

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6852053号
(P6852053)

(45) 発行日 令和3年3月31日 (2021.3.31)

(24) 登録日 令和3年3月12日 (2021.3.12)

(51) Int. Cl.	F I
B 0 9 B 3/00 (2006.01)	B 0 9 B 3/00 3 0 3 E
F 0 1 K 25/10 (2006.01)	B 0 9 B 3/00 3 0 3 Z
A 6 2 D 3/32 (2007.01)	F 0 1 K 25/10 R
A 6 2 D 101/06 (2007.01)	A 6 2 D 3/32
	A 6 2 D 101:06

請求項の数 10 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2018-511364 (P2018-511364)	(73) 特許権者	517398047
(86) (22) 出願日	平成28年5月16日 (2016.5.16)		ブレスウッド ロナルド ジー ジュニア
(65) 公表番号	特表2018-524170 (P2018-524170A)		アメリカ合衆国 テキサス州 77055
(43) 公表日	平成30年8月30日 (2018.8.30)		ヒューストン パークハート ロード
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/032753		8202
(87) 国際公開番号	W02016/187144	(73) 特許権者	517398058
(87) 国際公開日	平成28年11月24日 (2016.11.24)		ビショップ イアン シー
審査請求日	令和1年5月15日 (2019.5.15)		アメリカ合衆国 テキサス州 77024
(31) 優先権主張番号	62/162,648		ヒューストン グリーン ポイント コ
(32) 優先日	平成27年5月15日 (2015.5.15)		ート 450
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100094569
			弁理士 田中 伸一郎
		(74) 代理人	100088694
			弁理士 弟子丸 健

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属反応剤合金組成物を使用してプラスチック、電子機器、軍需品、または発射火薬を再生利用する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラスチック、電子機器、軍需品、または発射火薬から選択される供給原料から、水素、炭素、硫黄、窒素、炭化水素、重金属、又は希土類金属を回収する方法であって、

反応容器中の熔融金属化合物の表面下に供給原料及び熔融金属化合物の混合物をポルテックスを使用して注入することと、

前記混合物を前記反応容器中の熔融金属化合物と反応させることと、

反応によって生じた水素、炭素、硫黄、窒素、炭化水素、重金属、又は希土類金属を含む反応生成物を回収することと、を含む、方法。

【請求項 2】

前記熔融金属化合物がアルミニウムである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記熔融金属化合物がアルミニウム合金である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記熔融金属化合物が、シリコン、マグネシウム、亜鉛、銅、鉄、及びカルシウムから成る群から選択されるアルミニウム合金である、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記熔融金属化合物がシリコンである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記熔融金属化合物がシリコン合金である、請求項 1 に記載の方法。

10

20

【請求項 7】

プラスチック、電子機器、軍需品、または発射火薬から選択される供給原料から、水素、炭素、硫黄、窒素、炭化水素、重金属、又は希土類金属を回収するための装置であって、

溶融金属化合物を保持するように設計された反応容器と、

供給原料の流れを前記溶融金属化合物の表面下に付勢する、陶製ボウルと、

反応容器の底部から、供給原料と溶融金属化合物との反応により生じる、重金属又は希土類金属を含む沈殿した反応生成物を回収するための収集ラインと、

供給原料と溶融金属化合物との反応により生じる、水素、炭素、硫黄、窒素、又は炭化水素を含む反応生成物を前記反応容器中の溶融金属化合物の表面から回収するための送風機及び熱交換器と、

前記送風機及び熱交換器からの反応生成物から粒子状物質を除去するための、少なくとも1つの分離器と、

前記陶製ボウルを前記反応容器に接続し、かつ前記供給原料と前記溶融金属化合物の混合物を、ボルトックスを使用して前記反応容器中の前記溶融金属化合物の表面下に注入するための連絡ラインと、を備える、装置。

10

【請求項 8】

前記反応容器が、

反応容器壁と、

耐火材料と、

冷却板と、をさらに備え、

前記冷却板が、前記冷却板と前記反応容器壁との間に、冷却流体のための水路を形成し、

20

前記耐火材料が、前記反応容器壁の前記冷却板とは反対側の表面に形成される、請求項7に記載の装置。

【請求項 9】

冷却流体から生成された蒸気を送るための蒸気配管を経由して装置に接続された蒸気ターピンをさらに備える、請求項8に記載の装置。

【請求項 10】

前記蒸気ターピンに接続された発電機をさらに備える、請求項9に記載の装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権

本出願は、2015年5月15日に出願された、米国仮特許出願第62/162648号の優先権を主張し、その全体が本明細書に参照により組み込まれる。

【0002】

本発明は、プラスチック、電子機器、軍需品、または発射火薬を再生利用し、アルミニウム、亜鉛、鉄、銅、シリコン、及び/またはカルシウム合金からなり得る、溶融アルミニウムまたはアルミニウム合金浴を使用して、プラスチック、電子機器、軍需品、または発射火薬から、炭素、硫黄、炭化水素、及び重金属を取り込みかつ回収する方法に関する。

40

【背景技術】

【0003】

プラスチック、電子機器、軍需品、または発射火薬を再生利用するいくつかの方法が存在するが、これらの方法は費用がかかり、場合によっては、実際の初期材料そのものよりむしろ問題となり得る二次廃棄物を生み出す。現在のところ、プラスチック、電子機器、軍需品、または発射火薬を再生利用する方法は、場合によっては母材よりさらに有害である、一酸化炭素または二酸化炭素などの温室効果ガス、ならびにアンモニア及び他の二次化合物などの他の副産物を生み出す。さらに、これらのプロセスは、目下のところ埋め立

50

て処分されなければならない、水銀などの重金属、または一般的に電子機器において見出される希土類金属を回収する効率的な方法がない、スラグも生成する。これらのプロセスが稼働する間、それらはかなりのエネルギー投入を必要とするか、または経営者の経費負担で処分が必要であり、また考えられる将来の環境影響を伴う廃棄物流れを生み出す。

【 0 0 0 4 】

したがって、残余の炭素、硫黄、及び任意の希土類元素または重金属を回収すると同時に、プラスチック、電子機器、軍需品、または発射火薬を経済的に再生利用する改良された方法が、当技術分野において必要である。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 5 】

本発明は、プラスチック、電子機器、軍需品、または発射火薬を再生利用するための装置を提供する。これは、以下に限定されないが、ポリ塩化ビニル (P V C)、高密度ポリエチレン (H D P E)、フェノールホルムアルデヒド (P F)、低密度ポリエチレン (L D P E)、アルキルベンゼンスルホン酸塩 (A B S)、ナイロンまたは他のプラスチックなどの任意のタイプのプラスチックであり得る。これは、以下に限定されないが、携帯電話、携帯電子機器、ラップトップコンピュータ、デスクトップコンピュータ、タブレットなどの任意の家電製品であり得る。同様に、これは、以下に限定されないが、火薬または M 6 などの任意のタイプの軍需品または発射火薬を再生利用するのに使用され得る。プロセスは、溶融アルミニウムまたは溶融アルミニウム合金浴を利用する。アルミニウムは、以下に限定されないが、亜鉛、鉄、銅、シリコン、及びカルシウムを含む金属で合金化され得る。すべての場合において、材料は粉碎され、乾燥され得、次に、浴の水面下に導入される。粉碎された材料は、窒素またはアルゴンなどの不活性ガスを使用して水面下に付勢され得るか、または重力供給方式を使用して浴に送り込まれ得る。プロセスにおいて、余熱が生成され、熱電併給などの他のプロセスを促進するのに使用され得る。粉碎された材料が浴を通過すると、アルミニウムまたはアルミニウム合金浴が反応して、材料をその元素部分まで分解する。次に、それらの元素は、重量測定プロセス及びガス取り込みプロセスを使用して浴から除去される。浴から除去された元素は、以下に限定されないが、他の希土類及び重金属と同様に、炭素、硫黄、水素、窒素、水銀、銅、鉄を含み得る。プロセスは、メタン及び他の炭化水素も生じさせ得る。元素材料は、回収されて販売されることができ、また、炭化水素は回収されて販売されるか、またはプロセスを容易にするように燃やされる。不活性ガスは、再処理されて再利用される。

【 0 0 0 6 】

アルミニウムまたはアルミニウム合金浴は、酸素化合物を、それらと高温で化学的に反応させることによって除去することができる。P V C などの他の化合物は、アルミニウムまたは他の合金が塩化化合物を除去して塩化アルミニウムを形成するときに分解される。選択元素の除去は、有機化合物の化学結合を分解させることを可能にし、元素化合物と同様に揮発性有機化合物を生成する。

【 0 0 0 7 】

このプロセスは、選択されたプラスチック及び家電製品を使用して、実験室試験において評価された。粉碎されたプラスチック及び家電製品は、溶融アルミニウムに通された。生成された排煙及び最終の合金塊は、走査電子顕微鏡 (S E M) を使用して分析した。S E M 画像の検査は、元素状の炭素、硫黄、及びアルミニウム塩の存在を示した。分解されなかった品目は、S ガラス、シリコン、及び石英ガラスのみであった。

【 0 0 0 8 】

図 1 は、基本的なプロセスフロー 1 0 0 を示す。基本的なプロセスにおいて、粉碎された材料は、注入供給システム 1 0 1 を使用して、供給ライン 1 0 2 を通って溶融金属浴 1 0 3 の水面下に導かれる。炭素、硫黄及び同種のものなどの元素材料が 1 0 4 に取り込まれ、低密度の二次化合物は浴の水面 1 0 5 から除去され、また、高密度の二次化合物は浴の底 1 0 6 から除去される。これは、プラスチック、電子機器、軍需品、または発射火薬を再生利用する方法として説明されている一方、以下に限定されないが、ゴム、油、及び

タールなどの他の有機化合物を再生利用するために、この方法を使用することも期待される。

【 0 0 0 9 】

本発明のより完全な理解のため、以降、添付された図及び図面と併せて以下の説明を参照する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】基本的なプロセスフローを示す。

【図 2】典型的なプロセスフローを示す。

【図 3】反応容器壁の詳細な断面図を示す。

10

【図 4】ボルトを組込んだ修正されたフロープロセスを示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

本発明は、プラスチック、電子機器、軍需品、または発射火薬を再生利用するプロセスを提供する。プロセスは、熔融アルミニウムまたは熔融アルミニウム合金浴を利用する。プロセスは、反応物質として熔融アルミニウム浴を利用する。粉碎された供給原料は、熔融アルミニウム浴の水面下に導入され、アルミニウムと反応し供給原料を分解する。プロセスにおいて、元素状の炭素、硫黄、銅、鉄、ならびに希土類及び重金属、ならびに分子状の水素、窒素、メタン、ならびに他の炭化水素は、熔融浴から除去される。生成物は販売されることができ、また、窒素は大気に排出されるか取り込まれる。

20

【 0 0 1 2 】

プロセスは、熔融金属を一次反応物として利用する。好ましい実施形態において、熔融金属は、アルミニウムまたはアルミニウム浴である。アルミニウムは、以下に限定されないが、亜鉛、鉄、銅、シリコン及びカルシウムを含む、他の元素と合金化もされ得る。他の金属及びカルシウム及びシリコンなどの金属合金も想定される。燃焼プロセスによって生成された温室効果ガスを含んでいる酸素を含む排煙流れは、排煙流れから酸素含有ガスを除去するためにアルミニウム合金浴に通される。

【 0 0 1 3 】

プロセスにおいて、余熱が生成され、電力の熱電併給などの他のプロセスを促進するのに使用され得る。プロセスによって生成された余熱は、排煙供給において温室効果ガスの組成の作用によるものである。

30

【 0 0 1 4 】

供給原料が他の化合物を含む場合、それらの化合物は、分解または取り込みもされ得る。例えば、供給原料が塩素などの無機化合物を含む場合、プロセスは、アルミニウム塩、この場合は、塩化アルミニウムを生成することになる。本発明は、家電製品または軍需品にしばしば見つけられる、以下に限定されないが、水銀または希土類金属などの重金属を取り込む方法及び装置も提供する。プロセスにおいて、金属化合物が熔融金属浴に導入されると、熔融金属浴は金属化合物を分解する。追加のアルミニウムが浴に加えられると、重金属は反応容器の底に沈み、反応容器から除去される。一部のアルミニウムは、反応容器の底から除去される重金属に混入され得る一方、アルミニウムは除去され、不純物を取り除かれ得、また重金属は取り込まれ得る。

40

【 0 0 1 5 】

詳細なプロセスフロー 200 が、図 2 に示される。記述されたプロセスが処理を考察している間、プラスチック、電子機器、軍需品、または発射火薬を再生利用することは、本発明を使用して処理され得る。粉碎された供給原料は、送風機の供給ライン 211 を通して処理工程に導入される。別タイプの注入器であり得る送風機 210 は、注入ライン 212 を通して反応容器 220 に粉碎された供給原料を注入するのに使用される。注入ライン 212 は、窒素などの不活性ガスに混入している、粉碎された供給原料を、熔融アルミニウム化合物 226 の水面下に導入する。注入ライン 212 は、十分な混合を可能にするため、十分に熔融アルミニウム化合物 226 の水面下にあらねばならない。重い反応生成物

50

、通常は上述の重金属は、反応容器に沈殿することになる。通常、反応容器は傾斜した底を有するが、円錐形の底及び同様のものなどの他のデザインが利用され得る。ひとたび重い生成物が沈殿すると、それらは収集ライン 223、224、及び 225 を使用して収集される。収集ライン 223、224、及び 225 は、異なる密度の重金属が除去されることを可能にする。プロセスの大きさに応じて、重い生成物は連続的に除去され得るか、またはバッチ除去プロセスが使用され得る。

【0016】

反応容器 220 は、粉碎された供給原料との反応によって消費されたアルミニウム化合物を戻すために、追加のアルミニウム化合物を供給するのに使用される、アルミニウム供給ライン 221 も含む。例えば、追加の熱は、起動時に必要とされ得る。加熱器 227 は、この目的のために必要とされる。加熱器 227 は、輻射型、誘導型、及び対流型を含む、任意のタイプの加熱器であり得る。例えば、加熱器 227 は、使用される金属合金用に周波数が調整された、マイクロ波加熱器または高周波加熱器である可能性がある。

【0017】

したがって、このプロセスによって生成された熱は、除去されなければならない。図 3 により詳細に示されるセクション A は、熱がこのプロセスから除去され得る、1つの方法を示す。反応容器 220 は、容器壁 320 を保護する、耐火材料 310 に沿って並べられる。冷却板 330 は容器壁 320 に取り付けられ、また、冷却水は、冷却設備 330 と容器壁 320 との間に作られた導管を循環する。断熱材 340 は、安全目的のためだけでなく、熱回収を最大化するために冷却板を取り囲む。ひとたび冷却水が、そのプロセスから生成された熱を拾うと、それは冷却塔に送られ得るか、または熱は回収されて他の目的のために使用され得る。プロセスが、温水源を必要とする設備で 사용되는場合、熱回収システムはこの目的のために設計され得る。しかし、熱は電気を生成することにも使用され得る。

【0018】

図 2 を参照すると、蒸気タービン発電プロセスが表される。この例において、冷却水は冷却供給口 228 を通して導入される。冷却水が反応容器 220 をあちこち移動すると、冷却水は熱を拾い、蒸気が生成される。その後、生成された蒸気は、蒸気配管 229 を経由して蒸気タービン 232 に送られる。蒸気はタービンを通過し、蒸気が凝結するにつれて、タービン 232 のタービン翼を回す。タービン 232 は、発電機 231 に結合される。タービンが始動装置を通して発電機 231 のロータを回すにつれて、発電機は電気を生成する。このプロセスは簡略にしか説明されないが、この蒸気タービン発電プロセスは、当技術分野においてよく知られている。また任意の蒸気タービン発電プロセスが利用される可能性がある。

【0019】

また、上述のように、この反応は、元素状炭素、元素状硫黄、分子状窒素及び分子状水素を生成することもある。これらは、送風機 250 を使用して反応容器から除去されることになる。送風機 250 は、反応容器 220 から熱交換器供給ライン 241 を通して熱交換器 240 に、高温の元素状炭素、元素状硫黄、分子状窒素及び分子状水素を引き寄せることになる。次に、熱交換器 240 は、さらなる処理を可能にするために、この材料を冷却することになる。生成される任意の炭化水素は、熱交換器 240 で凝結もされ得る。これらの液体炭化水素は、さらなる使用または販売のために集められることができる。熱交換器 240 は、任意の熱交換器であることができるが、好ましい実施形態においては、熱交換器 240 は強制空気熱交換器であり、しかし、他の熱交換器も予想される。その後、プロセス流れは、ライン 242 を通って熱交換器を去り、送風機 250 及び送風機排出ライン 252 を通過し、2つのサイクロン分離器に入る。第 1 の分離器 260 は、プロセス流れから炭素を分離する。炭素は分離ライン 263 を通して集められる。残余のプロセス流は、プロセス流から硫黄を分離する、第 2 の分離器 270 に進む。硫黄は、その流れが 444 未満まで冷却されると、コールドフィンガを使用して除去され得る。硫黄は、分離ライン 273 を通して集められる。次に、ガス状の窒素及び水素を含み得る、残余のプ

ロセス流は、クライオユニット 280 に分離される。このユニットにおいて、ガス流はさらに冷却され、構成要素が分離されることを可能にする。

【0020】

以下は、再生利用され得る、可能性のある粉砕された供給原料のリストであり、溶融金属浴内の反応によって生成される、結果として生じる元素生成物である。

【表 1】

・ ポリ塩化ビニル:	$2(C_2H_3Cl)_n \rightarrow 4C + 3H_2 + 2Cl$	
・ ポリプロピレン:	$(C_3H_6)_n \rightarrow 3C + 3H_2$	
・ テレフタル酸ポリエチレン:	$(C_{10}H_8O_4)_n \rightarrow 10C + 4H_2 + 2O_2$	
・ ポリカーボネート:	$(C_{16}H_{14}O_3)_n \rightarrow 16C + 7H_2 + 3O_2$	10
・ アルキルベンゼンスルホン酸塩:	$(C_8H_8 * C_4H_6 * C_3H_3N)_n \rightarrow 15C + 17/2 H_2 + 1N$	
・ 4-(tert-ブチル) スチレン (ブチルスチレン):	$(CH_3)_3C_6H_4CH=CH_2 \rightarrow 12C + 8H_2$	
・ ナイロン 66:	$(C_{12}H_{22}N_2O_2)_n \rightarrow 12C + 11H_2 + 2N + 2O_2$	
・ フタル酸ジブチル:	$3C_{16}H_{22}O_4 + 8Al = 48C + 33H_2 + 4Al_2O_3$	
・ ジフェニルアミン:	$2C_{12}H_{11}N + 0Al = 24C + 22H_2 + N_2$	
・ ニトロセルローズ:	$\circ 6C_6H_9(NO_2)_5 + 12Al = 36C + 7H_2 + 3N_2 + 6Al_2O_3$ $\circ 2C_6H_9(NO_2)_2 + 12Al = 12C + 9H_2 + N_2 + 6Al_2O_3$ $\circ 6C_6H_9(NO_2)_3 + 44Al = 36C + 27H_2 + 9N_2 + 22Al_2O_3$	20
・ ジニトロトルエン:	$3C_7H_6N_2O_4 + 8Al = 21C + 9H_2 + 3N_2 + 4Al_2O_3$	

【0021】

図 4 は、ボルテックス入口を使用した修正されたプロセスフロー 400 を示す。図 2 に説明されたプロセスと同様に、修正されたプロセスは、プラスチック、電子機器、軍需品、または発射火薬を再生利用することを可能にする。アルミニウム浴に直接注入される代わりに、粉砕された供給原料は、ボルテックス 402 によって供給されたラインを通して処理プロセスに導入される。ボルテックス 402 は、溶融アルミニウムまたはアルミニウム合金におけるポンピングによって、陶製ボウル 415 内に形成される。溶融アルミニウムまたはアルミニウム合金は、新しいアルミニウム投入ライン 404 を通して加えられ得るか、または、それはポンプ 406 を使用してアルミニウム浴から再循環させられ得る。次に、粉砕された供給原料（再生利用される必要のある、上記の任意の原料を含み得る）は、重力供給方式 405 を通して陶製ボウル 415 に導入され得る。粉砕された供給原料は、溶融アルミニウムまたはアルミニウム合金と混合され、また、混合物はボルテックス 402 の渦からボウルの底に引き寄せられる。陶製ボウル 415 の底は、アルミニウム浴への連絡ライン 408 を有し得、また、粉砕された供給原料と溶融アルミニウムまたはアルミニウム合金との混合物は、連絡ライン 408 からアルミニウム浴に入る。修正されたプロセスフロー 400 の他の態様は、図 2 のフローで示される態様と類似している。

【0022】

図 4 に示されたボルテックス入口は、他の注入システムを超えていくつかの利益を可能にする。ボルテックスは、再生利用反応がより効率的に起こることを可能にする、溶融アルミニウムまたはアルミニウム合金との粉砕された供給原料のよりよい混合を可能にする。さらに、粉砕された供給原料はすでに陶製ボウル 415 において溶融アルミニウムと混合されたので、混合物の温度は均等化される機会を有し、また、温度は浴内の溶融アルミニウムの温度に比較的近くにあり得る。その結果、ボルテックス入口が使用される場合、

入口注入点で、より少ない局所的冷却、及びより安定した温度勾配がある。

【 0 0 2 3 】

上述のように、ひとたび供給原料がアルミニウム浴またはボルテックスに入ると、粉碎された供給原料物質とアルミニウムまたはアルミニウム合金浴との反応が始まることになる。より高密度の物質は沈殿するが、より軽い物質は上昇することになる。ガスなどの最も軽い物質は、表面に泡立ち、そこで回収されることになる。

【 0 0 2 4 】

本発明及びその利点が詳細に説明されたが、添付の特許請求の範囲によって定められているような本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく、本明細書において様々な変更、置き換え、及び改正がなされ得ることを理解されたい。さらに、本出願の範囲は、本明細書に説明されているプロセス、機械、製造物、組成物、手段、方法、及びステップの特定の実施形態に限定されることが意図されるものではない。当業者が本発明の開示からすぐに理解するであろうように、本明細書に説明されている対応する実施形態とほぼ同じ機能を果たす、またはほぼ同じ結果を達成する、現在存在するかまたは後に開発される、プロセス、機械、製造物、組成物、手段、方法、またはステップが、本発明に従って利用され得る。したがって、添付の特許請求の範囲は、それらの範囲内に、このようなプロセス、機械、製造物、組成物、手段、方法、またはステップを含むことが意図される。

10

【 図 1 】

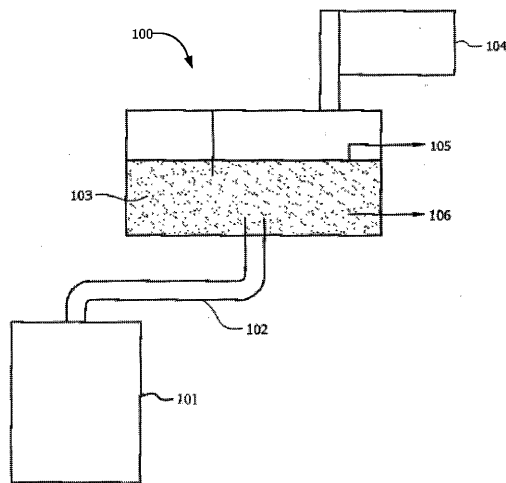


FIG. 1

【 図 2 】

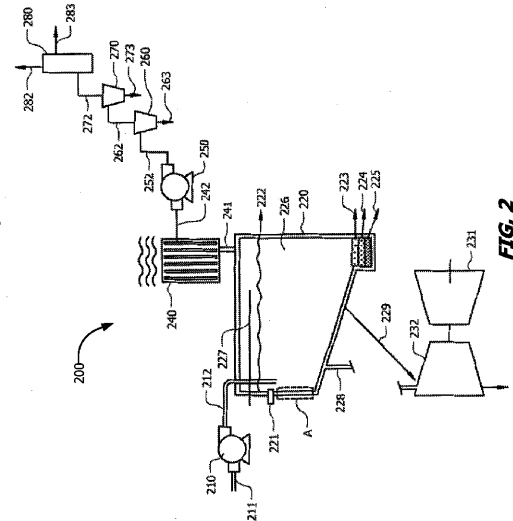


FIG. 2

【図 3】

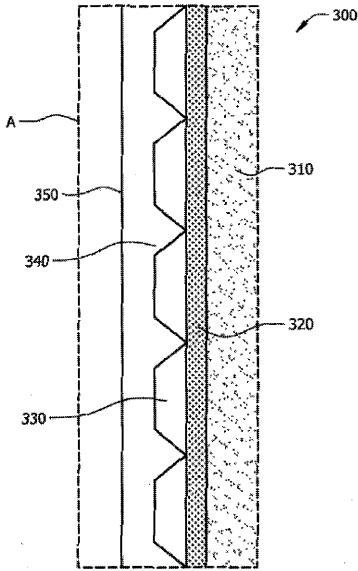
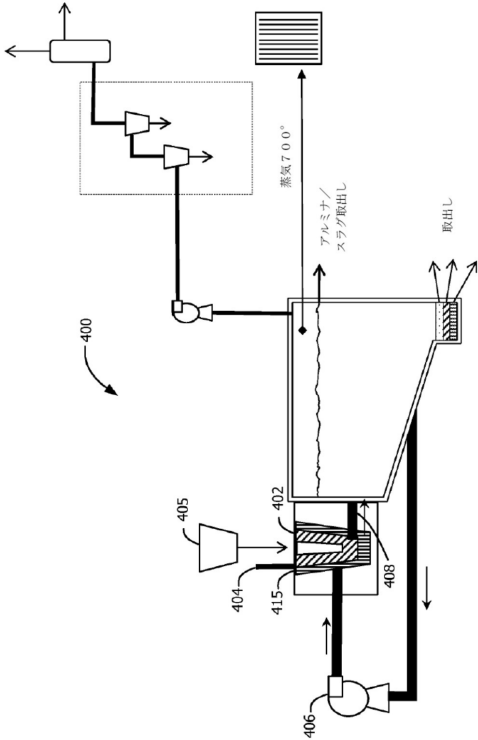


FIG. 3

【図 4】



フロントページの続き

- (74)代理人 100103610
弁理士 ▲吉▼田 和彦
- (74)代理人 100084663
弁理士 箱田 篤
- (74)代理人 100093300
弁理士 浅井 賢治
- (74)代理人 100119013
弁理士 山崎 一夫
- (74)代理人 100123777
弁理士 市川 さつき
- (74)代理人 100111796
弁理士 服部 博信
- (74)代理人 100170944
弁理士 岩澤 朋之
- (72)発明者 ブレスウッド ロナルド ジー ジュニア
アメリカ合衆国 テキサス州 77055 ヒューストン パークハート ロード 8202
- (72)発明者 ビショップ イアン シー
アメリカ合衆国 テキサス州 77024 ヒューストン グリーン ポイント コート 450

審査官 齊藤 光子

- (56)参考文献 国際公開第2014/032843(WO, A1)
米国特許第06414143(US, B1)
米国特許第06011193(US, A)
国際公開第2014/167139(WO, A1)
米国特許出願公開第2012/0304822(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B09B1/00 - 5/00
A62D3/00