の更なる要素が存在してもよい。

【0014】

本発明の目的のために、「上端」、「下端」、「上側」、「下側」、「上方」、「下方」、「左」、「右」、「水平」、「垂直」、「上へ」、「下へ」などの指向的用語は、本発明の様々な実施形態を説明する際に便宜的にのみ用いられる。本発明の実施形態は、様々な方法で方向付けられ得る。例えば、図面の図に示されるダイアグラム、装置などは、裏返されてもよく、任意の方向に 90° 回転させられてもよく、反転等されてもよい。10

【0015】

本発明の目的のために、値又は特性は、その値がその値、特性又は他の要因を使用して数学的計算又は論理的決定を実行することによって導出される場合には、特定の値、特性、条件の満足、又は、他の要因に「基づいて」いる。

【0016】

本発明の目的のために、より簡潔な説明を提供するために、本明細書中で与えられる定量的表現の幾つかは、用語「約」で修飾されていないことに留意すべきである。「約」という用語が明示的に使用されるか否かにかかわらず、本明細書中で与えられる全ての量は、実際に与えられた値を指すように意図され、また、そのような所定の値に対する近似を指すようにも意図され、そのような近似は、そのような所定の値に関する実験条件及び／又は測定条件に起因する近似を含めて、当該技術における通常のスキルに基づいて合理的に推測されることが理解される。20

【0017】

本発明の目的のために、「外気温度」という用語は、一般に、周囲環境の温度、特に、開示されたサイクロン凝縮・冷却システムの周囲環境の温度を指す。

【0018】

本発明の目的のために、「バブラー」という用語は、ガス流を液体の下方へ方向付ける装置を指し、この場合、ガスは、有害な気体／汚染物質を濾過する、洗浄する、及び／又は、溶出するために液体を通じて泡立つ。加えて、バブラーは、背圧アレスタ又は背圧調整器として機能してもよい。30

【0019】

本発明の目的のために、「コイル凝縮器」という用語は、凝縮されるべき蒸気と凝縮されるべき液体との間の基本的なエネルギー交換媒体として利用されるコイル付きチューブを指す。より低い凝固点を達成するため又は錆の蓄積を抑制するために利用され得る典型的な周囲液体は、水又はグリコールと混合された水を含んでもよい。

【0020】

本発明の目的のために、「冷却装置」という用語は、例えばコイル凝縮器を通じてその後に圧送されるべき凝縮物で使用される液体の温度を下げる／低下させるために使用される外部冷却ユニットを指す。40

【0021】

本発明の目的のために、「サイクロン冷却器」という用語は、空気塊をサイクロン回転で回転させる非電気延伸凝縮装置を指す。適用において、サイクロン回転は、低圧中心の周りの空気塊の急速な内向き循環を含んでもよい。

【0022】

本発明の目的のために、「デイジーチェーン形態」という用語は、構成要素が順次に接続されるアセンブリを指す。順次接続は、幾つかの構成要素の接続の直列構成を含んでもよく、この場合、1つの構成要素が次の構成要素に一列に接続される。

【0023】

10

20

30

40

50

本発明の目的のために、用語「デストナーフード」は、固体の重い物体を所定の領域に入らないように分離する装置を指す。1つの典型的な実施形態において、デストナーフードは、鋼又はアルミニウムのような重い物体が開示された実施形態のバッグプレスホッパーに入るのを防ぐように構成されてもよい。

【0024】

本発明の目的のために、「フィン」という用語は、より大きな本体又は構造体に取り付けられる薄い構成要素又は付属物を指す。フィンは、一般に、揚力又は推力を生成する箔として機能し、或いは、水、空気、又は他の流動媒体中を移動しながら動きを操縦又は安定させる能力を与える。また、フィンは、熱伝達の目的で表面積を増大させるためにも使用される。

10

【0025】

本発明の目的のために、用語「熱交換器」は、ある物質から別の物質へ熱を伝達するように設計される装置を指す。適用において、熱交換器は、固体物体と流体（液体又は気体）との間或いは2つ以上の流体間で熱を伝達するために利用されてもよい。流体は、混合を防ぐために（固体壁などによって）分離されてもよく、或いは、直接接触していてもよい。

【0026】

本発明の目的のために、用語「同一の」は、あらゆる詳細において類似していること、まったく同じであることを指す。

【0027】

20

本発明の目的のために、揮発性材料の「引火点」という用語は、発火源に与えられ又は暴露されたときに材料の蒸気が点火する最低温度を指す。

【0028】

本発明の目的のために、用語「分別」は、炭化水素鎖の混合物を一群の炭素鎖又は分画に分離することを指す。

【0029】

本発明の目的のために、用語「ナフサ」は、石油、コールタール、及び、天然ガスから蒸留されて、燃料として、溶媒として、及び、様々な化学物質を製造する際に使用される、炭化水素の幾つかの高揮発性の可燃性液体混合物のいずれかを指す。ベンジン、リグロイン、石油エーテル、ホワイトガソリンとも呼ばれる。

30

【0030】

本発明の目的のために、用語「直列」は、空間的又は時間的に連続して次々と現れる多数の物を指す。

【0031】

本発明の目的のために、用語「スクラバー」は、望ましくない汚染物質をガス又は排気流から除去する及び／又は溶解するために使用される装置を指す。

【0032】

本発明の目的のために、「実質的に」という用語は、大きい又はかなりの程度を指し、殆どの場合、本質的に、を指す。

【0033】

40

本発明の目的のために、用語「熱分解」は、所望の炭素化合物が得られるように石油化合物の炭素鎖を分解するために使用されるプロセスを指す。このプロセスは、高熱、蒸留、再沸騰、及び、エネルギー集約的冷却プロセスを含み得る。

【0034】

説明

本発明は、様々な修正及び代替形態が可能であるが、その特定の実施形態は、図面に一例として示されており、以下で詳細に説明する。しかしながら、本発明を開示された特定の形態に限定することが意図されず、それどころか、本発明は、本発明の思想及び範囲内に入る全ての修正、等価物、及び、代替物を包含するようになっていることが理解されるべきである。

50

【 0 0 3 5 】

この出願は、燃料を生成するために触媒を必要としない気密熱分解装置内に細断されたプラスチック、ビニール袋、及び、他のプラスチック廃棄物を連続的に供給することができるシステム内で熱分解の使用によりプラスチック廃棄物を燃料に変えることができるプロセスに関する。プロセスは、プロセス熱燃料を供給するために連続的な燃料分離、炭化物の排出、並びに、生成された合成ガスの収集及び使用を可能にする。

【 0 0 3 6 】

このプロセスは、機器を再構成することなく重いプラスチック（例えばリサイクル瓶のような高密度のプラスチック）及び軽いプラスチック（例えばプラスチック製の買い物袋のような低密度のプラスチック）を処理できるその能力、連続使用で動作できる能力、及び、熱交換のより高い効率を得ることができる能力に起因して従来技術のプロセスに伴う前述の問題を克服する。連続的なプラスチックの流れがシステムに入り、連続的な炭化物の流れが収集されて、燃料が連続的に生成される。反応器を加熱するためにバーナーにより使用されない過剰な合成ガスから電気を生成し、それにより、動作コストを低減できる。これは、それが反応器のバッチ加熱、冷却、及び、洗浄を伴わないからである。このプロセスは半クローズドループ工程である。外部熱は、プロセスの最初の1時間半～2時間で加えられ、天然ガス、プロパン、ディーゼル、及び、電気の形態を成すことができる。この用語は「起動時間」と称される。機械が起動段階中に連続的に運転できた時点で、本発明は、それ自体のガス副生成物で連続的に動作できる。このガスは「合成ガス（synthetic gas）」又は「合成ガス（syn-gas）」と称される。

10

20

【 0 0 3 7 】

開示されたシステムにおいて、合成ガスは、プラスチック材料がより短い炭素鎖に熱分解されるときに生成される副生成物又は排ガスと見なされ得る。前述の開示されたプロセスは、凝縮液体又は燃料（例えば、ディーゼル及びガソリン）及び天然ガス又は合成ガスのような非凝縮性ガスを生成する。合成ガスは、本明細書中に記載されるようにシステムの構成要素を加熱するために開示されたシステムのバーナーに戻されてもよい。

図1を参照すると、再利用可能エネルギー装置のための反応器セクション100が示される。反応器セクション100は、供給フィーダ又はバッグプレスフィーダ300を用いて、反応器1400内へのプラスチック材料を加熱エアロックフィーダ1700に供給する。炭化物は炭化物排出システム1900を通じて取り除かれる。反応器セクション100内で生成される蒸気は、反応器全体にわたって存続し、灰分離塔又は炭化物分離器1802を通じて収集されてもよい。

30

【 0 0 3 8 】

図10に示されるデュアルガスバーナーは、開示されたシステムにより生成される商用ガス及び合成ガスを加熱燃料として使用することができる。図10に1及び2で示される交流電磁弁は、デュアルガス制御を可能にする。

【 0 0 3 9 】**バッグプレス分離器**

従来の先行技術システムにおけるプラスチックバッグなどのプラスチック型材料を処理することは問題があることが知られている。例えば、プラスチック型材料の特徴的に軽量の性質に起因して、プラスチック型材料を処理して押出機に供給することは困難である。例えば、プラスチックバッグ材料は、1立方フィート当たり平均3ポンドの非常に低い非圧縮重量を有し、また、それらの前述の軽量特性に起因して、プラスチックバッグ材料は、ばね開放し、移動時に浮くとともに、保管時に非常に大きいブリッジを形成する傾向がある。

40

【 0 0 4 0 】

したがって、先行技術は、加熱されたプラスチック材料の連続的な供給及び搬送を容易にもたらさない。加えて、先行技術は、精製された燃料生成物への変換のために再生プラスチック材料を取り扱うためのシステムを容易に提供しない。更に、先行技術のシステムは、その後の処理のために加熱プラスチック材料を供給して操作するためにエアロックを

50

達成することにおいて問題があることが分かっている。したがって、プラスチック型材料を使用可能な及び／又は再利用可能な燃料生成物へと処理できる能力をもたらすより効率的な再利用可能エネルギー装置を生み出す必要がある。

【 0 0 4 1 】

プラスチック廃棄物が細断されて例えれば反応器（例えれば熱分解反応器）へ供給されてもよい。摂氏350度以上の熱を加えると、細断されたプラスチック材料が溶融して気化する。最終的に、上流側反応器は、背圧を利用して、プラスチック材料中に存在する炭素鎖の熱分解を助け、その後の使用のために精製燃料又は再利用可能な燃料を生成してもよい。

【 0 0 4 2 】

この出願は、再利用可能燃料処理ユニットの一部であってもよい装置に関する。開示された1つの実施形態では、装置アセンブリを使用して、動力源としてプロワを有する空気圧フィードを含む再利用可能燃料処理ユニットにプラスチック材料を供給してもよい。細断されたプラスチックを溶融して気化するために使用される熱によってプロワに動力が供給されてもよいことが理解されるべきである。また、アセンブリは、スクリーン付き空気出口、複数のプレスオーガー、ピンチコンベアシステム、デストナーフード、レシーバホッパ、低レベル及び高レベルインジケータ、ラム、プレススクリュー入口、空気圧エアシリンド、バッグプレス入口、出口、及び、アンプモニタを含んでもよい。空気圧フィードは、プラスチック材料を所定の速度でプレスフィードレシーバへ移動させるように構成されてもよい。プロワは、プロワからの空気がスクリーン付きフードを通じて引き込まれる動力源として使用される。スクリーン付き空気出口は、バッグプレス本体と同じ同一形状として実質的に構成されてもよい。プレススクリューオーガーは、それらが回転する際にスクリーンを拭き取り、それにより、バッグプレス、ラム、及び、レシーバを通じた空気の流れを可能にする。ピンチコンベアシステムは、ビニール袋などの緩んだプラスチック材料を収集し、それらを（比較的大きな本体を有する）デストナーフードへと押し込み、それにより、圧縮されたプラスチック材料（例えればビニール袋）がデストナーフードの内側に配置されるときに膨張できるようにする。プラスチック材料（例えれば、ビニール袋）がレシーバホッパへと搬送され、それにより、レベルインジケータが起動され、ラム機構が始動される。ラムは、材料をプレススクリュー入口へと押し込む空気遮断ゲートとして作用する。ラムが移動し始めた時点で、ピンチコンベアが停止し、それにより、材料がレシーバホッパに入ることが防止される。したがって、ラムは遮断ゲートとしても作用する。開示された実施形態において、ラムは、空気圧エアシリンドによってバッグプレス入口へ向けて押圧される。ラムは、レシーバ開口よりも大きくなるように構成されるとともに、プレススクリューオーガーと実質的に同じ同一適合面を有するように設計されてもよい。記載された実施形態の全詳細が以下で与えられる。

【 0 0 4 3 】

図3を参照すると、開示されたバッグプレスフィーダアセンブリ300は、以下に記載されるように、再生プラスチック材料を連続的に供給してその後の処理のために再生プラスチック材料を燃料源へと加熱するように容易に構成される再利用可能燃料処理ユニットの一部として使用されてもよい。図4は、1つの開示された実施形態に係るバッグプレスフィーダアセンブリ300の分解図400を示す。

【 0 0 4 4 】

ビニール袋型材料は、それらの材料設計の固有の軽量性に起因して、処理して従来の先行技術システムへ供給することが難しいことで知られている。そのようなビニール袋型材料は、平均して例えば1立方フィート当たり約3ポンドの非常に低い非圧縮重量を有し得る。更に、そのような前述の材料は、ばね開き、移動時に浮くとともに、保管時に非常に大きいブリッジを形成する傾向があり得る。開示された形態の実施形態は、前述したように、ビニール袋の搬送、受け取り、保管、及び、供給に関連する先の問題を扱って解決する。

【 0 0 4 5 】

10

20

30

40

50

開示されたバッグプレスフィーダセンブリは様々な材料から構成されてもよい。開示された形態においては、一般に炭素鋼が使用され得るが、特定の条件によって必要とされる場合は他の合金が適用されてもよい。構造設計内でステンレス鋼又はアルミニウムが使用されてもよい。図3及び図4を参照すると、バッグプレスフィーダセンブリ300の形態により、軽い材料を収集してより高密度の材料へと圧縮することができる。ユニットの入口402は、材料からの搬送空気の分離を可能にするのに役立つように接線方向である。開示された形態内から空気を排除することは、さもなければ燃え易い作業環境内で燃焼の機会を除去する又は劇的に減らすために重要である。

【0046】

受け入れホッパ304内に収集されるようになっているプラスチック材料は、フォトアイが材料のレベルを表示するポイントまで作られる。このインジケータは、容量が示されるときに材料の流れを止めるためにコントローラに信号を送信する。1つの開示された実施形態において、ラムプレスは、材料を受け入れホッパ304からプレスチャンバ308内へと引き込むように構成される。これは、材料がフォトアイの下方に下げられるにつれて、より多くの材料が受け入れホッパ304内へ搬送されるからである。

10

【0047】

プラスチック材料は、必要な形態に基づき、時計回り又は反時計回りに回転して入ることができる。プラスチック材料がレシーバの上側セクションに入って循環すると、プラスチック材料は重力によって下側セクションへと落下する。このセクションは、材料が連続的に落下できブリッジを形成しないように設計される。上側の直径は、膨出してブリッジを引き起こす任意の材料を強制的に側壁形状をたどる下方向に押し込む負の壁を形成するベース排出領域よりも小さい。

20

【0048】

図3に304で示される受け入れホッパの下には、超高分子量ポリエチレン(UHMW)又は低摩擦プラスチックで裏打ちされた正方形のハウジングがあり、このハウジングは内側に空隙充填ラム装置414(図4)を有する。1つの開示された実施形態では、ハウジングが正方形の幾何学的形状として構成される。ラム装置414は空気圧エアシリンダ416によって動力が与えられる。ラム装置414又はプラグは、ポリマーライナー418の内側で直線方向に移動する。チャンバ308は、外部支持バーと、適合する接続フランジ又はシールフランジ424及び入口フランジ422とを伴う所定の形状(例えば、ほぼ正方形の形状輪郭)を成す。ラムプラグ414が押されるときのラムプラグ414の抗力を減らすためにポリマーライナー、UHMW又はナイロンが使用される。

30

【0049】

エアシリンダ416は、図4に308で示されるチャンバの尾部で支持フレームに装着される。エアシリンダの他端は、ラムプラグ414の内側、例えばオーガーの輪郭に適合するプレートに接続される。チャンバ308の後端は、空気漏れを防ぐためにシールプレート426を用いてシールされる。チャンバをシールすることにより、空気移動は、生成物入口ポート402で受け入れホッパに入り、チャンバ308を通じて、プレス本体を通じて、その後に空気排出移行フード318を通じて、離れて位置され得るファンへと入るように許容される。

40

【0050】

ラムプラグ414の移動は、420で示される開口を越えてスライドし、それにより、材料は、受け入れホッパ304から開口接続フランジ422を通じてチャンバ308内へ落下することができる。ラムプラグ414はチャンバ308の後方へ引っ張られ、それにより、大量の材料は、ラムの前方に落下して、その後に案内されてプレス装置へと押し込まれ得る。空気圧シリンダ416が延出してラムプラグ414をバッグプレスフィーダ322の開口404内へ押し込む。

【0051】

バッグプレスフィーダ322は、適合する入口フランジ404を伴うプレス本体又は垂直二重体324と空気排出移行フード318とから成る。バッグプレスフィーダ322は

50

、310で示される支持フレームと分割偏心減速機を備える下側ホッパとに接続し、分割偏心減速機の全ては、本体と單一直径の排出フランジとに至るまで適合するように溶接され得る。プレス本体324内には、逆回転二重フライトオーガー408, 410が配置されてもよい。オーガー408, 410は、流入材料を受けて取り込むとともにこの材料を下側ホッパに押し込むように操作するべく構成される。

【0052】

オーガー408, 410は、ドラムの周囲に強固に溶接される重いスクリューフライト材料と共にそれぞれのオーガーごとに直径が約14インチの寸法のドラム内に位置される。ドラムは、バッグプレス本体の形状に適合するように下側テーパーコーンとして設計される。412の駆動シャフトは、ドラムを貫通して支持されて溶接されるとともにギアボックス314内へと延びる。オーガー408, 410は、一方が右回転して他方が左回転するように構成される。左右のオーガーが重なり合う。この重なり合いに起因して、オーガー408, 410は、プラスチック材料をバッグプレスフィーダホッパーの下側セクションへと押し下げている間、自己洗浄機構として作用する。バッグプレスフィーダ322内の圧力は、材料がバッグプレスフィーダの上端の大きな開口からバッグプレスフィーダの下側の小さな開口へと押し込まれるにつれて増大する。アクセスドア326は、内部形状を維持するために使用されるプラグ型ドアである。プラスチック材料は、スクリーン付き空気出口移行フード318の裏側に位置されるファンによって生成物入口402で受け入れホッパに引き込まれる。

【0053】

主オーガー408, 410はドラムスタイルオーガーとして構成されてもよい。ドラムの概念は、ビニール袋のような材料がドラムの周囲を完全に包まないようにする大きな外周を有することである。開示された形態は、重なり合う逆回転オーガーフライトと共に、材料がドラムオーガー408, 410の周囲を包むことを防止する。ドラムオーガーの基部は、二重フライトに起因して180度離れて終わる2つのフライトを有する。ドラムは180度離れたフライトを両側に有するため、下向きの力の圧力は、材料を下に圧縮する際にドラムオーガーを偏向させない。

【0054】

図4に最も良く示されるように、オーガー408, 410に接続してそれらを制御するために駆動システムが設けられてもよい。駆動システムは、例えば、はすば歯車電動駆動ボックス又はモータドライブ312によって動力が供給され得るギアボックス又は駆動機構314を含んでもよい。駆動機構314は、例えば駆動ハウ징内に維持されてもよい。駆動ハウ징の内側から、移送シャフト434、平歯車436のシール及びベアリングが出る。多数の平歯車436（例えば、4つの平歯車）を使用することにより、ギアボックス314の全体サイズが縮小される。動作時、2つのオーガー408, 410間の中心線の差は、さもなければ2つの大きな歯車が中央で出会うことを要し、その場合、4つのより小さな平歯車の使用は、全てのシャフトで等しい力を維持しつつボックスをより小さくする。

【0055】

したがって、1つの開示された実施形態では、プラスチック材料を所定の速度でプレスフィードレシーバ304へ移動させるとともに任意の重い物体を除去するために、開示された形態において空気圧フィードが使用される。標準的なプロワが動力源のために使用されてもよい。プロワからの空気は、材料プレス本体又はバッグプレス本体320の裏側にあるスクリーン付きフード318を通じて引き込まれる。1つの開示された実施形態において、スクリーンフード318は、接続ポイントからスクリーン付き空気出口移行部402の方へとほぼ内側に先細っており、99で示されるバッグプレス本体と同じ形状として構成されて、オーガー408, 410とスクリーン402との間に非常に小さい隙間を形成してもよい。オーガー408, 410は、それが回転する際にスクリーン402を拭き取り、それにより、空気は、バッグプレス、ラム、及び、レシーバを通じて流れることができる。スクリーン402はプラスチック材料粒子をバッグプレス本体320内に維持し

10

20

30

40

50

、それにより、プラスチック材料粒子がフード318で出ることを防止する。しかしながら、スクリーン402の形態は、バッグプレスを通じてバッグプレス本体320へ入る及びフード318を通じて出る空気流がさもなければ燃え易い動作環境を排除できる及び/又は大きく減らすことができるようとする。

【0056】

ピンチコンベアシステムなどのコンベアシステムは、緩んだバッグなどのプラスチック材料を収集してそれらをデストナーフード306へのフィードとなるサイズに圧縮するために使用されてもよい。デストナーフード306は、大きな本体を有するとともに、圧縮されたビニール袋材料がデストナーフードの内側に配置された時点でわずかに膨張できるようにする。袋は、その後、レシーバホッパ304内へ搬送されてラムハウジング308内へと搬送される。袋は、レベルインジケータを起動させる所定のポイントまでレシーバホッパ304を満たす。これにより、下方に配置されるラム414が始動し、材料がプレススクリュー入口504に押し込まれる。ラム414が動き始めると、ピンチコンベアが停止し、更なる材料がレシーバホッパ304に入る事が防止される。また、ラム414は、それがレシーバホッパ開口420を覆うときに空気遮断ゲートとして作用する。レシーバ304は負の壁形態を有する。流入する材料は、それがレシーバ304の内側にあるときに膨張する。ホッパはそれがラム入口420に近づくにつれて大きくなる。ラム414は、空気圧式エアシリンダ416によってバッグプレス入口504に押されると同時に、その形状に起因して材料の流れを遮断する。これはラム本体がラム本体の上方に配置されるレシーバ開口部420よりも大きいからである。ラム414は、材料を99で示されるプレス本体内に引き込むことができるようとするプレススクリューオーガー408, 410と同じ形状及び/又はサイズを伴う実質的に同一の面を有するように構成されてもよい。プラスチック材料は金属フライト406によってオーガー408, 410の下方に押しやられる。開示された実施形態は、プレス本体320内に1つの左側フライトオーガー408及び1つの右側フライトオーガー410を備える。

【0057】

ビニール袋などの益々多くのプラスチック材料がバッグプレスに集められるにつれて、プラスチック材料は押し下げられて圧縮される。プラスチック材料(例えばビニール袋)がバッグプレス本体320の内側に蓄積するにつれて、プラスチック材料は、ホッパの直徑が出口328の圧縮領域へ向けて益々小さくなるところで押し下げられる。材料の増加及び面積の減少は、より高密度のプラスチック材料をもたらし、加圧シールを形成する。

【0058】

バッグプレスモータドライブ312はアンプモニタを含んでもよい。アンプモニタは、バッグプレスが満杯になって正しい圧力にあるときに信号を送るために所定のレベルに設定されてもよい。アンプモニタの閾値レベルに応じて、モータドライブは、所定の値又はアンプ範囲に基づいて動作する又は動作しないように制御される。材料を排出できるようになると、出口328の圧縮領域で圧力が低下され、モータアンプを監視し続けつつ充填プロセスを開始するべくコンピュータが初期化されてもよい。

【0059】

図5を参照すると、バッグプレスフィーダーセンブリ500の代わりの実施形態510が反応器1400に関連して示される。バッグプレス本体320内に負の真空圧が形成されてバッグプレス本体内にプラスチック材料が引き込まれる。したがって、プラスチック材料502が空気流506によって入口504に供給される。開示された形態は、空気流506をオーガー408(410)へ向けてスクリーン402及びフード付き出口318を通じてバッグプレス本体320の入口504内へ受け入れる。

【0060】

スクリーン付き空気出口移行部402は、99で示されるバッグプレス本体と同じ形態として構成されて、オーガー408, 410とスクリーン402との間に非常に小さな隙間を形成してもよい。オーガー408, 410は、それが回転する際にスクリーン402を拭き取り、それにより、空気は、バッグプレス、ラム、及び、レシーバを通じて流れる

ことができる。スクリーン 402 は、バッグプレス本体 320 内にプラスチック材料粒子を保持し、それにより、プラスチック材料粒子がスクリーン 402 及びフード付き出口 318 を通じて抜け出ることを防止する。しかしながら、スクリーン 402 の形態は、バッグプレスを通じてバッグプレス本体 320 へ入る及びスクリーン 402 及びフード付き出口 318 を通じて出る空気流がさもなければ燃え易い動作環境を排除できる及び／又は大きく減らすことができるようにもする。

【0061】

形態により、プラスチック材料 502 は、空気流 506 によりオーガー 408 (410) に向け推し進められ、バッグプレス本体 320 内に背圧が形成される。益々多くのプラスチック材料 502 がバッグプレス本体 320 内に収集されるにつれて、プラスチック材料 502 は、それが圧縮し続けるにつれて下方向 508 に押しやられる。プラスチック材料 502 がバッグプレス本体 320 の内側に蓄積するにつれて、プラスチック材料 502 は、ホッパの直径が出口に向かって益々小さくなるところで下方に押される。材料の増加及び面積の減少は、より高密度の材料をもたらし、加圧シールを形成する。

10

【0062】

サイクロン凝縮冷却システム

従来のシステムの既存の形態は、多くの場合、冷却システムの構造を受け入れるために過度の量のスペースを必要とする。加えて、そのような従来の冷却システム形態は、凝縮器の内側に低い表面積しかもたらさず、それにより、それらの効率が制限される。更に、前述の形態は、例えばデイジーチェーン構成形態でその構成要素の容易な連結及び繋がりを可能にしない。結果として、使用可能で再利用可能な燃料蒸気の凝縮が最適化されない場合がある。したがって、従来技術の形態は、凝縮器内の内部チューブの炭化物の蓄積及び詰まりをもたらし、それにより、システムの有効性を低下させる場合がある。

20

【0063】

そのため、使用可能で再利用可能な燃料蒸気を最適化できる能力を与えるより効率的な熱交換冷却システムを生み出す必要がある。また、それを達成するための付加的な設備（外部熱源、電気入力、又は、冷却媒体装置など）の追加の支出を使用せずに汚染物質を低減する改良されたシステムを提供する必要もある。

【0064】

分別は、炭化水素鎖の混合物を一群の炭素鎖又は分画に分離することを含む。熱分解は、石油化合物の炭素鎖を分解して所望の炭素化合物を達成するために製油所によって使用されるプロセスである。このプロセスは、一般に、高熱、蒸留、再沸騰、及び、エネルギー集中冷却プロセスを伴う。この出願は、反応器（例えば、熱分解反応器）により生成される蒸気を凝縮させる発明を開示する。そうすることで、開示されたシステムは、標準的なサイクロンと、流入蒸気が蒸気の速度にかかわらず所定の回転量を維持するようにする内部サイクロン回転フィンを有する複数の特殊なカスケードサイクロンと、凝縮を増大させるヒートシンクと、熱損失を増大させるためにサイクロン内部でガスを逆方向に流して蒸気速度を低下させる逆転フィンと、燃料引火点の制御を可能にする主収集タンクと、より高い品質の燃料の生成を可能にする冷却面の 100 % を使用するコンパクト低温コイル冷却器と、熱分解反応器内への背圧をもたらすバブラー／スクラバーとを利用する。

30

【0065】

開示される主題は、使用可能で再利用可能な燃料蒸気を最適化する能力を与えるより効率的な熱交換冷却システムを提供することによって熱交換技術を改善する。そのような蒸気は、任意の非凝縮性石油燃料などの気体燃料で動作できる任意の装置で捕捉されて利用されてもよい。

【0066】

加えて、本明細書中で論じる開示された主題は、それが改変された回転フィン、内部サイクロンヒートシンク、各サイクロン内部の強制ガス方向反転、外部熱源を伴わずに燃料引火点を制御できる能力、外部熱源を伴わない収集燃料の分離、及び、冷却面の 100 パーセントを使用するコンパクト低温コイル冷却器を使用するため、従来技術とは異なる。

40

50

【0067】

更に、開示される主題は、使用可能で再利用可能な燃料蒸気の凝縮が最適化されるようにデイジーチェーン形態構成を使用する。開示されたサイクロン凝縮・冷却システムは、再利用可能エネルギー技術の一部であり、また、従来技術の形態は、炭化物蓄積及び凝縮器内のチューブの詰まりをもたらして、有効性を低下させる。

【0068】

図6を参照すると、開示された主題は、複数のサイクロン冷却器（例えば、1つの標準的なサイクロン冷却器及び1つ以上の特殊なサイクロン冷却器）から成る冷却システムに向けられ、それにより、開示されたサイクロン凝縮・冷却システム600を形成する。開示された実施形態によれば、標準的なサイクロン冷却器は、本明細書中で説明されるように、第1の形態を有する第1のタイプのサイクロン冷却器であると見なされ得る。1つ以上の特殊なサイクロン冷却器は、第2のタイプのサイクロン冷却器であると見なされ得る。したがって、1つ以上の第2のタイプ冷却器は、以下に説明されるように、それぞれの他の1つ以上の第2のタイプのサイクロン冷却器と実質的に同一の第2の形態を有し得る。しかし、第1の形態を有する第1のタイプのサイクロン冷却器は、以下で説明されるように、第2の形態を有する第2のタイプのサイクロン冷却器とは異なる。

10

【0069】

一例として、1つの標準的なサイクロン冷却器が図6にAとして示される。典型的な実施形態では、3つの特殊なサイクロン冷却器が図6にB、C及びDとして示される。特殊なサイクロン冷却器B、C、Dのそれぞれは、例えば図7に示されるタイプのものである。標準的なサイクロン冷却器の典型的な実施形態が第1の形態を備えてよい。特殊なサイクロン冷却器の典型的な実施形態が第2の形態を備えてよく、第2の形態のそれぞれは、互いに類似しているが、標準的なサイクロン冷却器の第1の形態とは異なる。開示されたサイクロン凝縮・冷却システム600は、冷却装置630と、空気熱交換器624と、2つの液体バブラー／スクラバー650と、主保持又は主液体燃料収集タンク664と、膨張タンク638とを含んでもよい。

20

【0070】

典型的な用途において、熱分解反応器は、細断されて供給され得るプラスチック廃棄物を処理する。摂氏350度以上の熱を加えると、細断されたプラスチック材料が溶融して氣化する。上流側反応器は、プラスチック材料中に存在する炭素鎖の熱分解を助けるために背圧を必要とする。サイクロン式凝縮・冷却システム600は、熱分解反応器によって必要とされる必要な背圧を生成するために使用されてもよい。そのような背圧は、バブラー／スクラバー650（例えば、図10に描かれる）内で生成される水柱圧力に加えて、開示された主題のパイプ及びサイクロン冷却器の静止摩擦に起因して得られる。

30

【0071】

図6を参照すると、第1のサイクロン冷却器が606で示される。第1のサイクロン冷却器は標準的なサイクロン冷却器である。標準的なサイクロン冷却器は、入口部と、本体壁と、排出するためのコーンと、内部チューブとから成る。蒸気又はガスの流れがサイクロンに入ると、その流れは、本体の周りを回ってコーンの下を流れ、その後、チューブを通じて上方へ流れ、サイクロンから出る。流入ガスにおける回転量は、それが生み出す回転及び向心力の大きさと、ガスとともに搬送される粒子の量とを決定付ける。この力は、粒子をガスから分離し、コーンを通じて落下し、その後、サイクロンから出る。ガスは回転してコーンを落下し、コーンの直径が小さくなるにつれて速度と圧力を増大させる。この動作は、ガス流をコーンの底部に押し固め、ガス流を強制的に内部チューブを通じて逆流上昇させ、その後、サイクロンから出て次のサイクロンへと向かう。第1のサイクロン冷却器606内の蒸気の回転は、ガスが第1のサイクロン冷却器606に入るときのガスの速度に基づく。開示された主題では、サイクロン入口が図6に602及び図7に602で示される。入口602は約6インチの直径を有し、この場合、その入口速度は、以下の値、すなわち、華氏約1,150度で処理される細断プラスチック材料が1時間当たり約2000ポンドに基づく熱分解反応器の速度能力に基づいて、毎分約3,234フィ

40

50

ートの蒸気流又はガス流を収容できる。熱分解反応器は約7%の炭化物率を有するため、(炭化物が除去された後に)処理される細断プラスチックの残りの量は、ガス状に処理された約1,860ポンド/時間である。ガスの重さは0.78オンス/立方フィートである。したがって、標準的なサイクロン冷却器606は、毎分約635立方フィートの割合でガスを受け取る。周囲温度は、熱損失に晒される目的のために華氏約70度であると仮定される。

【0072】

蒸気は、約4秒間にわたって第1のサイクロン冷却器606内に留まる。これにより、華氏約3~8度の熱損失が可能になる。第1のサイクロン冷却器606の底部151aに集められた燃料は、C-28以上の炭素鎖を含む。また、第1のサイクロン冷却器606は、サイクロン凝縮・冷却システム600へ移動されてしまったかもしれない大きな炭化物粒子も収集する。これらの炭化物粒子は、蒸気流から落下し、底部674で排出ホッパに堆積され、そこでC-28以上の炭素鎖を含む燃料と混合する。この燃料炭化物混合物は、高温ポンプ676を介して更なる熱分解のために熱分解反応器に戻されて再供給されてもよい。標準的なサイクロン冷却器606から出る蒸気は、毎分約3,224フィートの速度で移動しており、クロスオーバーパイプ608を約2.9秒間通過する。クロスオーバーパイプ608の薄い壁に起因して、蒸気がクロスオーバーパイプ608を通って移動するときの蒸気の熱損失は、華氏約2度となる。この熱損失は、第2のサイクロン冷却器610に入る蒸気の入口蒸気量を低下させる。

【0073】

図7を参照すると、図6の特殊なサイクロン冷却器610, 614, 618(それぞれ第2のサイクロン冷却器、第3のサイクロン冷却器、及び、第4のサイクロン冷却器)の断面図は、熱を消散させて凝縮を行なうべく(周囲温度に隣接している)サイクロン冷却器の外側本体の外部との蒸気接触を最大にするためにガス蒸気をサイクロン経路に追従させる特殊なサイクロン冷却器(610, 614, 618)の内部構造を示す。

【0074】

したがって、第2のサイクロン冷却器610(図6及び図7)は、標準的な/第1のサイクロン冷却器606とは異なる独自の形態を伴って構成される特殊なサイクロン冷却器である。図7に示されるように、第2のサイクロン冷却器アセンブリ610は、組立図700、分解図702、及び、内部図704に示されている。第2のサイクロン冷却器は、最終組み立て状態でコーン150に接合される本体部710を含み得る。標準的なサイクロン冷却器とは対照的に、第2のサイクロン冷却器は、開示された主題の開示された配置を成す付加的な内部構成要素を有する。具体的には、これに関連して、本体部710及びコーン150は、外側チューブ構造体726及び内側チューブ構造体718を備える内部構造体又は内部チューブを収容する。内側チューブ構造体は内側フィラードラム720と見なされてもよい。外側チューブ構造体726はキャビティ722を有する。最終組み立て時、内側チューブ構造体718は、外側チューブ構造体726のキャビティ722内に配置される。内側チューブ構造体718は、それを通じて放出されるガスを収容するためのキャビティ216を備える。

【0075】

外側チューブ構造体726の本体728は、以下に説明されるように、その外側に沿って第1の回転方向に配置される回転フィン724の第1の組を含む。回転フィン724の形態は、内部サイクロン回転フィン形態を含んでもよい。内側チューブ構造体718は、第2の回転方向で横切るその外側に沿って配置される回転フィン714の第2の組を含む。回転フィン714の形態は、内部サイクロン回転フィン形態を含んでもよい。一実施形態において、第2の回転方向は、以下で更に説明するように、回転フィン724に対して逆の又は反対のサイクロン回転フィン方向を含んでもよい。

【0076】

したがって、最終組み立て時、内側チューブ構造体は、外側チューブ構造体726のキャビティ722内に配置されて、内部チューブアセンブリを形成する。内部チューブアセ

10

20

30

40

50

ンブリは、更に、接合本体部 710 及びコーン 150 のキャビティ内に配置される。最終組立形態では、第 1 のチャネル 738 が外側チューブ構造体 726 の外部と本体部 710 の内部との間に形成される。加えて、キャビティ 722 内の内側チューブ構造体 718 の外部と外側チューブ構造体 726 の内部との間に第 2 のチャネルが形成される。後述するように、回転フィン 724 は第 1 の方向で第 1 のチャネル 738 内に配置され、回転フィン 714 は第 2 の方向で第 2 のチャネル 740 内に配置される。

【0077】

選択された実施形態において、開示された主題は、約 158 フィートの回転フィン 724 を伴って形成される第 2 のサイクロン冷却器 610 を提供する。回転フィン 724 間の距離は約 4 インチ（ピッチ）であり、その場合、ライトの幅は約 3 インチである。10 回転フィン 724 は、36 インチの外径を有する 12 螺旋回転を有して形成されてもよい。内側チューブ構造体 718 上に配置されるフィン 714 は、回転フィン 724 と同じピッチ及び幅を有する 6 螺旋回転を含んでもよい。回転フィン 724 は、受けたガスの回転量を強制するために第 2 のサイクロン冷却器 610 の本体 710 の内側に取り付けられる。これにより、ガスは、下方に配置されたコーン 150 に入る前に本体 710 と所定時間接触するようになる。第 2 のサイクロン冷却器 610 を通過する移動時間は、1 時間当たり約 2000 ポンドの細断プラスチックを処理する反応器の処理速度に基づいて約 3.8 秒である。フィンがヒートシンクとして作用するため、フィン 724 によりもたらされる摩擦に起因して第 2 のサイクロン冷却器 610 内に熱損失が存在する。蒸気が冷えるにつれて、蒸気は凝縮して体積を失う。体積の損失は、ガスの速度を低下させ、それにより、ガスの速度が低下し、より長い保持時間がもたらされる。これは、サイクロン冷却器内の更なる熱損失を助ける。（図 12 は、開示された主題に関して損失計算された残りのサイクロン冷却システムの概略図を与える）20

【0078】

第 3 のサイクロン冷却器 614（図 6 及び図 7）は第 2 のサイクロン冷却器 610 と同一である。同様に、第 3 のサイクロン冷却器 614 は、標準的な / 第 1 のサイクロン冷却器 606 とは異なる独自の形態を伴って構成される特殊なサイクロン冷却器である。30 第 3 のサイクロン冷却器 614 に関するプロセスは、第 2 のサイクロン冷却器 610 と同一であり、第 3 のサイクロン冷却器 614 は、第 2 のサイクロン冷却器 610 と同じ態様で設計されて構成される。作動時、蒸気は、第 2 のサイクロン冷却器 610 を出て、クロスオーバーパイプ 612 を介して第 3 のサイクロン冷却器 614 に移動する。冷却プロセスは、蒸気の体積を減少させ続け、蒸気の速度を低下させる。

【0079】

第 4 のサイクロン冷却器 618（図 6 及び図 7）は、第 2 のサイクロン冷却器 610 及び第 3 のサイクロン冷却器 614 と同一である。同様に、第 4 のサイクロン冷却器 618 は、標準的な / 第 1 のサイクロン冷却器 606 とは異なる独自の形態を伴って構成される特殊なサイクロン冷却器である。40 第 4 のサイクロン冷却器 618 は、第 2 のサイクロン冷却器 610 及び第 3 のサイクロン冷却器 614 と同じ態様で設計されて構成される。作動時、蒸気は、第 3 のサイクロン冷却器 614 を出て、クロスオーバーパイプ 616 を介して第 4 のサイクロン冷却器 618 に移動する。冷却プロセスは、蒸気の体積を減少させ続け、蒸気の速度を低下させる。第 4 のサイクロン冷却器 618 の設計形態は、蒸気がこのサイクロンを出て強制空気熱交換器 624 に入ることができるようにしてよい（図 6 及び図 9 参照）。典型的な形態において、強制空気熱交換器（空冷式凝縮器）624 は、橢円形の扁平チューブ内で約 1600 平方インチの総断面積を有する。この高い表面積は、反応時間を増大させて、残りのガス流の速度を毎分約 150 フィートに減速させるとともに、周囲空気温度に起因して摂氏約 100 度から摂氏 70 度まで劇的に熱を減少させる。これにより、橢円形の扁平チューブ 912 の内側に集められて直下に位置される第 4 のサイクロン冷却器 618 内へ滴下して戻され得る大量の凝縮物がもたらされる。この戻り液体燃料は、次に、第 3 のサイクロン冷却器 614 を出る蒸気を更に冷却する。蒸気は、強制空気熱交換器 624 を通じて進み、チューブ 628 を介してコイル凝縮器 630（図 50

1 及び図 3) の冷却された冷却コイルに押し込まれる。

【 0 0 8 0 】

図 8 を参照すると、コイル凝縮器 630 の内部形態 802 及び分解図 804 が示される。コイル凝縮器 630 は、短炭素鎖凝縮ユニットとして機能する。典型的な実施形態において、コイル凝縮器 630 は、冷却グリコールのタンク 816 を通じて沈められる 6 つの内部コイル付き 1 インチチューブ 810 で構成される冷却器である。6 インチ直径のステンレス鋼の丸いチューブは螺旋の形態を成す。螺旋は、1 インチチューブの全長を 60 フィートから減少させ、この場合、チューブは高さが約 5 フィートの装置内に収容される。6 つのコイルは、一般に、互いに円形のパターンで均一に配置される。これは、コイル内に流れるガスの均一な分布をもたらす。螺旋状の形状は、回転静圧の使用によって流入蒸気の減速を補助する。これらのコイルは上下端のフランジプレート 832 を介して取り付けられる。このアセンブリは、適合するフランジ 812, 816 と共にドラムハウジング 816 内に挿入される。ドラムハウジング 816 は、熱交換のための媒体として作用するグリコール生成物で充填される。グリコールはこのドラムの内部に存在したままである。グリコールを冷却する冷却コイル 810 がドラムに導入される。次に、グリコールは、内部に蒸気を運んでいる 1 インチチューブを冷却する。

【 0 0 8 1 】

冷却コイル 810 は、標準的な冷却システム 686 (図 6) に取り付けられており、グリコールドラム 816 を通じて閉ループのままである。蒸気は冷却コイル 810 を通過し、それにより、凝縮物は収集チャンバ 828 内に滴下できる。凝縮物へと変化しない蒸気は、蒸気がグリコールドラムの周囲を回った後、632 でコイル凝縮器から出る。グリコールドラムの底部にあるフランジ接続部 832 は、液体が一方向に進んで気体が別の方向に進むことができるようになる。グリコールドラムとハウジングとの間のチャンバ 824 は、632 で蒸気がガス出口へと移動する場所である。また、このゾーンは、グリコールドラム 816 の外側のグリコール温度を見て蒸気を更に冷却する。液体としてコイル凝縮器 630 から出る凝縮された蒸気は、より小さい又は二次タンク 654 (図 6) に集められて貯留部へと圧送される。

【 0 0 8 2 】

コイル凝縮器 630 は、この機器の全ての構成要素にアクセスして保守点検するためのボルト締めフランジ接続部を伴って形成される。各サイクロン冷却器及びコイル冷却装置は、それらの下方にタンク又は収集ホッパを有する (図 6 の 674, 660, 658, 及び、656) 。サイクロン冷却器の場合、収集排出ホッパ (図 6 の 674, 151b, 151c, 及び、151d) は、ドレンポート、レベルインジケータ (図 6 の 668) 結合接続部、及び、燃料出口ポート (溢出部) (図 7 の 732) を有する。溢出部 732 は、収集された燃料の蓄積をそれぞれの保持タンクに排出できるようにする。

【 0 0 8 3 】

最初の 3 つのサイクロン冷却器 606, 610, 614 は、制御ボールバルブ 662 を介して主保持タンク 664 とも見なされる第 1 の保持タンク内へ排出する (図 6 及び図 11) 。第 4 のサイクロン 618 は、コイル凝縮器 630 の冷却コイルの下方に位置される二次タンク 654 とも見なされる更に小さい又は第 2 の保持タンク内に排出する。開示された主題によれば、更に小さい又は二次タンク 654 は、より軽質でより冷たい収集燃料を受ける。収集されるより軽質の又はより冷たい燃料は、より長い炭素鎖を有するディーゼルとは対照的により軽量な又はより短い炭素鎖 (すなわち、ガソリン、ナフサ) を含んでもよい。主保持タンク 664 は、より重質の加熱燃料 (すなわち、より高い沸騰点を有する燃料) を収集する。開示された実施形態は、主保持タンク 664 がより重質の加熱燃料をサイクロン冷却器 606, 610, 614 から充填される際に収集するようになる。より高い温度の燃料は、例えば 40 °C を超えるより高い沸点及びより高い引火点を有する燃料と見なされる。最初の 3 つのサイクロン冷却器 606, 610, 614 はより高い温度の燃料を収集するが、(ベンゼンのような) 幾らかの量の軽質燃料が収集されてもよい。より軽質な燃料は、主保持タンク 664 内の保持燃料の熱から蒸発し、タンクカラム 6

10

20

30

40

50

78を立ち上がる。膨張カラム678の上端に位置されるポンプ680は、これらの蒸気が再凝縮してそれらをコイル凝縮器630に押し込むことができる前に、これらの蒸気を主保持タンク664から引き出す。これにより、収集された燃料の引火点を上昇させることによってより高品質の燃料を主保持タンク664内で収集することができる。開示されたサイクロン冷却器A,B,C,Dの全ては、一連の炭素-炭素鎖構造を有する燃料を収集するために協働する。開示された実施形態によれば、サイクロン凝縮・冷却システム600の形態により、より重質の加熱燃料をサイクロン冷却器A,B,C,Dによって収集することができる一方で、より軽質の燃料をコイル凝縮器630内に集めることができる。

【0084】

冷却されたガスは、コイル凝縮器630から出て、パイプ接続部141を介して順に接続される2つのバブラー・タンク650へ移動する。これらのタンクは、図10の1014の液体水ラインの下方に沈められる入口ポートから延在するパイプを有する。この水中パイプ1014は、バブラー・タンク内の液体の抵抗によってシステムに背圧をもたらす。これは水柱の圧と称される。2つのタンクを使用して水柱圧を得ることにより、高さを分割することができる。これらのバブラー・タンクは、残りの蒸気中の任意の汚染物質を除去するために必要に応じて異なる液体成分を含むことができる。図10に示されるように、第1のタンクは、水を保持するように設計されるとともに、水の状態を監視するためにレベルインジケータ1022及びPHメータ1024を備える。水は硫黄を除去するために使用され、また、硫黄の蓄積はPHの変化を示す。第2のバブラーは苛性ソーダを含む。これは蒸気中の任意の塩素ガスを捕捉する。このタンクは、PHメータ1024も有するとともに、レベルインジケータ1022及びレベルセンサも備える。

【0085】

サイクロン凝縮・冷却システム600の最後のタンクは標準的な膨張タンク638である。また、膨張タンク638は、サイクロン凝縮・冷却システム600を通じて移動し得る任意の液滴を捕捉するように設計される。圧力センサ及びインジケータがシステム内のこのポイントから反応器圧力を監視する。

【0086】

作動時、開示されたサイクロン凝縮・冷却システム600内でガスが受けられると、開示された主題の実施形態は、システムを通じて気体を回転させる。軸を通じて、高温ガスは、外側本体壁710との熱接触損失から熱を失う。開示された主題の形態にしたがって、流入ガスは、回転フィン724によって可能にされる第1の回転方向と釣り合った方向で第1のチャネル738を下方に導かれるとともに、回転フィン714の配置により強制される第2の回転方向と釣り合う方向で第2のチャネル740を上方に導かれる。典型的な実施形態において、第2の回転方向は、第1の回転方向とは逆の回転方向を含んでもよい。第2のチャネル740を横断する前に、開示される主題の実施形態は、ガスが標準的なサイクロンのようなコーン730の底部にほぼ密集できるようにし、その結果、ガスは、内部チューブ（すなわち、外側チューブ構造体726及び内側チューブ構造体718）に入る前に回転方向を逆転させられる。これにより粒子分離が増大する。これは、方向を逆転させる前にガスが完全に停止するからであり、それにより、粒子はガス流から抜け出ることができる。その結果、この形態は、サイクロンを分離器及び冷却器/凝縮器として使用する。高温ガスが熱を失うと、凝縮物がより冷たい領域で収集される。サイクロン内部のガス滞留時間を制御することにより、所定の凝縮温度を達成することができる。この温度を制御することにより、燃料を一群のサイクロン間でC-鎖群へと蒸留することができる。

【0087】

開示されたサイクロン凝縮・冷却システムの実施形態は、直列の4つのサイクロン冷却器を備える（図6の606,610,614,618）。第1のサイクロン冷却器606は、より大きな粒子及びより高級の炭素鎖燃料のみを収集する。次の3つのサイクロン冷却器610,614,618は、凝縮温度に基づいて燃料グレードを分離する（例えば、

10

20

30

40

50

ガソリン、石油、燃料のための誘導液体)。分離された燃料は、裸火に晒される際に燃料の気化を引き起こして発火する温度を有する。このプロセスは引火点と称される。燃料中の炭素鎖の数が少ないほど、液体燃料の温度が低くなり、燃料が発火する。この温度は「歩留まり引火指標」(YFI)と称される。YFIを増大させるためには、熱を用いてより軽い炭素鎖を除去することが必要である。

【0088】

各サイクロンは、蒸気をガス流中でそれがそれ自体のYFI値をもたらす前の温度よりも低い温度で収集する。図7の728の内部チューブの内側には、チューブの内側のフィラードラム720に接続されるフィン714の逆の組がある。各サイクロン冷却器の排出部は、凝縮燃料を蓄えるためのホッパ又は排出タンク151を有する。各ホッパは、選択されたボールバルブによって保持タンクへと方向付けられ得る。レベルインジケータ668は、収集された燃料の排出を開始するために使用される。また、収集ホッパはた、浄化使用のためのドレンバルブ(図6の662)も有する。

【0089】

直列の最後の第4のサイクロン冷却器(図6の618)は、全周囲冷却を確保するために空気接触熱交換器624を有する。この熱交換器624は、周囲温度の燃料の最後の残りを凝縮し、それをサイクロンを通じて滴下して戻し、それにより、サイクロンのための還流及び冷却として作用する。残りの蒸気は、その後、接続チューブ628を介してコイル型冷却装置630を通過する。これは5つのコイル(図8の810)の組であり、各コイルは、例えばそれぞれ平均6.5フィートの真っ直ぐな長さで、互いに等間隔で巻回される。コイル810は、冷却用のグリコール816が充填されるチューブの内側にセットされる。このグリコールは、空調コンプレッサからの冷却コイル826により冷却され、設定温度を維持するように制御される。入口820でコイル凝縮器630に入る流入蒸気は、凝縮して冷却装置ハウジング828から滴り落ちる。蒸気は、その後、コイルの底部から上向きになり、ガス出口822へと移動する。この出口ポートへの途中で、ガスは、再びグリコールチャンバ(図8の816)の低温壁(図8の824)に晒される。これにより、冷却チャンバの100%使用の有効性をもたらす。残りのガスは、室温で非凝縮性であると考えられる。このガスは合成ガスと称される。

【0090】

合成ガスは、その後、2つのセット、すなわち、バブラー/スクラバー650を通過する。最初は、所定のポイントまで水で満たされる。この水は、背圧装置、フレームアレスタ装置、及び、スクラバーとして作用する。合成ガスを構成するC4、水素、及び、他のガスと共に、幾つかの望ましくないガスも合成ガスと共に時々移動する。反応器に入るプラスチックの良好な制御がなければ、塩素及び硫黄が導入され得る。第1のバブラーは、弱い二塩基酸、 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$ をもたらす水中の硫黄を捕捉する。

【0091】

次のバブラーは、背圧装置、フレームアレスタ、及び、スクラバーとしても作用する。今度は、塩素を流すために苛性ソーダで満たされる。 $\text{Cl}^- + \text{NaOH} = \text{NaClO}$ 又は塩及び水。また、バブラー650には、気泡/洗浄液の凝縮を示すために、1024におけるPHメータ650と同様に、気泡液のレベルが監視されるようにレベルコントロール1022も設けられる。

【0092】

この時点で、合成ガスをいつでも使用できる状態にある。したがって、開示された主題の実施形態は、ガス燃料、すなわち、非凝縮性石油燃料で動作することができる任意の装置で用いる余分な気体を捕捉して処理するための改良された手段を提供する。したがって、反応器型システム用のバーナーは、開示される主題の燃料を利用することができる。また、合成ガスは、反応器の電気システムに給電できる発電機に動力を与えるために使用されてもよい。冷却システムにおける最後のアイテムは仕上げタンクである。任意の液体がバブラーを通過すると、このタンクが滴下収集を行なう。また、このタンクは、合成ガス用の膨張タンクとしても機能する。このタンク内の圧力が設定点にあるとき、ガスを使用

10

20

30

40

50

することができる。

【0093】

サイクロン凝縮・冷却システム 600 の設計形態例を参考すると、開示される実施形態は、全てが構造用鋼フレームに取り付けられた、4つのサイクロンと、2つの燃料タンクと、空冷式ラジエータと、1つのグリコール冷却コイル凝縮器と、2つのバブラーと、1つの膨張タンクとから成る。サイクロン冷却器は、10ゲージのステンレス鋼材料から構成されてもよい。この材料は、熱が金属を通過できるようにしつつ反応器の内圧に耐えることができるその能力に起因して選択され、流入ガスを冷却する。サイクロン冷却器は、スクロール入口と、フランジ状本体部と、固定された回転フィンを伴う内部チューブと、逆回転フィンを伴う内部バッフルと、支持パッドを伴うボルト締めコーンと、出口ポートを伴う排出ホッパとから成る。10

【0094】

内部回転フィンは、凝縮液がフィンを通って排出ホッパへと流れることができるよう にサイクロンチューブの一方側に溶接される。また、内部チューブは、蒸気がサイクロン 内部で加圧され続けるようにコーン底部を有する。内部チューブの内側にはバッフルとして作用するコーンドラムがある。このバッフルは、一方側に溶接される回転フィンも有する。コーンドラムバッフルは、内部で発生し得る凝縮物の排水を可能にするために傾斜した上端を有する。ガス入口及び出口排出ポートはフランジ接続部を有する。コーン底部には、レベルインジケータとして作用するカップリングが設けられる。コーン底部は、排出ホッパへの回転及び接続のためのフランジを成すスタブを伴う排出部を有する。排出ホッパは、ドレンポート、2つの出口ポート、及び、レベルインジケータカップリングを有する。20

【0095】

サイクロン冷却器 (A, B, C, D) はデイジーチェーン形態で配管される。サイクロ ン冷却器間で使用される配管は、ANSI 150 フランジを伴う薄壁スケジュール 10 ステンレス鋼パイプである。このパイプは、凝縮蒸気を排出するために1つのサイクロン冷却器から次のサイクロン冷却器へと下方に傾斜される。デイジーチェーン形態の最後のサイクロン冷却器は、上端排出フランジに接続される空冷式熱交換器を有する。この空冷式熱交換器は、残留蒸気温度を低下させ、液体が凝縮して最後のサイクロンに戻ることができるように、最後のサイクロンにおいて液体が排出ホッパに入る。この空冷式熱交換器は 楕円形チューブから構成されている。楕円形チューブは、上端及び下端シールプレートに溶接され、シールプレートの開口は、楕円形チューブに溶接されて蒸気がチューブの内部を通過できるようにする。ハウジングは、チューブセクションを取り囲んで、入口チャンバ及びガス排出チャンバに接続する。ファンがチューブセクションハウジングに接続される。システムのこの部分は、周囲の空気を使用し、該空気がチューブの外側を横切るようにして内部の蒸気温度を低下させる。30

【0096】

燃料タンクは、流入燃料を充填して排出するために、必要に応じてパイプ端部と接続ポートとを伴う厚壁スケジュール 40 ステンレス鋼パイプから構成されてもよい。主タンク 664 の上端は、下方に集められた液体から軽い蒸気を除去できるようにするために膨張カラムを有する。第2のタンク 654 は、入口接続部及び出口接続部、並びに、レベル表示用のカップリングを伴う標準的な保持タンクである。大型タンク 664 は、高温の燃料貯蔵を可能にして最初の3つのサイクロンから収集するように構成される。より小さいタンク 654 は、低温の燃料を見て、最後のサイクロン及びコイル凝縮器から燃料を収集するため使用される。40

【0097】

蒸気が空冷式熱交換器 624 を出た後、蒸気は冷却コイル凝縮器 630 に入る。コイル凝縮器は、小型燃料タンク 654 の上方に位置される。凝縮器は、螺旋状に巻かれる直径が6インチのステンレス鋼円形チューブから成る。螺旋は、1インチチューブの全長を10分の1の長さまで減少させる。また、螺旋形状は、回転静圧の使用により流入蒸気の減50

速を補助する。コイルは、上下端のフランジプレートを介して取り付けられる。このアセンブリは、適合するフランジと共にドラムハウジング内に挿入される。ドラムハウジングは、熱交換のための媒体として作用するグリコール生成物で充填される。グリコールはこのドラムの中に存在したままである。グリコールを冷却する冷却コイルがドラムに導入される。また、グリコールは、内部の蒸気を冷却する1インチチューブを冷却する。冷却コイルは、標準的な冷却システムに取り付けられており、グリコールドラムを通じて閉ループのままである。1インチコイルを通過する蒸気は、コイル凝縮器により生成された凝縮物が収集チャンバ内の底部に滴下して装置から出るように冷える。グリコールドラムの底部の特別なフランジ接続部は、液体が一方向に移動してガスが別の方向に移動できるようにする。グリコールドラムと外側との間のチャンバは、残りの蒸気が流れる場所である。この領域もまたグリコールによって冷却され、したがって、二重冷却の恩恵を受ける。コイル凝縮器は、この機器の全ての構成要素のアクセス及び保守点検のためにボルト締めフランジ接続部を伴って形成される。

【0098】

冷却されたガスは、コイル凝縮器を出た後、2つのバブラー・タンク650を通って移動する。これらのタンクは、液体水ラインの下方に沈められた入口ポートから延在するパイプを有する。この水中パイプは、バブラー・タンク内の液体の抵抗によってシステムに背圧をもたらす。これは水柱圧と称され、2つのタンクを使用することによって高さをそれぞれの間で分けることができる。一例では、総水柱背圧が1つのバブラーで60インチで且つ第2のバブラーで50インチである場合に、合計110インチの水柱背圧がもたらされる。これらのバブラー・タンクは、残りの蒸気中の任意の汚染物質を除去するために必要に応じて異なる液体成分を含むことができる。第1のタンクは、水を保持するように設計されており、水の状態を監視するためにレベルインジケータ及びPHメータを備える。水は硫黄を除去するために使用され、また、硫黄の蓄積はPHの変化によって示される。第2のバブラーは、蒸気中の任意の塩素ガスを捕捉する苛性ソーダを含む。これもPHメータを用いて監視され、また、この第2のバブラーにもレベルインジケータとレベルセンサとが設けられる。

【0099】

サイクロン冷却システムにおける最後のタンクは、配管を通って移動し得る任意の液滴を捕捉するように形成される標準的な膨張タンク638である。この膨張タンクに装着される圧力センサ及びインジケータは、反応器圧力の経過を追う。サイクロン凝縮・冷却システム600全体にわたって差圧ゲージがある。これらのゲージは、サイクロン凝縮・冷却システム600のパイプ内又は任意の構成要素内の任意の蓄積又は目詰まりエッジを特定するために使用される。全体のプロセスは、ボルト締めスチールフレームシステムに装着される。フレームシステムは、塗装されて全ての対応する機器に適合する接続クリップを備える標準的なA36炭素鋼フレームを利用してよい。機器のサイズ及び形状は、標準的な海上コンテナでの迅速な分解及び輸送のために設計される。

【0100】

したがって、開示されたサイクロン式凝縮・冷却システム600は、熱交換器を端から端までボルト締めする必要がないため、熱交換技術を改善し、現在の技術が使用されていた場合よりもはるかに少ないスペースを占め、熱交換器を構成する凝縮器の内側の表面積を増大させ、凝縮器に入るときにはるかに低い速度の蒸気を必要とし、熱交換及び反応後に凝縮液を連続的に放出させることができ、また、非凝縮蒸気が次の凝縮器へ移動しているようにし、凝縮器内のチューブを詰まらせる可能性がある炭化物の蓄積を防止する。

【0101】

加熱エアロックフィーダユニット

開示された実施形態は、はるかに少ない電力を使用しながら反応器の連続供給を可能にするので押出機技術を改善し、それにより、効率を高め、燃料生成物の製造コストを下げる。この出願は、再利用可能燃料処理ユニットの一部である装置に関連し、この装置は、ユニット内へのプラスチックの連続供給を可能にする。これは、嫌気性環境において熱が

10

20

30

40

50

許容されるプロセスを本明細書中に記載される装置がもたらし、大気圧が装置内に漏れたり装置から出たりせず、空気が装置内に漏れず、及び、固体及び加熱された液体形態のプラスチックがフィーダよりも下流側の装置内で問題を引き起こさないからである。

【0102】

したがって、プラスチック廃棄物は細断されて熱分解反応器に供給される。350 を超える熱が加えられると、細断されたプラスチック材料が溶融して蒸発する。加熱エアロックシステムは、細断されたプラスチック材料が熱分解反応器に供給される装置である。加熱エアロックフィーダシステムの主な構成要素は、ドライブ、カップリング、ギアボックス、オーガー、ハウジング、バーナーボックス、膨張カート、及び、サポートフレームである。従来技術がエアロックを維持しながら加熱プラスチックをフィーダに連続的に供給できないことが分かってきた開示された発明の好ましい例は以下を含む。10

【0103】

材料及び製造上の労力を削減するためにできるだけ短く設計された既存のギアボックスは、長いギアシャフトを保持しようとする力がかかるので片持ち荷重を受けることに制限されるため、この実用特許出願では機能が制限される。その結果、先導ベアリングに極端な圧力がかかると、ベアリングの寿命が短くなったり、力を処理するために頑丈なベアリングが必要になったりする。頑丈なベアリングを使用すると、これにより、ベアリングが大きくなり、ギアボックスハウジングに大きなポケットができる。より大きなポケットは、ベアリングを支持するハウジングの能力を低下させるので、今度はハウジングをより厚くする。これは標準的なギアボックスのコストを増大させる。この形態により、ベアリング間のスペースが広がり、ベアリングへの負荷が軽減される。ベアリングを更に離すことで、片持ち荷重が軽減され、ベアリングのサイズを小さくでき、ハウジングを薄くでき、それにより、全体的なコストが削減され、性能が向上する。ベアリング上の接続ポイントが離れているほど、シャフト上のアライメントが真っ直ぐになり、それにより、磨耗が減り、ギアボックスの寿命が延びる。20

【0104】

カートとフレームとの間に取り付けられたフラットバーは、この装置が反応器内により薄い材料を組み込んでいるので熱伝達に起因して装置が伸縮し、それにより、より良好な熱伝達を可能にする。

【0105】

プラスチック材料を固体の細断状態から液体状態に変換できる2つのヒーターゾーン、すなわち、フィーダの開始時には固形で細断されたプラスチック材料、フィーダの終了時には液体状態がある。細断された固体状態と液体状態との間には、溶融状態のプラスチック材料が存在する。溶融プラスチック材料は、厚く粘着性があり、空気が反応器に入るのを防ぐのに必要なエアロックをもたらすために所要の圧力の形成を可能にする。30

【0106】

プラスチック材料を処理するのに必要な熱を生み出すために、従来技術では電気加熱バンド及び内圧を使用していた結果、高い電力消費がもたらされたのに対し、蒸気ガス（天然ガス又は合成ガス）及びクラムシェルバーナーの使用によりプラスチック材料の処理において外部熱を許容できる。蒸気ガス及びクラムシェルバーナーの使用は、より少ない電力消費、より速い処理時間、及び、より正確且つ一貫した熱生成を可能にする。40

【0107】

クラムシェルバーナーの使用は、貫通パイプの外面全体にわたって熱を発生させることを可能にし、反応管へのアクセスを可能にする。クラムシェルバーナーの使用は、内部反応器の薄型化を可能にし、熱源と貫通パイプ表面との間の空間量を減少させ、バーナーシステムによって必要とされるBTU値を増加させることなく熱伝達を増加させる。クラムシェル形態は、対流熱と放射熱の両方を組み合わせて貫通パイプの周りに均等な熱源を生み出す。2つのタイプの熱を組み合わせることは、貫通チューブの全長にわたって伸びる穴あきスクリーンと、クラムシェルバーナーの内側の底部の3分の1のところとを使用することによって達成される。また、この形態は、バーナーボックスで通常起こるホットス50

ポットを防ぐ。既存のシステムと比較したこのシステムの他の違いは、発火源が穴の開いたスクリーンの隣のクラムシェルバーナー ボックスの中にあることである。システムは、炎センサ及び気流を確保するためのファン圧力スイッチを含む。二重ガス流はガス量又は空気量を調整することによって使用されるが、既存のシステムは、空気とガスとの比を調整するために複雑な空気制御ダンパを使用し、それにより、燃料の不均一燃焼が引き起こされ、不規則な火炎サイズがもたらされる。加熱エアロックフィーダーの一部であるクラムシェルデザインは、全ての面で耐火物が並んでいるのではなく、クラムシェルの上半分にのみ並んでいる。クラムシェルの下半分が耐火物で裏打ちされていないという事実は、蓄積した熱を箱の表面全体に放散させることを可能にする。また、この形態は混合ガスの自己着火の機会も減らす。

10

【0108】

開示された実施形態は、冷たい材料と加熱された溶融材料（溶融プラスチック）との間で供給材料に背圧を加えることを可能にする。加熱エアロックフィーダシステムの主な構成要素は、ドライブ、カップリング、ギアボックス、オーガー、ハウジング、クラムシェルバーナー ボックス、膨張カート、及び、サポートフレームである。図1は、再利用可能エネルギー反応器システムの全体のアセンブリを示す。図17は、再利用可能エネルギー反応器システムの全体のアセンブリの一部である加熱エアロック供給装置を示す。駆動システムは、図17の1716で高いトルク比を伴う螺旋ギアドライブである。ギアドライブは、図17の1716でシステムの全長を短くするために垂直方向のフットプリントで選択される。このドライブは標準的なシーカップリングに接続される。このカップリングは、ギアボックスを保護するために過負荷条件下で分離するように形成される。カップリングは2つのオーガーから成る。図17の1602の2つのオーガーは特注設計されている。これらのオーガーは図16にも示される。これらのオーガーは、機械加工された3部品システムである。オーガーの第1の部分は、図16の1606及び1608に示される駆動シャフトであり、一方の駆動シャフトは第2の駆動シャフトよりも長い。これらは長尺であり軸方向に回転可能である。オーガーの中央部分は細長い軸方向に回転可能なねじであり、各々は図16の1602でギアボックスから始まって軸方向に回転する滑らかな表面に接続する各シャフトの長さの半分に沿って外向きに延びる螺旋フライ트を伴う細長い軸を有し、この場合、各オーガーと細長い管状バレルハウジングとの間のスペースが図16の52で1インチ未満であるように装置の出力側の各オーガーの滑らかな部分が機械加工される。

20

【0109】

これらのオーガーは、図17の1720の内側である図17の1702の内側に位置される。1つのオーガーは左側フライトを有し、他のオーガーは左側フライトと重なり合う右側フライトを有する。図17の1602のオーガーの一方は、ギアボックスを通じて突出して図17の1710のギアボックス内に位置される駆動カップリングに接続するために他方よりも長い。オーガーは、機械加工のために接続スリップを伴う硬い材料から構成される。オーガーは、アセンブリを製造するための材料費及び人件費を削減するためにセグメントで構成されている。また、セグメントは、より簡単な製造のために交換可能である。ギアボックス1710内のギアドライブは、シャフトにはめ込まれて両側が封止されている。ギアボックスは、ダブルリップシールと、ベアリングと、平歯車とから成る。ギアボックスの長さは、図17の51及び52でスクリューフライトの片持ち荷重を支えるために延ばされる。

30

【0110】

溶接後、図17の1602及び1604において両方のアイテムの接触側で全ての表面が機械加工される。図17の1702のハウジングは、直線形態を要するために内部を機械加工する前に予め溶接される。両端の接続フランジ及び入口は、ギアボックス及び反応器ボルトパターンに適合する。図17の1704は、加熱エアロックフィーダ（図17）内の背圧を増大させるために出口面積を減少させるようにテーパ状に機械加工される。このフィーダアセンブリは、図17の1706の反応器適合フランジに溶接され、その後、

40

50

図17の1702の本体に溶接される。図17の1604は図17の1602で溶接され、その後、このアセンブリ全体は、図17の1702の本体を通ってスライドし、図17の1704の端部、すなわち、出口ポートと同一平面に突き出る。ギアボックス及びアセンブリハウジングは、図17の1732で支持フレーム上に載っている。このアセンブリは、背面がボルトで固定されており、反応器全体の主要なアンカーポイントである。加熱エアロックフィーダが熱によって膨張すると、加熱エアロックフィーダは縦方向に膨張する。膨張に対処するために、この装置は、図17の60のカートで支持され、支持体に応力を発生させることなく機械を膨張させることができる。既存の技術は、一緒にボルト止めされて熱を吸収するために非常に厚い材料から構成されるより短い部分を使用した。この形態は、より良い熱伝達のためにより薄い材料を使用したが、可動支持システムを必要とする。

10

【0111】

固体の細断プラスチック材料（環境温度）が図17の1708で加熱エアロックフィーダに供給され、図17の1720で熱が加えられ、溶融状態にある加熱プラスチック材料が細断された固体プラスチック材料（環境温度）から形成され、その場所で、1602が図17の1604、1602及び52に接続し、連続オーガーが、1720の内側に位置される1702の内側に配置される。エアロックは、図17の1604の終わりに、それを押す固体の細断プラスチック材料からの背圧（環境温度）からもたらされる。

【0112】

この装置は、加熱されたプラスチック材料を主反応器に導入すると同時にエアロックとして作用するために使用される。供給されたプラスチック材料に対して細断された固体プラスチック材料と溶融材料（溶融プラスチック材料）との間で背圧を加えることによって、図17の1604に示されるデッドスポットが生成される。1604では、シャフトにフライトイがない。図17の52に示されるこのプロセスによって作り出されるこのデッドスポットは、流入する細断プラスチック材料（環境温度）が図17の1708で装置に供給されることによって溶融プラスチック材料が圧力を増大できるようにする。また、この領域1604はより大きいシャフト領域を有し、該領域は1604と1702の間の空隙を埋める。この大きなシャフトは内部の圧力を高め、エアロック効果を生み出す。また、エアロックフィーダの排出は、図17の1708で固体の細断プラスチック材料（環境温度）が供給される開口と比較してサイズが大幅に縮小された2つの開口によって、図17の1704で制限される。フィーダが停止されると、プラスチック材料は図17の1604の領域でフィーダ内に残る。これは、図17の1602のフィーダオーガーが回転し続けても、図17の1702でプラスチック材料がハウジングから押し出されないからである。この理由は、新たな固体細断プラスチック材料（環境温度）が導入されるときに加熱された溶融プラスチック材料だけが押し出されるからである。流入するプラスチック材料は、圧力をもたらし、領域1604内の溶融プラスチック材料を移動させる。このことは、エアロックフィーダが冷えると、残りのプラスチック材料が固まり、次の運転まで密閉されることを意味する。次の運転が行なわれると、このプラスチック材料は、再加熱時に溶融し、図17の1602のオーガーが回転できるようにする。

20

【0113】

また、この装置は、図17の1720においてクラムシェルバーナーを用いてプラスチック材料を蒸気及び液体状態に加熱する。このエアロックフィーダのための加熱源は、図17の1720～1728の2つのクラムシェルヒーターである。これらの2つのクラムシェルヒーターは、エアロックシールを作るために必要な熱を生み出し、フィーダの内側でプラスチックの気化を開始する。プラスチック材料は、排出端からエアロックフィーダの途中まで加熱される。2つのヒーターゾーンを有することによって、材料は一端の液体状態から他端の細断状態に変換される。この移行間に溶融プラスチック材料が存在する。この溶融プラスチックは、厚く粘着性があり、エアロック効果を生み出すのに必要な圧力を形成する。このクラムシェルボックスは、図17の1724のシールでエアロックフィーダと接触する。これにより、ボックスが内側で断熱され、金属が外側のように

30

40

50

拡張することができないため、図17の1702のハウジングをクラムシェル型ファイアボックスからより大きく拡張することが可能になる。加熱エアロックフィーダは2つのクラムシェルボックスバーナーを有する。一方のボックスは内部オーガーの図17の1604を覆い、他方のボックスはオーガーの1602でオーガーを加熱する。2つのクラムシェルヒーターボックスバーナーの利点は、反応器の始動及び停止時に実証される。図17の1602のオーガーがプラスチックシールが達成されるポイントまで冷却できるようになると、始動及び停止に必要なエアロックがもたらされる。溶融プラスチックはオーガー及びハウジングの周囲で冷却されて固体になり、フィーダを密閉する。急速に冷やす能力もクラムシェルヒーターを使用する大きな利点である。バーナーの炎を消すことができ、図17の1702でファンを動かし続けてハウジングを冷却することができる。

10

【0114】

クラムシェルバーナーボックスは、加熱されたエアロックフィーダが溶融プラスチックを生成するために連続的で均一な熱供給を必要とするために使用される。適切な量の制御された熱は、安定した材料の流れのためにプロセスに不可欠である。この性質のプロセスはあらゆる方向からの熱を必要とする。円形ボックス内の高速空気流の必要性はこのプロセスには十分である。ボックスを貫通するプロセス構造を有するヒーターBOXもまた、漏れを防ぐためにシールシステムを必要とする。この形態では、長さと直径の両方における貫通構造の拡大を考慮した。このプロセスでは、加熱と冷却の両方ができることが必要である。

【0115】

20

貫通構造は、ヒーターBOXシールの損傷を防ぐための支持能力を必要とする。貫通構造（パイプ又はチューブ）はヒーターBOXの外側で支持される必要がある。貫通構造における熱膨張に起因して、可動支持体が必要とされる。膨張方向を制御するための要件は、貫通構造の反り、及び、ヒーターBOXシールを損傷するであろう撓みを防止するためにも必要であり、機器を損傷する可能性がある方向への撓みを制限するための制御支持システムを必要とする。炉のヒーターBOXは、焼却、調理、溶融、及び、他の必要な熱工程に必要な熱を生成するために多くのプロセスで使用される。シリンドラ又はチューブがヒーターBOXを貫通するとき、不均一な加熱、シールの漏れ及び膨張に関する問題が起こり得る。また、貫通チューブにアクセスする必要があり、パイプが必要である。クラムシェル形態はこれらの理由で実装された。クラムシェル形態により、貫通するパイプ又はチューブの輪郭と適合する円形を可能にした。高速気流と一緒にこの密接なプロファイルは、貫通パイプの周りの均一な加熱を確保する。クラムシェル形態は、熱源と貫通パイプ表面との間の空間の量を減らすために非常に薄型の内部を有し、それにうなり、バーナーシステムによって必要とされるBTU値を増加させることなく熱伝達を増加させる。裸火が貫通パイプと接触しない距離でBOXの片側にバーナーが取り付けられている標準的なバーナーボックスと比較して、この形態は、貫通パイプの周囲で熱を3分の1に分配するために非常に小さい引火点を使用する。これにより、総BTU値が減少する。

30

【0116】

開示された形態は迅速な工場組み立て及び迅速な設置のためのモジュール構造である。これにより、現場でのメンテナンスも容易となり得る。モジュール形態は、例えば工業工場で完全に組み立てて試験することができる。開示された実施形態は、対流と放射の両方の種類の熱を組み合わせ、貫通パイプの周りに均一な熱源を生み出す。穴の開いたスクリーンを利用してガス燃料を分配し、火炎の高さを制御しながらヒーターBOXを通る空気流を可能にし得る。点火のためにガスと空気の両方の混合物を供給するためにバーナーパッケージを使用することができる。開示されたシステムにおいて、点火源は、穴の開いたスクリーンの隣のクラムシェルバーナーボックスの内側にある。点火を確保するために炎センサが使用され、空気流を確保するためにファン圧力スイッチが使用される。後述するように、ガス量又は空気量を調整することによって二重ガスを使用することができる。既存のシステムは、空気対ガス比を調整するために複雑な空気制御ダンパを使用して、燃料の不均一燃焼を引き起こし、不規則な火炎サイズを生じさせる。混合ガスが穴の開いた

40

50

スクリーンの下方で発火できないようにするべく、必要に応じて混合ガスが穿孔穴から出るようになるために、空気速度及び圧力は所定の速度でなければならない。

【0117】

開示された形態は、温度が所定の設定点を超えたときにガス流を停止させて空気が継続できるようにすることによって前述の問題を克服する。システムが低い設定温度に冷却されると、ガスを混合物に戻して再点火できる。この制御は、内部温度を示すために熱電対を伴う標準的な P I O コントローラを使って実現される。クラムシェル形態は、クラムシェルの上半分にのみ設置される耐火ライナーへのアクセスを可能にする。全ての知られているヒーター ボックスは、通常、全ての表面が耐火物で裏打ちされる。このクラムシェルの下半分には耐火性のライナーがなく、それにより、熱蓄積がボックスの表面を通って放散でき、それにより、表面温度が自動発火点以下に保たれるようになる。穴の開いたスクリーンは、混合ガスと上記の火炎との間の圧力調整器として機能する。このチャンバには周囲温度で周囲空気及び混合ガスの両方が供給される。これにより、クラムシェルの下半分が低温に保たれる。下部クラムシェルに耐火物がなければ、耐火物の交換は必要ない。

10

【0118】

炎からの輻射熱は図 17 の 1702 で貫通チューブの底部と接触しない。バーナーからの空気流は、自然な擾乱に起因して貫通部の周囲の空気が貫通部の周囲で完全に熱を運ぶようにさせる。この空気の移動は、過剰な熱を空気流に引き込むことによって貫通チューブの輻射熱面を調整し、排気管を通して貫通チューブの周りに空気を押しやる。穴の開いたスクリーンは、小さな炎が全長にわたって貫通チューブの周りの三分の一にわたって伸びている。これにより、通常、バーナー ボックスで発生するホットスポットが防止される。貫通チューブをあらゆる方向に加熱することによって、あらゆる方向に膨張が起こる。

20

【0119】

加熱されている間の貫通チューブの撓み又は位置ずれを防止するために、膨張方向は支持システムによって制御される。支持体は、膨張チューブに取り付けられ、望まない方向からの動きを防ぐ。例えば図 17 及び図 20 に示されるように、カート 2006 は、カートの各側に 1 つずつ、2 本の構造的なフラットバーの間に挟まれるカム従動子から成る。カートの幅は、2 本の構造的なフラットバーの幅の間が 1 / 8 インチ以内になるように設計されているため、構造的なフラットバーの間で幅が狭くなり、横方向の動きが確保される。カム従動子（ローラ）は、貫通チューブの重量を支えながら、貫通チューブが上下に膨張するのを防ぐ。これは膨張の制御を可能にし、直接的な作用は横方向の動きに限られる。典型的なパイプ支持ローラは多方向への膨張を可能にする。この形態は、貫通チューブが位置ずれしないように保つだけで、膨張を横方向の動きに制限する。

30

【0120】

アセンブリは、図 17 の 1732 の鋼製スキッドマウントフレームに装着される。クラムシェルヒーター ボックスは、図 17 の 1720 の上側セクションと図 17 の 1726 の下側セクションとから成る。これらのセクションは、貫通チューブを取り囲む図 17 の 1724 で適合するボルト締めフランジ及びシールチャンバと接続される。ガス空気入口ボックスは、図 17 の 1726 で底部に装着され、空気ガスが下部に混入でいるようにする。下側セクションは、図 17 の 1726 で下側セクションの上方 3 インチに溶接された図 17 の 1734 で穴の開いた金属スクリーンを有する。これは、空気とガスの混合物を穴の開いたスクリーンを通して分配するための空気チャンバとして作用する。穴の開いたスクリーンの穴の量と直径は、火炎の高さを制御しながら、大量のガスと空気の混合物を通過させるために不可欠である。また、図 17 の 1726 の下側クラムシェルはそれに接続された図 17 の 1728 の空気混合ボックス及び図 17 の 1740 のバーナー接続ポートも有する。図 17 の 1728 のミキサー ボックスは、図 17 の 1734 の穴の開いたスクリーンの下方に空気ガス混合物を均一に分配するためのフレア状形態を有する。図 17 の 1728 のミキサー ボックスは、空気ガス混合物に幾らかの背圧を生じさせ、それにより、図 17 の 1734 の穴の開いたスクリーンのそれぞれの開口ごとに一貫したガス空気比を確保する。バーナーは図 17 の 1740 のポートに接続することができる。バーナーイ

40

50

グナイターは、炎インジケータと共に、図17の1734の穴の開いたスクリーンの上端に位置される。図17の1736のアクセスパイプは、図17の1726の下側クラムシェル及び図17の1734の穴の開いたスクリーンの両方を貫通して、点火器及び図17の1738の火炎センサを装着するために使用される。図17の1738の連続パイロットライトは、このパイプを通じて設置され、図17の1734の穴の開いたスクリーンの上に止まる。ガスが空気-ガス混合物に入ることが可能になるまで火炎が存在することを示すためには、火炎のパイロットライト証明が必要である。

【0121】

ヒートセットポイントに達すると、空気とガスの混合物からのガスのみに停止し、一方、ファンが作動し続けて新鮮な空気をバーナーボックスに押し込む。パイロットライトは加熱プロセスのこの段階で動き続ける。熱の制御装置はPIDコントローラと共に使用される。このコントローラは、図17の1720の上端クラムシェルに配置された熱電対によって供給される。この種のプロセスで広範囲の温度を達成して制御することができる。この形態では、燃料ガスを切り替えることも可能である。2組の電磁弁は、図17の1742のバーナー上に配置され、所定量のガスが一貫した量の空気に入ることができるようするために調節可能なオリフィスを有する。空気と混合された天然ガスは異なる空気混合比を必要とし、その結果、合成ガスは同じ空気量を必要とする。固定オリフィスを調整することで、ガスを切り替えることができる。図17の1702の貫通チューブの膨張は、図17の1718でカート支持体によって制御される。このカートは、図17の1732でフレームに溶接される図17の1746で2つのフラットバーリテナ間に載っている重金属プレート構造から成る。これにより、カム従動子は滑らかな表面上を転動し、上下動を防ぐ。カートの幅は、図17の1748でフラットバー間のスペースよりほんの118インチ小さく、左右の動きだけを許しながら左右の動きと上下の動きを防ぐ。

10

20

【0122】

プラスチックバイオマス材料を陽圧及び高熱下で予熱及び気化させることによって、図1に示される主反応器は約40フィート短縮されて標準的な反応器部分と同じ性能を得る。これにより、オーガー17と共に反応器(図1)の膨張長が短くなる。このサイズの縮小は、オーガーが短くなるにつれてこの領域のトルクを増加させる。図1の1で示される上側部反応器のオーガーは、反応器内に含まれる大量の液体プラスチックに起因して最大のトルクが必要とされる場所である。プラスチックが図1に示される反応器を更に下方に進むにつれて、より多くのプラスチック材料が蒸気に変換され、オーガーが働かなければならぬ時間が少なくなる。

30

【0123】

図17の1720に示されるバーナーボックスは2つの部分に分かれている。これにより、制御されたヒートゾーンが可能になる。この制御は、反応器の始動時及び停止時にエアロック効果を維持するために必要である。反応器が加熱されると、内部に圧力がかかり始める。この圧力は反応器から出る道を探す。第1は、図17に示す本特許出願の主題である装置である加熱反応器フィーダであり、圧力がシステムを離れる可能性がある第2及び第3の領域は、図19に示す灰放出部にあり、図18に示す灰又は炭化物分離器1800にある。図19の炭化物排出システム1902は、スライドゲートを有するシールであり、蒸気の損失を防ぐ。図18に示す炭化物分離器1800は、蒸気を除去することを可能にする。

40

【0124】

炭化物分離器

炭化物又は炭素灰は、反応器に入る細断されたプラスチックが反応器の高温表面領域と接触するときにもたらされる。細断されたプラスチックが反応器の高温表面と接触すると、該プラスチックは、反応器の表面全体に薄く広がり、反応器からの熱が開示された形態によって細断されたプラスチックを気化させる。

【0125】

細断されたプラスチックの薄層と細断されたプラスチック内に含まれている汚染物質は

50

、反応器のスチールチューブ上に残され、固体の炭化物に調理されると空中に浮遊する。例えば、約3ミクロン以下の小さい粒子状の炭化物が空中浮遊し、燃料蒸気と共に移動する。この炭化物は、蒸気と一緒に集められて高濃度の液体に凝縮され、生成された燃料を実質的に、ある場合には極めて濃厚な液体にする。これは、炭化物が液体内に含まれる固体粒子だからである。この特定のカーボン炭化物は、より高品質の燃料を生成するために燃料から除去する必要がある。

【0126】

1つの典型的な実施形態において、開示された出願の炭化物分離器は、前述したように、従来技術の問題に対処するだけでなくこの問題を実質的に排除する。炭化物分離器は、開示されたシステムによって生成された燃料を更に処理又は精製するための蒸気精製システムとして機能することができる。図18を参照すると、炭化物分離器1800は、それぞれのフライ特が互いに交差するように配置される垂直分割チューブ1820内を延びる複数のスクリュー型コンベアオーガー1822から成る。垂直分割チューブ1820は、以下に説明するように、付加的な構造を収容し、ある程度の保護を与えるための支持チューブ構造と見なすことができる。1つの開示された実施形態では、3つのスクリューコンベアオーガー1822が垂直分割チューブ1820内で利用される。オーガー1822は、任意の等級のステンレス鋼を含み得る。オーガー1822は、下方への回転を可能にし、それらのフライ特が交差するときに互いの堆積を防止する。高温の蒸気が反応器を出て垂直分割チューブ1820に入ると、これらの蒸気は垂直分割チューブ内を上方に移動する。蒸気は、垂直分割チューブ1820を上昇するにつれて熱を失う。カラム内の温度は、好ましい炭化水素鎖蒸気が垂直分割チューブ1820を通過して蒸気が集められる排出口1816で垂直分割チューブ1820を出るように制御される。蒸気が上昇し、蒸気の温度が高炭素鎖燃料が凝縮する値まで低下すると、蒸気はオーガー1822に集まり、そこでオーガー1822は凝縮した燃料を反応器に押し戻す。蒸気の温度は反応器の設定点に依存し、これは所定の燃料沸点を達成することにしたがって変化し得る。例えば、典型的な実施形態において、蒸気設定点温度は、約700°F～800°Fに定められてもよい。炭化物分離器1800を通る蒸気の流れパターンは、蒸気が使い果たされる前にユニットを通って上昇するとき、一般に3つのオーガー1822のオーガープロファイルにしたがう。

【0127】

縮合炭化水素燃料は、粘着性物質であり、一般に炭素粒子を含む重いタールとして分類され得る。垂直分割チューブ1820内を流れる蒸気は、オーガー1822上で凝縮された粘着性炭化水素燃料を横切って移動し、炭素灰は絶えず接触する物質を探しているので、粘着性物質が蒸気と共に移動する炭素灰を捕捉する。オーガー1822上に集められた塊は、次に下側反応器（例えば、別個のシステム、図示せず）に押し下げられ、そこで反応器の熱に戻り、排出フランジ1824を通って熱ゾーンに戻る。回収された塊は、その後、再利用可能な燃料装置の下側反応器（例えば、図示しない別個のシステム）内で再加熱され、そこで高炭素鎖が低炭素鎖に分解される。次いで、低炭素鎖材料は垂直分割チューブ1820を通って戻り、それと共に移動する任意の炭素灰は再びオーガー1822に付着して戻され、任意の低炭素蒸気は、垂直分割チューブ1820を通過して排気口1816からクリーンな蒸気として排出され、最終的に燃料冷却システムに至る。したがって、清浄な蒸気は、蒸気流の凝縮可能部分を凝縮又は冷却して液体に戻すために、蒸留カラム及び／又は凝縮ユニットを通して送ることができる。凝縮液は全工程の最終生成物であるディーゼル燃料炭素鎖炭化水素を形成する。

【0128】

垂直分割チューブ1820内の熱上昇量は、オーガーのRPMとカラムの外側断熱材の両方によって制御することができる。例えば、周囲への熱放散を妨げるために、外側を遅らせることによってカラムを断熱することができる。駆動システムが設けられて、垂直分割チューブ1820内でオーガー1822を有効にする。駆動システムは、オーガー1822を駆動及び制御するためにギアリングを利用するオーガーギアボックスドライブ18

10

20

30

40

50

06を含み得る。一実施形態では、オーガーギアボックスドライブ1806は、平歯車を利用してオーガー1822の回転及びタイミングを制御する。垂直分割チューブ1820内の熱を制御することによって、選択された熱量によって選択された炭素鎖炭化水素燃料が通過することが可能になる。オーガー1822は蒸気流に抗して回転するように構成することができるので、凝縮性及び非凝縮性炭化水素からなる蒸気は、炭化物分離器1800によってカーボン炭化物を除去することができる。十分な速度を調整することによって、所望のポイント又は結果に向けて様々なパラメータを得ることができる。

【0129】

垂直分割チューブ1820の形態は、複数の分割チューブからなってもよい。1つの開示された実施形態では、例えば図18に示されている最終的なアセンブリにおけるクローバー形態のような所定の幾何学的形状として3本の分割チューブ1820を利用してオーガーを取り囲むことができる。自動クリーニングを達成することができるようオーガー1822が互いに噛み合う必要があるので、クローバー形態形状が選択された実施形態によって利用される。クローバーの形態が図18に示されているが、密閉された支持構造を提供するのに適した任意の形態形状が必要に応じて開示された実施形態において利用され得ることが容易に理解される。したがって、当業者であれば、異なる形状の3つ以上のオーガー1822を利用して、その周囲に全体的な外側チューブを形成することができる。3つの分割チューブ1820の全体形状を維持し、それによって組み立てられた分割チューブ構造を熱変形への暴露中及び/又は熱変形のために無傷に保つために、形状は互いに溶接され、複数の外側支持バンド又はリング1826で支持される。

10

20

【0130】

ギアボックスドライブ1806は、スクリューオーガー1822の接続された駆動シャフトを介してスクリューオーガー1822を駆動するために、ギアボックスハウジング1808内/全体に収容されてもよい。開示された一実施形態において、ギアボックスハウジング1808は、以下で更に説明されるように、ギアボックスハウジング1808内に配置されたパッキングシール空間又はエアギャップ1810を有するように設計される。また、ギアボックスハウジング1808は、以下に詳述されるように、排気ハウジング1814に接続するための支持フランジ及びシール1812を備えてもよい。

【0131】

接続フランジ1818を垂直分割チューブ1820の一端に設けることができる。一端に対応する取り付けフランジ74aを有する排気ハウジング1814として設けられた排気システムは、最終的な接続をもたらすべく接続フランジ1818に取り付けるために設けられてもよい。図示の典型的な実施形態において、排気口1816は排気ハウジング1814の側面に配置される。ギアボックスハウジング1808の支持フランジ及びシール1812との最終的な対応する接続をもたらすために、別の対応する取り付けフランジ71aを排気ハウジング1814の別の端部に設けることができる。垂直分割チューブ1820は、例えば、他の反応器(例えば、図示しない別個のシステム)と接続するように構成された他端に排出フランジ1824を設けてもよい。複数の支持リング1826を垂直分割チューブ1820の長さに沿って中間点に配置して、それを支持し、垂直分割チューブ1820の外周形状を維持するのを容易にすることができる。各支持リング1826の内周は、垂直分割チューブ1820の外周形状に対応し得る。

30

40

【0132】

熱膨張システムは、膨張カート又はローリングカート1828として設けられる。膨張カート1828はカム従動子1830を備えることができる。開示された実施形態において、膨張カート1828は垂直分割チューブ1820のセクションの周りに配置される。幾つかの選択された実施形態において、垂直分割チューブ1820は、(溶接接続を介してなど)膨張カート1828に固定されてもよい。以下で更に説明されるように、膨張カート1828は、再利用可能エネルギー反応器システム100の支持構造に関連して炭化物分離器1800を支持するように採用及び設計される。更に、炭化物分離器1800を支持しながら、膨張カート1828は、温度変動による再利用可能エネルギー反応器シス

50

テム 100 の支持構造の熱膨張又は収縮にしたがって炭化物分離器 1800 を動かすことができる。

【 0133 】

放電ガスは、華氏 500 度を超えると予期され、ギアボックス 1808 を過熱する可能性がある。ギアボックスオイルが換気システムを過熱するのを防ぐためにエアギャップ 1810 として設けられており、したがって、ユニット内の設計機能として通気を可能にするように働く。垂直分割チューブ 1820 は、下側反応器に取り付けられており、反応器のあらゆる熱膨張にしたがって移動するか又はそれに適応するように移動するように構成されている。そうするために、膨張カート又はローリングカート 1828 は、概して垂直分割チューブ 1820 の最上部に配置される。膨張カート又はローリングカート 1828 は、更に、再利用可能エネルギー反応器システム 100 (図 1) の枠組みなどの外部構造に沿って支持された関係で構成される。1 つの典型的な開示された実施形態において、ローリングカート 1828 は、例えば再利用可能エネルギー反応器システム 100 の収容構造に沿って配置された対応するトラックによって受けられるホイールを伴って構成される。トラックは、炭化物分離器 1800 の重量を収容するのに十分な剛性形態を備え得る。反応器が膨張すると、炭化物ハンドラーが下端反応器に直接ボルト締めされるので (温度変動により膨張、収縮又は伸長する) 、ローリングカート 1828 は任意の熱膨張にしたがってその関連するホイール上を転動して所定の方向の膨張に応えることができる。10

【 0134 】

カラムが再利用可能エネルギー反応器システム 100 に取り付けられている場合、反応器のその部分は直径が小さく、リボンタイプのライトを使用して、蒸気をリボンライトを通して戻すことを可能にしながら固体のより速い除去を可能にする。この部分は、主オーガーが乾式炭化物又は重質燃料堆積物を炭化物排出物に向かって押している反応器内に位置する主オーガーに対して逆回転する。主反応器のこの部分は、炭化物分離器 1800 によって主反応器内に押し戻される高炭素鎖を再加熱して熱分解を助ける 2 つの制御された加熱領域を有する。20

【 0135 】

プロセスフロー

開示された実施形態の主な特徴は、連続供給プロセス、供給原料の柔軟性を与え、また、プラスチック廃棄物を液体燃料に変える熱分解プロセスにおいて触媒を必要としない。開示されたシステムは、その継続的な使用及びより高い熱交換効率に起因して、従来技術の形態に関連した幾つかの問題を克服する。30

【 0136 】

ビニール袋の場合、図 2 の 1a 及び 2a に示すピンチコンベアは、図 2 の 3 に示すように袋を開口に押し付け、それらをデストナーフードに導入する。次いで、袋は、図 2 に 6 で示すダクトワークを通して図 2 に 9 で示す受け入れホッパに運ばれる。このデストナーユニットは、ビニール袋、粉碎プラスチック、細断プラスチックに使用できる。図 2 に 6 で示すダクトを通って入ってくる搬送空気は、プラスチックを持ち上げるが、石や金属のようなより重い物体が図 2 に 5 で示す開口から落下することを可能にする。プラスチック材料が図 2 に 9 で示すレシーバ内に移動された時点で、ラムが図 2 に 13 で示すエアシリンドによって引き戻されながらプラスチックが図 2 に 11 で示すラム部に落下し、それにより、プラスチックがチャンバ内へと落下できる。図 2 に 10 で示されるフォトアイはプラスチックの高さを示す。図 2 に 11 で示す開口をラムで遮ることにより、空気が材料を搬送するのを止め、図 2 に 12 で示すラムが図 2 に 15 で示すバッグプレスへと材料を押し込むことを止めることができる。40

【 0137 】

図 3 に示すバッグプレスは、大きな中心直径を有する一組のツインオーガーである。大きな中心直径は、袋が中心ドラムを包み込みオーガーを詰まらせないように使用される。袋はハウジングに押し下げられ、図 2 の 18 に示す位置に圧縮される。袋が下向きに押されているとき、圧力によって、図 2 に 16 で示されるモータが上昇され、図 2 に 17 で示

10

20

30

40

50

される電流変換器をトリップさせてドライブを停止させる。このドライブが停止すると、ラム移動が停止し、材料の搬送は、高レベルが作られて図2に10で示されるフォトアイ上に拾われると停止する。

【0138】

図2に16で示すバッグプレス上のドライブは、図2に18で示す排出領域まで袋を押し下げ続けるタイマー上にある。図2に16で示されるドライブが時間切れになると、図2に16で示されるモータードライブは、図2に15で示されるオーガーを回転させようとする。図2に15で示すオーガーが回転し続け、図2に18で示すホッパ領域内の材料が低い（背圧が低い）ことを示している場合、供給プロセスが再開される。

【0139】

図2に19で示されているゲートは、プラスチック材料が下方の加熱されたエアロック内に流れ込むことを可能にするために開き、起動及び停止の目的で使用される。材料が加熱されたエアロックに流入すると、図2に10で示すバッグプレス内で体積が解放され、ラムを介してより多くの生成物を図3に示すバッグプレス内に導入することができる。バッグプレスから流れ出る材料は、加熱されたエアロックに押し込まれる。次に、この材料は、2組のオーガーによって、図2の23及び24に示されている加熱チャンバに押し出される。チャンバがプラスチックを加熱すると、プラスチックは溶融してオーガーハウジングを満たし、オーガーを側壁に対してプラスチックでシールすることによってエアロックを形成する。

【0140】

入力プラスチックの連続流がエアロックシールを維持する。溶融プラスチックと固体プラスチックとの間の領域は加圧下にあるので、これにより、反応器が密封し、反応器への空気の導入が停止され、ガスが入口を通って出ることが防止される。図2に24で示されるゾーン内の熱は材料を気化させ始める。気化材料は、あらゆる液体プラスチックと共に、反応器の次の部分に入る。次に、プラスチックをダブルフライカット及び折り曲げスクリューオーガーで反応管の下に搬送する。反応器は、材料が搬送されているときに反応器チューブの内側の材料を気化させるために熱を発生させる加熱ボックス内で包まれる。上側反応器から下部側応器に落とされたあらゆる蒸気と一緒にプラスチック材料は、下側反応器の端部まで運搬され続ける。図2に42で示される下側反応器の開口は、いかなる炭化物もそれを反応器から二重ゲートホッパエアロックシステムに移すコンベア上に落下する場所である。蒸気は、図13に示す灰分離塔を介して反応器を通じて存続する。

【0141】

図2に39で示す炭化物除去システムは、溶融プラスチックをわずかに冷却させ、図2に39で示すカラムの内側の図2に38で示す三重スクリューオーガーに対して重い炭素鎖燃料を付着させる。図2に38で示すカラムの内側のスクリューコンベアは下方向に回転する。スクリューフライトは、互いに噛み合って、セルフクリーニングを可能にし、フライ特上に集められたあらゆる材料を図2に40で示す下方の反応器に押し戻すことができる。

【0142】

材料は、反応器の下方に位置する図2に41で示す逆スクリューコンベアによって、図2に40で示す反応器に押し込まれる。図2に41で示すスクリューコンベアは、蒸気がフライ特を通過して図2に39で示す炭化物除去器を通過することを可能にするリボン型スクリューである。また、このリボン型スクリューは、固体粒子を底部に落下させ、図2に42で示す炭化物放電領域に戻すことができる。このチャンバに入る炭化物分離器から押し下げられた重質燃料は、再加熱され、再気化されるとともに、再分解されてより軽質の燃料にされ、これは図2に38で示される炭化物分離カラムを通過する。蒸気が図2に示す炭化物分離チャンバ38を通過すると、蒸気は図6に示す冷却システムに入る。

【0143】

図2に52で示されるこの冷却システムの第1のステージは、ある程度の冷却が行なわれてより重質の燃料を集めることを可能にする標準的なサイクロンである。この重質燃料

10

20

30

40

50

は再分解のために反応器に戻すことができる。第1のサイクロンを通過した後、蒸気は、図2に52で示すサイクロンを通過し続け、次に蒸気が冷却し続けるにつれて図2に53で示すサイクロンに入る。この冷却により、蒸気は、凝縮して、サイクロンの底部ホッパに集められ、図2に61で示す保持タンクに送られる。この保持タンクはベンゼンのような軽質燃料を取り除くことを可能にする。図2に57で示されるポンプは、ベンゼンを図8及び図2に68で示されるコイリング凝縮器に送る。残っている蒸気は、燃料の連続的な冷却分離のために、図2に53で示される3つの異なるサイクロンを通る経路上を循環する。最後の3つのサイクロンは、図7に示す内力回転フィンを含む。

【0144】

前述の3つのサイクロンを通過した後、蒸気は、図2に77で及び図6に示す空気強制熱交換器に供給される図2に64で示すダクトを通って最後のサイクロンを出る。その後、ガスはそのポイントから図2に66で示されているバブラー・システムに押し込まれ、そこで粒子がガスから分離され、ガスから不要な化学物質が除去される。図2に66aで示されている第1のバブラーは合成ガス中に存在する硫黄を分離する水を含む。ガスは水を通して泡立ち、それは炎防止装置としても作用する。次に、合成ガスは、苛性ソーダを含む図2に66bで示す第2のバブラーに入る。苛性ソーダは、合成ガス中に存在する可能性のある塩素ガスを捕捉し、塩素ガスを塩に変換して除去してタンクの底に沈降させる。残っているガスは合成ガスであり、このガスは図2に67で示す膨張バッファタンクに入り、次に図2に68で示すコイル凝縮器冷却装置を通過する。

【0145】

コイル凝縮器冷却装置は、グリコールを熱交換に使用するコイルタイプで、残留ガス温度を10°Fの温度に下げる。この温度では、大気中の凝縮性ガスが残存しない。ガスは、図2に68で示される冷却装置から流れ、次いで図2に71で示されるように配管されて、図2に80で示される合成ガスブースターシステムに送られる。このガスは、システムに給電するべく電気を発生させるために使用することができる。また、このガスは、図7に示すクラムシェルバーナー用の燃料としても使用される。

【0146】

合成ガスは、図2に80で示されるポンプ圧縮機を使用してブーストされ、図2に88で示される保持タンクに押し込まれる。この保持タンクは、圧力を発生させ、図2に73で示す圧力調整器で解放されるとともに、反応器のための燃料熱源として作用するバーナーに戻ることができる。過剰な圧力は、図2に示す74で解放され、図2に26で示す安全バーナーに移動でき、そこでガスは焼却されるか或いはガス発電機に送られて電気を発生させることができる。

【0147】

停電発生時には、圧力安全レギュレータとバイパスがシステムに取り付けられる。これにより、反応器が冷却している間に合成ガスを短期間だけ向け直すことが可能になる。反応器は、熱損失及び反応器が冷却されるにつれて内部ガス圧力が低下するという事実により、数分以内に合成ガスの生成を停止する。図2に88で示すブースタータンクに貯蔵された合成ガスは、システムが冷間始動から次の運転で始動することを可能にする。貯蔵容量は、システムが最初の始動の後でそれ自体に動力を与えることを可能にする。初期(初回)始動時には、合成ガスが反応器によって生成されていないので、システムはプロパンの補助ガス供給を使用する。プロパンタンクは図2に84で示されている。このプロパンタンクは、標準的な市販のプロパンタンクであり、初回(初回)の起動時にのみ使用される。システムがオンラインになり正常に動作していると、供給された合成ガスが次の運転のために補給される。

【0148】

図13及び図17に示されているクラムシェルバーナーは一連のダクト及びスリップジョイントによって大気に放出される。ダクトワークには、図2に29で示すポイントからダクトワークを通して新鮮な空気を引き出す、図2に31で示すファンが供給される。各ファイアボックスは独立してこの主ダクト内に放出する。

10

20

30

40

50

【0149】

システム全体の容量はコンピュータによって制御される。図2の16、21、34、及び36に示されている全ての必須モータは、可変RPMを可能にするために可変周波数駆動(VFD)ドライブを有する。所定のアルゴリズムは、アルゴリズムへの入力に基づくアルゴリズムの解に基づいて全ての速度と温度を制御する。図2に42で示されたポイントでシステムを出た炭化物は、このように設計された自己傾斜及び熱損失を促進するよう10に設計されたツイン傾斜スクリューコンベアを通過する。図2に45で示されるゲートは、図2に46で示されるホッパが図2に47で示されるレベルインジケータまで充填されても開いたままである。図2に43で示される傾斜炭化物スクリューは停止し、図2に45で示されるゲートは閉じ、その間、図2に48で示されるゲートは開き、図2に50で示されるスクリューコンベアは始動する。このプロセスは炭化物を除去するために繰り返される。

【0150】

開示されたプロセスは膨張するために反応器に依存している。プラスチック塊及び蒸気は、図9に示される反応器に入り、図21に1で示される切り込み及び折り目のスロットを有するように設計された二重フライツクリューによって上側及び下側反応器に沿って引かれる。工程の科学は熱分解であり、それは酸素の存在なしで加熱する活動である。そのため、プラスチック原料が炎源に直接接触することはあり得ない。クラムシェルヒーター(図13に示す)からの熱が反応管1402(図14に示す)を囲むと、反応管1402の内側で反応を開始する高温ゾーンが生じる。図14に示す反応管1402は熱により膨張する。反応管が膨張するにつれて、反応管は、それらが図17に示される加熱されたエアロックフィーダに起因して固定され、図20に示されるカート2006によって支持されるときに一方向にのみ移動することが許される。反応器の動きは、それが片側に固定されているという事実のために横方向である。図2に91で示される鋼管フレームは、走行するために使用される図12に2で示されるカート用のフラットバーの着地部を有する。上側反応器1404は、下側反応器1406に結合されており、上側反応器と下側反応器との間で接続カラー1408によって固定されている。これにより、反応器が膨張するにつれて下側反応器1406が引っ張られる。下側反応器1406は、加熱されるにつれて反対方向に膨張する。図2に34及び21で示すドライブは、反応管の端部に配置されており、また、図20に2010で示す膨張を可能にするためにローラーカートに取り付けられている。図19に示す炭化物コンベアシステムは、ローラに取り付けられており、反応器が膨張するにつれて反応器と共に引っ張られることを可能にする。

【0151】

上記の開示された2スタック反応器形態の利点は、反応器の積み重ねが図14に示される上側反応器管と下側反応器管との間の膨張を分割する長さの半分であるシステムを可能にすることである。このシステムの設計の第2の利点は、反応器内部のスクリューオーガーへの負荷が長さを減少させることによって減少し、ひいては馬力ストレスを減少することである。

【0152】

プラスチック廃棄物を燃料に変えるプロセスは、廃プラスチックを反応器内で加熱することを含む。プラスチックが図14に示す反応器1400内で加熱されると、それが蒸気に変わる。この蒸気は上側反応器から下側反応器までチューブを伝って全長にわたって移動することを強いられる。また、蒸気は、反応器内の図21に示すスクリューコンベアによって乱され、スクリューコンベアのフライトによってより長い経路が形成される。これにより、蒸気とプラスチックに長時間熱を加えることができる。この延長された滞留時間は、蒸気を燃料の生成に必要とされる必要なC鎖に変換させるものである。熱分解は、蒸気生成物を必要とされる燃料生成物に変えるために使用される。温度及び滞留時間は、図21に示すスクリューコンベアの速度を調整することによってもバーナーに加える温度を調整することによっても調整することができる。

【0153】

10

20

30

40

50

図14に示す反応器1400は、図13に示すクラムシェルヒーター1720によって加熱され、反応器の側壁1410を加熱させる。この熱は、プラスチック製品が側壁と接触するときにプラスチック生成物に伝達される。図21に示すスクリューコンベアは、生成物を壁から拭き取ってそれを反応器を通して下流に移動させ続ける。プラスチックからの任意の残りの生成物が運ばれるにつれて、それらの生成物は炭化して炭化物になる。炭化物は水蒸気燃料を何ら含まない。炭化物は、スクリューコンベアを下って進み、図19に示す炭化物排出システム1900に入る。蒸気が炭化物と共に運ばれないようにするために、最後の2つの加熱ゾーン1750、1752の温度が上昇し、残っている蒸気を反応器に沿って炭化物排出システム1900から遠ざけ続ける。

【0154】

10

開示された実施形態のシステムは、図2に87で示されている窒素バージシステムで保護される。緊急事態の場合、窒素は酸素を置換し、入ってくる酸素が高温の反応器に入るのを防ぎ、反応器内の空隙を加圧する不活性ガスであるため、窒素ガスが反応器に配管される。窒素は消火システムとしても使用できる。図2に90で示す制御バルブは、必要に応じて停電時に開くように構成されてもよい。反応器への窒素ポートは、熱と蒸気が最も集中する場所に配置される。

【0155】

以上、本発明の多くの実施形態を詳細に説明したが、添付の特許請求の範囲に規定された本発明の範囲から逸脱することなく変更及び変形が可能であることは明らかである。更に、本開示の全ての例は、本発明の多くの実施形態を例示するものであり、非限定的な例として与えられ、したがって、例示された様々な態様を限定するものと解釈されるべきではないことが理解されるべきである。

20

【0156】

本出願に引用された全ての文書、特許、雑誌論文、及び、他の資料は、参照により本明細書に組み込まれる。

【0157】

本発明を特定の実施形態に関連して開示してきたが、添付の特許請求の範囲に規定される本発明の領域及び範囲から逸脱することなく、記載された実施形態に対する多くの修正、変更及び変更が可能である。したがって、本発明は、記載された実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲の文言及びその均等物によって既定される全範囲を有することが意図される。

30

【 四 1 】

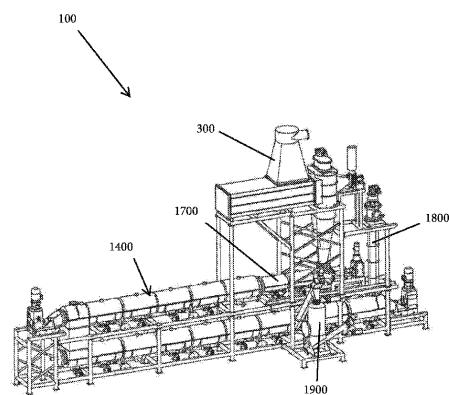


FIG. 1

【 図 2 】

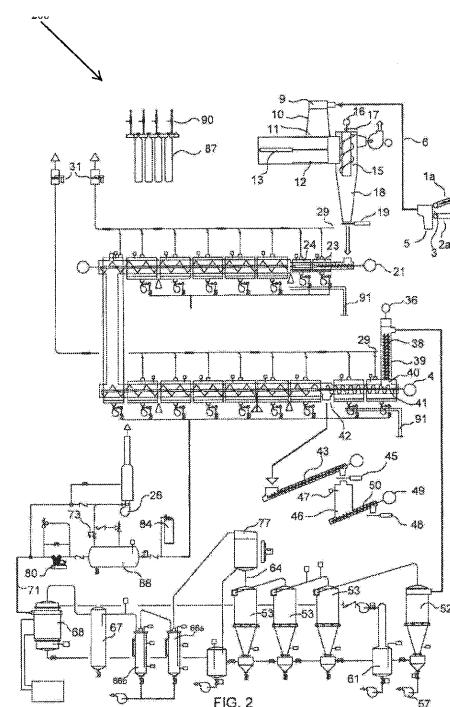


FIG. 2

【図3】

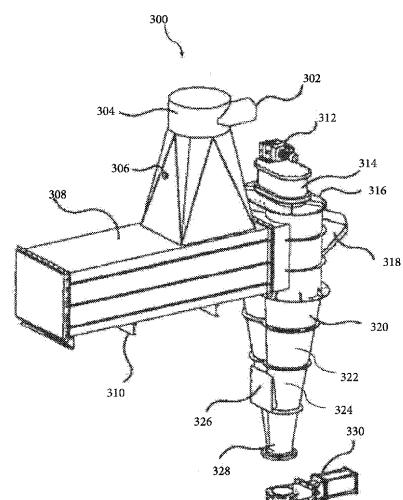


FIG. 3

【図4】

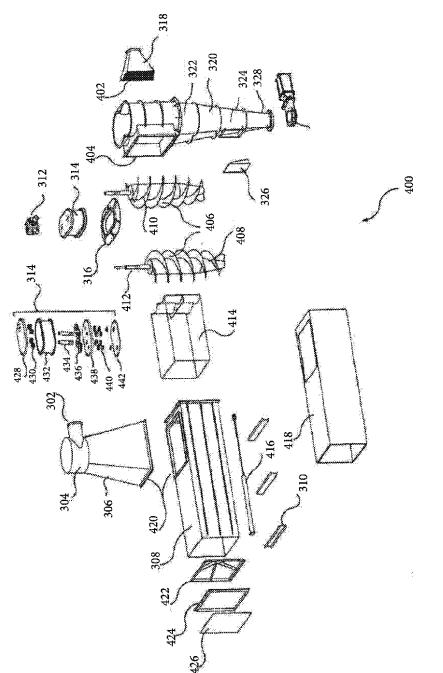


FIG. 4

【 四 5 】

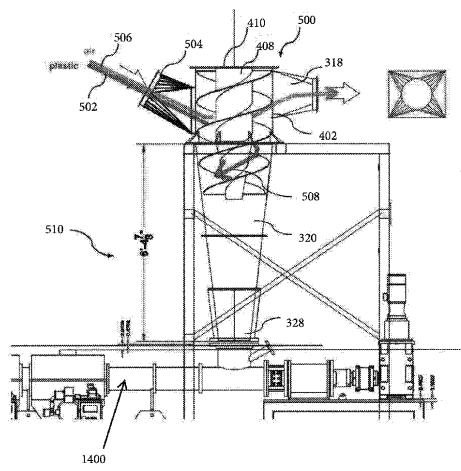


FIG. 5

【 义 6 】

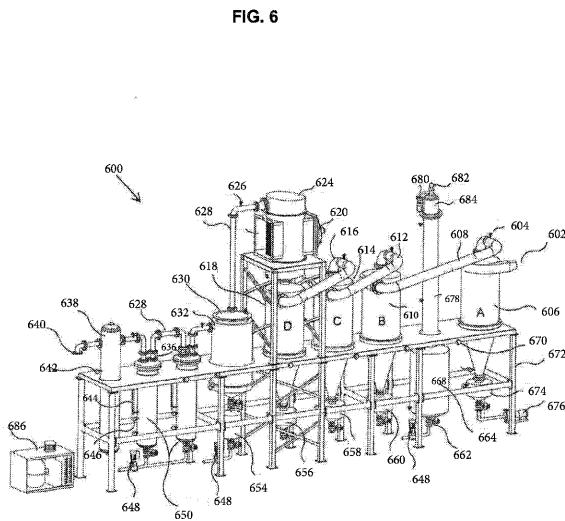


FIG. 6

【四七】

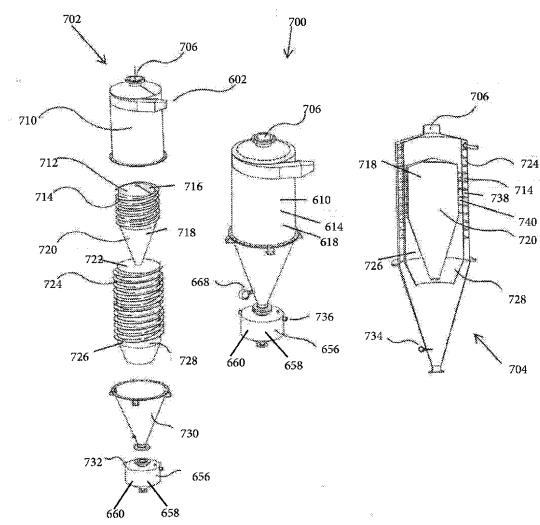


FIG. 7

【 四 8 】

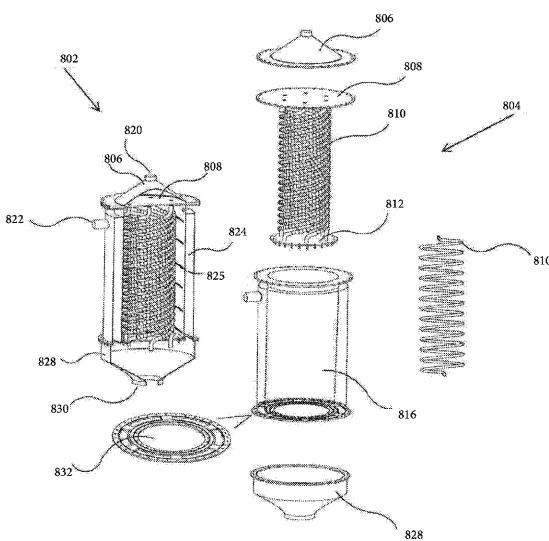


FIG. 8

【図9】

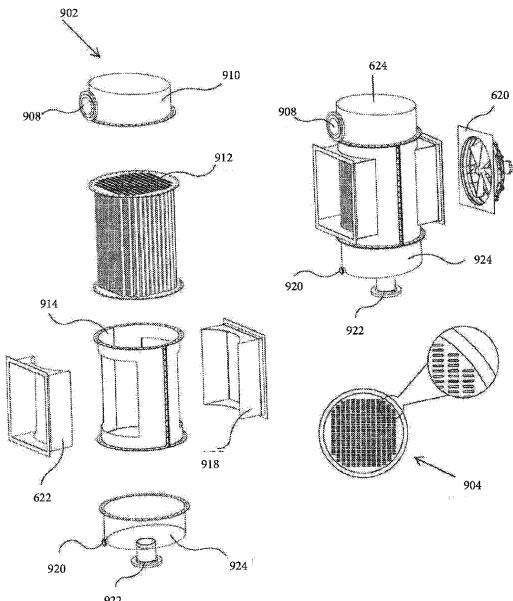


FIG. 9

【図10】

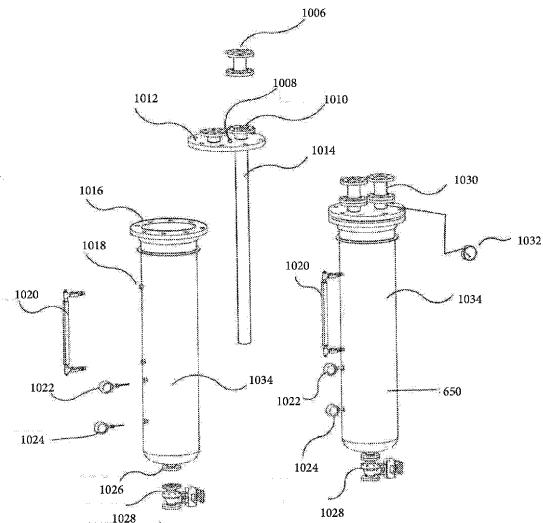


FIG. 10

【図11】

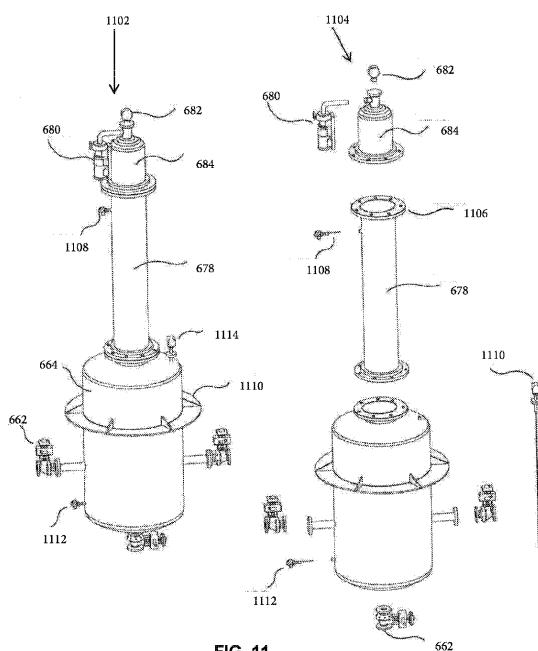
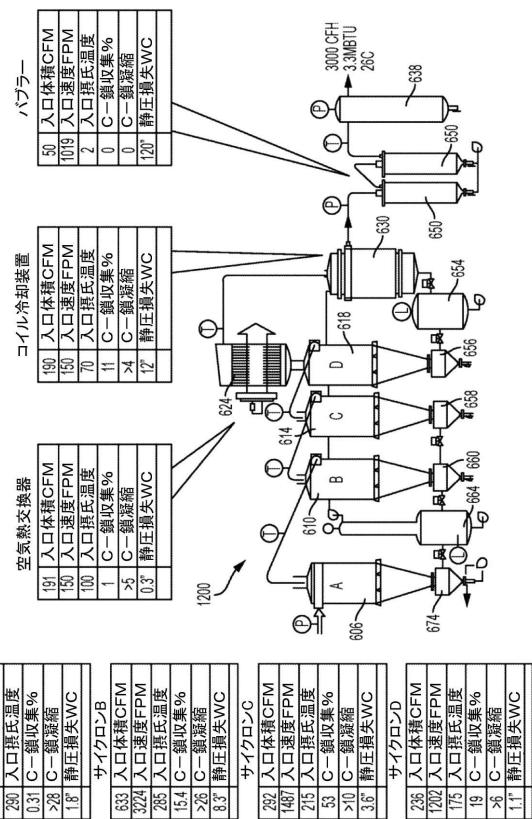


FIG. 11

【図12】



【図13】

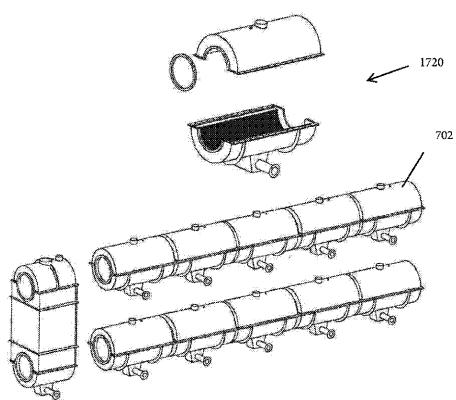


FIG. 13

【図14】

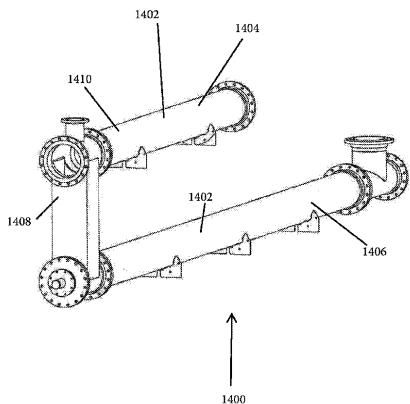


FIG. 14

【図15】

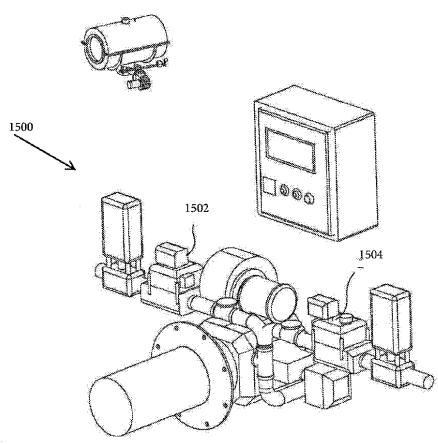


FIG. 15

【図16】

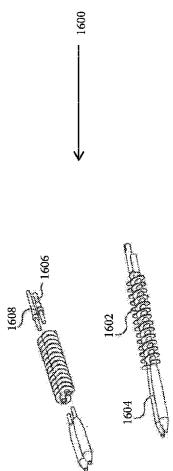
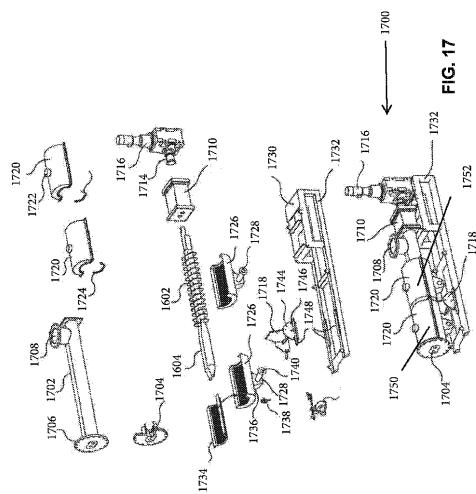
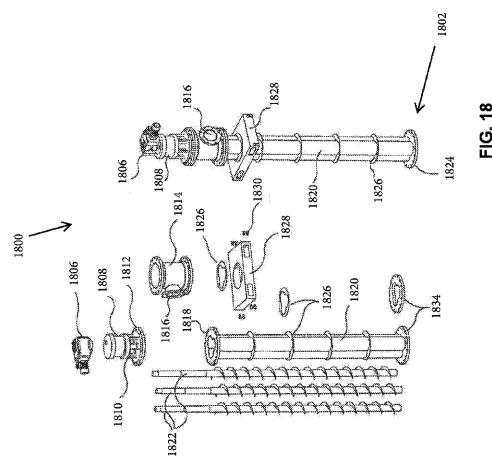


FIG. 16

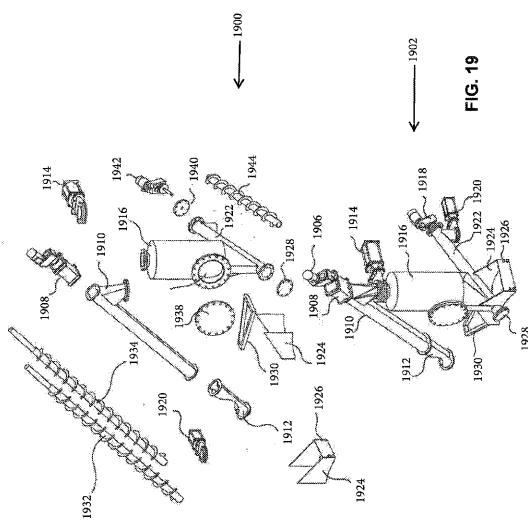
【図17】



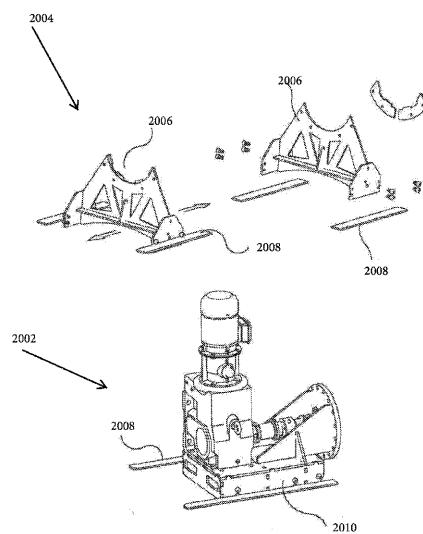
【 図 1 8 】



【図19】



【図20】



【図 2 1】

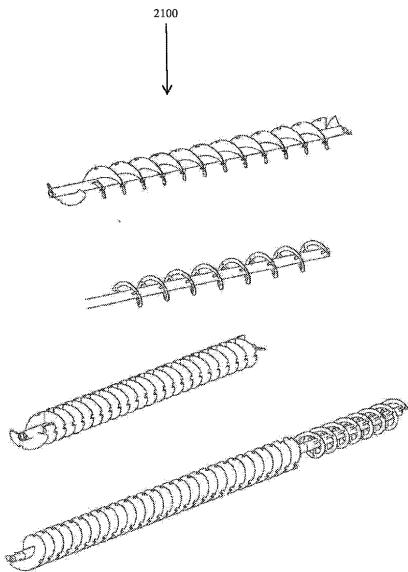


FIG. 21

【図 2 2】

↓
2200
GCMS解析結果
特定されたピーク(確率>50%)及びC-含有の概要

成分

表 プラスチック熱分解サンプルの成分のパーセンテージ

名前	パーセンテージ
(1-メチルエチル)-ベンゼン	0.20%
1, 2, 3, 4-テトラヒドロ-2, 6-デメチルナフタレン	0.84%
1, 2, 3, 4-テトラヒドロ-2-メチルナフタレン	0.29%
1, 2, 3, 4-テトラヒドロナフタレン	0.36%
1-メチル-4-(1-メチルプロピル)-ベンゼン	0.29%
4-ヒドロキシ-4-メチル-2-ベンタノン	0.19%
4-メチル-1-ナノン	0.23%
4-メチル-オクタン	0.16%
ベンゼン	1.18%
ベンゾニトリル	0.34%
ベンゾフェノン	0.22%
ビフェニル	1.19%
エチルベンゼン	1.72%
ナフタレン	1.09%
プロピルベンゼン	0.29%
トルエン	2.88%
C6	0.28%
C7	0.68%
C8	6.97%
C9	11.18%
C10	11.16%
C11	12.17%
C12	9.32%
C13	8.13%
C14	4.97%
C15	4.51%
C16	3.59%
C17	3.03%
C18	2.40%
C19	3.80%
C20	2.27%
C21	0.80%
C22	2.20%
C23	0.46%
C24	0.31%
C25	0.13%
C27	0.11%
C35	0.07%

フロントページの続き

早期審査対象出願

(72)発明者 テノール、アンソニー エヌ。
アメリカ合衆国、ニューヨーク、ヨンカーズ、ネッパー・ハン アヴェニュー 700

(72)発明者 ファウラー、デイヴィッド
アメリカ合衆国、ニューヨーク、ヨンカーズ、ネッパー・ハン アヴェニュー 700

審査官 森 健一

(56)参考文献 特表2010-500170(JP,A)
特開平08-334221(JP,A)
特開昭62-187791(JP,A)
特開2000-017272(JP,A)
特開2000-001677(JP,A)
特開2001-296009(JP,A)
特表平07-505824(JP,A)
実開昭60-063543(JP,U)
特公昭61-017879(JP,B2)
特開2008-155582(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 10 G	1 / 10
B 09 B	3 / 00
C 08 J	11 / 12