

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6544926号  
(P6544926)

(45) 発行日 令和1年7月17日(2019.7.17)

(24) 登録日 令和1年6月28日(2019.6.28)

|                                |         |         |
|--------------------------------|---------|---------|
| (51) Int. Cl.                  | F I     |         |
| <b>B O 1 D</b> 1/06 (2006.01)  | B O 1 D | 1/06    |
| <b>B O 1 D</b> 1/28 (2006.01)  | B O 1 D | 1/28    |
| <b>B O 1 D</b> 5/00 (2006.01)  | B O 1 D | 5/00 A  |
| <b>C O 2 F</b> 1/04 (2006.01)  | C O 2 F | 1/04 G  |
| <b>F O 2 G</b> 1/044 (2006.01) | F O 2 G | 1/044 A |
| 請求項の数 11 (全 176 頁) 最終頁に続く      |         |         |

|               |                               |           |                         |
|---------------|-------------------------------|-----------|-------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2014-521674 (P2014-521674)  | (73) 特許権者 | 594010009               |
| (86) (22) 出願日 | 平成24年7月13日 (2012.7.13)        |           | デカ・プロダクツ・リミテッド・パートナーシップ |
| (65) 公表番号     | 特表2014-526960 (P2014-526960A) |           | アメリカ合衆国 ニューハンプシャー O     |
| (43) 公表日      | 平成26年10月9日 (2014.10.9)        |           | 3101-1129, マンチェスター,     |
| (86) 国際出願番号   | PCT/US2012/046740             |           | コマーシャル ストリート 340        |
| (87) 国際公開番号   | W02013/012744                 | (74) 代理人  | 100071010               |
| (87) 国際公開日    | 平成25年1月24日 (2013.1.24)        |           | 弁理士 山崎 行造               |
| 審査請求日         | 平成27年7月13日 (2015.7.13)        | (74) 代理人  | 100118647               |
| 審判番号          | 不服2017-13405 (P2017-13405/J1) |           | 弁理士 赤松 利昭               |
| 審判請求日         | 平成29年9月8日 (2017.9.8)          | (74) 代理人  | 100123892               |
| (31) 優先権主張番号  | 13/184, 169                   |           | 弁理士 内藤 忠雄               |
| (32) 優先日      | 平成23年7月15日 (2011.7.15)        |           |                         |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                       |           |                         |
|               |                               | 最終頁に続く    |                         |

(54) 【発明の名称】 水蒸気蒸留装置、方法、およびシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原料流量弁と

原料流体入口と、

生産物流体出口と、

蒸発器・凝縮器であって、

筐体と、

前記筐体中に複数の管と

を具備し、

前記原料流体を蒸気に変換し、圧縮された蒸気を生産物流体に変換する蒸発器・凝縮器と

放出貯蔵部と放出弁と、

前記原料流体入口、前記生産物流体出口及び前記放出弁に流体的に接続された熱交換器であって、

外管と、

少なくとも1つの内管と、

2つの端部であって、各端部にコネクタが取り付けられ、一方が前記蒸発器・凝縮器との継ぎ手を形成する2つの端部と、

を具備する熱交換器と、

10

20

前記蒸発器・凝縮器に流体的に接続された再生ブロワであって、  
前記蒸発器・凝縮器において変換された蒸気が流入し、この蒸気を圧縮し、圧縮された蒸気は前記蒸発器・凝縮器へと流される再生ブロワと、  
流体蒸気蒸留システムを制御するための制御システムであって、  
前記放出弁を制御するようプログラムされた放出コントローラと、  
前記原料流量弁を制御するようプログラムされた原料流量コントローラと、  
前記放出コントローラと前記原料流量コントローラとに接続した放出貯蔵部レベルセンサであって、該放出貯蔵部レベルセンサは、放出貯蔵部レベルに関する信号を該放出コントローラと放出貯蔵部レベルを表示する該原料流量コントローラとに送る放出貯蔵部レベルセンサと、  
を具備し、

10

前記原料流量コントローラは、少なくとも前記放出貯蔵部レベルに関する信号に基づき前記原料流量弁を駆動するようプログラムされ、

前記放出コントローラは、比例積分（P I）コントローラとして、又は比例（P）のみのコントローラとして、少なくとも前記放出貯蔵部レベルに関する信号に基づき放出貯蔵部レベルを維持するように前記放出弁を駆動するようプログラムされ、

前記放出貯蔵部レベル及び前記原料流量は、前記放出貯蔵部レベルに関する信号を入力として用いて該原料流量弁及び前記放出弁により制御され、該原料流量と、放水量と、該生産物流体の量との間のバランスを保持する、流体蒸気蒸留システムを制御するための制御システムと、

20

を具備し、

ここで、前記原料流体は、前記原料流量弁を通り前記原料流体入口から前記熱交換器を経由して前記蒸発器・凝縮器に流入し、該蒸発器・凝縮器において蒸気に変換され、

前記変換された蒸気は、前記蒸気内の水滴が分離された後に前記再生ブロワに流れ、該再生ブロワにより圧縮された蒸気となり、

前記圧縮された蒸気は、前記蒸発器・凝縮器へと流れ、該蒸発器・凝縮器にて生産物流体に変換され、変換された該生産物流体は前記熱交換器を通して前記生産物流体出口から出てゆき、

前記変換された蒸気から分離された前記水滴は、前記放出貯蔵部に流れ、該放出貯蔵部から前記放出水として、前記熱交換器を経由して前記放出弁を通して放出される、

30

ことを特徴とする流体蒸気蒸留システム。

#### 【請求項 2】

前記流体蒸気蒸留システムは、

前記蒸発器・凝縮器に流入した前記原料流体を溜める、該蒸発器・凝縮器の水溜と、

前記水溜中の加熱器と、

前記再生ブロワのベアリングに冷却用の水を供給するベアリングフィードポンプと、

前記放出水を放出するための放出モータと、をさらに具備し、

前記制御システムは、

前記放出コントローラ及び前記原料流量コントローラを含む複数のコントローラを具備し、

40

前記コントローラが動作していないアイドル状態と、

前記原料弁が開き原料流体が前記流体蒸気蒸留システムの前記水溜に入る注入状態と、

前記水溜中の流体が所定の温度に到達するまで該水溜中の前記加熱器を最大出力にする加熱状態と、

前記原料弁を開いて、熱交換を行う所定の負荷サイクルにする熱交換器最盛状態と、

ベアリングフィードポンプを所定の速度で駆動し、前記放出モータが起動しているスタートポンプ状態と、

前記流体蒸気蒸留システムが生産水を生産する運転状態と、

をさらに保持する、

50

ことを特徴とする請求項 1 に記載の流体蒸気蒸留システム。

【請求項 3】

前記熱交換器は、前記蒸発器・凝縮器の筐体の周囲に配置されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記熱交換器が具備する前記外管は原料流体流路であり、前記内管のうちの少なくとも 1 つは生産物流体流路であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記熱交換器は、少なくとも 3 本の内管をさらに具備することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記少なくとも 3 本の内管は、より合わされ実質的にらせん状の形状をなしていることを特徴とする請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記蒸発器・凝縮器の管は、該管の内側に充填物をさらに具備することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記充填物が棒であることを特徴とする請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記蒸発器・凝縮器は、前記複数の管に流体的に接続される蒸気室をさらに具備することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記再生ブロワは、磁気駆動連結部により駆動されるインペラアセンブリをさらに具備することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記流体蒸気蒸留システムは、前記生産物流体の導電率を測定するための導電率計及び導電率セルをさらに具備することを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水蒸留に関し、より具体的には、水蒸気蒸留装置、方法、およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

信頼性のある清浄水源は、人類の大部分にとって確保が困難である。例えば、カナダ国際開発局は、約 12 億の人々に安全な飲用水へのアクセスが欠けていると報告している。報告書は、大部分が子供である毎年何 100 万人もの死亡は、水に関する疾患に起因すると考えている。炭素フィルタ、塩素処理、低温殺菌、および逆浸透を含む多くの水浄化技術が周知である。これらの技術の多くは、有意に水質の変動の影響を受け、開発途上世界等の水供給において見出される場合がある、細菌、ウイルス、有機物、ヒ素、鉛、水銀、および殺虫剤等の、多種多様の一般的な汚染物質に対処しない。これらのシステムのうちのいくつかは、フィルタまたは化学物質等の消耗品の利用を必要とする。また、これらの技術のうちのいくつかは、かなりのインフラストラクチャーと高度な訓練を受けた操作者の両方を必要とする集中型の大規模な水システムにしか適していない。消耗品および恒常的メンテナンスの必要性がない、より小さい、分散された規模で、水源に関係なく信頼性のある清浄水を生産する能力が、特に開発途上世界においては非常に望ましい。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

水を浄化するための蒸気圧縮蒸留の使用が周知であり、これらの懸案事項の多くに対処

10

20

30

40

50

する場合がある。しかしながら、乏しい財源、限定された技術的資産、および開発途上世界の大部分に集中型の大規模な水システムを構築することを実行可能にしない低人口密度もまた、蒸気圧縮蒸留システムを運転するのに十分な低価格で信頼性のある電力の可用性を制限し、ならびに、そのようなシステムを適正に維持する能力を妨害する。そのような状況では、効率および生産能力を増加させるとともに、システム運営のための必要な電力経費および必要とされるシステムメンテナンスの量を減少させる、改良型の蒸気圧縮蒸留システムおよび関連構成要素により、解決法を提供することができる。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の1つの側面によれば、流体蒸気蒸留システムが開示される。このシステムは、放出弁を制御する放出コントローラ、原料流量弁を制御する原料流量コントローラ、及び、放出コントローラと原料流量コントローラとに接続した放出レベルセンサを含む、流体蒸気蒸留装置を制御するための制御システムを含み、放出レベルセンサは、放出レベルに関する信号を放出コントローラと放出レベルを表示する原料流量コントローラとに送り、原料流量コントローラは、少なくとも放出レベルセンサ信号に基づき原料流量弁を駆動し、放出コントローラは、少なくとも放出レベルセンサ信号に基づき放出弁を駆動し、放出レベル及び原料流量レベルは、放出レベルセンサ信号を入力として用いることで、保持される。

【0005】

本発明のこの側面のいくつかの実施形態では、制御システムが少なくとも1つのコントローラを含み、この少なくとも1つのコントローラが動作していないアイドル状態、原料弁が開き原料流体が流体蒸気蒸留装置の水溜に入る注入状態、水溜中の流体が所定の温度に到達するまで水溜中の加熱器を最大出力にする加熱状態、原料弁を開いて所定の負荷サイクルにする熱交換器最盛状態、ベアリングフィードポンプを所定の速度で駆動し、放出モータを起動するスタートポンプ状態、及び流体蒸気蒸留装置が生産水を生産する運転状態のうちの1つ以上が含まれる。また、システムは、原料流体入口、実質的に円筒形の筐体を有する蒸発器・凝縮器装置、及び筐体中に複数の管をさらに含み、原料流体入口は、蒸発器・凝縮器に流体的に接続され、蒸発器・凝縮器は原料流体を蒸気に変換し圧縮された蒸気を生産物流体に変換し、熱交換器は原料流体入口及び生産物流体出口に流体的に接続され、この熱交換器は、外管及び少なくとも1つの内管を含み、再生ブロワは蒸発器・凝縮器に流体的に接続され、この再生ブロワは蒸気を圧縮し、圧縮された蒸気は蒸発凝縮器へと流れ、圧縮蒸気は生産物流体に変換される。熱交換器は蒸発器・凝縮器の筐体の周囲に配置される。熱交換器に含まれる外管は原料流体流路であり、少なくとも1つの内管は生産物流体流路である。熱交換器は、少なくとも3本の内管をさらに含む。この少なくとも3本の内管は、より合わされ実質的にらせん状の形状をなしている。熱交換器は、2つの端部を含み、各端部にコネクタが取り付けられコネクタは蒸発器・凝縮器との継ぎ手を形成する。蒸発器・凝縮器の管は、管の内側に充填物をさらに含む。充填物は棒である。蒸発器・凝縮器は複数の管に流体的に接続される蒸気室をさらに含む。再生ブロワは、磁気駆動連結部により駆動されるインペラアセンブリをさらに含む。制御システムは少なくとも2つのプロセッサ、すなわちモータ制御エンジンプロセッサ及びARM（登録商標）プロセッサを含む。流体蒸気蒸留装置は、生産物流体の導電率を測定するための導電率計及び導電率セルをさらに含む。

【0006】

本発明の他の側面では、流体蒸気蒸留装置が開示される。この装置は、原料流体入口、実質的に円筒形の筐体を有する蒸発器・凝縮器装置、及び筐体中に複数の管を含み、原料流体入口は、蒸発器・凝縮器に流体的に接続され、蒸発器・凝縮器は原料流体を蒸気に変換し圧縮された蒸気を生産物流体に変換し、熱交換器は原料流体入口及び生産物流体出口に流体的に接続され、この熱交換器は、外管及び少なくとも1つの内管を含み、再生ブロワは蒸発器・凝縮器に流体的に接続され、この再生ブロワは蒸気を圧縮し、圧縮された蒸気は蒸発凝縮器へと流れ、圧縮蒸気は生産物流体に変換され、流体蒸気蒸留装置を制御す

る制御システムは、放出弁を制御する放出コントローラ、原料流量弁を制御する原料流量コントローラ、及び、放出コントローラと原料流量コントローラと通信する放出レベルセンサを含み、放出レベルセンサは、放出レベルに関する信号を放出レベルを表示する放出コントローラと原料流量コントローラとに送り、原料流量コントローラは、少なくとも放出レベルセンサの信号に基づき原料流量弁を駆動し、放出コントローラ、少なくとも放出レベルセンサの信号に基づき放出弁を駆動し、これにより、放出レベル及び原料流量レベルは、放出レベルセンサの信号を入力として用いて、維持される。

#### 【0007】

本発明のこの側面のいくつかの実施形態では、少なくとも1つのコントローラ、この少なくとも1つのコントローラが動作していないアイドル状態、原料弁が開き原料流体が流体蒸気蒸留装置の水溜に入る注入状態、水溜中の流体が所定の温度に到達するまで水溜中の加熱器を最大出力にする加熱状態、原料弁を開いて所定の負荷サイクルにする熱交換器最盛状態、ベアリングフィードポンプを所定の速度で駆動し、放出モータを起動するスタートポンプ状態、及び流体蒸気蒸留装置が生産水を生産する運転状態のうちの1つ以上が含まれる。熱交換器は蒸発器・凝縮器の筐体の周囲に配置される。熱交換器に含まれる外管は原料流体流路であり、少なくとも1つの内管は生産物流体流路である。熱交換器は、少なくとも3本の内管をさらに含む。この少なくとも3本の内管は、より合わされ実質的にらせん状の形状をなしている。熱交換器は、2つの端部を含み、各端部にコネクタが取り付けられコネクタは蒸発器・凝縮器との継ぎ手を形成する。蒸発器・凝縮器の管は、管の内側に充填物をさらに含む。充填物は棒である。蒸発器・凝縮器は複数の管に流体的に接続される蒸気室をさらに含む。再生ブロワは、磁気駆動連結部により駆動されるインペラアセンブリをさらに含む。制御システムは少なくとも2つのプロセッサ、すなわちモータ制御エンジンプロセッサ及びARM（登録商標）プロセッサを含む。流体蒸気蒸留装置は、生産物流体の導電率を測定するための導電率計及び導電率セルをさらに含む。

#### 【0008】

本発明の1つの側面によれば、流体蒸気蒸留装置が開示される。この装置は、原料流体入口、実質的に円筒形の筐体を有する蒸発器・凝縮器装置、及び筐体中に複数の管を含み、原料流体入口は、蒸発器・凝縮器に流体的に接続され、蒸発器・凝縮器は原料流体を蒸気に変換し圧縮された蒸気を生産物流体に変換し、熱交換器は原料流体入口及び生産物流体出口に流体的に接続され、この熱交換器は、外管及び少なくとも1つの内管を含み、再生ブロワは蒸発器・凝縮器に流体的に接続され、この再生ブロワは蒸気を圧縮し、圧縮された蒸気は蒸発凝縮器へと流れ、圧縮蒸気は生産物流体に変換され、そしてまたこの装置は、流体蒸気蒸留装置を制御する制御システムを含む。

#### 【0009】

本発明のこの側面のいくつかの実施形態では以下のうちの1つ以上の場合が含まれる。すなわち、制御システムが放出弁を制御する放出コントローラ、原料流量弁を制御する原料流量コントローラ、及び、放出コントローラと原料流量コントローラと通信する放出レベルセンサを含み、放出レベルセンサが、放出レベルに関する信号を放出レベルを表示する放出コントローラと原料流量コントローラとに送り、原料流量コントローラが、少なくとも放出レベルセンサの信号に基づき原料流量弁を駆動し、放出コントローラが、少なくとも放出レベルセンサの信号に基づき放出弁を駆動し、これにより、放出レベル及び原料流量レベルが、放出レベルセンサの信号を入力として用いて、維持されている場合。制御システムが少なくとも1つのコントローラを含み、この少なくとも1つのコントローラが動作していないアイドル状態、原料弁が開き原料流体が流体蒸気蒸留装置の水溜に入る注入状態、水溜中の流体が所定の温度に到達するまで水溜中の加熱器を最大出力にする加熱状態、原料弁を開いて所定の負荷サイクルにする熱交換器最盛状態、ベアリングフィードポンプを所定の速度で駆動し、放出モータを起動するスタートポンプ状態、及び流体蒸気蒸留装置が生産水を生産する運転状態を含んでいる場合。熱交換器が蒸発器・凝縮器の筐体の周囲に配置されている場合。熱交換器に含まれる外管が原料流体流路であり、少なくとも1つの内管が生産物流体流路でとなっている場合。熱交換器が、少なくとも3本の内

管をさらに含んでいる場合。この少なくとも3本の内管が、より合わされ実質的にらせん状の形状をなしている場合。熱交換器が、2つの端部をさらに含み、各端部にコネクタに取り付けられコネクタは蒸発器・凝縮器との継ぎ手を形成している場合。蒸発器・凝縮器の管が、管の内側に充填物をさらに含んでいる場合。充填物が棒である場合。蒸発器・凝縮器が複数の管に流体的に接続される蒸気室をさらに含んでいる場合。再生ブロワが、磁気駆動連結部により駆動されるインペラアセンブリをさらに含んでいる場合。制御システムが少なくとも2つのプロセッサ、すなわちモータ制御エンジンプロセッサ及びARM(登録商標)プロセッサを含んでいる場合。流体蒸気蒸留装置が、生産物流体の導電率を測定するための導電率計及び導電率セルをさらに含んでいる場合、である。

#### 【0010】

本発明の1つの側面によれば、水蒸気蒸留システムが開示される。このシステムは、原料流体入口を含む水蒸気蒸留装置、実質的に円筒形の筐体を含む蒸発器・凝縮器装置、及びこの筐体中の複数の管を含み、原料流体入口は蒸発器・凝縮器と流体的に接続され、蒸発器・凝縮器は原料流体を蒸気に変換し圧縮蒸気を生産物流体に変換し、さらにこのシステムは、原料流体入口と生産物流体出口とに流体的に接続されている熱交換器を含み、熱交換器は外管と少なくとも1つの内管とを含み、そしてこのシステムは、蒸発器・凝縮器と流体的に接続されている再生ブロワを含み、再生ブロワは蒸気を圧縮し、圧縮された蒸気は蒸発凝縮器へと流れ、圧縮蒸気は生産物流体に変換され、またこのシステムは、水蒸気蒸留装置を制御する制御システム、及び、水蒸気蒸留装置に電氣的に接続されたスターリングエンジンを含み、スターリングエンジンは、少なくとも部分的に水蒸気蒸留装置に電力供給する。

#### 【0011】

本発明のこの側面のいくつかの実施形態では以下のうちの1つ以上の場合が含まれる。すなわち、制御システムが放出弁を制御する放出コントローラ、原料流量弁を制御する原料流量コントローラ、及び、放出コントローラと原料流量コントローラと通信する放出レベルセンサを含み、放出レベルセンサが、放出レベルに関する信号を放出レベルを表示する放出コントローラと原料流量コントローラとに送り、原料流量コントローラが、少なくとも放出レベルセンサの信号に基づき原料流量弁を駆動し、放出コントローラが、少なくとも放出レベルセンサの信号に基づき放出弁を駆動し、これにより、放出レベル及び原料流量レベルが、放出レベルセンサの信号を入力として用いて、維持されている場合。この装置を制御するシステムが、さらに、少なくとも1つのコントローラを含み、そしてこのシステムが、この少なくとも1つのコントローラが動作していないアイドル状態、原料弁が開き原料流体が流体蒸気蒸留装置の水溜に入る注入状態、水溜中の流体が所定の温度に到達するまで水溜中の加熱器を最大出力にする加熱状態、原料弁を開いて所定の負荷サイクルにする熱交換器最盛状態、ベアリングフィードポンプを所定の速度で駆動し、放出モータを起動するスタートポンプ状態、及び流体蒸気蒸留装置が生産水を生産する運転状態を含んでいる場合。スターリングエンジンが、ロッカー駆動部を有するロッキングビームを含む少なくとも1つのロッキング駆動機構、少なくとも1つのシリンダ、少なくとも1つのピストンを含み、ピストンが各シリンダ内に収納され、ピストンが各シリンダ内で実質的に直線的に往復運動することが可能であり、さらにスターリングエンジンが、近位端および遠位端を有する、少なくとも1つの連結アセンブリを含み、近位端が、ピストンに接続され、遠位端が、端駆動部によってロッキングビームに接続され、ピストンの直線運動が、ロッキングビームの回転運動に転換され、またスターリングエンジンが、ロッキングビームを収納し、連結アセンブリの第1の部分を収納するクランクケース、接続棒によってロッキングビームに連結されるクランク軸を含み、ロッキングビームの回転運動がクランク軸に伝達され、さらに、スターリングエンジンが、少なくとも1つのシリンダ、少なくとも1つのピストン、および連結アセンブリの第2の部分を収納する作用空間、及び、クランクケースから作用空間を密閉するためのシールを含んでいる場合、である。

#### 【0012】

システムのこの実施態様でのいくつかの実施形態では、以下のうちの1つ以上の場合が

含まれる。すなわち、シールが転動形ダイヤフラムである場合。連結アセンブリがさらにピストン棒及びリンク棒を含み、ピストン棒とリンク棒とが連結手段によって共に連結されている場合。システムがさらにクランクケース内に潤滑流体ポンプを含んでいる場合、である。

#### 【0013】

システムの種々の実施形態では、以下のうちの1つ以上の場合が含まれる。すなわち、熱交換器が蒸発器・凝縮器の筐体の周囲に配置されている場合。熱交換器の外管が原料流体流路となっていて、少なくとも1つの内管が生産物流体流路となっている場合。熱交換器が少なくとも3つの内管をさらに具備する場合、である。

#### 【0014】

本発明の1つの側面によれば、水蒸気蒸留装置が開示される。この装置は、放出弁を制御する放出コントローラ、原料流量弁を制御する原料流量コントローラ、及び、放出コントローラと原料流量コントローラと通信する放出レベルセンサを含み、放出レベルセンサは、放出レベルに関する信号を放出レベルを表示する放出コントローラと原料流量コントローラとに送り、原料流量コントローラは、少なくとも放出レベルセンサの信号に基づき原料流量弁を駆動し、放出コントローラは、少なくとも放出レベルセンサの信号に基づき放出弁を駆動し、これにより、放出レベル及び原料流量レベルは、放出レベルセンサの信号を入力として用いて、維持される。

#### 【0015】

本発明のこの側面のいくつかの実施形態では、以下のうちの1つ以上の場合が含まれる。すなわち、この装置がさらに、少なくとも1つのコントローラを含み、そしてこの装置が、この少なくとも1つのコントローラが動作していないアイドル状態、原料弁が開き原料流体が流体蒸気蒸留装置の水溜に入る注入状態、水溜中の流体が所定の温度に到達するまで水溜中の加熱器を最大出力にする加熱状態、原料弁を開いて所定の負荷サイクルにする熱交換器最盛状態、ベアリングフィードポンプを所定の速度で駆動し、放出モータを起動するスタートポンプ状態、及び流体蒸気蒸留装置が生産水を生産する運転状態を含んでいる場合。この装置が、原料流体入口、実質的に円筒形の筐体を含む蒸発器・凝縮器装置、及びこの筐体中の複数の管を含み、原料流体入口が蒸発器・凝縮器と流体的に接続され、蒸発器・凝縮器は原料流体を蒸気に変換し圧縮蒸気を生産物流体に変換し、さらにこの装置が、原料流体入口と生産物流体出口とに流体的に接続されている熱交換器を含み、熱交換器が外管と少なくとも1つの内管とを含み、そしてこの装置が、蒸発器・凝縮器と流体的に接続されている再生ブロワを含み、再生ブロワは蒸気を圧縮し、圧縮された蒸気は蒸発凝縮器へと流れ、圧縮蒸気は生産物流体に変換される場合。熱交換器が蒸発器・凝縮器の筐体の周囲に配置される場合。熱交換器に含まれる外管は原料流体流路であり、少なくとも1つの内管は生産物流体流路である場合。熱交換器が、少なくとも3本の内管をさらに含む場合。この少なくとも3本の内管が、より合わされ実質的にらせん状の形状をなしている場合。熱交換器が、2つの端部を含み、各端部にコネクタが取り付けられコネクタは蒸発器・凝縮器との継ぎ手を形成する場合。蒸発器・凝縮器の管が、管の内側に充填物をさらに含む場合。充填物が棒である場合。蒸発器・凝縮器が複数の管に流体的に接続される蒸気室をさらに含む場合。再生ブロワが、磁気駆動連結部により駆動されるインペラアセンブリをさらに含む場合。制御システムが少なくとも2つのプロセッサ、すなわちモータ制御エンジンプロセッサ及びARM（登録商標）プロセッサを含む場合。流体蒸気蒸留装置が、生産物流体の導電率を測定するための導電率計及び導電率セルをさらに含む場合、である。

#### 【0016】

本発明の1つの側面によれば、水蒸気蒸留装置が開示される。装置は水蒸気蒸留装置を制御する制御システムを含み、制御システムは少なくとも1つのコントローラ、この少なくとも1つのコントローラが動作していないアイドル状態、原料弁が開き原料流体が流体蒸気蒸留装置の水溜に入る注入状態、水溜中の流体が所定の温度に到達するまで水溜中の加熱器を最大出力にする加熱状態、原料弁を開いて所定の負荷サイクルにする熱交換器最

10

20

30

40

50

盛状態、ベアリングフィードポンプを所定の速度で駆動し、放出モータを起動するスタートポンプ状態、及び流体蒸気蒸留装置が生産水を生産する運転状態を含む。

【0017】

本発明のこの側面のいくつかの実施形態では、以下のうちの1つ以上の場合が含まれる。すなわち、制御システムが放出弁を制御する放出コントローラ、原料流量弁を制御する原料流量コントローラ、及び、放出コントローラと原料流量コントローラと通信する放出レベルセンサをさらに含み、放出レベルセンサが、放出レベルに関する信号を放出レベルを表示する放出コントローラと原料流量コントローラとに送り、原料流量コントローラが、少なくとも放出レベルセンサの信号に基づき原料流量弁を駆動し、放出コントローラが、少なくとも放出レベルセンサの信号に基づき放出弁を駆動し、これにより、放出レベル及び原料流量レベルが、放出レベルセンサの信号を入力として用いて、維持されている場合。装置が、原料流体入口、実質的に円筒形の筐体を含む蒸発器・凝縮器装置、及びこの筐体中の複数の管を含み、原料流体入口が蒸発器・凝縮器と流体的に接続され、蒸発器・凝縮器が原料流体を蒸気に変換し圧縮蒸気を生産物流体に変換し、さらにこの装置が、原料流体入口と生産物流体出口とに流体的に接続されている熱交換器を含み、熱交換器は外管と少なくとも1つの内管とを含み、そしてこの装置が、蒸発器・凝縮器と流体的に接続されている再生ブロワを含み、再生ブロワは蒸気を圧縮し、圧縮された蒸気は蒸発凝縮器へと流れ、圧縮蒸気は生産物流体に変換される場合。熱交換器が蒸発器・凝縮器の筐体の周囲に配置されている場合。熱交換器に含まれる外管が原料流体流路であり、少なくとも1つの内管が生産物流体流路でとなっている場合。熱交換器が、少なくとも3本の内管をさらに含んでいる場合。この少なくとも3本の内管が、より合わされ実質的にらせん状の形状をなしている場合。熱交換器が、2つの端部をさらに含み、各端部にコネクタが取り付けられコネクタは蒸発器・凝縮器との継ぎ手を形成している場合。蒸発器・凝縮器の管が、管の内側に充填物をさらに含んでいる場合。充填物が棒である場合。蒸発器・凝縮器が複数の管に流体的に接続される蒸気室をさらに含んでいる場合。再生ブロワが、磁気駆動連結部により駆動されるインペラアセンブリをさらに含んでいる場合。制御システムが少なくとも2つのプロセッサ、すなわちモータ制御エンジンプロセッサ及びARM（登録商標）プロセッサを含んでいる場合。流体蒸気蒸留装置が、生産物流体の導電率を測定するための導電率計及び導電率セルをさらに含んでいる場合、である。

【0018】

本発明の1つの側面によれば、流体蒸気蒸留装置が開示される。この装置は原料流体入口及び蒸発器・凝縮器装置を含む。蒸発器・凝縮器装置は、実質的に円筒形の筐体及び筐体中の複数の管を含む。原料流体入口は、蒸発器・凝縮器と流体的に接続され、蒸発器・凝縮器は、原料流体を蒸気に変換し圧縮蒸気を生産物流体に変換する。流体蒸気蒸留装置には、原料流体入口と生産物流体出口とに流体的に接続されている熱交換器も含まれている。熱交換器は、外管と少なくとも1つの内管とを含む。流体蒸気蒸留装置には、蒸発器・凝縮器に流体的に接続されている再生ブロワも含まれている。再生ブロワは、蒸気を圧縮し、圧縮された蒸気は蒸発凝縮器へと流れ、圧縮蒸気は生産物流体に変換される。流体蒸気蒸留装置はまた制御システムも含む。

【0019】

本発明のこの側面のいくつかの実施形態は、熱交換器が、蒸発器・凝縮器の筐体の周囲に配置される場合、外管が流体流路であり、少なくとも1つの内管が生産物流体流路である、熱交換器をさらに含む場合、熱交換器がさらに、少なくとも3つの内管を備える場合、少なくとも3つの内管が、実質的にらせん形状を形成するように巻き付けられる場合、熱交換器がさらに2つの端を備え、各端においてコネクタが取り付けられ、コネクタが蒸発器・凝縮器への接続部を形成する場合、蒸発器・凝縮器管がさらに、管の内側の充填物を備える場合、充填物が棒である場合、蒸発器・凝縮器がさらに、複数の管に流体的に接続される蒸気室を備える場合、再生ブロワがさらに、磁気駆動連結部によって駆動されるインペラアセンブリを備える場合、のうちの1つ以上を含む。

【0020】

本発明の別の側面によれば、水蒸気蒸留システムが開示される。水蒸気蒸留システムは、原料流体入力部と、蒸発器・凝縮器装置とを備える。蒸発器・凝縮器装置は、実質的に円筒形の筐体と、筐体の中の複数の管とを含む。原料流体入力部は、蒸発器・凝縮器に流体的に接続され、蒸発器・凝縮器は、原料流体を蒸気に変換し、圧縮蒸気を生産物流体に変換する。また、流体蒸気蒸留装置には、原料流体入力部および生産物流体出力部に流体的に接続される熱交換器も含まれる。熱交換器は、外管と、少なくとも1つの内管とを含む。また、流体蒸気蒸留装置には、蒸発器・凝縮器に流体的に接続される再生ブロワも含まれる。再生ブロワは、蒸気を圧縮し、圧縮蒸気は、圧縮蒸気が生産物流体に変換される、蒸発凝縮器へと流れる。

#### 【0021】

水蒸気蒸留システムはまた、水蒸気蒸留装置に電氣的に接続されるスターリングエンジンも含む。スターリングエンジンは、少なくとも部分的に水蒸気蒸留装置に電力供給する。

#### 【0022】

本発明のこの側面のいくつかの実施形態は、スターリングエンジンが少なくとも1つのロッキング駆動機構を含み、ロッキング駆動機構が、ロッカー枢動部を有するロッキングビームと、少なくとも1つのシリンダと、少なくとも1つのピストンとを含む、場合を含む。ピストンは、各シリンダ内に収納される。ピストンは、各シリンダ内で実質的に直線的に往復運動することが可能である。また、駆動機構は、近位端および遠位端を有する、少なくとも1つの連結アセンブリを含む。近位端は、ピストンに接続され、遠位端は、端枢動部によってロッキングビームに接続される。ピストンの直線運動は、ロッキングビームの回転運動に転換される。また、ロッキングビームを収納し、連結アセンブリの第1の部分で収納する、クランクケースも含まれる。接続棒によってロッキングビームに連結されるクランク軸も含まれる。ロッキングビームの回転運動は、クランク軸に伝達される。該機械はまた、少なくとも1つのシリンダ、少なくとも1つのピストン、および連結アセンブリの第2の部分で収納する、作用空間も含む。クランクケースから作用空間を密封するために、シールが含まれる。

#### 【0023】

加えて、本発明のこの側面のいくつかの実施形態は、シールが転動形ダイアフラムである場合、また、連結アセンブリがさらに、ピストン棒と、リンク棒とを含む場合、ピストン棒およびリンク棒が、連結手段によって共に連結される場合、熱交換器が、蒸発器・凝縮器の筐体の周囲に配置される場合、外管が流体流路であり、少なくとも1つの内管が生産物流体流路である、熱交換器をさらに含む場合、熱交換器がさらに、少なくとも3つの内管を備える場合、蒸発器・凝縮器がさらに、複数の管に流体的に接続される蒸気室を備える場合、再生ブロワがさらに、磁気駆動連結部によって駆動されるインペラアセンブリを備える場合、のうちのいずれか1つ以上を含む。

#### 【0024】

本発明のこれらの側面は、排他的となるようには意図されておらず、添付の請求項および添付図面と併せて読むと、本発明の他の特徴、側面、および利点が、当業者にとって容易に明白となるであろう。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0025】

本発明のこれらおよび他の特徴および利点は、図面と併せて以下の発明を実施するための形態を読むことによって、より良好に理解されるであろう。

【図1】図1は、水蒸気蒸留装置の等角図である。

【図1A】図1Aは、本開示の例示的实施形態の分解図である。

【図1B】図1Bは、例示的实施形態の断面図である。

【図1C】図1Cは、例示的实施形態の断面図である。

【図1D】図1Dは、例示的实施形態の組立図である。

【図1E】図1Eは、フレームの例示的实施形態の詳細図である。

【図 1 F】図 1 F は、代替実施形態の組立図である。

【図 1 G】図 1 G は、代替実施形態の組立図である。

【図 1 H】図 1 H は、代替実施形態の組立図である。

【図 2】図 2 は、チューブインチューブ熱交換器アセンブリの例示的实施形態の組立図である。

【図 2 A】図 2 A は、チューブインチューブ熱交換器の一実施形態の分解図である。

【図 2 B】図 2 B は、チューブインチューブ熱交換器の例示的实施形態の後ろからの等角図である。

【図 2 C】図 2 C は、チューブインチューブ熱交換器の例示的实施形態の正面からの等角図である。

10

【図 2 D】図 2 D は、チューブインチューブ熱交換器の一実施形態の断面図である。

【図 2 E】図 2 E は、チューブインチューブ熱交換器の代替実施形態の分解図である。

【図 2 F】図 2 F は、内管のらせん配設を図示する、チューブインチューブ熱交換器の一実施形態の切断図である。

【図 2 G】図 2 G は、チューブインチューブ熱交換器の代替実施形態の分解図である。

【図 2 H】図 2 H は、チューブインチューブ熱交換器の例示的实施形態の等角図である。

【図 2 I】図 2 I は、チューブインチューブ熱交換器の例示的实施形態の等角図である。

【図 2 J】図 2 J は、チューブインチューブ熱交換器構成の代替実施形態の分解図である。

【図 2 K】図 2 K は、チューブインチューブ熱交換器構成の代替実施形態の組立図である。

20

【図 2 L】図 2 L は、チューブインチューブ熱交換器構成の代替実施形態の組立図である。

【図 2 M】図 2 M は、チューブインチューブ熱交換器構成の代替実施形態の詳細図である。

【図 2 N】図 2 N は、チューブインチューブ熱交換器構成の代替実施形態の詳細図である。

【図 2 O】図 2 O は、チューブインチューブ熱交換器構成の代替実施形態の概略図である。

【図 2 P】図 2 P は、熱交換器の代替実施形態の組立図である。

30

【図 2 Q】図 2 Q は、熱交換器の代替実施形態の分解図である。

【図 2 R】図 2 R は、熱交換器の代替実施形態の断面図である。

【図 3】図 3 は、チューブインチューブ熱交換器に取り付ける取付用具アセンブリ用のコネクタの分解図である。

【図 3 A】図 3 A は、チューブインチューブ熱交換器の取付用具アセンブリの断面図である。

【図 3 B】図 3 B は、チューブインチューブ熱交換器の取付用具アセンブリの断面図である。

【図 3 C】図 3 C は、第 1 のコネクタの例示的实施形態の等角図である。

【図 3 D】図 3 D は、第 1 のコネクタの例示的实施形態の断面図である。

40

【図 3 E】図 3 E は、第 1 のコネクタの例示的实施形態の断面図である。

【図 3 F】図 3 F は、第 1 のコネクタの例示的实施形態の断面図である。

【図 3 G】図 3 G は、第 2 のコネクタの例示的实施形態の等角図である。

【図 3 H】図 3 H は、チューブインチューブ熱交換器の取付用具アセンブリの断面図である。

【図 3 I】図 3 I は、第 2 のコネクタの例示的实施形態の断面図である。

【図 3 J】図 3 J は、第 2 のコネクタの例示的实施形態の断面図である。

【図 4】図 4 は、蒸発器／凝縮器アセンブリの例示的实施形態の等角図である。

【図 4 A】図 4 A は、蒸発器／凝縮器アセンブリの例示的实施形態の断面図である。

【図 4 B】図 4 B は、蒸発器／凝縮器の例示的实施形態の等角断面図である。

50

- 【図４Ｃ】図４Ｃは、蒸発器／凝縮器アセンブリの代替実施形態の等角図である。
- 【図５】図５は、水溜の例示的实施形態の組立図である。
- 【図５Ａ】図５Ａは、水溜の例示的实施形態の分解図である。
- 【図６】図６は、水溜アセンブリ用のフランジの等角詳細図である。
- 【図７】図７は、蒸発器／凝縮器の例示的实施形態の分解図である。
- 【図７Ａ】図７Ａは、蒸発器／凝縮器アセンブリの例示的实施形態の上面図である。
- 【図７Ｂ】図７Ｂは、いくつかの液体沸騰モード用の圧力の関数として、蒸発器の蒸留液出力の割合を示す。
- 【図８】図８は、蒸発器／凝縮器用の管の例示的实施形態の等角図である。
- 【図９】図９は、蒸発器／凝縮器用の管および棒構成の分解図である。 10
- 【図９Ａ】図９Ａは、蒸発器／凝縮器用の棒の例示的实施形態の等角図である。
- 【図１０】図１０は、水溜管板の例示的实施形態の等角図である。
- 【図１０Ａ】図１０Ａは、上管板の例示的实施形態の等角図である。
- 【図１１】図１１は、蒸発器／凝縮器用の最上キャップの詳細図である。
- 【図１２】図１２は、蒸気室の例示的实施形態の等角図である。
- 【図１２Ａ】図１２Ａは、蒸気室の例示的实施形態の等角図である。
- 【図１２Ｂ】図１２Ｂは、蒸気室の例示的实施形態の断面図である。
- 【図１２Ｃ】図１２Ｃは、蒸気室の例示的实施形態の分解図である。
- 【図１２Ｄ】図１２Ｄは、代替実施形態の等角図である。
- 【図１２Ｅ】図１２Ｅは、蒸気室の例示的实施形態の断面図である。 20
- 【図１２Ｆ】図１２Ｆは、蒸気室の例示的实施形態の断面図である。
- 【図１３】図１３は、蒸発器／凝縮器の代替実施形態の組立図である。
- 【図１３Ａ】図１３Ａは、蒸発器／凝縮器の代替実施形態の断面図である。
- 【図１３Ｂ】図１３Ｂは、管の配設を図示する、蒸発器／凝縮器の代替実施形態の組立図である。
- 【図１３Ｃ】図１３Ｃは、管の配設を図示する、蒸発器／凝縮器の代替実施形態の断面図である。
- 【図１３Ｄ】図１３Ｄは、水溜が設置されていない蒸発器／凝縮器の代替実施形態の等角図である。
- 【図１３Ｅ】図１３Ｅは、蒸発器／凝縮器の代替実施形態の分解図である。 30
- 【図１４】図１４は、ミスト排除器アセンブリの等角図である。
- 【図１４Ａ】図１４Ａは、ミスト排除器用のキャップの外側の等角図である。
- 【図１４Ｂ】図１４Ｂは、ミスト排除器用のキャップの内側の等角図である。
- 【図１４Ｃ】図１４Ｃは、ミスト排除器アセンブリの断面図である。
- 【図１４Ｄ】図１４Ｄは、ミスト排除器アセンブリの断面図である。
- 【図１５】図１５は、再生ブロワの例示的实施形態の組立図である。
- 【図１５Ａ】図１５Ａは、再生ブロワアセンブリの例示的实施形態の底面図である。
- 【図１５Ｂ】図１５Ｂは、再生ブロワアセンブリの例示的实施形態の上面図である。
- 【図１５Ｃ】図１５Ｃは、再生ブロワの例示的实施形態の分解図である。
- 【図１５Ｄ】図１５Ｄは、再生ブロワの例示的实施形態用の筐体の上部の外面の詳細図である。 40
- 【図１５Ｅ】図１５Ｅは、再生ブロワの例示的实施形態用の筐体の上部の内面の詳細図である。
- 【図１５Ｆ】図１５Ｆは、再生ブロワの例示的实施形態用の筐体の下部の内面の詳細図である。
- 【図１５Ｇ】図１５Ｇは、再生ブロワの例示的实施形態用の筐体の下部の外面の詳細図である。
- 【図１５Ｈ】図１５Ｈは、再生ブロワの例示的实施形態の断面図である。
- 【図１５Ｉ】図１５Ｉは、再生ブロワの例示的实施形態の断面図である。
- 【図１５Ｊ】図１５Ｊは、再生ブロワの例示的实施形態の断面図である。 50

【図 1 5 K】図 1 5 K は、再生ブロワアセンブリの例示的实施形態の概略図である。

【図 1 5 L】図 1 5 L は、再生ブロワの例示的实施形態の断面図である。

【図 1 6】図 1 6 は、再生ブロワの例示的实施形態のインペラアセンブリの詳細図である。

。

【図 1 6 A】図 1 6 A は、インペラアセンブリの断面図である。

【図 1 7】図 1 7 は、再生ブロワの代替実施形態の組立図である。

【図 1 7 A】図 1 7 A は、再生ブロワの代替実施形態の組立図である。

【図 1 7 B】図 1 7 B は、再生ブロワアセンブリの代替実施形態の断面図である。

【図 1 7 C】図 1 7 C は、再生ブロワアセンブリの代替実施形態の断面図である。

【図 1 7 D】図 1 7 D は、再生ブロワアセンブリの代替実施形態の断面図である。

10

【図 1 7 E】図 1 7 E は、再生ブロワの代替実施形態の分解図である。

【図 1 7 F】図 1 7 F は、インペラ筐体の組立図である。

【図 1 7 G】図 1 7 G は、インペラ筐体の分解図である。

【図 1 7 H】図 1 7 H は、インペラ筐体アセンブリの代替実施形態の断面図である。

【図 1 7 I】図 1 7 I は、インペラ筐体アセンブリの代替実施形態の断面図である。

【図 1 7 J】図 1 7 J は、インペラ筐体の下部の底面図である。

【図 1 7 K】図 1 7 K は、インペラ筐体の下部の内面の詳細図である。

【図 1 7 L】図 1 7 L は、インペラ筐体アセンブリの上部の上面図である。

【図 1 7 M】図 1 7 M は、カバーが設置されていないインペラアセンブリ用の筐体の上部の上面図である。

20

【図 1 7 N】図 1 7 N は、インペラアセンブリ用の筐体の上部の内面の詳細図である。

【図 1 8】図 1 8 は、再生ブロワの代替実施形態用のインペラアセンブリの詳細図である。

。

【図 1 8 A】図 1 8 A は、インペラアセンブリの断面図である。

【図 1 9】図 1 9 は、レベルセンサアセンブリの組立図である。

【図 1 9 A】図 1 9 A は、レベルセンサアセンブリの例示的实施形態の分解図である。

【図 1 9 B】図 1 9 B は、レベルセンサ筐体内の沈殿槽の断面図である。

【図 1 9 C】図 1 9 C は、レベルセンサ筐体内の放出センサおよび生産物レベルセンサ貯蔵部の断面図である。

【図 1 9 D】図 1 9 D は、レベルセンサアセンブリの代替実施形態の組立図である。

30

【図 1 9 E】図 1 9 E は、レベルセンサアセンブリの代替実施形態の分解図である。

【図 1 9 F】図 1 9 F は、レベルセンサアセンブリの代替実施形態の断面図である。

【図 1 9 G】図 1 9 G は、レベルセンサアセンブリの動作の概略図である。

【図 1 9 H】図 1 9 H は、レベルセンサアセンブリの代替実施形態である。

【図 2 0】図 2 0 は、レベルセンサアセンブリの等角図である。

【図 2 0 A】図 2 0 A は、レベルセンサアセンブリの断面図である。

【図 2 1】図 2 1 は、軸受給水ポンプの前面の等角図である。

【図 2 1 A】図 2 1 A は、軸受給水ポンプの裏面の等角図である。

【図 2 2】図 2 2 は、水蒸気蒸留装置の例示的实施形態用の源水の流路の概略図である。

【図 2 2 A】図 2 2 A は、熱交換器に進入する源水の概略図である。

40

【図 2 2 B】図 2 2 B は、熱交換器を通過する源水の概略図である。

【図 2 2 C】図 2 2 C は、熱交換器から退出する源水の概略図である。

【図 2 2 D】図 2 2 D は、再生ブロワを通過する源水の概略図である。

【図 2 2 E】図 2 2 E は、再生ブロワから退出し、進入する源水の概略図である。

【図 2 3】図 2 3 は、水蒸気蒸留装置の例示的实施形態用の放出水の流路の概略図である。

。

【図 2 3 A】図 2 3 A は、蒸発器／凝縮器アセンブリから退出し、レベルセンサ筐体に入る、放出水の概略図である。

【図 2 3 B】図 2 3 B は、レベルセンサ筐体内の沈殿槽を充填する放出水の概略図である。

。

50

【図 2 3 C】図 2 3 C は、レベルセンサ筐体内の放出レベルセンサ貯蔵部を充填する放出水の概略図である。

【図 2 3 D】図 2 3 D は、レベルセンサ筐体から退出し、ストレーナに進入する、放出水の概略図である。

【図 2 3 E】図 2 3 E は、ストレーナから退出し、熱交換器に進入する、放出水の概略図である。

【図 2 3 F】図 2 3 F は、熱交換器を通過する放出水の概略図である。

【図 2 3 F】図 2 3 F は、熱交換器から退出する放出水の概略図である。

【図 2 3 G】図 2 3 G は、熱交換器から退出する放出水の概略図である。

【図 2 4】図 2 4 は、水蒸気蒸留装置の例示的实施形態用の生産水の流路の概略図である

10

。【図 2 4 A】図 2 4 A は、蒸発器／凝縮器アセンブリから退出し、レベルセンサ筐体に入る、生産水の概略図である。

【図 2 4 B】図 2 4 B は、レベルセンサ筐体内の生産物レベルセンサ貯蔵部に進入する生産水の概略図である。

【図 2 4 C】図 2 4 C は、生産物レベルセンサ貯蔵部から退出し、熱交換器に進入する、生産水の概略図である。

【図 2 4 D】図 2 4 D は、熱交換器を通過する生産水の概略図である。

【図 2 4 E】図 2 4 E は、熱交換器から退出する生産水の概略図である。

【図 2 4 F】図 2 4 F は、レベルセンサ筐体内の軸受給水貯蔵部に進入する生産水の概略図である。

20

【図 2 4 G】図 2 4 G は、レベルセンサ筐体から退出し、軸受け給水ポンプに進入する、生産水の概略図である。

【図 2 4 H】図 2 4 H は、軸受給水ポンプから退出し、再生ブロワに進入する、生産水の概略図である。

【図 2 4 I】図 2 4 I は、再生ブロワから退出し、レベルセンサ筐体に入る、生産水の概略図である。

【図 2 5】図 2 5 は、水蒸気蒸留装置の例示的实施形態用の通気路の概略図である。

【図 2 5 A】図 2 5 A は、空気が放出センサ貯蔵部から退出し、蒸発凝縮器に進入することを可能にする、通気路の概略図である。

30

【図 2 5 B】図 2 5 B は、空気が生産物センサ貯蔵部から退出し、蒸発凝縮器に進入することを可能にする、通気路の概略図である。

【図 2 5 C】図 2 5 C は、空気が蒸発器／凝縮器アセンブリから退出することを可能にする、通気路の概略図である。

【図 2 6】図 2 6 は、水溜から蒸発器／凝縮器アセンブリの管に進入する低圧蒸気の概略図である。

【図 2 6 A】図 2 6 A は、蒸発器／凝縮器アセンブリの管を通過する低圧蒸気の概略図である。

【図 2 6 B】図 2 6 B は、蒸発器／凝縮器アセンブリの管から退出し、蒸気室に進入する、湿り低圧蒸気の概略図である。

40

【図 2 6 C】図 2 6 C は、蒸発器／凝縮器アセンブリの蒸気室を流れる、湿り低圧蒸気の概略図である。

【図 2 6 D】図 2 6 D は、蒸気室を通過する低圧蒸気としての放出水の生成の概略図である。

【図 2 6 E】図 2 6 E は、蒸気室から退出し、再生ブロワに進入する、乾燥低圧蒸気の概略図である。

【図 2 6 F】図 2 6 F は、再生ブロワを通過する乾燥低圧蒸気の概略図である。

【図 2 6 G】図 2 6 G は、再生ブロワから退出する高圧蒸気の概略図である。

【図 2 6 H】図 2 6 H は、蒸気管に進入する高圧蒸気の概略図である。

【図 2 6 I】図 2 6 I は、蒸気管から退出し、蒸発器／凝縮器チャンバに進入する、高圧

50

蒸気の概略図である。

【図 2 6 J】図 2 6 J は、蒸発器／凝縮器チャンバ内で凝縮する高圧蒸気からの生産水の生成の概略図である。

【図 2 7】図 2 7 は、再生ブロワにわたる差圧と 1 リットルの生産物を生産するために必要とされるエネルギー量との間の関係を図示する、グラフである。

【図 2 8】図 2 8 は、生産物の生産率と蒸発器／凝縮器アセンブリ内の熱伝達管の数との間の関係を図示する、グラフである。

【図 2 9】図 2 9 は、蒸発器／凝縮器チャンバを伴う熱伝達表面積の量の関数として、蒸発器／凝縮器アセンブリの生産水の生産率を図示するグラフである。

【図 3 0】図 3 0 は、再生ブロワにわたる圧力の変化に関係する際の、蒸発器／凝縮器アセンブリ内の変動する量の熱伝達管に対する熱伝達表面の効率を図示する、グラフである。

10

【図 3 1】図 3 1 は、生産率および再生ブロワにわたって異なる圧力差で蒸発器／凝縮器アセンブリによって消費されるエネルギーの量を図示する、グラフである。

【図 3 2】図 3 2 は、入力部用の支持構造体、羽根および羽根の間のチャンバ、および回転駆動軸を示す、特定の実施形態による回転子および固定子の断面上面図である。

【図 3 2 A】図 3 2 A は、入力部および出力部用の支持構造体、羽根、筐体ユニット内の偏心構成、および駆動軸を示す、図 3 2 に示された実施形態に対応する、回転子および固定子の側面上面図である。

【図 3 2 B】図 3 2 B は、入力部および出力部用の支持構造体、羽根、筐体ユニット内の偏心構成、および駆動軸を示す、図 3 2 および 3 2 A に示された実施形態に対応する、回転子および固定子の上面図である。

20

【図 3 2 C】図 3 2 C は、羽根、駆動軸、および軸受を示す、図 3 2、3 2 A、および 3 2 B に示された実施形態に対応する、回転子および固定子の断面図である。

【図 3 2 D】図 3 2 D は、容量センサを示す、一実施形態による液封式ポンプの断面図である。

【図 3 2 E】図 3 2 E は、偏心回転子、回転子羽根、軸受を伴う駆動軸、液封式ポンプ用の回転筐体ユニット、静止筐体、および蒸気からのサイクロン効果ならびに得られる霧および水滴の排除を示す、一実施形態による液封式ポンプの断面図である。

【図 3 2 F】図 3 2 F は、液封式ポンプの代替実施形態の概略図である。

30

【図 3 2 G】図 3 2 G は、複数の羽根および羽根の間のチャンバ、および各個別チャンバの取入および出口穴を示す、回転子の代替実施形態の上面図である。

【図 3 2 H】図 3 2 H は、静止取入ポートおよび回転駆動軸、回転子、および筐体ユニットを示す、液封式ポンプのさらなる詳細である。

【図 3 2 I】図 3 2 I は、出口から取入口を分離する、液封式ポンプの静止部と回転子部との間に存在してもよいシールの図である。

【図 3 3】図 3 3 は、一実施形態による背圧調節器の側面図である。

【図 3 3 A】図 3 3 A は、示された背圧調節器の対角図である。

【図 3 3 B】図 3 3 B は、垂直に配置されたポートを有する背圧調節器の代替実施形態の側面図である。

40

【図 3 3 C】図 3 3 C は、示された背圧調節器の対角図である。

【図 3 3 D】図 3 3 D は、背圧調節器のポートの切り込みを描写する、図 3 3 D の部分 C の拡大図である。

【図 3 3 E】図 3 3 E は、図 3 3 D の C 断面のクローズアップ図であり、背圧調節器のポートを描写する。

【図 3 3 F】図 3 3 F は、背圧調節器の一実施形態の切断側面図である。

【図 3 3 G】図 3 3 G は、背圧調節器口の開口部を描写する、図 3 3 F の部分 E の拡大図である。

【図 3 4】図 3 4 は、装置内に実装された背圧調節器の概略図である。

【図 3 5】図 3 5 は、水蒸気蒸留装置の代替実施形態の概略図である。

50

【図 3 5 A】図 3 5 A は、原料および放出流体ラインの間の外部接続弁を描写する、レベルセンサ筐体の代替実施形態の詳細概略図である。

【図 3 6】図 3 6 は、流体分配多岐管のポンプ側の一面の図である。

【図 3 6 A】図 3 6 A は、流体分配多岐管のポンプ側の第 2 の面の図である。

【図 3 6 B】図 3 6 B は、流体分配多岐管の蒸発器／凝縮器側の一面の図である。

【図 3 6 C】図 3 6 C は、流体分配多岐管の蒸発器／凝縮器側の第 2 の面の図である。

【図 3 7】図 3 7 は、取付用具アセンブリの代替実施形態の連結器の上面図である。

【図 3 7 A】図 3 7 A は、図 3 7 の取付用具アセンブリの代替実施形態の側面図である。

【図 3 8】図 3 8 は、個別加熱層およびリブを有する、蒸発器／凝縮器の代替実施形態の断面図である。

10

【図 3 8 A】図 3 8 A は、リブがどのように液体／凝縮層から蒸気／蒸発を効果的に分割するのかを示す、蒸発器／凝縮器の代替実施形態の断面の詳細である。

【図 3 9】図 3 9 は、熱交換器の代替実施形態の概略図である。

【図 3 9 A】図 3 9 A は、熱交換器の代替実施形態の概略図である。

【図 4 0】図 4 0 は、冷氣センサを使用するシステムの圧力測定を含む、水蒸気蒸留装置の代替実施形態の図式的概観である。

【図 4 1】図 4 1 は、各フィルタユニットが中央軸の周囲の枢動部継手の周囲で回転する、フィルタユニットを通して流れる取入流および放出流を伴うフリップフィルタの図を示す。

【図 4 1 A】図 4 1 A は、フリップフィルタ筐体を示す。

20

【図 4 1 B】図 4 1 B は、図 4 1 のフリップフィルタの詳細図である。

【図 4 1 C】図 4 1 C は、複合フリップフィルタの代替実施形態である。

【図 4 1 D】図 4 1 D は、フリップフィルタの代替実施形態の概略図である。

【図 4 1 E】図 4 1 E は、フリップフィルタの一実施形態の流路の概略図である。

【図 4 1 F】図 4 1 F は、図 4 1 E のフリップフィルタの個別ユニットを通して流れる水流を変化させるための手動スイッチを図示する、概略図である。

【図 4 2】図 4 2 は、分散型公共施設用の監視システムの描写である。

【図 4 3】図 4 3 は、公共施設用の分配システムの描写である。

【図 4 4】図 4 4 は、水蒸気蒸留装置の代替実施形態を組み込むシステムの可能な実施形態の概念フロー図である。

30

【図 4 4 A】図 4 4 A は、図 4 4 に示されたシステムとともに使用するための電源の概略ブロック図である。

【図 4 5 A】図 4 5 A は、スターリングサイクル機の動作の原理を描写する。

【図 4 5 B】図 4 5 B は、スターリングサイクル機の動作の原理を描写する。

【図 4 5 C】図 4 5 C は、スターリングサイクル機の動作の原理を描写する。

【図 4 5 D】図 4 5 D は、スターリングサイクル機の動作の原理を描写する。

【図 4 5 E】図 4 5 E は、スターリングサイクル機の動作の原理を描写する。

【図 4 6】図 4 6 は、一実施形態による、ロッキングビーム駆動の図を示す。

【図 4 7】図 4 7 は、一実施形態による、ロッキングビーム駆動の図を示す。

【図 4 8】図 4 8 は、一実施形態による、エンジンの図を示す。

40

【図 4 9 A】図 4 9 A は、一実施形態による、ロッキングビーム駆動の種々の図を描写する。

【図 4 9 B】図 4 9 B は、一実施形態による、ロッキングビーム駆動の種々の図を描写する。

【図 4 9 C】図 4 9 C は、一実施形態による、ロッキングビーム駆動の種々の図を描写する。

【図 4 9 D】図 4 9 D は、一実施形態による、ロッキングビーム駆動の種々の図を描写する。

【図 5 0】図 5 0 は、一実施形態による、軸受型棒コネクタを示す。

【図 5 1 A】図 5 1 A は、一実施形態による、屈曲部を示す。

50

【図 5 1 B】図 5 1 B は、一実施形態による、屈曲部を示す。

【図 5 2】図 5 2 は、一実施形態による、4 シリンダ二重ロッキングビーム駆動配設を示す。

【図 5 3】図 5 3 は、一実施形態による、クランク軸の断面を示す。

【図 5 4 A】図 5 4 A は、一実施形態による、エンジンの図を示す。

【図 5 4 B】図 5 4 B は、一実施形態による、クランク軸連結部を示す。

【図 5 4 C】図 5 4 C は、一実施形態による、スリーブ回転子の図を示す

【図 5 4 D】図 5 4 D は、一実施形態による、クランク軸の図を示す。

【図 5 4 E】図 5 4 E は、一実施形態による、スリーブ回転子およびスプライン軸の断面である。

10

【図 5 4 F】図 5 4 F は、一実施形態による、クランク軸およびスプライン軸の断面である。

【図 5 4 G】図 5 4 G は、一実施形態による、スリーブ回転子、クランク軸、およびスプライン軸の種々の図である。

【図 5 5】図 5 5 は、一実施形態による、エンジンのピストンの動作を示す。

【図 5 6 A】図 5 6 A は、一実施形態による、作業空間およびシリンダの未包装概略図を示す。

【図 5 6 B】図 5 6 B は、一実施形態による、シリンダ、加熱器ヘッド、および再生器の概略図を示す。

【図 5 6 C】図 5 6 C は、一実施形態による、シリンダヘッドの図を示す。

20

【図 5 7 A】図 5 7 A は、一実施形態による、支持最上部シールピストンおよび底部シールピストンとともに、転動形ダイヤフラムの図を示す。

【図 5 7 B】図 5 7 B は、一実施形態による、ロッキングビーム駆動エンジンの分解図である。

【図 5 7 C】図 5 7 C は、一実施形態による、シリンダ、加熱器ヘッド、再生器、および転動形ダイヤフラムの図を示す。

【図 5 7 D】図 5 7 D は、一実施形態による、動作中の転動形ダイヤフラムの種々の図を示す。

【図 5 7 E】図 5 7 E は、一実施形態による、動作中の転動形ダイヤフラムの種々の図を示す。

30

【図 5 7 F】図 5 7 F は、一実施形態による、作業空間およびシリンダの未包装概略図を示す。

【図 5 7 G】図 5 7 G は、一実施形態による、外燃エンジンの図を示す。

【図 5 8 A】図 5 8 A は、転動形ダイヤフラムの種々の実施形態の図を示す。

【図 5 8 B】図 5 8 B は、転動形ダイヤフラムの種々の実施形態の図を示す。

【図 5 8 C】図 5 8 C は、転動形ダイヤフラムの種々の実施形態の図を示す。

【図 5 8 D】図 5 8 D は、転動形ダイヤフラムの種々の実施形態の図を示す。

【図 5 8 E】図 5 8 E は、転動形ダイヤフラムの種々の実施形態の図を示す。

【図 5 9 A】図 5 9 A は、一実施形態による、金属ベローズならびに付随するピストン棒およびピストンの図を示す。

40

【図 5 9 B】図 5 9 B は、一実施形態による、金属ベローズダイヤフラグムの図を示す。

【図 5 9 C】図 5 9 C は、一実施形態による、金属ベローズダイヤフラグムの図を示す。

【図 5 9 D】図 5 9 D は、一実施形態による、金属ベローズダイヤフラグムの図を示す。

【図 5 9 E】図 5 9 E は、種々の実施形態による、金属ベローズの図を示す。

【図 5 9 F】図 5 9 F は、種々の実施形態による、金属ベローズの図を示す。

【図 5 9 G】図 5 9 G は、種々の実施形態による、金属ベローズの図を示す。

【図 5 9 H】図 5 9 H は、種々の荷重領域を識別する転動形ダイヤフラムの概略図を示す。

。

【図 5 9 I】図 5 9 I は、回旋領域を識別する転動形ダイヤフラムの概略図を示す。

【図 6 0】図 6 0 は、一実施形態による、ピストンおよびピストンシールの図を示す。

50

【図 6 1】図 6 1 は、一実施形態による、ピストン棒およびピストン棒シールの図を示す。

【図 6 2 A】図 6 2 A は、一実施形態による、ピストンシールバックリングの図を示す。

【図 6 2 B】図 6 2 B は、一実施形態による、バックリングの圧力図を示す。

【図 6 2 C】図 6 2 C は、一実施形態による、ピストンシールを示す。

【図 6 2 D】図 6 2 D は、一実施形態による、ピストンシールを示す。

【図 6 2 E】図 6 2 E は、一実施形態による、ピストン棒シールを示す。

【図 6 2 F】図 6 2 F は、一実施形態による、ピストン棒シールを示す。

【図 6 3 A】図 6 3 A は、一実施形態による、ピストンシールバックリングの図を示す。

10

【図 6 3 B】図 6 3 B は、一実施形態による、ピストンシールバックリングの圧力図を示す。

【図 6 4 A】図 6 4 A は、一実施形態による、ピストン棒シールバックリングの図を示す。

【図 6 4 B】図 6 4 B は、一実施形態による、ピストン棒シールバックリングの圧力図を示す。

【図 6 5】図 6 5 は、一実施形態による、ピストンガイドリングの図を示す。

【図 6 6】図 6 6 は、一実施形態による、作業空間およびシリンダの未包装概略図を示す。

20

【図 6 7 A】図 6 7 A は、一実施形態による、エンジンの図を示す。

【図 6 7 B】図 6 7 B は、一実施形態による、エンジンの図を示す。

【図 6 8】図 6 8 は、一実施形態による、クランク軸の図を示す。

【図 6 9 A】図 6 9 A は、種々の実施形態による、ポンプ駆動部の種々の構成を示す。

【図 6 9 B】図 6 9 B は、種々の実施形態による、ポンプ駆動部の種々の構成を示す。

【図 6 9 C】図 6 9 C は、種々の実施形態による、ポンプ駆動部の種々の構成を示す。

【図 7 0 A】図 7 0 A は、一実施形態による、油ポンプの種々の図を示す。

【図 7 0 B】図 7 0 B は、一実施形態による、エンジンの図を示す。

【図 7 0 C】図 7 0 C は、図 7 0 B に描写されたエンジンの別の図を示す。

【図 7 1 A】図 7 1 A は、一実施形態による、エンジンの図を示す。

30

【図 7 1 B】図 7 1 B は、一実施形態による、エンジンの図を示す。

【図 7 1 C】図 7 1 C は、一実施形態による、連結継手の図を示す。

【図 7 1 D】図 7 1 D は、一実施形態による、エンジンのクランク軸およびスプライン軸の図を示す。

【図 7 2 A】図 7 2 A は、装置の一実施形態に接続された発電機の説明図を示す。

【図 7 2 B】図 7 2 B は、水蒸気蒸留装置に電力および熱を提供するための補助電力ユニットの概略図を示す。

【図 7 2 C】図 7 2 C は、一実施形態による、システムの概略図を示す。

【図 7 3】図 7 3 は、水蒸気蒸留装置の一実施形態による、流路の概略図である。

【図 7 4】図 7 4 は、コネクタの一実施形態を取り付けたチューブインチューブ熱交換器の一実施形態の等角図である

40

【図 7 4 A】図 7 4 A は、図 7 4 で示したコネクタの一実施形態の等角図である。

【図 7 4 B】図 7 4 B は、図 7 4 で示したコネクタの一実施形態の断面図である。

【図 7 4 C】図 7 4 C は、図 7 4 で示したコネクタの一実施形態の端面図である。

【図 7 5】図 7 5 は、水の動作状態の流れ図である。

【図 7 6】図 7 6 は、一実施形態による、少なくとも 1 つの水蒸気蒸留装置との通信システムの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

定義。この説明および添付請求項で使用されるように、以下の用語は、文脈上他の意味

50

を必要としない限り、指示される意味を有するものとする。

【0027】

「流体」という用語は、水を含む任意の種類の流体を含むように本明細書において使用される。したがって、例示的实施形態および種々の他の実施形態が水に関して本明細書において説明されるが、装置、システム、および方法の範囲は、任意の種類の流体を含む。また、本明細書では、「液体」という用語は、流体が液体である例示的实施形態を指示するように使用されてもよい。

【0028】

「蒸発器・凝縮器」という用語は、複合の蒸発器および凝縮器である装置を指すように本明細書において使用される。したがって、構造自体が両方の機能を果たす場合に、構造は蒸発器・凝縮器と呼ばれる。蒸発器・凝縮器構造は、本明細書では、蒸発器／凝縮器、蒸発器・凝縮器、または蒸発器および凝縮器と呼ばれる。さらに、場合によっては、蒸発器または凝縮器のいずれかが個別に参照される場合、用語は限定的ではなく、蒸発器・凝縮器構造を指すと理解されたい。

【0029】

「汚れた水」という用語は、水を消費する前に、より清浄にすることが望ましい、任意の水を指すように本明細書で使用される。

【0030】

「より清浄な水」は、源水としてよりも生産水として清浄な水を指すように本明細書で使用される。

【0031】

「源水」という用語は、装置に進入する任意の水を指す。

【0032】

「生産水」という用語は、装置から退出する、より清浄な水を指す。

【0033】

本明細書および任意の添付の請求項で使用されるような、「浄化するステップ」という用語は、1つ以上の汚染物質の濃度を低減するステップ、あるいは1つ以上の汚染物質の濃度を改変するステップを指す。

【0034】

本明細書で使用されるような、「指定レベル」という用語は、特定の用途のためにユーザによって確立されるような、何らかの所望レベルの濃度を指す。指定レベルの一例は、工業または商業過程を実行するように、流体中の汚染物質レベルを制限するステップであってもよい。一例は、溶媒または反応物中の汚染物質レベルを、化学反応（例えば、重合）において工業的に有意な利益を可能にするための許容レベルまで排除するステップである。指定レベルの別の例は、安全または健康上の理由で政府または政府間機関によって規定されるような、流体中のある汚染物質レベルであってもよい。例として、飲用または特定の健康あるいは医療用途に使用される水の中の1つ以上の汚染物質の濃度、世界保健機関または米国環境保護庁等の組織によって規定されている濃度レベルを含む場合がある。

【0035】

本明細書で使用されるような、「システム」という用語は、水蒸気蒸留装置（水システムまたは水蒸気蒸留システムと呼ばれてもよい）、およびスターリングエンジン等の電源を伴う蒸気蒸留装置を含むが、それらに限定されない、要素の任意の組み合わせを指してもよい。

【0036】

本明細書では、源水として知られる汚れた水を、生産水として知られるより清浄な水に蒸留するための装置を開示する。装置は、水を蒸発させて水から微粒子を分離することによって、源水を清浄化する。本明細書および任意の添付の請求項で使用されるような、「浄化するステップ」という用語は、1つ以上の汚染物質の濃度を指定レベル以下まで実質的に低減するステップ、あるいは1つ以上の汚染物質の濃度を指定範囲内まで実質的に改変するステップを指す。

10

20

30

40

50

## 【0037】

源水は、最初に逆流チューブインチューブ熱交換器を通過して、水の温度を上昇させてもよい。源水の温度を上昇させると、蒸発器／凝縮器内の水を蒸発させるために必要とされる熱エネルギーの量が低減する。源水は、熱交換器の中に存在する他の流体流から熱エネルギーを受容してもよい。典型的には、これらの他の流れは、源水よりも高い温度を有し、より高い温度の流れからより低い温度の源水へと熱エネルギーを流れさせる。

## 【0038】

加熱した源水を受容するのは、蒸発器／凝縮器アセンブリの蒸発器域である。このアセンブリは、源水を蒸発させて水から汚染物質を分離する。熱エネルギーは、加熱要素および高圧蒸気を使用して供給されてもよい。典型的には、加熱要素は、初期起動中に使用され、したがって、通常の動作条件下では、熱エネルギーは、高圧蒸気によって提供される。源水は、蒸発器／凝縮器の蒸発器域の内管を充填する。高圧蒸気がこれらの管の外面上で凝縮すると、熱エネルギーは源水に伝導される。この熱エネルギーは、源水のいくらかを低圧蒸気に蒸発させる。源水が低圧蒸気に変換した後、蒸気は、管の出口から退出し、分離器を通過してもよい。分離器は、蒸気内の残りの水滴を除去し、圧縮器に進入する前に低圧蒸気が乾燥していることを確実にする。

10

## 【0039】

蒸発器／凝縮器の蒸発器から退出すると、低圧蒸気は、圧縮器に進入する。圧縮器は、低圧蒸気を圧縮することによって高圧蒸気を生成する。蒸気が圧縮されるにつれて、蒸気の温度は上昇する。上昇した温度および圧力の蒸気となると、蒸気は圧縮器から退出する。

20

## 【0040】

高圧蒸気は、蒸発器／凝縮器の凝縮器域に進入する。蒸気が内部空洞を充填するにつれて、蒸気は、空洞内に含有された管の上で凝集する。高圧蒸気は、管内の源水に熱エネルギーを伝達する。この熱伝達は、蒸気を管の外面上で凝集させ、生産水を生成する。生産水は、蒸発器／凝縮器の凝縮器域の基部に集められる。生産水は、蒸発器／凝縮器の蒸発器域から出て、レベルセンサ筐体に入力する。

## 【0041】

レベルセンサ筐体は、装置内の生産水および放出水の量を判定するためのレベルセンサを含有する。これらのセンサは、装置内の水のレベルに応じて、生産されている生産水の量または流入源水の量を操作者が調整することを可能にする。

30

## 【0042】

種々の実施形態に関して本明細書で説明されるような水蒸気蒸留装置はさらに、水蒸気蒸留システムを形成するために、スターリングエンジンと併せて使用されてもよい。水蒸気蒸留装置によって必要とされる電力は、水蒸気蒸留装置に電氣的に接続されるスターリングエンジンによって提供されてもよい。

## 【0043】

図1を参照すると、水蒸気蒸留装置100の一実施形態が示されている。この説明の目的で、図1に示された実施形態を、例示的实施形態と呼ぶ。他の実施形態が検討され、そのうちのいくつかを本明細書で論議する。装置100は、熱交換器102と、蒸発器／凝縮器アセンブリ104と、再生ブロウ106と、レベルセンサアセンブリ108と、軸受給水ポンプ110と、フレーム112とを含んでもよい。水蒸気蒸留装置100の付加的な図および断面については、図1A-Eも参照されたい。

40

## 【0044】

図1F-Hを参照すると、これらの図は、水蒸気蒸留装置100の代替実施形態を図示する。図1Fは、蒸発器／凝縮器アセンブリ122の代替構成を有する装置120を示す。同様に、図1Gは、蒸発器／凝縮器アセンブリ132の別の構成を有する装置を開示する。同様に、図1Hは、図1-Eからのレベルセンサアセンブリ108および軸受給水ポンプ110を含まない装置の別の実施形態を図示する。

(熱交換器)

50

ここで図 2-2 A を参照すると、水蒸気蒸留装置の例示的实施形態では、熱交換器は、逆流チューブインチューブ熱交換器センブリ 200 であってもよい。この実施形態では、熱交換器アセンブリ 200 は、図 2 A に図示された、外管 202 と、複数の内管 204 と、1 対のコネクタ 206 とを含んでもよい。熱交換器アセンブリ 200 の代替実施形態は、コネクタ 206 を含まなくてもよい。

#### 【0045】

やはり図 2-2 A を参照すると、熱交換器アセンブリ 200 は、いくつかの独立流体経路を含有してもよい。例示的实施形態では、外管 202 は、源水と、4 つの内管 204 とを含有する。これらの内管 204 のうちの 3 つは、装置によって生成される生産水を含有してもよい。第 4 の内管は、放出水を含有してもよい。

10

#### 【0046】

やはり図 2-2 A を参照すると、熱交換器アセンブリ 200 は、流入源水の温度を上昇させ、送出生産水の温度を低減する。源水が内管 204 の外面に接触すると、内管 204 の壁を通して、より高い温度の放出水からより低い温度の源水へと、熱エネルギーが伝導される。より高い温度を有する源水は、水を蒸発させるために少ないエネルギーを必要とするため、源水の温度を上昇させると、水蒸気蒸留装置 100 の効率が向上する。また、生産水の温度を低減することにより、消費者によって使用するための水を調整する。

#### 【0047】

やはり図 2-2 A を参照すると、例示的实施形態では、熱交換器 200 は、いくつかの機能を有する外管 202 を有する、チューブインチューブ熱交換器である。第 1 に、外管 202 は、内管 204 を保護し、含有する。外管 202 は、内管 204 と周辺環境との間の障壁の役割を果たすことによって、腐食から内管 204 を保護する。加えて、外管 202 はまた、周辺環境への熱エネルギーの交換を防止することによって、熱交換器 200 の効率も向上させる。外管 202 は、内管 204 を絶縁して、周辺環境を往復する熱伝達を低減する。同様に、外管 202 は、内管 204 からの熱伝達に抵抗して、源水に対する熱伝達を集中させ、熱交換器 200 の効率を向上させてもよい。

20

#### 【0048】

やはり図 2-2 A を参照すると、外管 202 は、任意の材料で製造してもよいが、低い熱伝導度が望ましい。外管 202 が周辺環境から内管 204 を絶縁するため、低熱伝導度が重要である。熱伝導性材料が周辺環境への熱エネルギー損失または利得を低減するため、外管の低熱伝導度は、熱交換器の効率を向上させる。加えて、低熱伝導性材料は、内管 204 から外管 202 に伝達されてもよい熱エネルギーの量を低下させる。この熱伝達に対する抵抗は、より多くの熱エネルギーが、外管 202 を通って装置から漏出するよりもむしろ源水に伝達されることを可能にする。したがって、低熱伝導度を有する材料で製造した外管 202 は、より多くの熱エネルギーが、周辺環境へと損失または獲得されるよりもむしろ源水に伝達されることを可能にする。

30

#### 【0049】

やはり図 2-2 A を参照すると、例示的实施形態では、外管 202 は、透明シリコーンで製造する。低熱伝導度を有することに加えて、シリコーン材料は、耐食性でもある。このことは、熱交換器 200 の腐食を防止するための重要な特性である。外管 202 内の源水は、化学物質および／または他の高度反応性材料を含有する場合がある。これらの材料は、他の材料からなる外管類 202 を分解させて、熱交換器 200 の耐用年数を低減する場合がある。代替実施形態では、外管 202 は、高温耐性を有するプラスチックまたはゴム等の他の材料で製造してもよい。また、一実施形態では、外管 202 は、混合を向上するように畳み込み状管類でできており、それが熱伝達効率を増加させる。

40

#### 【0050】

ここで図 2 B-C を参照すると、別の望ましい特性は、外管類 202 が、水蒸気蒸留装置 100 内の熱交換器 200 の設置を支持するのに十分な弾性となることである。いくつかの用途では、蒸留装置用の空間は、他の環境上または状況の制約によって限定される場合がある。例えば、例示的实施形態では、熱交換器 200 が蒸発器／凝縮器を包み込む。

50

他の実施形態では、熱交換器はまた、環境から損失または獲得される熱を最小化するように、水蒸気蒸留装置の絶縁カバーに組み込まれてもよい。例示的实施形態では、熱交換器 200 は、図 2 B-C に示されるようなコイル状に構成されてもよい。この構成を達成するために、内管 204 は外管 202 の中へ摺動され、次いで、マンドレルに巻装される。弾性外管 202 が、装置内の特定の場所に熱交換器 200 の端を配置することを補助する。したがって、弾性外管 202 を有することにより、水蒸気蒸留装置 100 内の熱交換器 200 の設置を容易にしてもよい。

#### 【0051】

やはり図 2 B-C を参照すると、外管類 202 の材料の弾性はまた、壁厚の影響を受ける場合もある。厚い壁厚を有する管類には、可撓性があまりない。しかしながら、壁圧が厚ほどより優れた熱伝達抵抗を有するため、より厚い壁厚は管類の熱的特性を向上させる場合がある。加えて、管類の壁厚は、管類内の源水によって生成される内圧に耐えることに十分でなければならない。しかしながら、増加した壁厚を有する管類は、減少した弾性を有し、かつ、熱交換器アセンブリのサイズを増加させる。より厚い壁の管類は、より大きい曲げ半径を必要とし、熱交換器 200 の設置に影響を及ぼす。逆に、薄すぎる壁厚を有する管類は、設置中に振れる傾向がある。この管類の変形は、外管 202 を通る源水の流動を制限し、熱交換器 200 の効率の低減を引き起こす場合がある。

10

#### 【0052】

外管 202 の直径は、複数の内管 204 を含有することが可能な任意の直径であってもよい。しかしながら、直径が大きくなるほど、管類の可撓性が低下する。可撓性の低減は、水蒸気蒸留装置 100 の中への熱交換器の設置に悪影響を及ぼす場合がある。例示的实施形態では、外管 202 の直径は、1 インチである。この直径は、最終設置時に、チューブインチューブ熱交換器 200 が蒸発器／凝縮器 104 の周りに巻かれることを可能にし、生産水および放出水を輸送するための 4 つの内管 204 を含有する。代替実施形態では、熱交換器は、わずか 2 つの内管 204 を有してもよい。同様に、他の実施形態では、熱交換器は、5 つ以上の内管 204 を有してもよい。

20

#### 【0053】

ここで図 2 A および 2 D を参照すると、内管 204 は、源水、生産水、および放出水用の別個の流路を提供してもよい。例示的实施形態では、これらの管は、生産水および放出水を含有する。しかしながら、他の実施形態では、内管は、付加的な流体流を含有してもよい。内管 204 は、汚染された健康によくない源水および放出水から、清浄で安全な生産水を分離する。例示的实施形態では、生産水用の 3 つの内管 204 および放出用の 1 つの内管 204 がある。源水は、熱交換器 200 の外管 202 内を移動する。種々の他の実施形態では、内管の数は変動してもよく、すなわち、より多くの数の内管が含まれてもよく、またはより少ない数の内管が含まれてもよい。

30

#### 【0054】

やはり図 2 A および 2 D を参照すると、内管 204 は、管の壁を通して熱エネルギーを伝導する。熱エネルギーは、管の壁を通して、内管 204 内の高温の生産水および放出水から、低温の源水へと流れる。したがって、内管 204 は、好ましくは、高熱伝導度を有する材料からできており、加えて、好ましくは、耐食性の材料からできている。例示的实施形態では、内管 204 は、銅で製造する。内管 204 は、真鍮またはチタン等の他の材料で製造してもよく、これらの他の材料が高熱伝導および耐食性という性質を有するという選好による。海水等の源水および放出水が高度に濃縮される用途に対して、内管 204 は、銅ニッケル、チタン、または熱伝導性プラスチックで製造してもよいが、それらに限定されない。

40

#### 【0055】

管類の材料に加えて、管類の直径および厚さもまた、熱エネルギー伝達率に影響を及ぼす場合がある。管類の壁厚を増加させると、熱伝達に対する抵抗も増加するため、より大きい壁厚を有する内管類 204 は、より少ない熱効率を有する場合がある。例示的实施形態では、内管 204 は、0.25 インチの外径を有する。より薄い壁厚が熱伝達率を増加

50

させるが、壁厚は、変形することなく成形または形成されるのに十分でなければならない。より薄い壁の管類は、形成中に振れる、挟む、または崩壊する可能性が高い。加えて、内管 204 の壁厚は、管を通過する水によって生成される内圧に耐えるのに十分でなければならない。

#### 【0056】

やはり図 2 A および 2 D を参照すると、内管 204 の熱伝達率を向上させるための付加的な方法は、一様でない内管直径と、熱伝達を強化するための内管上の拡張面とを含んでもよい（フィン、ピン、リブ・・・）。加えて、外管 202 は、織地状の内面を有して、源水の流れに乱流を生じさせて熱伝達を強化させてもよい。織地状の表面が管 202 内で乱流を生じさせるために、熱伝導率が増加される。乱流は、熱伝達が発生する内管 204 の外面に接触する水の量を増加させる。対照的に、織地状の表面がないと、水は、より層流的に流れ得る。この層流は、限定された量の水のみが内管 204 の外面に接触することを可能にする。内管付近の水と残りの水との間の対流熱伝達が、内管 204 の外面付近の熱伝達ほど効率的ではないため、内管 204 と接触していない残りの水は、あまり熱エネルギーを受容しない。織地状の表面のいくつかの例は、くぼみ、フィン、隆起、または溝を含んでもよいが、それらに限定されない。別の実施形態では、外管に合うように縮小して、シェル側流速を増加させ、したがって熱伝導を強化してもよい。

10

#### 【0057】

ここで図 2 E を参照すると、典型的には、内管 204 は、相互に平行に配置される。しかしながら、いくつかの実施形態では、内管 204 は、図 2 F－G に図示されるように、渦巻または実質的にらせん形状を形成するように、共に編まれるか、または巻き付けられる。内管 204 の長さが平行配置の内管 204 よりも長い場合、渦巻形状は熱伝達のための表面積の量を増加させる。増加した表面積は、熱伝達のためのさらなる面積を提供し、したがって、熱交換器 200 の効率を増加させる。加えて、らせん形状は、外管類 202 内で源水の乱流を引き起こして、前述のように熱伝達効率を向上させ得る。例示的实施形態では、熱交換器 200 は、図 2 H－I で図示された、らせん形状に配置された 4 つの内管 204 を有する。

20

#### 【0058】

チューブインチューブ熱交換器 200 の全長は、装置の所望の効率により定まる。より長い長さを有する熱交換器 200 は、より良好な効率を生じる。例示的实施形態では、熱交換器 200 は、約 50 フィートの長さである。これは、約 90 % の効率を生じる。代替として、25 フィートの長さは、約 84 % の効率を生じる。

30

#### 【0059】

ここで図 2、2 J、および 2 K を参照すると、熱交換器アセンブリ 200 はまた、熱交換器 200 のいずれか一方の端においてコネクタ 206 を含んでもよい。例示的实施形態では、熱交換器 200 は、アセンブリのいずれか一方の端に位置する、2 つのコネクタを有する。外管 202 に沿ったこれらのコネクタ 206 は、源水を含有するための内部空洞を画定する。加えて、コネクタは、内管 204 の端に付着し、生産水および放出水が熱交換器 200 に進入および／または退出するための別個の流体経路を提供する。コネクタ 206 は、熱交換器アセンブリが、蒸発器／凝縮器および他の装置構成要素に機械的に接続されることを可能にする。いくつかの実施形態では、熱交換器 200 への水を除去または供給する付加的なポートを提供するように、延長部 207 が熱交換器 200 内に含まれてもよい。

40

#### 【0060】

ここで図 2 L－O を参照すると、これらの図は、コネクタ 208 を通過する 3 つの内管 204 を有する、熱交換器 200 の代替実施形態を図示する。コネクタ 208 は、外管 202 の内側に源水を含有するように、熱交換器 200 のいずれか一方の端において、内管 204 および外管 202 に密閉および取り付けられる。コネクタ 208 と内管 204 との間の界面を密閉するように、Oリングがコネクタ 208 内に設置されてもよい。この種のシールは、内管 204 が自由かつコネクタ 208 とは無関係に移動することを可能にして

50

もよい。さらに、内管 204 は、図 2 N に示されるようならせん形状で配置されてもよい。図 7 4-7 4 C を参照すると、コネクタ 7 4 0 0 の他の実施形態が示され、これをここに記載の任意の実施形態に用いてもよい。

#### 【0061】

図 2 P-R を参照すると、これらの図は、熱交換器 210 の代替実施形態を図示する。この実施形態では、熱交換器 210 は、金属板 212 およびプラスチック板 214 を有する、平板熱交換器である。金属板 212 は、ステンレス鋼等の任意の金属材料で製造してもよい。他の実施形態は、チタンまたは金属合金で製造した板を含んでもよいが、それらに限定されない。プラスチック板 214 は、機能することが可能な任意の種類のプラスチックでできている。一実施形態では、平板熱交換器 210 は、金属板とプラスチック板とから交互にできている。他の実施形態では、金属板 212 は、図 2 R に図示されるように、後に 2 つ以上のプラスチック板 214 が続いてもよい。平板熱交換器 210 は、前の板と同じかまたは異なる材料で製造した板 216 で開始および／または終了してもよい。代替実施形態では、平板 216 は、金属またはプラスチック材料で製造してもよい。金属板 212 は、図 2 R に示されるように、相互に積層された 2 枚の金属板から成り、流体流用のチャンネルを形成する。

10

#### 【0062】

ここで図 3 を参照すると、逆流チューブインチューブ熱交換器 200 の例示的实施形態は、取付用具アセンブリ 300 を含んでもよい。取付用具アセンブリは、水蒸気蒸留装置 100 内の熱交換器 200 の設置を支持する。加えて、取付用具アセンブリ 300 は、熱交換器 200 がメンテナンスのために装置から容易に分離されることを可能にする。アセンブリは、図 3 で示された、第 1 のコネクタ 302（図 2 のコネクタ 206 としても識別される）および第 2 のコネクタ 310 から成ってもよい。取付用具アセンブリ 300 の断面図については、図 3 A-B も参照されたい。

20

#### 【0063】

やはり図 3 を参照すると、例示的实施形態では、取付用具アセンブリ 300 は真鍮で製造する。ステンレス鋼、プラスチック、銅、銅ニッケル、またはチタンを含むがそれらに限定されない、他の材料が、取付用具アセンブリ 300 を製造するために使用されてもよい。設置の目的で、アセンブリに取り付ける管類と同様の材料で製造する取付用具アセンブリを有することが好ましい。同様の材料は、はんだ付けまたは溶接技術を使用して、アセンブリが水蒸気蒸留装置内に設置されることを可能にする。取付用具アセンブリ 300 は、好ましくは、耐食性および耐熱性（250 °F）の材料で製造する。加えて、材料は、好ましくは、アセンブリが設置される時に流体密の接続を可能にする。源水および放出水が、海水等の高濃度である用途については、取付用具アセンブリ 300 は、銅ニッケルまたはチタンで製造してもよいが、それらに限定されない。

30

#### 【0064】

やはり図 3 を参照すると、第 1 のコネクタ 302 は、第 1 の端 304 と、第 2 の端 306 とを含む。第 1 の端 304 は、図 2-2 A に示されるように、熱交換器 200 に取り付けられる。コネクタは、コネクタ 302 の第 1 の端 304 の外面に対してホースクランプを使用して、外管 202 を締めることによって、熱交換器 200 に取り付けられてもよい。熱交換器 200 の内管 204 もまた、第 1 の端 304 においてコネクタ 302 に接続されてもよい。これらの管は、コネクタ 302 の熱交換器側にはんだ付けされる。他の付着方法は、溶接、圧入、機械的締め付け、または挿入成形を含んでもよいが、それらに限定されない。取付用具アセンブリ 300 の断面図については、図 3 A-3 B も参照されたい。

40

#### 【0065】

ここで図 3 C を参照すると、この実施形態では、コネクタ 302 の第 1 の端 304 は、5 つのポートを有してもよい。3 つのポートは、図 3 D-E に示されるように、相互に流体接続されてもよい。この構成は、複数の生産水流を 1 つの流れに統合してもよい。源水に熱エネルギーを提供するために、熱交換器内により多くの生産水があるので、複数の生産水流は、生産水から源水への熱伝達の量を増加させる。残りのポートは、別々であり、

50

図 3 E－F に図示された放出水および源水用の流体経路を提供する。代替実施形態には、相互に流体接続しているポートがなくてもよい。

#### 【0066】

やはり図 3 C を参照すると、コネクタ 302 は、第 2 のコネクタ 310 と噛合するための第 2 の端 306 を有する。この第 2 の端 306 は、3 つのポートを有し、生産水、源水、および放出水用の経路を提供してもよい。生産物流路は、延長部 308 を含んでもよい。延長部 308 が、噛合表面 310 上よりもむしろ第 2 のコネクタ 310 の本体内のリング溝を可能にするため、延長部 308 は、コネクタ 302 および 310 を一体に組立てるステップを支援する。第 2 のコネクタ 310 の本体内でリング溝を有することにより、重複する密閉域を有することなく、コネクタアセンブリを通る流路が相互の付近に配置されることを可能にする。

10

#### 【0067】

ここで図 3 G－H を参照すると、第 2 のコネクタ 310 は、第 1 の端 312 と、第 2 の端 314 とを含む。第 1 の端 312 は、図 3 に示されるように第 1 のコネクタ 302 と噛合する。この端はまた、図 3 G に示されるような延長部 316 を含んでもよい。延長部 316 は、リング溝が、第 1 のコネクタ 302 の端 306 の表面内よりもむしろ第 1 のコネクタ 302 の本体内に位置することを可能にする。加えて、このコネクタは、第 1 の端 312 上に漏出路 318 を有してもよい。この経路は、源水または放出水が生産物流路に進入することを防止するように、生産水用のポートの周囲に位置する。放出水および源水は、生産水の質および安全性に影響を及ぼす汚染物質を含有する場合がある。漏出路は、放出水および源水が、図 3 G－I に図示された排水部 320 を通って生産物流路に進入するよりもむしろ取付用具から退出することを可能にする。排水部 320 に加えて、例示的实施形態は、図 3 I－J に図示された、コネクタ 310 内の 3 つの独立流体経路を含んでもよい。

20

#### 【0068】

第 1 のコネクタ 302 は、装置の有用性を可能にするためにマーモンクランプを使用して、第 2 のコネクタ 310 に組み立てられてもよい。この種のクランプは、均等な締め付け力および接続の分離／再組立の容易性を提供する。コネクタを一体に組み立てる他の方法は、C クランプまたは締結具（すなわち、ボルトおよびナット）を使用するステップを含むが、それらに限定されない。加えて、コネクタ 302 および 310 の円周は、取付用具アセンブリ 300 の設置中にクランプを受容するように、図 3 E－F および 3 I－J で示されるように先細であってもよい。他の実施形態では、取付用具アセンブリ 300 は、コネクタを共に溶接またははんだ付けすることによって、恒久的に接合されてもよい。（蒸発器・凝縮器）

30

ここで図 4－4 B を参照すると、蒸発器・凝縮器（本明細書では、「蒸発器／凝縮器」とも呼ばれる）アセンブリ 400 の例示的实施形態は、最上部および底部を有する蒸発器／凝縮器チャンバ 402 から成ってもよい。チャンバ 402 は、外郭構造 410 と、上管板 414 と、下管板 412 とを含んでもよい。下管板 412 には、流入源水を保持するための水溜アセンブリ 404 が取り付けられる。同様に、上管板 414 には、上フランジ 406 が取り付けられる。このフランジは、蒸気室 408 を蒸発器／凝縮器チャンバ 402 に接続する。蒸発器／凝縮器チャンバ 402 内には、複数の棒 416 があり、各棒は、図 4 A および 4 B に図示されるように、管 418 によって包囲される。管 418 は、水溜 404 および上フランジ 406 と流体接続している。蒸発器／凝縮器アセンブリ 420 の代替実施形態を図示する、図 4 C も参照されたい。

40

#### 【0069】

ここで図 5 を参照すると、水溜アセンブリ 500（図 4 で 404 としても識別される）は、上筐体 502 と、下筐体 504 と、排水管用取付用具 506 と、排水管 508 と、加熱要素 510 とを含んでもよい。水溜アセンブリ 500 の分解図については図 5 A を、上筐体 502 の詳細図については図 6 も参照されたい。水溜アセンブリ 500 は、源水を含むおよび加熱し、ならびに、源水によって運搬される微粒子を収集する。源水が流体から蒸

50

気へと状態を変えると、微粒子が残され、水溜アセンブリ 500 に集められる。

【0070】

やはり図 5-5A を参照すると、水溜アセンブリ 500 は、耐食性および耐高温性である材料から作られてもよい。水溜は、高温、湿気、および腐食性の源水に暴露されるため、耐食性材料が好ましい。例示的实施形態では、水溜は、ステンレス鋼で製造する。代替実施形態では、水溜は、加熱要素 510 を取り付けのための代替構成と併せて、R A D E L（登録商標）または他の高温プラスチックで製造してもよい。源水が、海水等の高濃度であってもよい場合の用途については、水溜アセンブリ 500 は、チタン、銅ニッケル、ネーバル黄銅、または高温プラスチックで製造してもよいが、それらに限定されない。

【0071】

やはり図 5-5A を参照すると、源水は、水溜アセンブリ 500 の加熱要素 510 を使用して加熱されてもよい。加熱要素 510 は、水蒸気蒸留装置 100 の初期起動中に源水の温度を上昇させる。この要素は、付加的な熱エネルギーを提供して、源水を流体から蒸気に変化させる。例示的实施形態では、加熱要素 510 は、120 ボルト／1200 ワットの抵抗器型電熱器であってもよい。

【0072】

やはり図 5-5A を参照すると、水溜アセンブリ 500 は、微粒子の収集を補助するために、角度がついた下面を有する底筐体 504 を含んでもよい。底筐体 504 は、微粒子を筐体の 1 つの領域に収集するのに十分な任意の角度を有してもよい。例示的实施形態では、底筐体 504 は、17 度の角度がついた下面を有する。他の実施形態では、底筐体 504 は、平底を有してもよい。

【0073】

やはり図 5-5A を参照すると、例示的实施形態は、排水管取付用具 506 および排水管 508 から成る、排水管アセンブリを含んでもよい。排水管アセンブリは、蒸発器／凝縮器の蒸発器の内側へのアクセスを提供して、装置を分解する必要なく微粒子の蓄積を除去する。排水管アセンブリは、蒸発器／凝縮器の内側の管の上の落屑（微粒子の蓄積）を低減するように、水溜の底付近に位置してもよい。落屑は、水溜アセンブリ 500 の中の薄片の定期的な除去を可能にすることによって、防止される。水溜アセンブリ 500 の中の微粒子が少ないと、微粒子が蒸発器／凝縮器の管に流れ込む可能性が低減する。例示的实施形態では、排水管アセンブリは、底筐体 504 の角度がついた下面から微粒子を受容するように配置される。排水管アセンブリは、底筐体 504 に取り付けられてもよく、耐食性および耐熱性である任意の材料でできていてもよい。例示的实施形態では、排水管取付用具 506 は、ステンレス鋼で製造したフランジ状の衛生取付用具である。また、図 73 を参照すると、水溜排水 7302 の流体経路が示されている。いくつかの実施形態では、水溜排水 7302 の流体経路は、装置 100 の洗浄或いはフラッシングを容易にするために使うことができる。いくつかの実施形態では、水溜排水 7302 の流体経路は、例えば弁によって周囲環境からシールしてもよいが、シールは弁に限定されない。いくつかの実施形態では、弁は手動弁でなくてもよく、例えば、制御システムにより制御される差動弁であってもよく、実施形態によっては、洗浄とフラッシングは少なくとも一部を自動化してもよい。

【0074】

やはり図 5-5A を参照すると、排水管取付用具 506 には、排水管 508 が取り付けられてもよい。排水管 508 は、微粒子が排水管取付用具 506 から蒸発器／凝縮器アセンブリ 400 の外へ移動するための流体経路を提供する。排水管 508 は、材料が耐食性および耐熱性であり、排水管取付用具 506 に取り付けられることが可能であるという選好により、任意の材料で製造してもよい。例示的实施形態では、排水管 508 は、ステンレス鋼で製造する。排水管 508 の直径は、好ましくは、水溜アセンブリ 500 からの微粒子の除去を可能にするのに十分である。水溜アセンブリ 500 の排出を行っている間に、排水管 508 が粒子で詰まるという可能性が低いので、より大きい直径のパイプが望ましい。

10

20

30

40

50

## 【0075】

ここで図7を参照すると、蒸発器／凝縮器チャンバ700（図4の402としても識別される）の例示的实施形態は、外郭構造702（図4A-Bの410としても識別される）と、下フランジ704（図5の502および図6の600としても識別される）と、下管板706（図4A-Bの412としても識別される）と、複数の連結棒708と、複数の管710（図4A-Bの418としても識別される）と、上フランジ712（図4の406としても識別される）と、上管板714（図4A-Bの414としても識別される）とを含んでもよい。蒸発器／凝縮器チャンバ700の組立図については、図7Aも参照されたい。

## 【0076】

10

やはり図7を参照すると、外郭構造702は、熱エネルギーが高圧蒸気から源水に伝達される、内部空洞を画定する。この熱伝達は、流体から蒸気への源水の相変化を支援する。加えて、熱伝達はまた、流入蒸気を生産水に凝縮させる。外郭構造702は、十分な耐食および強度特性を有する、任意の材料で製造してもよい。例示的实施形態では、外郭構造702は、繊維ガラスで製造する。外郭構造は、所望数の管710を含有するのに十分な内径を有することが好ましい。外郭構造の内部空洞内には、チャンバに進入する高圧蒸気から管710内の源水に熱エネルギーを伝達するための表面積を有する、複数の管710がある。

## 【0077】

20

やはり図7を参照すると、蒸発器／凝縮器チャンバ700は、高圧蒸気の凝縮のための内部空洞を画定する。この空洞内には、蒸気が管の外面上で凝縮するにつれて、高圧蒸気から管内の源水に熱エネルギーを伝達する、複数の管710がある。その内容が参照することにより本明細書に組み込まれる、2005年8月25日発行の「Method and Apparatus for Phase Change Enhancement」と題された米国特許出願公報第2005/0183832A1で説明されているように、管壁を通した熱伝達は、源水に薄膜蒸発と呼ばれるプロセスを介して相変化を行わせる。

## 【0078】

やはり図7を参照すると、蒸発器／凝縮器の管710の中では、管710の内面と接触している薄膜を含む外面を有する、Taylor気泡が発現されてもよい。Taylor気泡が管内を上昇するにつれて加熱されて、薄膜中の流体が気泡内で蒸気に変遷する。

30

## 【0079】

ここで図7Bを参照すると、典型的には、蒸発器は、プール沸騰モードまたは薄膜モードといった、2つのモードのいずれか一方で作動作する。薄膜沸騰では、流体の薄膜が管の内壁上で生成され、管壁から流体の自由表面への熱伝達を促進する。相変化の効率は、典型的には、プール沸騰モードと比較して、薄膜モードで増加する。図7Bは、代表的な蒸発器に対する同様な条件下で、プール沸騰および薄膜沸騰のための凝縮器圧力の関数として、蒸留液生産流量の差異を示す。一番下の曲線70がプール沸騰に対応する一方で、中央の曲線75は、薄膜沸騰に対応する。これら2つの曲線から分かるように、薄膜沸騰モードは、プール沸騰モードよりも有意に高い効率を提供する。しかしながら、薄膜沸騰は、プール沸騰よりも維持することが困難である。薄膜蒸発は、典型的には、非常に小さい開口部を含む装置を使用して達成される。この装置は、特に、原料流体が汚染物質を含有すると、容易に詰まる場合がある。加えて、薄膜モードでは、水位が、典型的には、垂直管型蒸発器の中の管の最上部よりも限界的に上側で担持される。このような理由により、装置はまた、装置の移動および位置決めに敏感であってもよい。

40

## 【0080】

再び図7を参照すると、例示的实施形態では、管710は、0.75インチの外径を有し、銅で製造してもよい。代替実施形態では、管710は、ニッケル銅または他の複合材料を含むがそれらに限定されない、他の材料で製造してもよい。種々の他の実施形態では、管の直径は、異なってもよく、すなわち、より小さい、またはより大きくてもよい。源

50

水が海水であってもよい、可能な用途については、管 710 は、銅ニッケルまたはチタン材料で製造してもよい。これらの材料は、食塩水等の高濃度の源水に暴露されると、管の熱伝達特性を維持するように、高耐食性を有する。管 710 の直径もまた、多くの変数に応じて変動してもよい。管 710 の直径は、外郭構造 702 の内径および所望量の熱伝達効率によって限定されてもよい。別の制約は、有用性であってもよい。低減した直径が管壁の内面へのアクセスを制限するため、より小さい直径は、そこから薄片を除去することが困難である。管 710 の長さは、外郭構造 702 ならびに管板 706 および 714 の長さによって画定される、内部空洞の長さによって決定されてもよい。例示的实施形態では、管 710 は、管板の端を越えて、下フランジ 704 および上フランジ 712 の中へ延在してもよい。

10

#### 【0081】

ここで図 8 を参照すると、例示的实施形態では、管 800（図 7A-B の 710 としても識別される）は、各端の付近にビード 802 を有する。ビード 802 は、管 800 が下管板 706 および上管板 714 の開口を通して摺動することを防止する。

#### 【0082】

ここで図 9 を参照すると、相変化動作の向上した効率は、蒸発器／凝縮器管 904 内で充填物を提供することによって達成されてもよい。そのような充填物の導入は、流体、充填物、および管 904 の間の相互作用により、蒸発器が薄膜モードの特性のうちのいくつかを呈することを可能にしてもよい。充填物は、材料が優先的に、管の内壁付近の容積と対比して、管の長手軸付近の管 904 の容積を充填するように、任意の成形された材料であってもよい。そのような充填物材料は、効率的な熱交換のために、管の壁付近で蒸気を濃縮する働きをする。例えば、例示的实施形態では、充填物は、棒 902 を備えてもよい。各棒 902 は、円筒形または長方形を含む、任意の断面形状であってもよい。各充填物棒 902 の断面積は、管の断面内に嵌合する任意の面積であってもよい。各棒 902 の断面積は、棒の長さに沿って変動してもよい。所与の棒 902 は、所与の蒸発器管 904 またはその任意の一部の長さを延長してもよい。棒の材料は、疎水性であり、繰返しの熱循環が可能であることが好ましい。例示的实施形態では、棒 902 は、ガラス繊維を充填した RYTON（登録商標）またはガラス繊維を充填したポリプロピレンで製造する。

20

#### 【0083】

やはり図 9 を参照すると、各棒 902 は、管の上部分に優先的に含む管 904 の中のどこに配置されてもよい。1 つの具体的実施形態では、各棒は、関連する管の長さの約半分であり、管の上半分にほぼ配置される。図 7B の一番上の曲線 80 は、蒸発器管が管の上半分に充填物材料を含む代表的な蒸発器について、薄膜沸騰の沸騰効率の増加を示す。そのような充填物により、相変化効率もまた、管より上側の流体レベル、垂直線に対する管の配向、管に対する供給圧、および蒸発器の他の動作パラメータの変化に対して、有利に感度が高い。例示的实施形態では、棒 902 は、管 904 とほぼ同じ長さを有する。

30

#### 【0084】

ここで図 9A を参照すると、例示的实施形態では、棒 902 は、棒 902 の中央から外へ、かつ棒 902 の長手軸に沿って延在する複数の部材 906 を有してもよい。これらの部材 906 は、管 904 の中央に棒 902 を維持して、源水用の最も効率的な流路を生成する。任意の数の部材が使用されてもよいが、管 904 の中央に棒 902 を維持するように、十分な数があることが好ましい。代替実施形態では、棒 902 には、部材 906 がなくてもよい。代替実施形態では、棒 902 が、ワイヤまたは棒 902 内の交差掘削孔の中に棒 902 を包むことによって、管 904 内の適所に担持されることにより、管 904 内に棒 902 を配置するピンの設置を支援してもよい。

40

#### 【0085】

再び図 7 を参照すると、管 710（図 8 の 800 および図 9 の 904 としても識別される）は、1 対の管板 706 および 714 によって適所に固定される。これらの板は、連結棒 708 を使用して、外郭構造 702 の各端に固定される。管板 706 および 714 は、源水が管 710 に進入および退出するための経路を提供する、複数の開口を有する。管 7

50

10がチャンバ700内に設置されると、管板706および714内の開口は、管710の端を受容する。下管板706（図10の1002としても識別される）は、外郭構造702の底部に取り付けられる。下管板の詳細図については、図10を参照されたい。上管板714（図10Aの1004としても識別される）は、外郭構造702の最上部に取り付けられる。上管板の詳細図については、図10Aを参照されたい。上管板714が、板の中央に位置する付加的な開口を有することを除いて、両方の管板は、同様の寸法を有する。この開口は、高圧蒸気が蒸発器／凝縮器チャンバ700に進入するための開口部を提供する。

#### 【0086】

やはり図7を参照すると、例示的实施形態では、上管板714および下管板706は、R A D E L（登録商標）で製造してもよい。この材料は、低クリープ、加水分解安定性、熱的安定性、および低熱伝導度を有する。さらに、R A D E L（登録商標）で製造した管板は、機械加工または射出成形によって形成されてもよい。代替実施形態では、管板は、G10を含むがそれに限定されない、他の材料で製造してもよい。

#### 【0087】

やはり図7を参照すると、管710を受容するための管板706および714内の複数の開口のサイズは、管710の外径により定まる。これらの開口は、管710の端を受容し、また、シールを含むことに十分でなければならない。典型的には、Oリングを受容するために、Oリング溝が管板内で提供される。このOリングは、内管710と管板706および714との間で水密シールを提供する。また、この種のシールは、構造を単純化し、蒸発器／凝縮器内での異種材料の使用を促進し、管710が繰り返される熱サイクル中に移動することを可能にする。このシールは、生産水が図5の水溜500に進入すること、または源水がチャンバ700に進入することを防止する。代替実施形態では、管710は、管板材料に応じて、はんだ付け、溶接、圧入、接着（すなわち、シリコン、RTV、エポキシ・・・）、ろう付け、またはスエージ加工であるが、それらに限定されない方法を使用することによって、管板706および714の開口内に設置されてもよい。

#### 【0088】

ここで図10を参照すると、例示的实施形態では、Oリング溝は、種々の深さで管板1002および1004の中に位置する。隣接する管からのOリング溝が相互に重複しないので、Oリング溝の異なる深さは、管710が、共により密接して配置されることを可能にする。重複するOリング溝は十分なシールを提供せず、したがって、各Oリング溝は、管板内の他のOリング溝から独立していなければならない。管板内の異なる深さにおけるOリング溝の場所を変動する結果として、隣接するOリング溝は、相互に重複せず、管が共により近くに配置されることを可能にする。したがって、相互により近くに位置する管710を有することにより、より多くの管が蒸発器／凝縮器チャンバ700内に配置されることを可能にする。

#### 【0089】

再び図7を参照すると、管板706および714はまた、連結棒708を使用して、下フランジ704および上フランジ712に固定される。下フランジ704（図5の502および図6の600としても識別される）は、図5の水溜500を図7の蒸発器／凝縮器チャンバ700に接続する。加えて、下フランジ704は、下管板706上に配置された管710の入口への、水溜内の原料用の流体接続を提供する。下フランジ704は、高さが管710に進入する源水の均等な分配を可能にするのに十分であるという選好により、任意の高さであってもよい。典型的には、1～2インチの高さを有するフランジは、管710内への源水の均等な分配を提供する。代替実施形態では、フランジの高さは、粒子を収集する水溜の能力を増加させるために、より大きくてもよい。

#### 【0090】

やはり図7を参照すると、上フランジ712（図11の1100としても識別される）は、管710の出口と図4の蒸気室408との間の流体接続を提供する。加えて、上フランジ712は、蒸気が蒸気室408を通過するにつれて、低圧蒸気から除去された源水を

10

20

30

40

50

収集する。次いで、この水は、図11の上フランジ1100の側面内に位置する放出ポート1102を通して、装置の外へ移送される。

#### 【0091】

やはり図7を参照すると、下フランジ704および上フランジ712は、十分な構造強度ならびに耐食性および耐熱性を有する任意の材料で製造してもよい。一実施形態では、フランジは、RADEL（登録商標）で製造してもよい。例示的实施形態では、フランジは、ニッケルめっきを施したアルミニウムで製造してもよい。他の実施形態では、下フランジは、ステンレス鋼、チタン、および銅ニッケルを含むがそれらに限定されない、材料で製造してもよい。

#### 【0092】

図7-7Aを参照すると、下フランジ704および上フランジ712の外縁付近には、連結棒708を受容する複数の開口が位置する。これらの棒は、外郭構造702と同心のボルト円上で、かつ外郭構造702の外周に沿って、長手方向に配置される。連結棒708の長さは、外郭構造702の長さ、ならびに下管板706、下フランジ704、上フランジ712、および上管板714の厚さにより定まる。連結棒708は、棒の各端上にネジ式締結具を取り付けるためのネジ山付きの端を有し、蒸発器／凝縮器の構成要素を一体に固定してもよい。加えて、連結棒708は、ステンレス鋼等の、目的のために十分な強度である任意の材料で製造してもよい。連結棒708は、青銅、チタン、繊維ガラス複合材料、および炭素鋼を含むが、それらに限定されない、他の材料で製造してもよい。例示的实施形態では、連結棒708は、設置中に棒を適所に担持するデバイスを受容するための平面を提供するように、各端の付近で機械加工された平坦部を有してもよい。

#### 【0093】

ここで図12-12Cを参照すると、上フランジ1100（図7の712としても識別される）には、蒸気室1200（図4で408としても識別される）が接続されてもよい。例示的实施形態では、蒸気室1200は、基部1202と、蒸気分離器アセンブリ1204と、キャップ1206と、蒸気管1208とを含んでもよい。基部1202は、蒸発器／凝縮器チャンバ700の蒸発器域の管710内で生成される低圧蒸気を受容するための内部空洞を画定する。基部1202は、蒸気内に含有される水滴が分離されることを可能にするのに十分な空間があるように、任意の高さを有してもよい。蒸気室の高さは、蒸気によって運搬され、蒸気泡の急速放出により管710の出口から強制的に放出される水滴が減速し、上フランジ712（図11で1100としても識別される）に向かって後退することを可能にする。

#### 【0094】

やはり図12-12Cを参照すると、基部1202内には、蒸気分離器アセンブリ1204があってもよい。このアセンブリは、バスケットおよび網（図12-12Cに示さず）から成る。バスケットは、多量の金網を含有する。例示的实施形態では、蒸気分離器アセンブリ1204は、金網の層を通して蒸気を操作することによって、流入低圧蒸気から水滴を除去する。蒸気が網を通過するにつれて、水滴が網の表面上で集まり始める。これらの水滴は、汚染物質または微粒子を含有する場合がある。水滴がサイズを増加させるにつれて、水がバスケットの底部に落ちる。水が上フランジ712内に集まることを可能にするように、複数の開口がバスケットの底部に位置してもよい。加えて、これらの開口は、低圧蒸気が蒸気分離器アセンブリ1204に進入するための流体経路を提供する。加えて、金網は、蒸発器／凝縮器の上フランジ712内に位置する、跳ね返る放出水からの障壁を提供する。

#### 【0095】

やはり図12-12Cを参照すると、代替実施形態では、蒸気分離器アセンブリ1204は、蒸気が各板を通るかまたは各板の周囲を通過するにつれて低圧水蒸気から水滴を収集するための、一連の板を含有してもよい。板は、蒸気を操作して、水滴を板上に収集させる。蒸気の流路に急な屈曲を生成して板が配置されるため、水がアセンブリに集められる。これらの屈曲は、蒸気のを速度を低減し、蒸気の方向を変化させる。水滴は、運動量に

10

20

30

40

50

より、それらの初期軌道に沿って存続してもよい。次いで、水滴は、水滴が集められるアセンブリの壁または板に衝突してもよい。十分な水滴がアセンブリの壁または板上に集まると、水滴は、蒸発器／凝縮器の上フランジ406に向かって落下してもよい。

#### 【0096】

やはり図12-12Cを参照すると、基部1202はまた、観察窓1210を有してもよい。この窓は、装置を操作する人々が、蒸気室の内部を視覚的に観察して、装置が適正に機能しているかどうかを判定することを可能にする。他の実施形態では、蒸気室1200は、観察窓1210を含まなくてもよい。この代替実施形態を図12Dに図示する。さらに他の実施形態では、窓のサイズおよび形状は変動してもよい。いくつかの実施形態では、蒸気室は複数の窓を含んでもよい。

10

#### 【0097】

例示的实施形態では、蒸気分離器アセンブリは、ステンレス鋼で製造してもよい。しかしながら、材料が耐食性および耐高温性を有するという選好により、他の材料が使用されてもよい。他の種類の材料は、RADEL（登録商標）、チタン、銅ニッケル、めっきを施したアルミニウム、繊維複合体、および高温プラスチックを含んでもよいが、それらに限定されない。

#### 【0098】

やはり図12-12Cを参照すると、基部1202に取り付けられるのは、キャップ1206である。キャップおよび基部は、低压蒸気から水を分離するための内部空洞を画定する。加えて、キャップ1206は、図12B、12E、および12Fに示される、出口ポート1211および入口ポート1212という2つのポートを有してもよい。出口ポートは、乾燥低压蒸気が蒸気室1200から退出するための流体経路を提供する。例示的实施形態では、蒸発器／凝縮器の管710の出口から離れてポートを配置することにより、より乾燥した蒸気を推進するために、出口ポート1211は、キャップ1206の上部面付近に位置する。しかしながら、代替実施形態では、出口ポート1211は、キャップ1206内の異なる場所を有してもよい。同様に、入口ポート1212は、高压蒸気が蒸気室1200内の高压蒸気管1208に進入するための流体経路を提供する。例示的实施形態では、入口ポート1212は、キャップ1206の上部面付近に位置する。代替実施形態では、入口ポート1212は、キャップ1206内で異なる場所を有してもよい。例示的实施形態では、キャップ1206は、めっきを施したアルミニウムで製造する。他の種類の材料は、ステンレス鋼、プラスチック、チタン、および銅ニッケルを含んでもよいが、それらに限定されない。これらのポートのサイズは、圧縮器での圧力降下に影響を及ぼすことがある。

20

30

#### 【0099】

やはり図12-12Cを参照すると、蒸気室1200内の入口ポート1212には、蒸気管1208が接続される。この管は、高压蒸気が蒸気室を通過し、蒸発器／凝縮器チャンバの凝縮器に進入するための流体経路を提供する。蒸気管1208の内径は、管が再生ブロワから蒸発器／凝縮器チャンバへの高压蒸気の流動に悪影響を及ぼさないように、任意のサイズであってもよい。例示的实施形態では、蒸気管1208は、ステンレス鋼で製造してもよい。他の材料が蒸気管1208を製造するために使用されてもよいが、これらの材料には、十分な耐食性および耐高温性がなければならない。そのような材料は、めっきを施したアルミニウム、プラスチック、チタン、および銅ニッケルを含んでもよいが、それらに限定されない。源水が海水等の高濃度であってもよい用途については、蒸気室1200は、チタン、ニッケル、青銅、ニッケル銅、および銅ニッケルで製造してもよいが、それらに限定されない。

40

#### 【0100】

ここで図13-13Cを参照すると、蒸発器／凝縮器アセンブリ1300の代替実施形態が示されている。この実施形態では、蒸発器／凝縮器アセンブリ1300は、水溜1302と、蒸発器／凝縮器チャンバ1304と、ミスト排除器アセンブリ1306と、複数の連結棒1308と、下フランジ1310と、上フランジ1312とを含む。水溜130

50

2がない蒸発器／凝縮器アセンブリの詳細図については、図13Dを参照されたい。

#### 【0101】

ここで図13Eを参照すると、蒸発器／凝縮器チャンバは、外郭構造1314と、複数の管1316と、下フランジ1310と、上フランジ1312とを含む。蒸発器／凝縮器チャンバ1304は、高圧蒸気の凝縮のための内部空洞を画定する。管1316は、蒸気が管1316の外面上で凝縮すると、高圧蒸気から管内の源水に熱エネルギーを伝達する。この実施形態では、管1316は、0.75インチの外径を有し、銅で製造してもよい。代替実施形態では、管1316は、ニッケル銅または他の複合材料を含むがそれらに限定されない、他の材料で製造してもよい。管1316の直径はまた、多くの変数に応じて変動してもよい。管の直径に関する例示的实施形態における、前の論議を参照されたい。管1316の長さは、外郭構造1314ならびに下フランジ1310および上フランジ1312の厚さによって画定された空洞の長さにより決定してもよい。

10

#### 【0102】

やはり図13Eを参照すると、管1316は、図13B、13C、および13Eに示されるように、下フランジ1310および上フランジ1312による外郭構造1314によって画定される内部空洞内で支持される。各フランジは、フランジの中央の周りに軸方向に位置する複数の開口を有する。これらの開口は、管1316の端を含有してもよい。加えて、下フランジ1310および上フランジ1312はまた、外郭構造1314を適所で固定し、水溜1302およびミスト排除器アセンブリ1306への経路を提供する。源水が水溜1302を充填するにつれて、いくらかの水が、外郭構造1314の内部空洞の中に位置する管1316を充填し始める。熱エネルギーが管1316の中の源水に伝達されるにつれて、水が蒸発し始める。源水蒸気は、管1316を通してミスト排除器アセンブリ1306の中へ移動する。蒸気は、上フランジ1312に位置する開口を通してミスト排除器に進入する。

20

#### 【0103】

やはり図13Eを参照すると、外郭構造1314は、複数の連結棒1308を使用して、下フランジ1310および上フランジ1312に固定される。これらの連結棒は、外郭構造1314の外周の周りに軸方向外側に配置される。加えて、連結棒1308はまた、ミスト排除器1306を上フランジ1312に、および水溜1302を下フランジ1310に固定する。連結棒の長さは、外郭構造1314の長さ、ならびに下フランジ1310、上フランジ1312、水溜1302、およびミスト排除器1306の厚さにより定まる。連結棒1308は、棒の各端上にネジ式締結具を取り付けるためのネジ山付きの端を有し、蒸発器／凝縮器の構成要素を一体に固定してもよい。加えて、連結棒1308は、ステンレス鋼等の十分な強度である任意の材料で製造してもよい。連結棒1308は、青銅、チタン、繊維ガラス複合材料、および炭素鋼を含むがそれらに限定されない他の材料で製造してもよい。

30

#### 【0104】

やはり図13Eを参照すると、例示的实施形態では、外郭構造1314は、繊維ガラスで製造する。材料が耐食性であり、低熱伝導度と、蒸発器／凝縮器アセンブリ1300の動作中に発現される内圧に耐えるのに十分な構造強度とを有するという選好により、他の材料が使用されてもよい。外郭構造の内径のサイズに関する例示的实施形態についての論議を参照されたい。

40

#### 【0105】

やはり図13Eを参照すると、水溜1302は、下フランジ1310に接続され、蒸発器／凝縮器アセンブリチャンバ1304の管1316と流体接続している。水溜1302は、熱交換器から流入源水を収集する。源水は、水溜の側壁内に位置する入口ポートを通して、水溜1302に進入する。他の実施形態では、入口ポートは、異なる場所に（すなわち、底部に）位置してもよい。この実施形態では、水溜1302は、G10プラスチックといった複合材料でできている。他の実施形態では、水溜1302は、十分な耐食性および耐高温性を有する、任意の他の材料で製造してもよい。他の材料は、アルミニウムRA

50

DEL（登録商標）およびステンレス鋼を含むが、それらに限定されない。水溜1302はまた、源水に熱エネルギーを提供するように加熱要素を含んでもよい。この熱エネルギーは、源水が流体から蒸気に変化するのを補助する。

#### 【0106】

ここで図14-14Cを参照すると、上フランジ1312に取り付けられるのは、ミスト排除器アセンブリ1400（図13の1306としても識別される）である。このアセンブリは、図14に図示された、キャップ1402、蒸気パイプ1404、およびミスト分離器1406から成ってもよい。キャップ1402は、蒸発器／凝縮器の蒸発器から生成される低压蒸気を含む。キャップ1402は、図14A-Cに示されるように、3つのポート1408、1410、および1412を有してもよい。水滴を除去するための体積の高さに関する例示的实施形態の蒸気室についての論議を参照されたい。加えて、キャップ1402は、図14、14C、および14Dに示されたミスト分離器1406を含む空腔を画定する。

10

#### 【0107】

やはり図14-14Cを参照すると、第1のポート1408は、キャップ1402の上部面の中央に位置してもよく、蒸気パイプ1404の第1の端を受容するためのものである。このポートは、圧縮器によって生成された高压蒸気が、蒸気パイプ1404の第1の端を通して蒸発器／凝縮器に再進入することを可能にする。蒸気パイプ1404は、ミスト排除器アセンブリ1400に進入する低压蒸気と混合することなく、高压蒸気がミスト排除器アセンブリ1400を通して蒸発器／凝縮器に進入するための流体経路を提供する。この実施形態では、蒸気パイプ1404は、ステンレス鋼で製造する。他の実施形態では、蒸気パイプは、めっきを施したアルミニウム、RADEL（登録商標）、銅ニッケル、およびチタンを含むがそれらに限定されない、材料で製造してもよい。蒸気パイプ1404の長さは、圧縮機と接続すること、およびミスト排除器アセンブリ1400全体を通過することを可能にするのに十分でなければならない。蒸気パイプの第2の端は、上フランジ1312の中央に位置するポート内で受容される。蒸気パイプ1404の内径は、圧縮器にわたる圧力降下に影響を及ぼしてもよい。システムに対する別の効果は、蒸気パイプ1404がミスト排除器内の有効容積を低減して、低压蒸気から水滴を除去することである。

20

#### 【0108】

やはり図14-14Cを参照すると、蒸気パイプ1404はまた、ミスト分離器1406を受容するための複数の外部溝を有してもよい。ミスト分離器1406は、開口を有する環状板である。この開口は、低压蒸気が板を通過することを可能にする。一実施形態では、複数のミスト分離器が蒸気パイプ1404の溝内に設置される。これらの板は、開口が先述の板から180°となるように配向される。加えて、出口ポート1410に最も近い板は、開口がポートから180°となるように配向される。代替実施形態では、板は、水滴を収集するように、板の上部面上に溝を含んでもよい。これらの溝は、収集した水が板から流れ去り、ミスト排除器アセンブリ1400の基部に向かって落ちることを可能にするように、先細であってもよい。ミスト分離器1406は、1対のスナッピングおよび波形ワッシャを使用して、蒸気パイプ1404に固定されてもよい。

30

40

#### 【0109】

やはり図14-14Cを参照すると、第2のポート1410はまた、キャップ1402の上部面に位置してもよく、乾燥低压蒸気がミスト排除器アセンブリ1400から退出することを可能にする。出口ポートのサイズおよび場所に関する例示的实施形態については、前の論議を参照されたい。

#### 【0110】

やはり図14-14Cを参照すると、第3のポート1412がキャップ1402の側壁内に位置してもよい。このポートは、低压蒸気から除去された水が装置から退出することを可能にする。ポートの場所は、好ましくは、アセンブリ内に放出水を過剰に蓄積することなく、放出水がミスト排除器アセンブリ1400から退出し得る高さにある。加えて、

50

ポートの高さは、低すぎないことが好ましく、むしろ、管の出口を覆う放出水のレベルを維持するのに十分であることが好ましい。例示的实施形態では、管は、ポート1412に接続されてもよく、放出水は、装置100から退出する前にレベルセンサ筐体108および熱交換器102を通過してもよい。

#### 【0111】

やはり図14-14Cを参照すると、ミスト排除器アセンブリ1400は、十分な耐食性および耐高温性を有する任意の材料で製造してもよい。この実施形態では、ミスト排除器アセンブリは、ステンレス鋼で製造する。アセンブリは、RADEL（登録商標）、ステンレス鋼、チタン、および銅ニッケルを含むがそれらに限定されない、他の材料で製造してもよい。

10

#### （圧縮器）

水蒸気蒸留装置100は、圧縮器106を含んでもよい。例示的实施形態では、圧縮器は、再生ブロワである。他の種類の圧縮器が実装されてもよいが、この用途の目的で、再生ブロワが示されており、例示的实施形態に関して説明されている。再生ブロワの目的は、蒸発器／凝縮器の蒸発器域から退出する低圧蒸気を圧縮して、高圧蒸気を生成することである。蒸気の圧力を増加させると、蒸気の温度が上昇する。高圧蒸気が蒸発器／凝縮器の凝縮器域の管の上で凝縮すると、熱エネルギーが流入源水に伝達されるため、この温度の上昇が望ましい。高圧蒸気から伝達される熱エネルギーが再生ブロワに低圧蒸気を供給するため、この熱伝達が重要である。

#### 【0112】

20

低圧蒸気と高圧蒸気との間の圧力の変化は、生産水の所望の出力により定まる。生産水の出力は、高圧蒸気の流速に関係する。圧縮器から蒸発器／凝縮器の凝縮器域への高圧蒸気の蒸気流速が、蒸気を受容する凝縮器の能力よりも大きければ、蒸気が過熱される場合がある。逆に、蒸発器／凝縮器の蒸発器側が、圧縮器が圧縮できるよりも多くの蒸気を生産した場合、蒸発器／凝縮器の凝縮器側は、圧縮器からの高圧蒸気の限定された流速により、全能力で動作しない場合がある。

#### 【0113】

ここで図15-15Gを参照すると、例示的实施形態は、蒸発器／凝縮器の蒸発器域からの低圧蒸気を圧縮するための再生ブロワアセンブリ1500を含んでもよい。再生ブロワアセンブリ1500は、図15Cに図示されるように、内部空洞を画定する上筐体1502および下筐体1504を含む。上筐体1502および下筐体1504の詳細図については、図15D-Gを参照されたい。上筐体1502および下筐体1504によって画定される内部空洞の中には、インペラアセンブリ1506が位置する。筐体は、RYTON（登録商標）、ULTEM（登録商標）、またはポリスルホンを含むが、種々のプラスチックで製造してもよい。代替として、筐体は、チタン、銅ニッケル、およびアルミニウムニッケル青銅を含むがそれらに限定されない、材料で製造してもよい。例示的实施形態では、上筐体1502および下筐体1504は、アルミニウムで製造する。代替実施形態では、材料が耐高温性と耐食性とを有し、水を吸収せず、十分な構造強度を有するという選好により、他の材料が使用されてもよい。筐体は、好ましくは、インペラアセンブリおよび関連内部通路を収容するのに十分なサイズである。さらに、筐体は、好ましくは、静止筐体と回転インペラとの間の十分な隙間を提供して、摺動接触を回避し、漏出がブロワの2つの段の間で発生することを防止する。隙間に加えて、上筐体1502および下筐体1504は、相互に鏡像関係を持たせてもよい。

30

40

#### 【0114】

ここで図15D-Fを参照すると、上筐体1502および下筐体1504は、入口ポート1510および出口ポート1512を有してもよい。蒸発器／凝縮器からの低圧蒸気は、入口ポート1510を通過してブロワアセンブリ1500に進入する。例示的实施形態では、入口ポートは、上筐体1502および下筐体1504の環状流動チャネルの周囲にらせん流を生成するように成形される。低圧蒸気を圧縮した後、高圧蒸気が出口ポート1512から排出される。上筐体1502および下筐体1504の入口ポート1510と出口

50

ポート1512との間では、ブロワアセンブリから退出する高圧蒸気およびアセンブリに進入する低圧蒸気の混合を防止するように隙間が低減される。例示的实施形態は、ストリッパ板1516を含んでもよい。この板において、上筐体1502および下筐体1504に提供される開放流動チャンネルは、インペラブレード内にある高圧蒸気のみが、入口領域と呼ばれる入口ポート1510付近の領域を通過することを可能にする。

#### 【0115】

やはり図15D-Fを参照すると、ストリッパ板1516を通した入口領域の中への高圧蒸気の持ち越しは、入口ポート1510からブロワアセンブリ1500に進入する流入低圧蒸気と不可逆的に混合してもよい。蒸気の混合は、流入低圧蒸気の温度の増加を引き起こしてもよい。高圧蒸気の持ち越しはまた、入口領域中の高圧蒸気の膨張により、低圧蒸気の流入を遮断してもよい。上筐体1502および下筐体1504の中の減圧導管1514は、インペラブレードに封入された圧縮蒸気を抽出し、蒸気を入口領域の中へ放出して流入低圧蒸気を遮断してもよい。

10

#### 【0116】

やはり図15D-Fを参照すると、入口ポート1510と出口ポート1512との間の距離は、ストリッパ板1516のサイズによって制御される。例示的实施形態では、ストリッパ板域は、入口領域の中への高圧蒸気の持ち越しの量を低減し、上筐体1502および下筐体1504内の作用流動チャンネルを最大化するために最適化される。

#### 【0117】

ここで図15H-Kを参照すると、例示的实施形態では、軸1514は、インペラアセンブリ1506に押し込まれ、軸1514によって支持される、加圧水供給軸受1516によって支持される。この実施形態では、軸受は、黒鉛で製造してもよい。代替実施形態では、軸受は、Teflon（登録商標）複合物および青銅合金を含むが、それらに限定されない材料で製造してもよい。

20

#### 【0118】

やはり図15H-Kを参照すると、水がブロワアセンブリ1500の圧縮チャンバに進入してもよい時に、加圧水供給軸受1516に供給される水は、好ましくは、清浄水である。水が圧縮チャンバに進入する場合、水は、おそらく純粋蒸気と混合する。純粋蒸気と混合する汚染水は、汚染高圧蒸気をもたらす。例示的实施形態では、生産水は軸受に供給される。

30

#### 【0119】

例示的实施形態の高速ブロワ軸受1516に対して、流体力学的潤滑が所望される。流体力学的動作において、回転軸受は、潤滑剤の膜に乗り、静止軸に接触しない。この潤滑のモードは、最低摩擦係数を提供し、構成要素の物理的接触がないため、摩耗は本質的に存在しない。

#### 【0120】

混合膜潤滑および境界潤滑のような、他の潤滑状態における動作は、流体力学的動作よりも高い電力喪失および高い摩耗率をもたらす。例示的实施形態では、ブロワは、流体力学的潤滑、膜潤滑、または両方の組み合わせを有して動作してもよい。回転軸受と静止軸との間の運転隙間、軸受の回転速度、ならびに潤滑流体圧力および流動は、軸受潤滑モードに影響を及ぼしてもよい。

40

#### 【0121】

ここで図15H-Kを参照すると、流体力学的軸受では、制限荷重率が、熱散逸能力の影響を受けてもよい。非潤滑（または境界潤滑）軸受と比較すると、流体力学的軸受は、熱を消散させるための付加的な機構を有する。流体力学的軸受の最も効果的な熱放出方法は、潤滑流体が熱エネルギーを運び去ることを可能にすることである。例示的实施形態では、軸受供給水は、軸受1516から熱エネルギーを除去する。この実施形態では、軸受を通して流れる水の体積は、動作限界内に軸受の温度を維持するのに十分であることが好ましい。加えて、直径の隙間は、軸受供給水の流速を制御するように変動されてもよいが、これらの隙間は、流体力学的圧力の損失を生成するほど大きくないことが好ましい。

50

## 【0122】

やはり図15H-Kを参照すると、軸受1516に供給される、軸受供給水の量は、好ましくは、流体力学的潤滑を維持するのに十分である。過度の軸受供給水は、ブロワアセンブリ1500に悪影響を及ぼす場合がある。例えば、過剰な水は、高圧蒸気を急冷して、装置の熱効率を不必要に低減する場合がある。過剰な軸受供給水による別の悪影響として、過剰な軸受供給水がインペラアセンブリから外向きに放出され、筐体壁と通過インペラブレードとの間に押し進められる時の水の剪断により、電力損失を生じる場合がある。

## 【0123】

図15Lを参照すると、例示的实施形態では、過剰な軸受供給水がインペラバケットに進入することを防止するために、軸受供給水用の帰還路1526がブロワ内に提供される。

10

## 【0124】

再び図15H-Kを参照すると、例示的实施形態では、軸受給水ポンプは、加圧水供給軸受1516への入力に対して、2~5 psiの圧力を維持する。軸受供給水の流速は、一定の軸受供給水の圧力を有することによって維持されてもよい。例示的实施形態では、軸受供給水の圧力は、軸受1516への軸受供給水の流速を確保するように制御されてもよい。

## 【0125】

やはり図15H-Kを参照すると、例示的实施形態では、インペラアセンブリは、機械的シールよりもむしろ磁気駆動連結部を使用するモータによって駆動されてもよい。機械的シールの欠如は、相互に接触する可動部と関連する摩擦損失をもたらさない。この実施形態では、磁気駆動連結部は、内側回転子磁石1518と、格納外郭構造1520と、外側磁石1522と、駆動モータ1508とを含んでもよい。

20

## 【0126】

やはり図15H-Kを参照すると、内側磁石回転子1518は、カップ内に埋め込まれてもよい。例示的实施形態では、磁石は、軸方向に配置される。他の実施形態では、軸方向は、放射状に配置されてもよい。このカップは、プラスチックまたは金属材料で製造してもよい。いくつかの実施形態では、カップの材料は、RYTON（登録商標）、ULTEM（登録商標）、またはポリスルホンであってもよいが、それらに限定されない。同様に、磁石は、フェライト、アルミニウム・ニッケル・コバルト、サマリウムコバルト、およびネオジム鉄ホウ素を含むがそれらに限定されない、材料で製造してもよい。例示的实施形態では、カップは、インペラアセンブリ1500に取り付けられる。例示的实施形態では、カップは、軸1514上に圧入される。カップを取り付けさせる他の方法は、スプラインおよび止めネジを含んでもよいが、それらに限定されない。

30

## 【0127】

やはり図15H-Kを参照すると、磁気連結外郭構造1520は、内側回転子磁石1518と外側回転子磁石1522との間に配置される。磁気連結外郭構造1520は、圧力容器またはブロワアセンブリ1500用の格納外郭構造である。この外郭構造は、ブロワアセンブリ1500内で圧縮されている蒸気を密閉し、蒸気が周辺環境の中へ漏出することを防止する。

40

## 【0128】

やはり図15H-Kを参照すると、外郭構造1520が内側回転子磁石1518と外側回転子磁石1522との間に位置するため、渦電流損失が発生する場合がある。外郭構造1520が導電性である場合には、回転磁場は、外郭構造を通して電流を流れさせ、電力損失を生じさせる場合がある。逆に、渦電流損失の量を低減するためには、高い電気抵抗性材料で製造した外郭構造1520が好ましい。例示的实施形態では、磁気連結外郭構造1520を製造するために、チタンが使用されてもよい。この材料は、高い電気抵抗および耐食性の組み合わせを提供する。軸受供給水と外郭構造1520との間の接触の可能性があるため、耐食性が好ましい。他の実施形態では、外郭構造1520は、より高い電気抵抗および耐食性を有するプラスチック材料で製造してもよい。これらの代替実施形態で

50

は、外郭構造1520は、RYTON（登録商標）、ULTEM（登録商標）、ポリスルホン、およびPEEKを含むがそれらに限定されない材料で製造してもよい。

#### 【0129】

やはり図15H-Kを参照すると、外側回転子磁石1522は、駆動モータ1508に接続されてもよい。このモータは、外側回転子磁石1522を回転させ、内側回転子磁石を回転させて、インペラアセンブリ1506が、上筐体1502および下筐体1504によって画定される空洞内で低圧蒸気を圧縮することを可能にする。例示的实施形態では、駆動モータは電気モータであってもよい。代替実施形態では、駆動部は、内燃またはスターリングエンジンであってもよいが、それに限定されない。

#### 【0130】

やはり図15H-Kを参照すると、ブロワアセンブリ1500は、2つの単段ブロワまたは2段ブロワとして構成されてもよい。2つの単段ブロワの動作では、蒸発器／凝縮器の蒸発器側からの流入低圧蒸気は、ブロワの2つの別個の段の入口ポートの両方に同時に供給される。第1段は、下筐体1504とインペラアセンブリ1506との間の底部にあってもよく、第2段は、上筐体1502とインペラアセンブリ1506との間の最上部にあってもよい。インペラアセンブリ1506が回転するにつれて、両方の段の入口ポート1510からの流入低圧蒸気は、同時に圧縮され、高圧蒸気は、上筐体1502の出口ポート1512および下筐体1504の出口ポート1512から出てゆく。

#### 【0131】

やはり図15H-Kを参照すると、対照的に、2段ブロワは、2つの異なる圧縮サイクルを有する。第1の圧縮サイクル中、蒸発器／凝縮器の蒸発器からの低圧蒸気は、下筐体の入口1514に供給される。第1段からの圧縮蒸気は、下筐体の出口ポート1516を通過して退出し、上筐体1502の入口ポート1510に供給される。第1段で圧縮された、この蒸気は、第2段中に再び圧縮される。第2の圧縮サイクル後、蒸気は、上昇した圧力で、上筐体1502の出口ポート1512を通過してブロワアセンブリ1500から出てゆくことができる。

#### 【0132】

所与のブロワ設計について、2つの単段ブロワおよび2段ブロワ構成の両方は、独特の圧力流動曲線を有する。これらの曲線は、2つの単段ブロワが、より高い圧力差を生成する2段ブロワと比較して、蒸気のより高い流速を生成することを示す。システム動作差圧に基づいて、ブロワの流速および効率は、ブロワの流動特性に依存している。ブロワアセンブリ1500にわたる差圧に応じて、1つの構成が他の構成よりも好ましいかもしれない。例示的实施形態では、ブロワアセンブリ1500は、2単段ブロワ構成を有する。

#### 【0133】

ここで図16-16Aを参照すると、上筐体1502および下筐体1504によって画定される内部空洞内に、インペラアセンブリ1600（図15の1506としても識別される）がある。インペラアセンブリ1600は、インペラ1602の各側面上の複数のインペラブレードと、スピンドル1604とを含む。例示的实施形態では、インペラ1602は、Radell（登録商標）で製造してもよく、インペラスピンドル1604は、アルミニウムで製造してもよい。代替実施形態では、これらの部品は、チタン、PPS、ULTEM（登録商標）を含むが、それらに限定されない材料で製造してもよい。これらの材料が耐高温性を有し、水を吸収しないという選好により、これらの部品を製造するために他の材料が使用されてもよい。加えて、インペラスピンドル1604は、軸受供給水を水溜に戻すための通路を有してもよい。これらの通路は、軸受供給水がインペラバケットに進入することを防止する。

#### 【0134】

やはり図16-16Aを参照すると、ブレードは、インペラが回転している時に一連のらせん流を生成するようにインペラ1602の周辺の各側面上に設計されている。この流動は、蒸気が開放環状チャネルを通過して流れるにつれて、付加的なエネルギーのために、蒸気を繰り返しブレードに通過させる。ブレードの数およびバケットの体積は、所望の流

10

20

30

40

50

速および圧力差を最適化するように設計されてもよい。ブレードの数およびバケットの体積は、相互に反比例し、したがって、ブレードの数を増加させると、より高い圧力差であるが、より低い流速を生成する。インペラ 1 6 0 2 の外周上のラビリンス溝は、ブロワアセンブリ 1 5 0 0 の段階にわたって蒸気漏出を防止し、それにより、ブロワ効率を増加させる。

#### 【0135】

再び図 1 5 H-K を参照すると、軸 1 5 1 4 は、上筐体 1 5 0 2 および下筐体 1 5 0 4 に取り付けられ、静止している。例示的实施形態では、軸 1 5 1 4 は、チタンで製造してもよい。他の実施形態では、軸 1 5 1 4 は、酸化アルミニウム、酸化ケイ素、またはチタン、ならびに耐摩耗性および耐食性を増加させるための被覆を有するステンレス鋼を含むが、それらに限定されない材料で製造してもよい。加えて、軸 1 5 1 4 は、軸 1 5 1 6 に軸受供給水を運ぶ、通路を有してもよい。

10

#### 【0136】

やはり図 1 5 H-K を参照すると、2 段ブロワ構成のブロワアセンブリ 1 5 0 0 は、下向きの軸推進力を生成してもよい。この力は、インペラアセンブリ 1 5 0 6 の最上部における第 2 段が、インペラアセンブリ 1 5 0 6 の底部にある第 1 段と比較して、より高い圧力にあるため、生成される。代替実施形態では、この推進力は、内側回転子磁石 1 5 1 8 および外側回転子磁石 1 5 2 2 をオフセットすることによって生成される、平等で反対方向の磁力によって平衡を保たれてもよい。この構成は、下方の加圧水供給軸受 1 5 1 6 の推進面の過剰な摩耗を防止する。

20

#### 【0137】

ここで図 1 7-1 7 E を参照すると、代替的な再生ブロワの実施形態 1 7 0 0 が示されている。この実施形態は、インペラ筐体アセンブリ 1 7 0 2 と、取付板 1 7 0 4 と、取付フランジ 1 7 0 6 とを含んでもよい。再生ブロワアセンブリ 1 7 0 0 の断面図については、図 1 7 B-D を参照されたい。再生ブロワアセンブリ 1 7 0 0 の分解図については、図 1 7 E も参照されたい。

#### 【0138】

ここで図 1 7-1 7 E を参照すると、取付板 1 7 0 4 は、取付フランジ 1 7 0 6 をインペラ筐体アセンブリ 1 7 0 2 に接続する。取付板はまた、図 1 7 E に示されるように、インペラ筐体アセンブリ 1 7 0 2 の下筐体 1 7 0 8 の中に流体通路を提供する、ポートも提供する。加えて、取付板は、軸受供給水がブロワアセンブリ 1 7 0 0 から退出するための通路を提供する。

30

#### 【0139】

ここで図 1 7 F-I を参照すると、インペラ筐体アセンブリ 1 7 0 2 は、下筐体 1 7 0 8 と、インペラアセンブリ 1 7 1 0 と、上筐体 1 7 1 2 とを含んでもよい。また、インペラ筐体アセンブリ 1 7 0 2 の断面図については、図 1 7 H-I も参照されたい。

#### 【0140】

ここで図 1 7 F-I を参照すると、下筐体 1 7 0 8 および上筐体 1 7 1 2 は、インペラアセンブリ 1 7 1 0 を含有する内部空洞を画定する。この空洞は、インペラが流入低圧蒸気を圧縮するための容積を提供する。蒸気は、下筐体 1 7 0 8 および上筐体 1 7 1 2 内に位置する入口ポートを通してインペラ筐体アセンブリに進入してもよい。低圧蒸気がインペラアセンブリ 1 7 1 0 によって圧縮された後、高圧蒸気は、下筐体 1 7 0 8 および上筐体 1 7 1 2 に位置する出口ポートを通して退出してもよい。下筐体 1 7 0 8 の詳細図については、図 1 7 J-K を参照されたい。加えて、下筐体 1 7 0 8 および上筐体 1 7 1 2 は、アルミニウム、チタン、PPS、および U L T E M (登録商標) で製造してもよいが、それらに限定されない。

40

#### 【0141】

やはり図 1 7 F-I を参照すると、上筐体 1 7 1 2 は、筐体の上部面に取り付けられるアクセスカバー 1 7 1 4 を含んでもよい。アクセスカバー 1 7 1 4 が設置された上筐体 1 7 1 2 の上面図については、図 1 7 L を参照されたい。このカバーは、上筐体カバー内に

50

位置するポートへのアクセスを可能にする。アクセスカバー 1714 が設置されていない上筐体 1712 の上面図を提供する、図 17M を参照されたい。この図は、上筐体 1712 内に位置する入口および出口ポートを図示する。

#### 【0142】

ここで図 17N を参照すると、下筐体 1708 および上筐体 1712 は、筐体の内面上に、減圧導管 1716 と、ストリップ板 1718 とを含んでもよい。これらの特徴は、ブロワアセンブリ 1500 の例示的实施形態で説明されるものと同様の機能を果たす。

#### 【0143】

ここで図 18-18A を参照すると、下筐体 1708 および上筐体 1712 によって画定される内部空洞は、インペラアセンブリ 1800 (図 17 の 1710 としても識別される) を含有する。このアセンブリは、図 18-18A に示されるように、スピンドル 1802 と、ブレードを有するインペラ 1804 とを含んでもよい。低圧蒸気がインペラ筐体 1702 の内部空洞に進入すると、インペラアセンブリ 1800 は、アセンブリが回転させられるにつれて蒸気を圧縮する。

#### 【0144】

やはり図 18-18A を参照すると、駆動モータは、回転エネルギーを提供してインペラ 1804 およびブレードを回転させる。スピンドルの内面と軸との間には、軸受 1716 が位置してもよい。これらの軸受は、軸を支持し、インペラ 1804 が自由に回転することを可能にする。軸受 1716 は、スピンドル 1802 の端付近に位置してもよい。

#### 【0145】

装置の代替実施形態では、低圧蒸気は、その内容が参照することにより本明細書に組み込まれる、2005 年 1 月 27 日発行の「Pressurized Vapor Cycle Liquid Distillation」と題された米国特許出願公開第 2005/0016828A1 で説明されているような液封式ポンプを使用して、圧縮してもよい。

(レベルセンサアセンブリ)

ここで図 19 を参照すると、水蒸気蒸留装置 100 の例示的实施形態はまた、レベルセンサアセンブリ 1900 (図 1 では 108 としても識別される) を含んでもよい。このアセンブリは、装置 100 によって生産される生産水および／または放出水の量を測定する。

#### 【0146】

ここで図 19-19A を参照すると、レベルセンサアセンブリ 1900 の例示的实施形態は、沈殿槽 1902 と、レベルセンサ筐体 1904 とを含んでもよい。沈殿槽 1902 は、水が放出レベルセンサタンク 1912 の中へ進入する前に、放出水中の運搬される微粒子を収集する。タンクは、水がタンクを流れる時の水の速度を低減することによって、放出水から微粒子を除去する。沈殿槽 1902 は、内部容積を画定する。容積は、排水ポート 1908 に近接近して、排水ポート 1908 の反対側の側壁から延在するフィン 1905 を使用することによって、ほぼ半分に分割されてもよい。このフィン 1905 は、容積の底部から最上部まで延在してもよい。放出は、入口ポート 1906 を通って進入し、水がレベル感知ポート 1910 を通って進入してもよい前に、フィン 1905 の周囲を流れなければならない。放出が容器の本体の中へ進入するにつれて、面積の増加により、速度が減少する。放出中のあらゆる粒子は、速度減少によって懸濁液から沈降してもよい。沈殿槽 1902 は、耐食性および耐熱性を有する任意の材料で製造してもよい。例示的实施形態では、筐体は、RADEL (登録商標) で製造する。代替実施形態では、沈殿槽 1902 は、チタン、銅ニッケル、およびステンレス鋼を含むが、それらに限定されない他の材料で製造してもよい。

#### 【0147】

やはり図 19-19A を参照すると、沈殿槽 1902 は、入口 1906、排水 1908、およびレベルセンサポート 1910 といった、3 つのポートを有してもよい。入口ポート 1906 は、図 19A-B に示されるように、沈殿槽 1902 の上部面内に位置しても

10

20

30

40

50

よく、分離フィン1905に隣接し、排水ポート1908の反対側にあってもよい。このポートは、放出水がタンクに進入することを可能にする。排水ポート1908は、図19A-Bに示されるように、沈殿槽1902の底部に位置してもよい。排水ポート1908は、貯蔵部へのアクセスを提供して、タンクからの微粒子の除去を促進する。例示的实施形態では、タンクの底部は、図19Bに図示されるように、排水部に向かって傾斜してもよい。レベルセンサポート1910は、図19Aに図示されるように、タンクの上部面内に位置し、また、分離フィン1905に隣接するが、入口ポート1906の反対側にあってもよい。このポートは、放出レベルセンサ貯蔵部1912への流体経路を提供する。第4のポートは図19Aに示されていない。このポートは、放出水がレベルセンサアセンブリ1900から退出し、熱交換器に進入することを可能にする。このポートは、沈殿槽1902の上半分の側壁のうちの1つの内側に、かつ入口ポート1906から離れて位置する。

10

#### 【0148】

やはり図19-19Aを参照すると、例示的实施形態では、ストレーナが、放出水が放出レベルセンサ貯蔵部1912および沈殿槽1902から退出した後の流路内に設置されてもよい。ストレーナは、放出水が他の装置構成要素へと流れることを可能にしながら、大きい微粒子を収集してもよい。ストレーナは、耐食性を有する材料で製造してもよい。例示的实施形態では、ストレーナは、ステンレス鋼で製造する。加えて、フィルタ要素は、要素の清掃を支援するように可撤性であってもよい。ストレーナは、放出水から微粒子を除去して、熱交換器に進入する微粒子の量を限定する。放出水中の過剰な微粒子は、熱交換器の内管を薄片および堆積物で詰まらせ、熱交換器の効率を低減する場合がある。加えて、微粒子は、熱交換器を通る放出水の流動を妨害する閉塞を生じる場合がある。

20

#### 【0149】

やはり図19-19Aを参照すると、沈殿槽1902は、レベルセンサ筐体1904と流体接続している。この筐体は、放出レベルセンサ貯蔵部1912、生産物レベルセンサ貯蔵部1914、および軸受供給水貯蔵部1916を含むがそれらに限定されない、3つの内部貯蔵部を有してもよい。放出レベルセンサ貯蔵部1912は、汚染物質が生産水を放出水と混合することを防止するように、他の貯蔵部から独立している。レベルセンサ筐体1904は、耐食性および耐熱性を有する任意の材料で製造してもよい。例示的实施形態では、筐体は、RADEL（登録商標）で製造する。他の実施形態では、筐体は、チタン、銅ニッケル、およびステンレス鋼を含むが、それらに限定されない他の材料で製造してもよい。他の実施形態では、球浮きが45度の可動範囲を有してもよく、この移動中に、流体レベルの体積の一定の変化があるという選好により、筐体は様々に成形されてもよい。

30

#### 【0150】

やはり図19-19Aを参照すると、レベルセンサ筐体1904内には、放出レベルセンサ貯蔵部1912がある。この貯蔵部は、タンク1902の上部面内に位置する測定ポート1910を介して、沈殿槽1902と流体接続している。貯蔵部は、装置によって生成される放出水の速度がレベルセンサ1918を使用して測定されてもよい場所を提供する。放出水が沈殿槽を充填するにつれて、その水のいくらかは、測定ポート1910を通じて放出レベルセンサ貯蔵部1912の中へ流れる。加えて、通気ポート1923が貯蔵部の最上部内に位置してもよい。このポートは、空気が貯蔵部から漏出することを可能にして、放出水が空洞を充填することを可能にする。貯蔵部の容積は、水位を維持するのに十分でなければならない。過小の容積を有する筐体は、すぐに充填されて排出し、レベルセンサの機能に悪影響を及ぼす場合がある。対照的に、大きな容積を有する貯蔵部は、容積の所与の増加または減少に対するわずかな流体レベルの高さの変化により、より緩速のレベルセンサ応答時間を有する場合がある。より大きい容積はまた、装置の動作によって生成される水位の変動を緩和する場合もある。ここで図73を参照すると、放出排水7300流体経路はレベルセンサアセンブリに含まれレベルセンサアセンブリと流体接続している場合がある。いくつかの実施形態では、放出排水7300流体経路は、装置100の

40

50

洗浄又はフラッシングを容易にするために用いることができる。いくつかの実施形態では、放出排水7300流体経路は、例えば手動ボール弁によって周囲環境からシールしてもよいが、シールは手動ボール弁に限定されない。いくつかの実施形態では、弁は手動弁でなくてもよく、例えば、制御システムにより制御される差動弁であってもよく、実施形態によっては、洗浄とフラッシングは少なくとも一部を自動化してもよい。

#### 【0151】

やはり図19-19Aを参照すると、生産物レベルセンサ貯蔵部1914は、放出レベルセンサ貯蔵部1912の隣に位置してもよい。生産物レベル貯蔵部1914は、入口ポート1920および出口ポート1922を有する。生産水は、入口ポート1920を通過して貯蔵部に進入し、出口ポート1922を通過して貯蔵部から退出する。出口ポート1922は、貯蔵部からの水の流出を向上させるように、レベルセンサの低端測定点より下に位置してもよい。同様に、入口ポート1920は、流入水によって引き起こされる混乱を最小化するように、レベルセンサの低端測定点より下に位置してもよい。例示的实施形態では、入口ポート1920および出口ポート1922は、図19Aに示されるように、レベルセンサ筐体1904の側面上に位置してもよい。この貯蔵部は、装置によって生成されている生産物の速度を測定するための空間を提供する。さらに、ベントポート1923は、貯蔵部の上部の中に配置され得る。このポートは、生産水が空洞を充填することを可能にする貯蔵部から空気が逃げることが可能にする。

10

#### 【0152】

やはり図19-19Aを参照すると、生産物レベルセンサ貯蔵部1914は、軸受供給水貯蔵部1916と流体接続している。外部ポート1924は、図19Cに示された、生産水が生産物レベルセンサ貯蔵部1914と軸受供給水貯蔵部1916との間を流れるための流体経路を提供する。生産水は、外部ポート1924を通過して軸受供給水貯蔵部1916に進入する。加えて、軸受供給水貯蔵部1916は、図19Cに示された供給ポート1926および帰還ポート1928を有する。供給ポート1926は、再生ブロワアセンブリ内の軸受を潤滑するための流体経路を提供する。同様に、帰還ポート1928は、生産水が再生ブロワアセンブリの軸受の潤滑から帰還するための流体経路を提供する。供給および帰還ポートは、図19Cに示されるように、レベルセンサ筐体1904の側面上に位置してもよい。

20

#### 【0153】

やはり図19-19Aを参照すると、軸受供給水貯蔵部1916内の生産水の量を監視するために、光学レベルセンサが設置されてもよい。例示的实施形態では、光学レベルセンサは、軸受供給水貯蔵部1916の中の約2/3の高さに位置してもよい。このセンサは、水が貯蔵部に存在することを感知して、軸受を潤滑するのに十分な水があることを示す。センサはまた、レベルセンサ筐体1904にセンサを螺入することによって設置されてもよい。センサは、水密シールを提供するためにOリングを含んでもよい。他の実施形態では、センサは、伝導度センサ、フロートスイッチ、静電容量センサ、または超音波センサであってもよいが、それに限定されない。

30

#### 【0154】

ここで図19D-Fを参照すると、2つの貯蔵部を有する代替的なレベルセンサ筐体1930が示されている。レベルセンサ筐体1930内には、放出レベルセンサ貯蔵部1932がある。この貯蔵部は、レベルセンサ筐体1904内の前述の放出貯蔵部1912と同様であり、それと同じ機能を果たす。対照的に、ここでは、生産物レベルセンサ貯蔵部1934は、再生ブロワの軸受に供給する生産水を含有する。レベルセンサ筐体1904の軸受供給水貯蔵部1916は、この構成から排除される。代わりに、生産水は、再生ブロワ用の水を供給するように、生産物レベルセンサ貯蔵部から引き出される。

40

#### 【0155】

やはり図19D-19Fを参照すると、生産物レベルセンサ貯蔵部1934は、入口ポート1935、出口ポート1936、帰還ポート1938、および供給ポート1940を有してもよい。入口ポート1935は、生産水が貯蔵部に進入することを可能にする。同

50

様に、出口ポート1936は、生産水が筐体から退出するための流体経路を提供する。さらに、供給ポート1940は、生産水が貯蔵部から出て、再生ブロワの軸受を潤滑することを可能にする。再生ブロワの軸受を通過した後、生産水は、帰還ポート1938を通じて生産物レベルセンサ筐体に再進入してもよい。これらのポートは、筐体の中のどこに位置してもよいが、供給ポート1940および帰還ポート1938を筐体の底部付近に配置することにより、レベルセンサの機能に対する悪影響を抑制してもよい。

#### 【0156】

ここで図19G-Hを参照すると、レベルセンサアセンブリ1918からの入力を受信するように、センサ1942がレベルセンサ筐体1904の外側に配置されても良い。レベルセンサアセンブリ1918から入力を受信すると、センサ1942は、タンク中の水位が特定範囲内または特定レベルであると信号伝達する。例示的实施形態では、センサは、連続アナログセンサであってもよい。この種のセンサは、レベルセンサアセンブリ1918の位置について連続フィードバックを提供する。レベルセンサ内の磁石が位置を変化させると、センサの場所を判定するために測定および使用される、電圧の変化が発生する。他の実施形態は、ホールセンサまたはリードスイッチを含んでもよいが、それに限定されない。図19Hは、一式の浮動磁石1944および位置磁石1946を含む、レベルセンサアセンブリの1つの可能な代替実施形態を図示する。位置磁石1946は、レベルセンサ筐体1904の側面に取り付けられる。

#### 【0157】

ここで図20-20Aを参照すると、放出レベルセンサ貯蔵部1912および生産物レベルセンサ貯蔵部1914内には、レベルセンサ2000（図19Aおよび19Eの1918としても識別される）がある。これらのセンサは、基部2002と、アーム2004と、浮動球2006とを含んでもよい。

#### 【0158】

やはり図20-20Aを参照すると、レベルセンサ2000の例示的实施形態は、アーム2004および浮動球2006を支持する、基部2002を含んでもよい。アセンブリはまた、2つの磁石（図示せず）も含む。基部は、アームおよび浮動球アセンブリに接続され、アセンブリは、小径軸（図示せず）上で枢動する。加えて、基部2002は、2つの磁石を担持する。これらの磁石は、相互から180度に位置し、基部2002の表面上で、かつ枢動部と平行に位置する。加えて、これらの磁石は、基部2002内の枢動点と同軸上に配置されてもよい。例示的实施形態では、磁石は、軸の磁化方向を有する、円柱磁石であってもよい。

#### 【0159】

やはり図20-20Aを参照すると、レベルセンサ2000は、枢動部に対するアームおよび球アセンブリの回転を測定する。例示的实施形態では、最大変位角は45度である。この実施形態では、レベルセンサは、浮動球2006が枢動部の直下に配置されることを防止するように設置される。他の実施形態では、最大変位角は、80度ほどの大きさであってもよい。センサは、筐体の壁を通して磁石を監視してもよい。この構成は、センサが腐食性の放出水に暴露されないこと、およびレベルセンサ筐体を密閉することを可能にする。基部は、耐食性、耐熱性、および非磁性を有する任意の材料で製造してもよい。例示的实施形態では、基部2002は、G10プラスチックで製造する。代替実施形態では、基部2002は、RADEL（登録商標）、チタン、銅ニッケル、および繊維ガラス積層品を含むが、それらに限定されない他の材料で製造してもよい。

#### 【0160】

やはり図20-20Aを参照すると、基部2002には、アーム2004が取り付けられる。アーム2004は、基部2002を浮動球2006と接続する。例示的实施形態では、アーム2004は、G10プラスチック材料で製造される。材料が十分な耐高温性を有するという選好により、アーム2004を製造するために他の材料が使用されてもよい。他の材料は、ステンレス鋼、プラスチック、RADEL（登録商標）、チタン、および銅ニッケルを含んでもよいが、それらに限定されない。アームの長さは、レベルセンサ貯

10

20

30

40

50

蔵部のサイズにより定まる。加えて、例示的实施形態は、アームの長手軸に沿い、かつ垂直に位置する、複数の開口を有する。これらの開口は、アームの重量を低減し、アームがレベル変化に対してより敏感になることを可能にする。

#### 【0161】

やはり図20-20Aを参照すると、アーム2004の他方の端には、浮動球2006が付加される。浮動球2006は、水流が接触するための表面積を提供する。水によって浮動球2006に印加される力は、レベルセンサアセンブリ2000を小径軸の周りに駆動させる。このアームの位置の変化は、装置の中の水の量を示す。浮動球は、耐食性および耐熱性を有する任意の材料で製造してもよい。加えて、材料は、好ましくは、低い水吸収率を有する。例示的实施形態では、浮動球は、中空ステンレス鋼で製造する。源水が海水等の高濃度である用途については、浮動球2006は、プラスチック、チタン、および銅ニッケルを含むがそれらに限定されない、任意の高耐食性材料で製造してもよい。さらに、浮動球2006は、好ましくは、レベルセンサ筐体1904内に配置されるように適正なサイズであるため、浮動球は自由に動くことが可能である。加えて、浮動球2006のサイズは、レベルセンサ貯蔵部のサイズにより定まる。

10

#### 【0162】

ここで図21-21Aを参照すると、軸受給水貯蔵部1916の供給ポート1926には、軸受給水ポンプ2100（図1-1Aにおいて110としても識別される）が接続されてもよい。ポンプ2100は、生産水が軸受給水貯蔵部1916から再生ブロウへ流れることを可能にする。例示的实施形態では、流速は60ml/分であり、圧力は2psiから2~1/4psiに及ぶ。ポンプが再生ブロウ内の軸受への適正な潤滑流を維持するのに十分な量を提供することができるという選好により、任意の種類のポンプが使用されてもよい。加えて、ポンプ2100は、好ましくは、周辺環境の高温およびポンプを通過する高温の生産水の高温に耐えるように耐熱性である。例示的实施形態では、軸受給水ポンプ110は、GOTEC線形容積型ポンプ・モデル番号ETX-50-VICである。代替実施形態では、ポンプが高温で動作することが可能であるという選好により、遠心分離ポンプ等の他のポンプの種類が使用されてもよい。

20

#### （制御機器）

装置はまた、異なる水流経路用の複数の制御弁を有する、多岐管を含んでもよい。典型的には、この多岐管は、装置に進入する水の量を制御するように、源水用の入口配管内に制御弁を含んでもよい。過大な圧力において、制御弁は開くことができなくなり、またはいったん開くと閉じることができなくなる場合があるため、源水の圧力を調節するために、調節器が入口配管に含まれてもよい。

30

#### 【0163】

同様に、多岐管はまた、放出水を装置の外へ運搬する出口配管内に制御弁を含んでもよい。この弁は、操作者が装置から退出する放出水の量を制御することを可能にする。

#### 【0164】

制御多岐管はまた、生産水用の出口配管内に制御弁を含んでもよい。この弁は、操作者が装置から退出する生産水の量を制御することを可能にする。例示的实施形態では、出口配管の各区分に対して1つの制御弁がある。同様に、装置は、蒸発器／凝縮器から気体化合物を放出するように通気弁を含む。通気弁は、少量の蒸気を排出することによって、装置の動作条件を維持する。蒸気を放出することにより、装置が過熱することを防止する。同様に、蒸気を放出することにより、装置が機能することを妨害する場合がある、凝縮器空間中の化合物の蓄積も防止する。

40

#### 【0165】

典型的には、制御弁は、同じ種類であってもよい。例示的实施形態では、制御機器は、SPARTAN SCIENTIFIC (Boardman, Ohio 44513)製のソレノイド型弁シリーズ4BKR、モデル番号9-4BKR-55723-1-002である。代替実施形態では、制御機器は、比例弁であってもよいが、それに限定されない。制御弁は、0~5ボルトの電気入力を使用して、電子的に操作される。

50

## 【0166】

また、装置は、その内容が参照することにより本明細書に組み込まれる、2005年9月8日発行の「Backpressure Regulator」と題された米国特許出願公開第2005/0194048A1で説明されているような、背圧調節器を含んでもよい。

## 【0167】

水蒸気蒸留装置は、電圧調節器を含んでもよい。典型的には、装置は、従来の壁コンセントから提供される単相電力を受け取ってもよい。しかしながら、他の国では、電圧が異なる場合がある。この電圧の差異に対処するために、適正な種類の電圧が装置の電気構成要素に供給されることを確実にするように、電圧調節器が装置に含まれてもよい。

10

## 【0168】

加えて、装置に電気エネルギーを提供するように、バッテリーがシステム内に含まれてもよい。電気エネルギーがバッテリーから供給されると、装置は、好ましくは、流入電気を直流から交流に変化させるような、電気インバータを含む。他の実施形態では、装置は、スターリングおよび内燃エンジンから電気エネルギーを受容してもよい。これらの実施形態もまた、電気インバータを必要としてもよい。他の実施形態では、装置は、電気構成要素に電力供給するように装置に供給される電圧の量を増加させるために、ブーストループを含んでもよい。

## (水を蒸留する方法)

本明細書では、源水を濾すステップと、熱交換器を使用して源水を加熱するステップと、源水を低圧蒸気に変換するステップと、乾燥低圧蒸気を生成するように原料蒸気から水を除去するステップと、乾燥低圧蒸気を高圧蒸気に圧縮するステップと、高圧蒸気を生産水に凝縮するステップとを含む、水蒸気蒸留の方法も開示される。

20

## 【0169】

ここで図22-22Aを参照すると、源水は、蒸気に変換され、後に生産水と呼ばれる清浄な純水に凝縮する、汚染水である。図22は、以前に開示された装置内の源水の流体経路を図示する。源水は、図22Aに図示されるように、熱交換器に接続された入口管を通して装置に進入する。典型的には、ポンプは、入口管を通して熱交換器の中へ源水を流れさせるように設置されてもよい。入口管内には、原料が管に進入する場所と熱交換器との接続部との間に設置されたストレーナ2202があってもよい(図22Aを参照)。他の実施形態では、装置の中への源水の流動を調節するために、調節器2204が入口管内に配置されてもよい。同様に、一実施形態では、水源から装置を分離するために、弁2206が入口管内に配置されてもよい。

30

## 【0170】

やはり図22-22Aを参照すると、動作時に、源水は、ストレーナ2202を通過して大きな微粒子を除去する。これらの大きな微粒子は、入口および放出弁または熱交換器の内管を詰まらせることによって、装置の動作に悪影響を及ぼす場合がある。また、微粒子は、蒸発器/凝縮器の管の上に堆積して、装置の効率を低減する場合がある。例示的实施形態では、ストレーナ2202は、制御弁の前に位置する。他の実施形態では、ストレーナは、入口ポンプ(図示せず)の前に配置されてもよい。例示的实施形態では、ストレーナ2202は、50 $\mu$ のユーザクリーナユニットを有する。代替実施形態では、装置は、ストレーナ2202を含まなくてもよい。源水がストレーナ2202を通過した後、水は熱交換器2208に進入する。

40

## 【0171】

ここで図22Bを参照すると、熱交換器2208に進入する際に、源水は、熱交換器2208の外管を充填してもよい。例示的实施形態では、熱交換器は、逆流チューブインチューブ熱交換器である。源水は、ほぼ周囲温度で熱交換器に進入する。逆に、生産水および放出水は、周囲よりも高い温度を有して熱交換器に進入する。源水は、一方の端で熱交換器に進入し、生産水および放出水は、反対の端で熱交換器に進入する。源水が熱交換器を流れていくにつれて、生産水および放出水の高い熱エネルギーが、熱交換器の内管か

50

ら源水へと外向きに伝導される。この源水の温度の上昇は、蒸発器／凝縮器において、水がより効率的に蒸気に変化することを可能にする。

#### 【0172】

ここで図22C-Dを参照すると、いったん源水が逆流チューブインチューブ熱交換器を通過すると、水は熱交換器から退出し、再生ブロワモータ冷却ループに進入する。動作中、再生ブロワモータ2210は、熱エネルギーを生成する。この熱エネルギーは、ブロワが適正に動作するために、ブロワモータ2210から除去されなければならない。源水がブロワモータ冷却ループを通過するにつれて、ブロワモータによって生成された熱エネルギーは、源水に伝達される。熱伝達は、ブロワモータがより低い動作温度を維持することを可能にし、源水の温度を上昇させる。源水の温度が高いほど、装置の効率を増加させるが、それは、蒸気への源水の相変化を生じさせるために、より少ないエネルギーが必要とされるからである。源水は、再生ブロワモータ冷却ループから出て、図22Eに図示された水溜2212を通過して蒸発器／凝縮器に進入する。

10

#### 【0173】

ここで図23-23Aを図示すると、装置の中には、放出水と呼ばれる高濃度の源水も存在する。この水は、装置から微粒子を除去して、蒸発器／凝縮器の管の上にスケールダウンすることを防止する。この流体は、源水の中に存在していた不揮発性の汚染物質を含有する場合がある。これらの汚染物質は、汚染物、重金属、または有機化合物からの薄片を含んでもよいが、それらに限定されない。具体的には、これらの汚染物は、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウムを含んでもよいが、それらに限定されない。加えて、放出水は、熱交換器を通過する時に、源水に熱エネルギーを伝達する。図23は、以前に開示された装置内の放出水の流体経路を示す。放出水は、図23Aに示されるように、蒸気室2302に集められる。低圧水蒸気が蒸気室2302を通過するにつれて、水滴が水蒸気から分離される。これらの水滴は、蒸気室2302の底部に蓄積し、既存の放出水に追加される。放出水位が増加するにつれて、水はポートを通過して蒸気室2302から退出する。このポートを通過して、放出水は、蒸気室2302から出て、図23Aに図示されたレベルセンサ筐体2304に進入する。

20

#### 【0174】

ここで図23B-Cを参照すると、放出水は、レベルセンサ筐体2304に進入し、沈殿槽2306を充填する。放出水が沈殿槽2306を通過するにつれて、水の中の微粒子は、タンクの底部に沈殿し、したがって、微粒子から水を分離する。水から微粒子を分離することにより、微粒子が熱交換器に進入することを防止する。熱交換器は、水中の微粒子の存在によって悪影響を受ける場合がある。微粒子は、熱交換器の内管に集まり、熱交換器の効率をより低くさせる場合がある。微粒子は、内管を通る放出流を低減し、源水に伝達されることが可能な熱エネルギーの量を低減する場合がある。場合によっては、微粒子の一群は、熱交換器を通る放出水の流動を妨害する、内管内の閉塞を生じる場合がある。放出水が沈殿槽2306を充填するにつれて、水はまた、図23Cに図示された放出レベルセンサ貯蔵部2308を充填してもよい。

30

#### 【0175】

ここで図23D-Gを参照すると、放出水は、レベルセンサ筐体2304から退出する際に、図23Eに示された熱交換器2312に進入する前にストレーナ2310を通過してもよい。ストレーナ2310は、レベルセンサ筐体2304の沈殿槽2306を通過して流れた後に残留している放出水内の微粒子を除去する。放出水から微粒子を除去することにより、システム内の熱交換器および弁における微粒子の蓄積を低減する。放出水は、図23Eに示されるように、熱交換器2312に進入し、内管の1つを充填する。水は、図23Fに図示されるように、熱交換器2312を充填する。放出水が熱交換器を通過するにつれて、放出水を含有する管を通して、より高い温度の放出水からより低い温度の源水へと熱エネルギーが伝導される。放出水は、図23Gに図示された熱交換器から退出する。熱交換器から出た後、放出流体は、混合缶2314を通過して、装置から放出されている蒸気が、個人または隣接する物体に潜在的に危害を加えることを防止する。蒸気は、装

40

50

置エネルギーバランスを維持するように、凝縮器空間から周期的に排出されてもよい。同様に、気体蒸気（例えば、揮発性有機化合物、空気）は、装置の適正な動作を維持するために、凝縮器空間から一掃されなければならない。蒸気および気体蒸気の両方は、低温放出水を有する混合缶 2 3 1 4 の中へ放出される。蒸気を放出水の中へ混合することによって、蒸気を凝縮することは、蒸気が安全に放出されることを可能にする。他の実施形態では、装置から混合缶を分離するか、または装置から退出する放出水の流速を調整するために、熱交換器 2 3 1 2 および混合缶 2 3 1 4 を接続する管類の中に配置された弁があってもよい。

#### 【0176】

ここで図 2 4 - 2 4 A を参照すると、蒸発器／凝縮器内の管の外面に接触した時に高圧蒸気が凝縮すると、生産水が形成される。図 2 4 は、以前に開示された装置内の生産水の流体経路を示す。生産水は、図 2 4 A に示されるように、蒸発器／凝縮器 2 4 0 2 において生成される。高圧蒸気が蒸発器／凝縮器の管の外面对して凝縮するにつれて、水滴を形成する。これらの水滴は、蒸発器／凝縮器 2 4 0 2 の底部に蓄積し、生産水を生成する。生産水位が増加するにつれて、水は、ポートを通して蒸発器／凝縮器 2 4 0 2 から退出し、図 2 4 A に図示されたレベルセンサ筐体 2 4 0 4 に進入する。

#### 【0177】

ここで図 2 4 B - 2 4 E を参照すると、生産水は、図 2 4 B に示された生産物レベルセンサ貯蔵部 2 4 0 6 に接続されたポートを通して、レベルセンサ筐体 2 4 0 4 に進入してもよい。この貯蔵部は、流入生産水を収集し、装置によって生成される水の量を測定する。水は、生産物レベルセンサ貯蔵部 2 4 0 6 から退出し、図 2 4 C に図示された熱交換器 2 4 0 8 に進入する。高温生産水は、熱交換器 2 4 0 8 を通過する間に、熱交換器 2 4 0 8 の内管を通して低温源水に熱エネルギーを伝達する。図 2 4 D は、熱交換器 2 4 0 8 を通過する生産水を図示する。熱交換器 2 4 0 8 を通過した後、生産水は、図 2 4 E に図示されるように装置から退出する。例示的实施形態では、装置は、生産物迂回弁 2 4 1 0 と生産物弁 2 4 1 2 とを含んでもよい。生産物弁 2 4 1 2 は、操作者が装置から退出する生産水の流水を調整することを可能にする。典型的には、いったん貯蔵部が 5 0 パーセント充填すると、貯蔵部に進入する水の量が貯蔵部から退出する量と等しくなるように、生産物弁 2 4 1 2 が循環される。システムの初期起動中に、生産の最初の数分間、生産される生産水は、生産物迂回弁 2 4 1 0 を開くことによって廃棄物として拒絶される。いったん生産物が十分な質であると判定されると、生産物迂回弁 2 4 1 0 が閉じ、生産物弁 2 4 1 2 が動作を開始する。

#### 【0178】

ここで図 2 4 F - 2 4 H を参照すると、生産水が生産物レベルセンサ貯蔵部 2 4 0 6 を充填するにつれて、水は軸受供給水貯蔵部 2 4 1 0 にも進入してもよい。軸受供給水貯蔵部 2 4 1 0 は、再生ブロワ 2 4 1 2 内の軸受を潤滑するための流入生産水を収集する。生産水は、軸受供給水タンク 2 4 1 0 から退出し、図 2 4 G に示されるようにポンプ 2 4 1 4 に進入してもよい。ポンプ 2 4 1 4 は、生産水を再生ブロワに移動させる。ポンプ 2 4 1 4 から出た後、生産水は、図 2 4 H に図示された再生ブロワ 2 4 1 2 に進入する。

#### 【0179】

ここで図 2 4 H - 2 4 I を参照すると、ブロワ 2 4 1 2 に進入する際に、生産水は、軸受とブロワの軸との間に潤滑を提供する。再生ブロワ 2 4 1 2 から退出した後、生産水は、軸受供給水貯蔵部 2 4 1 0 を通ってレベルセンサ筐体 2 4 0 4 に再進入してもよい（図 2 4 I を参照）。

#### 【0180】

ここで図 2 5 - 2 5 C を参照すると、装置の全体を通して水の流動を支援するために、通気路が提供されてもよい。これらの経路は、装置から空気または蒸気を除去することによって、装置を通る水の流動を支援する。通気路を図 2 5 に示す。図 2 5 A は、放出レベルセンサ貯蔵部 2 5 0 2 から蒸発器／凝縮器 2 5 0 8 の蒸気室 2 5 0 4 までの通気路を図示する。この経路は、貯蔵部内の空気が退出することを可能にして、より多くの放出水が

10

20

30

40

50

貯蔵部に進入することを可能にする。同様に、図 2 5 B は、生産物レベルセンサ貯蔵部 2 5 0 6 から蒸発器／凝縮器 2 5 0 8 までの通気路を図示する。この経路は、貯蔵部内の空気が退出することを可能にして、生産水が貯蔵部に進入することを可能にする。最後に、図 2 5 C は、装置内の空気が、混合缶 1 5 1 0 を通って周囲の外気へと装置から退出することを可能にする、蒸発器／凝縮器 2 5 0 8 の凝縮器域からの通気路を示す。加えて、この通気路は、装置から少量の蒸気を排出することによって、装置の平衡を維持することを補助する。

#### 【0181】

ここで図 2 6 を参照すると、動作時に、源水は、図 2 2 - 2 2 E で説明された方式で蒸発器／凝縮器 2 6 0 8 の水溜 2 6 0 2 に進入する。源水が最初に水溜 2 6 0 2 に進入すると、加熱要素を使用して、付加的な熱エネルギーが水に伝達されてもよい。典型的には、加熱要素は、水蒸気蒸留装置の初期起動中に使用されてもよい。そうでなければ、加熱器は典型的には使用されていない。水溜の中の源水の量が増加するにつれて、水は水溜から流出し、図 2 6 に図示された、水溜 2 6 0 2 と蒸発器／凝縮器 2 6 0 8 との間に配置された板 2 6 0 6 の内側のポートを通して、蒸発器／凝縮器の管 2 6 0 4 に流入する。装置の初期起動中、蒸発器／凝縮器 2 6 0 8 の蒸発器部分は、放出レベルセンサ貯蔵部の中に十分な量の水が存在するまで、源水でいっぱいになる。初期起動後において、管 2 6 0 4 は依然として源水でいっぱいのままである。

#### 【0182】

ここで図 2 6 A - 2 6 E を参照すると、いったん管 2 6 0 4 の中に入ると、源水は、管 2 6 0 4 の外側に存在する高圧蒸気から管壁を通る熱エネルギーの伝導によって加熱される。図 2 6 A は、蒸発器／凝縮器 2 6 0 8 の管 2 6 0 4 を通って流れる湿り低圧蒸気を図示する。湿り低圧蒸気は、蒸発器／凝縮器 2 6 0 8 の管 2 6 0 4 を通って移動し、図 2 6 B に図示される蒸気室 2 6 1 0 に進入する。蒸気が蒸気室 2 6 1 0 の内部を通して流れるにつれて、蒸気内の水滴が蒸気から分離される。これらの水滴は、蒸気室 2 6 1 0 の基部に集まり、基部にすでに存在している放出水に追加される（図 2 6 C - D を参照）。放出水は、図 2 3 - 2 3 G で説明された方式で装置から流出する。乾燥低圧蒸気は、蒸気室 2 6 1 0 から退出し、図 2 6 E - F に図示されるように再生ブロワ 2 6 1 2 に進入する。

#### 【0183】

ここで図 2 6 F - H を参照すると、いったん再生ブロワ 2 6 1 2 の中に入ると、乾燥低圧蒸気は、圧縮されて、乾き高圧蒸気を生成する。乾き蒸気が圧縮された後、高圧蒸気は、再生ブロワ 2 6 1 2 から退出し、蒸気室 2 6 1 0 の蒸気管 2 6 1 4 に進入する。ブロワ 2 6 1 2 から退出し、蒸気室 2 6 1 0 の蒸気管 2 6 1 4 に進入する蒸気を図示する、図 2 6 G - H を参照されたい。

#### 【0184】

ここで図 2 6 H - J を参照すると、蒸気管 2 6 1 4 は、蒸発器／凝縮器 2 6 0 8 の内部空洞と流体接続している。蒸気管 2 6 1 4 は、蒸気がブロワ 2 6 1 2 から蒸発器／凝縮器 2 6 0 8 の凝縮器側に進入するための独立した経路を提供する。高圧蒸気は、蒸気の圧力を維持するために、および蒸気に汚染物質がないことを確実にするために分離される。乾燥高圧蒸気は、蒸気室 2 6 1 0 の蒸気管 2 6 1 4 から退出し、蒸発器／凝縮器 2 6 0 8 の内部空洞に進入する。高圧蒸気を含有する蒸発器／凝縮器 2 6 0 8 の内部空洞を示す、図 2 6 I を参照されたい。高圧蒸気が蒸発器／凝縮器 2 6 0 8 の管 2 6 0 4 の外面に接触するにつれて、蒸気は、管 2 6 0 4 に熱エネルギーを伝達する。このエネルギーは、管壁を通して、管 2 6 0 4 内に位置する源水に伝導される。エネルギーが蒸気から管壁に伝達されると、蒸気は、蒸気から流体へと凝縮する。この流体は、生産水として知られる。水滴が管壁の外側で形成するにつれて、これらの水滴は、蒸発器／凝縮器 2 6 0 8 の基部に流下する。蒸発器／凝縮器 2 6 0 8 の内部空洞内の生産水の形成を示す、図 2 6 J を参照されたい。空洞内の生産水の量が十分である時に、生産水は、図 2 4 - 2 4 I に図示されるように、蒸発器／凝縮器から流出してもよい。

#### 【0185】

ここで図 27 を参照すると、説明される装置の性能に影響を及ぼす場合がある、幾つかの要因がある。これらの要因のうちの 1 つは、再生ブロワにわたる圧力差である。図 27 は、1 リットルの生産物を生産するために必要とされるエネルギー量と再生ブロワにわたる圧力の変化との間の関係を図示するグラフである。理想的には、最小量の電気を使用して最大量の生産水が生産されるように、ブロワを操作することが望まれる。このグラフから、1.5 p s i と 2 p s i との間の圧力差でブロワを操作すると、最小量のエネルギーを使用して 1 リットルの生産水を生産する。この範囲以上または以下の圧力でブロワを操作すると、1 リットルの水を生産するために必要とされるエネルギーの量が増加する。

#### 【0186】

ここで図 28 を参照すると、装置の性能に影響を及ぼす場合がある、別の要因は、蒸発器／凝縮器アセンブリの内部空洞内に設置される熱伝達管の数である。図 28 は、再生ブロワにわたる圧力の所与の変化について、熱伝達管の数と生産水の生産流量との間の関係を図示する。このグラフから、熱伝達管の数を多く有するほど、生産水の生産が増加している。このグラフでは、時間当たり最大量の生産水を生産する構成は、85 本の管を有するアセンブリである。最小量の水を生産する構成は、2 p s i 以下の圧力に対して 43 本のみの管を有するアセンブリである。

#### 【0187】

ここで図 29 を参照すると、この図は、異なる熱伝達管構成によって生成される生産水の量を図示する。このグラフでは、102 本の熱伝達管を有する構成が、最高量の生産水を生成した。対照的に、より短い長さの管、かつ、48 本のみの管を有する構成が、最小量の生産水を生成した。

#### 【0188】

ここで図 30 を参照すると、他の構成よりも少ない数の管を有するにもかかわらず、48 本の熱伝達管構成は、表面積当たり、より多くの水を生産する。図 30 は、生成される生産物の量と熱伝達表面積の大きさとの間の関係を図示する。このグラフは、15 インチの管の長さを有する 48 本の熱伝達管構成が、最も効率的な設計であることを示す。最も効率の低い構成は、102 本の熱伝達管設計である。したがって、蒸発器／凝縮器内で多数の管を有することにより、より多くの水を生産し得るが、より少ない数の管を有する設計は、資源の最も効率的な使用を提供し得る。

#### 【0189】

ここで図 31 を参照すると、このグラフは、2 つの 48 本の熱伝達管設計の性能の差異を示す。このグラフでは、設計の差異は、管の長さである。再生ブロワにわたる種々の圧力変化において、このグラフは、2 つの構成について、使用されるエネルギーの量と水の生産流量とを対比する。20 インチの長さの管を有する構成は、わずかにより多くの生産物を生産する一方で、再生ブロワにわたる均一な圧力差において、わずかにより少ないエネルギーを消費する。

#### (制御の方法)

圧縮器にわたる圧力差は、装置が生成し得る生産水の量を直接決定する。装置からの特定量の生産水出力を確保するために、圧縮器にわたる圧力差を調整することができる。圧縮器の速度を増加させると、典型的には、蒸発器／凝縮器の双方にわたる圧力差の増加をもたらす。圧力差を増加させると、源水が清浄な生産水に蒸発させられる速度が増加する。

#### 【0190】

水蒸気蒸留装置 100 を制御する際の制限要因のうちの 1 つは、機械を操作するために必要とされる放出水の量である。十分な放出水がないと、源水から分離される微粒子が装置の中に残留する。この微粒子の蓄積は、装置の動作および効率に悪影響を及ぼす。

#### 【0191】

微粒子が装置から除去されることを確実にするために、微粒子を装置の外へ運搬するのに十分な量の放出水が存在しなければならない。特定の環境で装置を操作するためにどれだけの放出水が必要とされるかを判定するため、装置に進入する水（源水）の量を知らな

10

20

30

40

50

ければならない。源水が高濃度の微粒子を有する場合には、装置から微粒子を吸収および除去するために、より多くの放出水が必要とされる。逆に、源水が低濃度の微粒子を有する場合には、より少ない放出水が必要とされる。

#### 【0192】

装置によって生成される生産水および放出水の量を制御および観察するために、いくつかの異なる制御方法が実施されてもよい。これらの方式は、装置の中に位置する貯蔵部内の生産水および放出水の水位を測定するステップ、装置によって生成される生産水および放出水の流速を測定するステップ、流入源水の量を測定するステップ、および生産水の出力量を測定するステップを含んでもよいが、それらに限定されない。

#### 【0193】

例示的实施形態のレベルセンサアセンブリは、水位および水の流速の両方を測定してもよい。水位は、レベルセンサアセンブリの移動によって測定されてもよい。水が貯蔵部を充填するにつれて、水はレベルセンサアセンブリの位置の変化を生じさせる。

#### 【0194】

レベルセンサアセンブリの位置の変化、貯蔵部の面積、および水位の変化と関連する時間を知ることによって、水の流速を判定してもよい。浮動センサの使用に起因して圧力降下がないので、流れを判定するために浮動センサを使用することが有利である。流速は、装置の性能、およびその性能が装置の正常動作と一致するかどうかを示してもよい。この情報は、装置が適正に機能しているかどうかを操作者が判定することを可能にする。例えば、流速が正常動作条件以下であると操作者が判定した場合には、操作者は、不純物について入口配管内のストレーナを、またはスケールについて蒸発器／凝縮器の管を調べてもよい。同様に、操作者は、装置の調整を行うために流速を使用してもよい。これらの調整は、生成される放出水および生産水の量を変化させるステップを含んでもよい。流速が装置の性能を示し得るが、この測定は必要ではない。

#### 【0195】

水蒸気蒸留装置の動作を制御するために、流入源水または流出生産水のいずれかの水質が使用されてもよい。この制御方法は、水質に基づいて機械の動作を判定する。一実施形態では、生産水の伝導度が監視される。伝導度が指定限度を超えると、センサが装置を停止させる信号を送信する。いくつかの実施形態では、センサは、伝導度センサであってもよいが、それに限定されない。代替実施形態では、放出水の伝導度を監視するステップを含んでもよい。放出水の伝導度が規定限度を超えると、センサが装置に進入する源水の量を増加させる信号を送信する。源水の増加は、放出水の伝導度を低減する。別の実施形態では、源水の伝導度が監視されてもよい。伝導度が規定限度を超えると、センサが源水の流速を調整する信号を送信する。より高い源水の伝導度が、源水および放出水のより高い流速をもたらしてもよい。

#### 【0196】

代替実施形態では、装置は、装置が定常モードを有する制御方式を含んでもよい。このモードの間、装置は、消費される電力の量を低減する。他の実施形態では、このモードの間、加熱要素が水溜中の源水の特定の温度または温度範囲を維持し続けてもよい。水溜中の源水の温度を維持することにより、機械がより多くの生産水を生成し始めるための時間を低減する。加えて、このモードの間、再生ブロワは機能しておらず、入口および出口弁は閉じられている。

#### 【0197】

源水の質を分析するために源水試料に行ってもよい検査の例は、細菌検査、鉍物検査、および化学検査を含むが、それらに限定されない。細菌検査は、試料内に存在する場合がある細菌の量を示す。最も一般的な種類の細菌検査は、全大腸菌群である。

#### 【0198】

鉍物検査の結果は、水中の鉍物性不純物の量を示す場合がある。大量の鉍物および他の不純物は、健康的危害を及ぼし、水の外観および有用性に影響を及ぼす場合がある。

#### 【0199】

10

20

30

40

50

遂行されてもよい別の種類の水の検査は、化学検査である。多くの人工化学物質が上水道を汚染し、水の消費者に健康的危害を及ぼす場合がある。特定の化学物質または特定の種類の化学物質が水の中にあると疑われない限り、この種の検査は、不特定の化学汚染物質に対して高価であるため、日常的に行われなくてもよい。しかしながら、特定の化学物質が源水中に存在すると疑われる場合は、検査が行われてもよい。いくつかの特定の水質検査の例を以下で説明する。

#### 【0200】

pH—水の相対的な酸性度を測定する。7.0のpHレベルが中性と見なされる。純水は、7.0のpHを有する。7.0未満のpHレベルを有する水は、酸性と見なされる。pHが低くなるほど、水がより酸性となる。7.0より大きいpHを有する水は、塩基性またはアルカリ性で見なされる。pHが大きくなるほど、そのアルカリ性度が大きくなる。米国では、天然水のpHは通常、6.5から8.5の間である。5を下回るか、または9.5を上回るpHを有する淡水源は、植物または動物種に栄養を補給することができない場合がある。pHは、検査のための当技術分野における任意の公知の方法を使用して、判定されてもよい。

10

#### 【0201】

pHは、温度の変化がpH値に影響を及ぼすため、好ましくは源水検査場で直ちに測定される。好ましくは、水試料は、湖、小川、川、水たまり等を使用する場合、「土手」から離れた水面下の場所で採取される。

#### 【0202】

20

硝酸塩—窒素は、タンパク質を構築するために、全ての生きた植物および動物によって必要とされる元素である。水界生態系では、窒素は多くの形で存在する。それは、酸素と結合して、硝酸塩と呼ばれる化合物を形成してもよい。硝酸塩は、肥料、下水、および産業廃棄物に由来する場合がある。それらは、湖および池の富栄養化を引き起こす場合がある。富栄養化は、栄養分（硝酸塩およびリン酸塩等）が水体に加えられると発生する。これら栄養分は通常、農地、下水、洗剤、動物の排泄物、および漏出している浄化槽システムからの流出液に由来する。硝酸塩の存在は、検査のための当技術分野における任意の公知の方法を使用して、判定されてもよい。

#### 【0203】

濁度—濁度とは、水がどれだけ澄んでいるか、またはどれだけ混濁しているかを指す。澄んだ水は、低濁度レベルを有し、混濁した水または泥水は、高濁度レベルを有する。高レベルの濁度は、土壌、堆積物、下水、およびプランクトン等の懸濁した粒子によって引き起こされる場合がある。土壌は、付近の土地から、浸食または流出液によって水に進入する場合がある。堆積物は、例えば、魚またはヒトによる、水中の過度の活動によって攪拌される場合がある。下水は、廃棄物の流出の結果であり、高レベルのプランクトンは、水中の過剰な栄養分による場合がある。

30

#### 【0204】

水の濁度が高い場合、その中には多くの懸濁した粒子がある。これらの土壌粒子は、日光を遮断し、水生植物が光合成のために必要とする日光を得ることを妨害する。植物がより少ない酸素を産生し、それにより、DOレベルが減少する。植物はより容易に枯れ、水中の細菌によって分解され、それがDOレベルをさらに一層低減する。濁度は、検査のための当技術分野における任意の公知の方法を使用して、判定されてもよい。

40

#### 【0205】

大腸菌—大腸菌群が上水道の中に存在する場合、上水道が下水または他の腐敗廃棄物で汚染されている可能性がある兆候である。通常、大腸菌群は、水の表面膜上または底の堆積物中に大量に見出される。

#### 【0206】

ヒトまたは他の温血動物の下部腸で見出される糞便性大腸菌は、一種の大腸菌群である。上水道の中の糞便性大腸菌の存在は、下水が水を汚染したという分かりやすい兆候である。検査は、特異的に糞便性大腸菌について、または全ての大腸菌株を含む全大腸菌群に

50

ついて行われてもよく、糞便汚染を示してもよい。大腸菌の存在は、検査のための当技術分野における任意の公知の方法を使用して、判定されてもよい。

#### 【0207】

動作時に、水機械は、源水および／または生産水の伝導度検査を行って、システムに進入および退出する水の質を判定してもよい。この検査は、システムの入口および出口配管内に設置された伝導度センサを使用して遂行されてもよい。高伝導度を有する水は、水がより多くの量の不純物を有することを示す。逆に、より少ない量の伝導度を有する水は、水がより低いレベルの不純物を有することを示す。この種の検査は、包括的であり、分析されている水の純度／質の一般的な兆候のみを提供する。

#### 【0208】

pH、硬度、塩化物、色、濁度、硫酸塩、亜硝酸塩、硝酸塩、および大腸菌を含むがそれらに限定されない、特定レベルの水の不純物／特性を分析するために、他の種類の検査が遂行されてもよい。典型的には、機械に進入または退出する水を分析するために、操作者は、最初に水の試料を取得してもよい。所望の試料を取得した後、水は、Hach Company (Loveland, Colorado 80539-0389) から入手可能な水検査キットを使用して検査されてもよい。水の純度を検査する他の方法は、分析のために水を研究所に送るステップを含んでもよい。

(水を蒸留するためのシステム)

本明細書では、その内容が参照することにより本明細書に組み込まれる、2007年5月17日発行の「Systems and Methods for Distributed Utilities」と題された米国特許出願公開第2007/0112530 A1で説明されているように、以前に開示された水を蒸留するための装置が分配システムに実装されてもよい場合が開示される。さらに、その内容が参照することにより本明細書に組み込まれる、2007年5月17日発行の「Systems and Methods for Distributed Utilities」と題された米国特許出願公開第2007/0112530 A1で説明されているように、監視／通信システムもまた、分配システム内に含まれてもよい。

(代替実施形態)

蒸留器／水蒸気蒸留装置の例示的实施形態を説明したが、蒸留器の特定の要素（すなわち、熱交換器、蒸発器・凝縮器、圧縮器等）の代替実施形態を含む、蒸留器の代替実施形態が検討される。したがって、いくつかの代替実施形態では、要素のうちの1つ以上が、本明細書で説明される代替実施形態の要素と置換される。いくつかの実施形態では、蒸留器全体が代替実施形態に置換され、例えば、一実施形態で説明されるようなシステムが例示的实施形態を蒸留器として利用する一方で、他の実施形態では、システムは代替実施形態を利用する。

#### 【0209】

図32-32Cを参照すると、液封式ポンプ3200を有する水蒸気蒸留装置の代替実施形態が開示されている。リングポンプは、完全回転型筐体を含んでもよく、これは、摩擦損失の最大の低減を提供し、それでも図32から32Cに示される設計の単純性および生産の費用効果を維持する。図32に示すように、固定子3202は、回転子3204に対して静止しており、取入口3206と、出口3208とを備える。蒸気は、圧力P1で引き込まれ、回転子チャンバ3210の中に入る。回転子3204は、その上に回転筐体および液封式ポンプの中心がある、中心軸Zからオフセットさる。回転子3204が回転子軸受3214とともに中心軸3212の周りを旋回するにつれて、チャンバ3210の有効容積が減少する。それにより、蒸気は、出口3208の中へ回転経路に沿って運搬されるにつれて圧力P2に圧縮されて、図1の蒸発器／凝縮器104へと送られる。好ましくは、回転型筐体（図示せず）は、摩擦によるエネルギー損失を低減するために、液封式ポンプの中の液体リングとともに回転する。

#### 【0210】

図32A-Bを参照すると、固定子3202は、入力および出力領域中に支持構造体3

10

20

30

40

50

216を有する。図32A-Bに示された固定子3202の上面図の支持構造体3216の下に、回転子3204の個々の羽根3218、ならびに中心軸の周囲の回転子3204の同心配置を見ることができる。液封式ポンプのこの特定の実施形態は、軸方向に供給されるとともに、軸方向に排出され、動作中に、垂直、水平、または他の配向を有してもよい。図32Cは、この実施形態のさらに別の図を示す。

#### 【0211】

液封式ポンプ3200は、概して、装置が5から15psigまでの範囲で動作するように、入力および出力圧力の極めて狭い範囲内で動作するように設計される。装置の圧力は、図32-32Cのチャンバ3210から蒸気を放出する逆止弁を使用して調節されてもよい。向上した装置性能は、好ましくは、回転子軸の周りの特定の回転角に、排気ポートの出口3208を配置することによって達成され、特定の角度は、蒸留動作のために所望される圧力上昇に対応する。装置の圧力を調節する特定のポート開口角度の一実施形態を、図32Aに示す。出口3208は、回転子アクセスの周囲に約90度の回転で配置され、チャンバ3210からの蒸気が排出することを可能にする。固定子軸の周囲に高回転角で出口3208を配置することにより、装置の圧力を上昇させ、ポンプの処理量を低下させる一方で、固定子軸の周囲により低い角度で出口3208を配置することにより、より低い装置の圧力および増加したポンプ処理量をもたらす。装置の圧力を最適化するように出口3208の配置を選択することにより、向上したポンプ効率を生じてよい。さらに、装置の圧力を維持するための出口3208の配置は、チャンバ3210への排気ポートにおける逆止弁を排除することによって、装置の複雑性を最小化してもよく、それにより、より単純で、より費用効率が高い圧縮器を提供する。

#### 【0212】

ここで図32Dを参照すると、動作中、性能を最適化するように、圧縮器中の液体リングの深さを測定することが望ましくてもよい。本明細書で開示される実施形態では、液封式ポンプ筐体3232は、ポンプ中の液体リングと共に回転し、流体の温度は、典型的には、約110℃である。リングの深さを測定する方法は、超音波、レーダ、フロート、流体伝導度、および光学センサを使用するステップ等の、通常の方法のうちのいずれか1つを含む。回転筐体の複雑性により、容量センサの使用が、この測定にとって好ましい実施形態であり、コンデンサ中の流体の深さが変化するにつれて、コンデンサの静電容量も変化する。

#### 【0213】

やはり図32Dを参照すると、円盤形コンデンサセンサ板3234が、回転筐体3232の底面3232Aおよび回転子3204の底面3204Aから等距離に、回転筐体3232の底部に取り付けられる。したがって、コンデンサは、筐体3232、回転子3204、およびコンデンサセンサ3234によって画定される。リード3240は、コンデンサセンサ3234から、回転筐体軸3236の中の通路3236Aを通して、好ましくはフェライトの磁心変圧器の二次部3242（図示せず）へと、コンデンサを接続する。一実施形態では、二次部3242は、コンデンサ板と同じ速度で回転しており、フェライト磁心変圧器の一次部と誘導的に連絡している。1次巻線3238は静止しており、レベル測定コンデンサを往復する信号は、変圧器を通して伝達され、こうして、深さ情報が回転位置から静止位置に伝送されることを可能にする。静電容量は、変圧器の二次部のインダクタンス（L）によるコンデンサ（C）のLC共振を判定することによって測定される。例示的实施形態では、LC発振回路が構築され、発振周波数が静電容量の尺度として使用される。

#### 【0214】

図32Eを参照すると、この図は、図1の蒸発器／凝縮器104への蒸気とともに、汚染流体滴が混入および運搬されることを防止するための、ポンプ3200の代替的設計を図示する。そのような実施形態では、液封式ポンプ3200は、蒸発器／凝縮器104のヘッドスペース内にあり、回転筐体3232が回転するにつれて噴霧が排除され、回転は、サイクロン効果を生成し、遠心力によって噴霧および水滴を飛ばして、強制的に蒸留

器筐体と衝突させ、水溜の中の水へ流れ落とす。また、回転筐体 3 2 3 2 と固定筐体 3 2 2 8 との間の環状空間中の蒸気の循環および回転を強化するように、回転筐体 3 2 3 2 の外側から延在するフィン 3 2 4 4 があってもよい。流れ出口 3 2 4 2 が、蒸発器／凝縮器 1 0 4 への流れ通路に提供される。

#### 【0 2 1 5】

ここで図 3 2 F－G を参照すると、液封式ポンプ 3 2 0 0 の代替実施形態は、単一の 2 チャンネル固定子／本体 3 2 5 6 および回転子 3 2 5 8 を取り囲む外側回転型筐体 3 2 5 4 を伴う、リングポンプ 3 2 5 2 を含んでもよく、回転型筐体 3 2 5 4 と静止固定子／本体 3 2 5 6 との間のシール表面は、シリンダである。2 チャンネル固定子／本体 3 2 5 6 は、ポンプ 3 2 5 2 のチャンバ 3 2 6 0、ならびに回転子 3 2 5 8 および回転型筐体 3 2 5 4 に関して、静止して保たれ、取入口 3 2 6 2 と、出口 3 2 6 4 とを備える。蒸気は、P 1 で引き込まれ、取入口 3 2 6 6 を通過する。回転子が静止固定子 3 2 5 6 の周囲で転回するにつれて、取入口 3 2 6 6 が回転子 3 2 5 8 の取込穴 3 2 6 8 と一致すると、蒸気は、回転子チャンバ 3 2 7 0 の中へと取込穴 3 2 6 8 を通過する。回転子 3 2 5 8 が旋回するにつれて、回転子チャンバ 3 2 7 0 の有効容積が減少するように、回転子 3 2 5 8 は、中心軸 Z からオフセットされる。こうして、蒸気は、回転子 3 2 5 8 の出口穴 3 2 7 2 への回転経路に沿って運搬されるにつれて、圧力 P 2 に圧縮される。回転子 3 2 5 8 が旋回するにつれて、出口穴 2 は、静止出口 3 2 6 4 の出口 3 2 7 4 と一致し、圧力 P 2 の蒸気は、蒸発器／凝縮器へと送られる出口 3 2 6 4 の中へと、出口 3 2 7 4 を通過する。そのような実施形態では、回転型筐体 3 2 5 4 は、チャンバ 3 2 6 0 に存在する水 3 2 7 6 とともに回転し、それにより、風損による摩擦エネルギー損失を低減する。また、水 3 2 7 6 がチャンバ 3 2 6 0 から出ることおよび／または進入することを可能にし、それにより、ポンプ中の流体レベルを制御するように、筐体 3 2 5 4 に存在する小さな穴 3 2 7 8 があってもよい。加えて、回転子 3 2 5 8 は、図 3 2 G のように、回転子 3 2 5 8 を上から見た時に容易に見える、複数の羽根 3 2 8 0 を有する。個々の回転子チャンバ 3 2 7 0、ならびに各回転子チャンバ 3 2 7 0 に対する個々の取入穴 3 2 6 8 および出口穴 3 2 7 2 もまた、この図から容易に分かる。

#### 【0 2 1 6】

図 3 2 H を参照すると、液封式ポンプの代替実施形態であって、回転型筐体 3 2 5 4 と固定子 3 2 5 6 との間の界面は、円筒形よりもむしろ円錐形である。この実施形態では、回転子駆動軸 3 2 8 2 は、回転型回転子筐体 3 2 5 4 が回転子 3 2 5 8 とともに回転することを可能にする、軸受 3 2 8 4 上に配置された端 3 2 8 6 を有する。取入口 3 2 6 2 および出口 3 2 6 4 は、対応する取入口 3 2 6 6 および出口 3 2 7 4 とともに、回転子 3 2 5 8 および回転子筐体 3 2 5 4 に対して静止状態で保たれる。

#### 【0 2 1 7】

ここで図 3 2 F、H、および I を参照すると、他のさらなる実施形態は、静止部 3 2 6 4 および 3 2 6 2 と回転子 3 2 5 8 との間に存在する、円錐形のまたは軸状のシール 3 2 8 2 を含んでもよい。図 3 2 I に最も明確に見られる、円錐形の実施形態では、それにより、シール 3 2 8 2 は、回転子 3 2 5 8 の出口 3 2 7 4 から取入口 3 2 6 6 を分離して、漏出を防止する。軸方向に供給され、軸方向に排出される、図 3 2－3 2 C に関して論議される液封式ポンプの実施形態（上記参照）とは対照的に、図 3 2 E－I および 7 に示された液封式ポンプは、軸方向に供給されるとともに、放射状に排出される。

#### 【0 2 1 8】

代替実施形態では、水蒸気蒸留装置は、背圧調節器を含んでもよい。背圧調節器は、加圧下で行われるプロセスの安全で最適な動作を維持することを補助してもよい。動作時、水蒸気蒸留装置は、汽水または海水を飲用水に浄化するために背圧調節器を含んでもよく、起動時の揮発性成分からの、または規格外で作動する圧縮器から生成される過剰な装置の圧力は、そのような圧力が安全に緩和されなければ、操作者にとって危険となる場合がある。同様に、起動時に供給流に存在する揮発性成分は、装置の適正な動作を妨げる汚染物質を提示する場合がある。背圧調節器は、過剰圧力を緩和し、かつ動作装置を所望の動

作圧力に戻す働きをしてもよい。

#### 【0219】

前述の水蒸気蒸留装置の実施形態は、概して、典型的には約10psigである、大気圧以上で動作する。そのような装置は、より高い圧力のより高い蒸気密度を有利に提供し、それにより、より低い圧力にある時よりも多くの蒸気が、容積ポンプを通して送り込まれることを可能にする。結果として生じる、より高い処理量は、全体的な向上したシステム効率を提供する。さらに、より高い処理量およびより高いシステム圧力は、圧縮器に必要とされる電力を低減し、2つの付加的なポンプ、つまり濃縮生産物を送り込むためのポンプおよび放出流を送り込むためのポンプの必要性を排除する。多くの形状が外圧よりも内圧に良好に耐えるため、全体的な構造が単純化される。重要なことには、超大気圧で動作することは、全体的な効率および性能に対する軽微漏出の影響を低減する。空気等の非凝縮性気体は、凝縮プロセスを阻害し、大気圧以下で拡大され、その場合、軽微漏出が空気を吸入する働きをするが、それは、超大気圧で動作するシステムでは発生しないものである。

10

#### 【0220】

ここで図33および33Aを参照すると、これらの図は、大気圧以上で装置を動作する時に水蒸気蒸留装置100に組み込まれてもよい、背圧調節器の図を示す。背圧調節器3300は、開口部3304を含有する容器3302を有する。開口部の一方の側面は、絶えず変動する高压に暴露されてもよい、装置の加圧導管（例えば、蒸気圧縮蒸留装置における圧縮器の出口）に接続される。開口部の他方の側面は、ポート3306の中で終端する。ポート3306は、球状の可動停止部3308によって覆われる。停止部3308は、枢動ピン3314から固定距離において、保持器3312を用いてアーム3310に保持される。アーム3310は、枢動ピン3314を介してヒンジによって、開口部ポート3306と固定関係にある点に取り付けられる。アーム3310は、カウンタマス3316と枢動ピン3314との間の距離が変動されてもよいように、軸3318に沿って移動可能である、アームから吊るされたカウンタマス3316を含む。図33に示された実施形態では、開口部3304の軸方向は、重力のベクトルの方向3320と垂直である。背圧調節器はまた、異物が調節器に進入し、内部構成要素の機能を妨害することを防止する、筐体を含んでもよい。

20

#### 【0221】

やはり図33および33Aを参照すると、動作時に、加圧導管中の圧力が所与の設定点以下であると、アーム3310は、重力の方向3320に対して水平位置を維持する。このアーム位置は、この実施形態では、閉鎖位置として知られ、ポート3306を覆う停止部3308に対応する。導管中の圧力が設定点を超えると、力が停止部3308に作用し、枢動ピン3314の周囲で作用するトルクをもたらす。トルクは、反時計回りの方向に枢動ピン3314周りにアーム3310を回転させるように作用し、アームをその閉鎖位置から離れさせ、ポート3306を露出させて、流体が開口部3304から漏出することを可能にする。導管中の圧力が設定点以下であると、気体の力は、アーム3310をその閉鎖位置から離して保つものにはや十分ではなくなり、したがって、アーム3310が閉鎖位置に戻り、停止部3308がポート3306を覆う。

30

40

#### 【0222】

やはり図33および33Aを参照すると、アーム3310は、調整可能なモーメントを生成する際にレバーの役割を果たし、カウンタマス3316によって、停止部3308を通してポート3306に印加される力を増倍する働きをする。この力の増倍は、圧力鍋の場合のように、停止部3308のみが開口部3304の最上部に垂直に作用する設計とは対照的に、開口部3304を閉じるために必要とされる重量を低減する。したがって、大型ポート大きさは、加圧導管からの迅速通気を推進するために、比較的軽量で大型の停止部によって覆われてもよく、カウンタマスは、所望の設定点を調整するように作用し、特定のポート大きさおよび停止部の性質を選択する際に、より少ない設計努力が費やされてもよい。カウンタマス3316の位置を調整するための軸3318の追加は、本実施形態

50

では、乗数比の変化を可能にする。カウンタマス 3 3 1 6 が枢動ピン 3 3 1 4 により近い位置に移動されるにつれて、乗数比が低減され、より低い閉鎖力を生成する。カウンタマス 3 3 1 6 が枢動ピン 3 3 1 4 からさらに遠く移動された場合、乗数比が増加され、よって、閉鎖力を増加させる。したがって、カウンタマス 3 3 1 6 の位置は、背圧調節器の設定点を調整するように効果的に作用する。

#### 【0 2 2 3】

背圧調節器設定点の調整は、背圧調節器がより高い標高で利用される時に有用であってもよい。大気圧がより低い時は、装置動作圧力が相応してより低い。結果として、蒸留装置の温度が低下され、それは、装置の性能に悪影響を及ぼす場合がある。同様に、そのような調整は、エンドユーザによって所望される背圧調節器の設定点を識別することを可能にする。閉鎖力を印加するためのカウンタマスの使用はまた、背圧調節器の費用を削減し、構成要素の疲労を低減してもよい。特定の実施形態では、調節可能なカウンタマスが、実質的に 1 0 p s i g 以下の最低設定点および実質的に 1 7 p s i g 以上の最高設定点を伴う設定点の範囲を許容するように設計される。したがって、種々の実施形態は、単に安全逃し弁の役割を果たすデバイスとは違って、正確な装置の圧力調節を可能にする。

10

#### 【0 2 2 4】

ここで図 3 3 B - C を参照すると、これらの図は、ポート 3 3 2 8 が重力の方向 3 3 2 0 に対して垂直に配向するように構成された開口部 3 3 2 6 を有する、背圧調節器 3 3 0 0 の代替実施形態を図示する。したがって、他の実施形態は、調製可能なカウンタマスの使用を維持しながら、任意の開口部配向に適応してもよい。

20

#### 【0 2 2 5】

背圧調節器は、熱交換を絶縁し、システムにおける沸騰を抑制するように作用する、揮発性気体の蓄積を一掃するために、設定点以下のわずかな漏出率を許容するように構成されてもよい。しかしながら、調節器は、このわずかな漏出にもかかわらず、圧力が加圧導管の中で徐々に増えることを可能にするように設計される。一実施形態では、背圧調節器の設定点以下で、加圧導管からの揮発性成分の放出もまた、背厚調節器のアームが閉鎖位置にある間に、特別に設計された漏出通気口を通して達成されてもよい。漏出通気口は、導管中の圧力が設定点以下である間に、ポートまたは開口部からのある漏出率を許容するように構成される。そのような漏出通気口は、当業者に公知の種々の手段によって設計されてもよい。非限定的な例は、アームが閉鎖位置にある間に小開口部を許容する停止部およびポートの具体的位置決め、停止部によって覆うことが可能ではない小開口部が常に露出されるようにポートを設計するステップ、アームが閉鎖位置にある時に、停止部とポートとの間に特定の剛性で非弾性のシール構成を指定するステップ、および流体の漏出を許容する小開口部を有するように、ポートに至る開口部を構成するステップを含む。

30

#### 【0 2 2 6】

ここで図 3 3 D - G を参照すると、これらの図は、設定点以下で揮発物の漏出を許容する、背圧調節器 3 3 0 0 の代替実施形態を図示する。1つの代替実施形態では、ポート 3 3 3 2 は、図 3 3 D に示されるような切り込み 3 3 3 4 を有し、図 3 3 D の領域 C の拡大図が図 3 3 E で示されている。したがって、停止部がポート 3 3 3 2 と接触している時に、背圧調節器のアームは閉鎖位置にあり、漏出通気口は、流体の漏出を許容する切り込み 3 3 3 4 の位置に存在する。背圧調節器 3 3 0 0 の別の代替実施形態では、開口部 3 3 3 6 は、図 3 3 F で示されるような小開口部 3 3 3 8 を有し、図 3 3 F の領域 E の拡大図が図 3 3 G で示されている。開口部 3 3 3 8 は、流体が開口部 3 3 3 8 を通って漏出する場合があるため、停止部がポート 3 3 3 6 を覆うと、漏出通気口が生成されるように構成される。

40

#### 【0 2 2 7】

背圧調節器の種々の特徴は、改変または修正されてもよい。例えば、背厚調節器とともに使用される停止部は、所望の動作条件と一致する、任意の形状、大きさ、または質量を有してもよく、そのような停止部は、本明細書で論議されるいくつかの実施形態で示されるような球状である必要はない。同様に、調節器の設定点を改変するために、異なる重量

50

であるが同様の大きさの停止部が保持器とともに利用されてもよい。同様に、それらが軸およびアーム構成によって適応されるという選好により、異なる大きさ、形状、および質量のカウンタマスが種々の実施形態とともに利用されてもよい（図 3 3 および 3 3 A の 3 3 1 6 と図 3 3 B および 3 3 C の 3 3 3 0 とを比較されたい）。そのようなカウンタマスは、当業者にとって明白な種々の技術のうちのいずれかによって、アームに対して付着および配向されてもよい。枢動ピンの配置は、図 3 3 - 3 3 C に示されるように配置される必要はないが、特定の圧力設定点を達成するために必要とされる機械的利点を提供するのに有利な場所ならどこでも配置されてもよい。

#### 【0 2 2 8】

再び図 3 3 を参照すると、背圧調節器 3 3 0 0 の他の実施形態は、随意で、先述の排水口特徴を利用してもよい。また、背圧調節器 3 3 0 0 の実施形態は、カウンタマス力調整特徴を利用しなくてもよく、背圧調節器の設定点を提供するのに停止部の特定の性質に依存する。

#### 【0 2 2 9】

水蒸気蒸留装置の他の実施形態は、容器を利用しなくてもよいが、本質的にシステムの一部である開口部に依存する。そのような場合、背圧調節器アームは、アーム、停止部、カウンタマスが調節器の動作のために適切に配向されるように、システムの一部に直接取り付けられてもよい。

#### 【0 2 3 0】

ここで図 3 4 を参照すると、容器 3 3 0 2 は、排水口 3 3 2 2 を含む。背圧調節器 3 3 0 0 が大規模システム 3 4 0 0 の有界領域 3 4 0 2 内で動作してもよい。排水口 3 3 2 2 は、加圧導管 3 4 0 4 から開口部 3 3 0 4 を通って有界領域 3 4 0 2 の中へ一掃される流体を放出するように、経路の役割を果たす。排水口 3 3 2 2 は、有界領域 3 4 0 2 を、大規模システムの別の領域に、または外部環境 3 4 0 6 に接続してもよい。加えて、有界領域 3 4 0 2 中の気体の蓄積は、そのような気体の凝縮をもたらしてもよい。また、開口部 3 3 0 4 を通して一掃される気体は、有界領域 3 4 0 2 に蓄積してもよい流体の液滴と混入されてもよい。したがって、排水口 3 3 2 2 はまた、有界領域 3 4 0 2 に蓄積する凝縮物の蓄積を一掃するために利用されてもよい。凝縮物はまた、別個の開口部 3 4 0 8 を使用して有界領域から放出されてもよい。

#### 【0 2 3 1】

ここで図 3 5 を参照すると、代替実施形態では、装置は、一定の放出水流を維持して、以下のように、装置における落屑および他の蓄積を防止してもよい。ヘッドチャンバ 3 5 0 4 中の水位 3 5 0 2 は、放出流 3 5 0 8 を通した適正な水流を維持するために、レベルセンサ L 1、弁 V 1、および原料ポンプ 3 5 0 6 を使用して、フィードバック制御ループを通して調整される。3 方向原料ポンプ充填弁 3 5 1 0 は、水溜 3 5 1 2 の中へ水を送り込むように設定され、それがヘッドチャンバ 3 5 0 4 中の水位 3 5 0 2 を上昇させる。ヘッドチャンバ 3 5 0 4 中の流体レベル 3 5 0 2 が上昇するにつれて、流体は、ダム状障壁 3 5 1 4 を越えて、放出レベルセンサ L 1 を含有する放出制御チャンバ 3 5 1 6 の中へ溢れる。必要に応じて、放出制御チャンバ 3 5 1 6 から熱交換器 3 5 1 8 を通る水流が、熱を抽出し、放出流 3 5 0 8 を冷却し、揮発混合器 3 5 2 0 を通って弁 V 1 から流出することを可能にするように、放出弁 V 1 が制御され、蒸発器部 3 5 2 4 からの高温気体および蒸気 3 5 2 2 の冷却を可能にし、次いで、廃棄物 3 5 2 6 へと放出流を完了する。

#### 【0 2 3 2】

やはり図 3 5 を参照すると、装置はまた、以下のように適正な生産物流を維持してもよい。生産物レベル 3 5 2 8 は、凝縮器チャンバ 3 5 3 0 の中で増加し、生産物レベルセンサ L 2 が収納される生産物制御チャンバ 3 5 3 2 の中へ進入する。レベルセンサ L 2 および弁 V 2 とともにフィードバック制御ループを使用して、生産物制御チャンバ 3 5 3 2 から熱交換器 3 5 1 8 を通って流れ、熱を抽出し、生産物流 3 5 3 4 を冷却し、次いで、弁 V 2 を通って外へ出て、生産水出口 3 5 3 6 として生産物流を完了するように、生産物流 3 5 3 4 が制御される。

## 【0233】

システムは、好ましくは、流体損失を補充するために流体回復システムを使用することによって、適正な液封式ポンプ3538の水位を維持するように構成されてもよい。下貯蔵部3540の中への漏出、排気ポート3542を通した排除、および蒸発を含む、システム動作中にリングポンプからの流体が枯渇される場合がある、いくつかの方法がある。漏出および排除損失は、回転速度および液封式ポンプ3538の処理量等の、動作パラメータに大きく左右される場合がある。これらの漏出および排除損失は、毎時間数回、ポンプ中の流体の全置換を必要とし得る。蒸発損失は、典型的にはわずかである。

## 【0234】

図35を参照すると、リングポンプ3538中の流体レベルは、付加的な源水や生産水を追加することによって、または好ましくは、向上したシステム効率のために、液封式ポンプから失われた液体水を再循環することによって維持されてもよい。一実施形態では、リングポンプ3538中の流体レベルは、主に、下貯蔵部3540に蓄積された流体の再循環によって維持される。流体は、液封式ポンプ3538からの漏出により、および排気管3542に吐き出され、ミスト排除器3544に捕捉され、下貯蔵部3540に送り込まれた流体により、下貯蔵部3540に蓄積してもよい。代替として、排気管3542に吐き出され、ミスト排除器3544に捕捉された流体は、液封式ポンプ排気ポートを介して戻されてもよい。下貯蔵部に蓄積された流体は、いくつかのポンプ機構のうちの1つによって再循環されてもよい。1つの例示的な方法は、サイフォンポンプを使用することである。

## 【0235】

やはり図35を参照すると、水の最小深さは、好ましくは、サイフォンポンプが適正に機能するために、下貯蔵部の中で維持される。一実施形態では、液封式ポンプレベルを制御し、下貯蔵部3540中の水位を制御するために、液封式ポンプレベルセンサL3を収納する液封式ポンプ制御チャンバ3546が使用されてもよい。液封式ポンプ制御チャンバ3546は、液封式ポンプ3538および下貯蔵部3540に流体的に接続される。液封式ポンプ3538は、液封式ポンプ3538がより多くの水を必要とする時に開くように設定される、3方向原料充填弁3510に接続され、また、液封式ポンプ3538から放出流3508の中へ水の排出を行うことが必要とされる時に開く、液封式ポンプ排水弁V3にも接続される。

## 【0236】

やはり図35を参照すると、液封式ポンプ3538中の流体レベルを維持するために、下貯蔵部3540からの再循環水が主に使用されない場合は、低温源水または生産水のいずれかが使用され得る。源水が使用された場合、液封式ポンプ3538への冷水（システム温度よりも約85℃低くなり得る）の導入は、システム効率を減少させ、または、代替として、そのような低温源水用の予熱器の使用は、システムのエネルギー収支を増加させる。代替として、生産水の使用は、システム温度に悪影響を及ぼさないが、生産レベルを減少させ、したがって、システム非効率につながり得る。起動時に、液封式ポンプの初期流体レベルは、好ましくは、源水から供給される。

## 【0237】

ここで図35Aを参照すると、一実施形態では、低温側の熱交換器3518に隣接して位置する、原料3548および放出3508流体ラインの間の外部接続弁3550を使用することによって、起動時間が短縮されてもよい。初期充填中に蒸発器ヘッド3504の中の流体のレベルを決定するために、接続弁3550を開き、放出弁BVを閉じ、原料ライン3548を通してシステムの中へ流体を送り込む。放出3508および原料3548ラインを接続することにより、放出レベルセンサ筐体3516および蒸発器ヘッド3504の中の平等な流体の高さをもたらし、それにより、蒸発器ヘッド3504の中の流体レベルの決定を可能にし、蒸発器が起動時に最小必要レベルまで充填されることを可能にする。必要とされる最小レベルを使用することにより、予熱時間を短縮し、図35に示された、液封式ポンプ3538が起動する時の、蒸発器ヘッド3504から液封式ポンプ35

38を通過して凝縮器3552への溢出を防止する。

#### 【0238】

やはり図35Aを参照すると、溶液からの物質の沈殿、したがってシステムの詰まりを防止するように、放出流3508中の固体の濃度が監視および制御されてもよい。また、起動中に、循環ポンプ3554は、熱交換器3518を通して水を循環させ、正常な動作のために熱交換器を適正温度に予熱してもよい。流体の電気伝導度を測定することによって総溶解固形分(TDS)を判定するために、伝導度センサ(図示せず)が使用されてもよい。特定の実施形態では、センサは、誘導センサであり、それにより、いずれの導電性材料も流体の流れと接触していない。例えば、海水の蒸留中に、放出流3508中のTDS含有量が所定レベル以上に上昇した場合、流体源の供給速度が増加される。流体供給速度の関数として、蒸留水の生産はわずかにしか変化しないため、流体源の供給速度を増加させると、放出流3508の速度が増加し、増加した放出流速度は、TDSの低減した濃度をもたらす、それにより、システムの全体的な国立および生産性を維持する。

10

#### 【0239】

代替実施形態はまた、フィードバック構成でレベルセンサおよび可変流弁を使用する、流体制御システムも含む。蒸留器の最適動作は、総流体流入が総流体流出に厳密に一致することを必要とする。蒸留器中の流体レベルをほぼ一定のレベルで維持すると、この要件を完遂する。特定の実施形態では、センサは、容量レベルセンサであって、流体レベルを測定するための特に頑丈なセンサである。容量レベルセンサは、可動部品がなく、汚損に対して感度が低く、製造が単純で安価である。可変流弁の開放は、容量レベルセンサによって測定される流体のレベルによって制御され、それにより、流体レベルは、レベルセンサの場所で調整される。上昇する流体レベルは、弁をさらに開放させ、センサ容積からの流出を増加させる。逆に、低下する流体レベルは、弁をさらに閉鎖させ、センサ容積からの流出を減少させる。

20

#### 【0240】

可変流制御弁を通り、入力ポンプからの流速は、原位置較正技術を使用して判定されてもよい。センサ容積の充填または排出速度を判定するために、レベルセンサおよび関連レベルセンサ容積が使用されてもよい。制御弁を適切に構成することによって、各弁の流速較正、およびまた、原料ポンプの流速較正も判定されてもよい。

#### 【0241】

一実施形態では、システムの全ての制御弁を、流体流動多岐管と一体化してもよい単一部品に統合するために、弁ブロック(図示せず)が利用されてもよい。浮動弁またはヘッド中の流体の高さ/レベルを制御するための他のデバイスだけでなく、総溶解固形分用のセンサと、放出流とを備える、制御システムもまた、組み込まれてもよい。

30

#### 【0242】

再び図35を参照すると、加えて、ヘッド3504から圧縮器3538までの蒸気流ライン3554、蒸気を蒸発器/凝縮器に迂回させるための蒸気出口3542、蒸発器/凝縮器から交換機3518を通り、高温の浄化された凝縮生産物3528の収集も可能にする、高温生産物ライン3534、および高温生産物を圧縮器3538に迂回させて、水位の調整を一定に保つことを可能にするためのライン(図示せず)がある。また、システムが停止された時のための排水ライン(図示せず)があってもよい。

40

#### 【0243】

ここで図36-36Cを参照すると、代替実施形態はまた、流体分配多岐管3600を含んでもよい。図36は、流体分配多岐管3600の1つの特定の実施形態のポンプ側の一面を示す。未加工の原料供給の形の入力、ポート3602を通過して流れ、放出流(出力)は、ポート3604を通過して流れる。生産物流の形の付加的な出力がポート3606を通過して流れる一方で、ポート/チャンバ3608は、揮発物(出力)用の通気口を提供し、ポート3610は、液封式ポンプ用の排水口(出力)を提供する。図36Aは、流体分配多岐管3600の同じ特定の実施形態のポンプ側の他方の面を示す。液封式ポンプ用の排水口3610と同様に、揮発物の出力用のポート/チャンバ3608がはっきり見え

50

ている。この特定の実施形態のこの図では、ミスト収集器および排水域 3 6 1 4 と同様に、凝縮器蒸気ミスト排除器チャンバ 3 6 1 2 を見ることができる。

#### 【0 2 4 4】

具体的に図 3 6 B を参照すると、この図は、流体分配多岐管 3 6 0 0 の同じ特定の実施形態の蒸発器／凝縮器側の一面を図示する。未加工原料供給ポート 3 6 0 2、ならびに放出通過ポート 3 6 0 4 および生産物通過ポート 3 6 0 6 を、この図で容易に見ることができる。加えて、蒸発器蒸気通過ポート 3 6 1 6 および凝縮器蒸気通過ポート 3 6 1 8 を見ることができる。

#### 【0 2 4 5】

具体的に図 3 6 B を参照すると、この図は、流体分配多岐管 3 6 0 0 の同じ特定の実施形態の蒸発器／凝縮器側の他方の面を図示する。再度、液封式ポンプ排水ポート 3 6 0 6、第 2 の凝縮器蒸気ミスト排除器 3 6 1 2、蒸発器蒸気ミスト排除器 3 6 2 0、およびミスト収集器および排水域 3 6 1 4 と同様に、放出通過ポート 3 6 0 4 を見ることができる。また、生産物レベル制御チャンバ 3 6 2 2 および液封式ポンプ供給部 3 6 2 4 とともに、水溜レベル制御チャンバをこの図で見ることができる。

#### 【0 2 4 6】

やはり図 3 6 - 3 6 C を参照すると、流体分配多岐管 3 6 0 0 は、流体浄化システムにおけるほとんどの配管システムを排除することが可能であり、流動調節、ミスト除去、および圧力調節を含む、種々の機能性を 1 つのユニットに有利に組み込み、それにより、製造を単純化し、全体的な構成部品を低減する。炉心板および多岐管は、例えば、プラスチック、金属、またはセラミック板、または、高温および圧力に耐えることが可能な任意の他の非腐食性材料でできていてもよい。炉心板および多岐管の製造の方法は、ろう付けおよび外側被覆を含む。

#### 【0 2 4 7】

ここで図 3 7 - 3 7 A を参照すると、これらの図は、特定の実施形態における、システムの全体を通して接触する流体を許容する、取付用具アセンブリを図示する。例えば、交換器 3 5 1 8 (図 3 5 に示される) と取入／排気ポート 3 2 2 0 および 3 2 0 8 (図 3 2 に示される) との間に、浮動流体があってもよい。図 3 7 A は、熱交換器ポート (図示せず) に溶接されてもよいコネクタ 3 7 0 2 を図示し、コネクタ 3 7 0 2 は、流体界面 3 7 0 4 に接続して、次に、流体界面は、流体分配多岐管と連通している。図 3 7 A は、線 A - A (図 3 7 を参照) を横断する断面図を示す。コネクタ 3 7 0 2 は、温度または製造変動によって引き起こされる可能性がある、位置合わせの推移を代償するように浮動する能力を有する。密閉は、O リング 3 7 0 6 によって完遂される。図 3 7 で示された図から分かるように、O リングシール 3 7 0 6 が、中心軸の周囲で線 A - A に 90 度回転すると、コネクタ 3 7 0 2 および流体界面 3 7 0 4 が共に繋止して、流体界面接続を行う。

#### 【0 2 4 8】

ここで図 3 8 - 3 8 A を参照すると、これらの図は、蒸発器／凝縮器 3 8 0 0 の別の実施形態を図示する。図 3 8 で見られるように、蒸発器／凝縮器 3 8 0 0 は、平坦な蒸発器／凝縮器であり、典型的には、銅ニッケル合金または他の熱伝達性材料でできている、複数の並列コア層 3 8 0 2 および 3 8 0 4 を含有し、リブ部 3 8 0 6 が、蒸気および凝縮流体流動を方向付けるためのチャンネル 3 8 1 0 および 3 8 1 2 を生成している。蒸気取入口 3 8 1 4 および生産物出口 3 8 1 6 多岐管 (ならびに、図示されていない、汚染取入口および揮発物出口多岐管) は、流体界面を介して液封式ポンプ／圧縮器に接続してもよい。ボルト 3 8 1 8 は、液封式ポンプ／圧縮器の外部筐体のブラケットにコア蒸発器／凝縮器 3 8 0 0 を固定する。動作時、全ての交互水平 (図 3 8 および 3 8 A に示されるような) 列 3 8 0 2 および 3 8 0 4 は、2 つの機能が任意の所与の層上で決して重複しないように、蒸発器チャンネル 3 8 1 0 と、凝縮器チャンネル 3 8 1 2 とを備える。図 3 8 の詳細である、図 3 8 A は、複合蒸発器／凝縮器多岐管がどのように稼働するのかをより明確に示す。示されるように、列 3 8 0 2 は、列 3 8 0 4 と相互作用せず、相互に閉鎖されており、それにより、水平コア層における蒸発および凝縮の機能を分離する。

## 【0249】

ここで図39を参照すると、この図は、水蒸気蒸留装置で使用される熱交換器の代替実施形態を図示し、そのような熱交換器は、利用可能なシステム源および熱源を十分に利用する。1つの特定の実施形態では、複数源のうちの少なくとも1つからの熱が、図39で示されるもの等の多重ライン熱交換器3902を通過し、3904、3906、3908、および3910等の一連の2チャンネル熱交換器が、多重ライン効果を生じるように配管される。図39に示された特定の多重ライン熱交換器の実施形態では、低温取入流3912が全ての熱交換器ユニット3904、3906、3908、および3910を通過し、1つの熱源、例えば、高温生産物3914が熱交換器ユニット3904および3908を

10

通って流れ、別の熱源、例えば、高温放出流3916が熱交換ユニット3906および3910を

通って流れることに留意されたい。こうして、低温取入流3912と交換するために、複数の熱源が使用されてもよい。

## 【0250】

ここで図39Aを参照すると、この図は、熱交換器の代替実施形態を図示する。この実施形態では、熱交換器は、単一の多重チャンネル熱交換器3918であってもよい。この特定の実施形態では、例えば、低温取入物3912、および高温生産物3914等の熱源、および高温放出流3916が、同時であるが反対方向に、交換器3918を

20

通って流れ、それにより、単一の熱交換器3912内で、両方の熱源3914および3916から低温取入物3912との熱交換を可能にする。

## 【0251】

ここで図40を参照すると、1つの代替実施形態は、全体的なシステム性能を評価するように、および／または制御システムにデータを提供するように、蒸発器および凝縮器圧力を測定するステップを含んでもよい。蒸発器／凝縮器4002の高温に耐えるために必要とされる高価なセンサの使用を回避するために、圧力センサPEおよびPCが、熱交換器4004の低温側と対応する制御弁VEおよびVCとの間の流体ライン上に取り付けられる。流体がこの位置に位置する圧力センサに対して流れている時に発生する、システムの実際の圧力未満の圧力を測定することを回避するために、制御弁が流動を止めるように瞬間的に閉鎖される。「無流動」期間中、圧力は、制御弁から蒸発器または凝縮器に戻って一定となり、システム圧力の正確な測定を可能にする。これらの短い「無流動」期間からは、蒸留器の性能に対する悪影響は発生しない。

30

## 【0252】

ここで図41-41Bを参照すると、この図は、最終生産物流体の純度を増加させるための取入口内の濾過機構を含む、本開示の別の実施形態を図示する。少なくとも2つのフィルタユニット4104および4106を接合する枢動継手4102を有する、多重ユニットフリップフィルタ4100は、フィルタユニット4104および4106を通る流体を方向付け、中心枢動継手4102の周囲でのフィルタユニット4104および4106の回転を促進する、フィルタ筐体4108内に配置される。示されるように、放出流4109がフリップフィルタユニット4104を通過する一方で、取入流体流4110は、同時に、取入口から、浄化の途中でフリップフィルタユニット4106を

40

通って流れる。ある間隔後、フリップフィルタスイッチ（図示せず）が、フリップフィルタ枢動継手4102において、点線によって示された中心軸の周囲でフリップフィルタ4100を回転させるため、汚染取入流体から濾過された汚染物質で汚損されているフィルタユニット4106は、放出流4109によって逆洗され、フィルタユニット4104は、取入流体流4110を濾過するフィルタユニットとなる。そのような実施形態では、リングガasket 4112および4114が、それぞれ、フィルタユニット4104および4106と放出流4109および取入流体流4110の流体流路との間のシールとして利用されてもよい。

## 【0253】

ここで図41C-Dを参照すると、多重ユニットフリップフィルタは、多重区分環状フィルタ4112であってもよい。その周囲で4116および4118等の複数のフリップ

50

フィルタユニットが駆動する駆動点 4 1 1 4 を有する、多重ユニットフリップフィルタ 4 1 1 2 もまた、個々のフィルタユニット 4 1 1 6 および 4 1 1 8 を通る流体流動を方向付け、駆動点 4 1 1 4 の周囲でのフィルタ 4 1 1 2 の回転を促進する、フィルタ筐体 4 1 2 0 内に配置されてもよい。示されるように、放出流 4 1 0 9 が 1 つのフリップフィルタユニット 4 1 1 6 を通過する一方で、取入流体流 4 1 1 0 は、同時に、取入口から、浄化の途中でフリップフィルタユニット 4 1 1 8 を通って流れる。図 4 1 のように、フリップフィルタスイッチ（図示せず）が、フリップフィルタ駆動点 4 1 1 4 において、点線によって示された中心軸の周囲でフリップフィルタ 4 1 1 2 を回転させるため、汚染取入流体から濾過された汚染物質で汚損されているフィルタユニット 4 1 1 8 は、放出流 4 1 0 9 によって逆洗され、フィルタユニット 4 1 1 6 は、取入流体流 4 1 1 0 を濾過するフィルタユニットとなる。1 つのフィルタ部を通して流れる放出流 4 1 0 9 を、別のフィルタ部を通して流れる取入流体流 4 1 1 0 から分割するために、個々のフィルタユニット 4 1 1 6 および 4 1 1 8 の間で、4 1 2 2 および 4 1 2 4 によって示されるような一連のシールが利用される。

10

#### 【0254】

ここで図 4 1 E - 4 1 F を参照すると、他の実施形態は、水流の報告を変更するように手動弁 4 1 2 2 を含んでもよい。そのような弁は、例えば、各フリップフィルタの 1 つのユニットを連続的に清掃するための放出流 4 1 0 9 の使用を可能にし、一回の動作で、どのユニットが濾過されており、どのユニットが逆洗されているかを効果的に切り替え、それにより、フィルタ 4 1 0 0 自体を実際に入れ替える必要なく、フィルタユニット 4 1 0 4 または 4 1 0 6 を逆洗する。1 つの特定の実施形態では、弁 4 1 2 2 が位置 A にある時、フィルタユニット 4 1 0 4 は、取入流体 4 1 1 0 を濾過しており、フィルタユニット 4 1 0 6 は、放出流 4 1 0 9 で逆洗されている。弁 4 1 0 0 を位置 B に切り替えると、フィルタユニット 4 1 0 4 は、放出流 4 1 0 8 で逆洗され、フィルタユニット 4 1 0 6 は、入力流体 4 1 1 0 を濾過する。

20

（スターリングサイクルエンジン）

上記の水蒸気蒸留装置の種々の実施形態は、いくつかの実施形態では、スターリングサイクル機（スターリングエンジンと呼ばれてもよい）によって電力供給されてもよい。例示の実施形態では、スターリングサイクル機は、その全体が参照することにより本明細書に組み込まれる、2008 年 4 月 18 日出願の代理人整理番号 170 を有する、係属中の米国特許出願第 12 / 105,854 号で説明されているスターリングエンジンである。しかしながら、他の実施形態では、スターリングサイクル機は、全てそれらの全体が参照することにより本明細書に組み込まれる、米国特許第 6,381,958 号、第 6,247,310 号、第 6,536,207 号、第 6,705,081 号、第 7,111,460 号、および第 6,694,731 号で説明されている、スターリングサイクル機のいずれかであってもよい。

30

#### 【0255】

参照することにより本明細書に組み込まれる、Walker, Stirling Engines, Oxford University Press (1980) で詳細に説明されている、エンジンおよび冷凍機を含むスターリングサイクル機には、長い技術的伝統がある。スターリングサイクルエンジンの基礎を成す原理は、シリンダ内の気体の等積加熱、気体の等温膨張（その間にピストンを駆動することによって作用が行われる）、等積冷却、および等温圧縮といった、スターリング熱力学サイクルの機械的な実現である。スターリングサイクル機およびその改良の側面に関する付加的な背景は、参照することにより本明細書に組み込まれる、Hargreaves, The Phillips Stirling Engine (Elsevier, Amsterdam, 1991) で論議されている。

40

#### 【0256】

スターリングサイクル機の動作の原理は、図 45 A - 45 E に関して容易に説明され、図中、同一数字は、同じまたは同様の部品を識別するために使用される。スターリングサ

50

イクル機の多くの機械的レイアウトが当技術分野で知られており、概して数字5110によって指定された、特定のスターリングサイクル機が、例示的の目的のみで示されている。図45Aから45Dでは、ピストン5112および変位器5114が、スターリングサイクル機のいくつかの実施形態では単一シリンダであってもよいが、他の実施形態では単一シリンダよりも多くてもよいシリンダ5116内で、段階的な往復運動で移動する。シリンダ5116内に含有される作用流体は、シールによって、ピストン5112および変位器5114の周囲に漏出することが制約される。作用流体は、以下の説明で論議されるように、その熱力学的性質のために選択され、典型的には、数気圧の圧力のヘリウムであるが、任意の不活性気体を含む任意の気体を使用されてもよく、水素、アルゴン、ネオン、窒素、空気、およびそれらの任意の混合物を含むが、それらに限定されない。変位器5114の位置は、作用流体が、それぞれ、熱が作用流体に供給される界面および熱が作用流体から抽出される界面に対応する高温界面5118または低温界面5120に、接触しているかどうかを管理する。熱の供給および抽出を以下でさらに詳細に論議する。ピストン5112の位置によって管理される、作用流体の体積は圧縮空間5122と呼ばれる。

#### 【0257】

その始動状態が図45Aに示されるスターリングサイクルの第1期中に、ピストン5112は、圧縮空間5122内の流体を圧縮する。熱が流体から周囲環境へ抽出されるために、圧縮は実質的に一定の温度で発生する。圧縮後のスターリングサイクル機5110の状態を図45Bに示す。サイクルの第2期中に、変位器5114は、低温界面5120の方向に移動し、作用流体が低温界面5120の領域から高温界面5118の領域に変位させられる。この段階は、伝達期と呼ばれてもよい。伝達期の終了時に、作用流体が一定体積で加熱されるため、流体はより高い圧力となる。増加した圧力を、圧力計5124の測定値によって図45Cで象徴的に示される。

#### 【0258】

スターリングサイクル機の第3期（膨張工程）中に、スターリングサイクル機5110の外側から熱を受け取るにつれて、圧縮空間5122の容積が増加し、それにより、熱を仕事に転換する。実際には、以下の説明でさらに詳細に論議される加熱器ヘッド（図示せず）を用いて、熱が流体に提供される。膨張期の終了時に、圧縮空間5122は、図45Dで示されるように低温流体に満ちている。スターリングサイクル機5110の第4期中、流体は、反対方向の変位器5114の運動によって、高温界面5118の領域から低温界面5120の領域に伝達される。この第2の伝達期の終了時に、流体は、図45Aで示されるように、圧縮空間5122および低温界面5120を充填し、圧縮期の反復の準備ができています。スターリングサイクルは、図45Eに示されるように、P-V（圧力-体積）線図で示される。

#### 【0259】

さらに、高温界面5118の領域から低温界面5120の領域への通過時に、いくつかの実施形態では、流体は、再生器（図48で5408として示される）を通過してもよい。再生器は、高温界面5118の領域から進入するときに流体から熱を吸収し、低温界面5120の領域から通過するときに流体を加熱する、体積に対して表面積の大きな比を有するマトリクス状の材料である。

#### 【0260】

スターリングサイクル機は、概して、それらの開発に対するいくつかの困難な課題により、実用的な用途において使用されていない。これらは、効率および寿命等の実用的検討事項を伴う。したがって、ピストンに対する最小の側面荷重、増加した効率および寿命を有する、ターリングサイクル機のより多くの必要性がある。

（ロッキングビーム駆動）

ここで図46-48を参照すると、一実施形態によるスターリングサイクル機の実施形態が断面で示される。エンジンの実施形態は、概して、数字5300によって指定される。スターリングサイクル機は、概して、図46-48に示されたスターリングエンジン5300の実施形態に関して説明されるが、同様に、冷凍機および圧縮器を含むがそれらに

限定されない多くの種類の機械およびエンジンが、外燃エンジンおよび内燃エンジンを含むがそれらに限定されない、本明細書で説明される種々の実施形態および改良の利益を享受してもよいことを理解されたい。

#### 【0261】

図46は、それぞれシリンダ5206および5208内に収納された、直線的に往復運動するピストン5202および5204を有する、スターリングエンジン等のエンジン用のロッキングビーム駆動機構5200（「ロッキングビーム駆動部」という用語は、「ロッキングビーム駆動機構」と同義に使用される）の実施形態の断面を示す。シリンダは、線形軸受5220を含む。ロッキングビーム駆動部5200は、ピストン5202および5204の直線運動をリンク軸5214の回転運動に転換する。ロッキングビーム駆動部5200は、ロッキングビーム5216、ロッカー枢動部5218、第1の連結アセンブリ5210、および第2の連結アセンブリ5212を有する。ピストン5202および5204は、それぞれ、第1の連結アセンブリ5210および第2の連結アセンブリ5212を介して、ロッキングビーム駆動部5200に連結される。ロッキングビーム駆動部は、接続棒5222を介してクランク軸5214に連結される。

10

#### 【0262】

いくつかの実施形態では、ロッキングビームおよび連結アセンブリの第1の部分がクランクケースの中に位置してもよい一方で、シリンダ、ピストン、および連結アセンブリの第2の部分は、作用空間の中に位置する。

#### 【0263】

図48のクランクケース5400では、ロッキングビーム駆動部5200の大部分がシリンダ筐体5402より下に配置される。クランクケース5400は、クランク軸5214、ロッキングビーム5216、線形軸受5220、接続棒5222、および連結アセンブリ5210および5212を有するロッキングビーム駆動部5200の動作を可能にする空間である。クランクケース5400は、ピストン5202および5204の軸の平面と直角に、シリンダ5206および5208と交差する。ピストン5202および5204は、図46にも示されるように、それぞれのシリンダ5206および5208の中で往復運動する。シリンダ5206および5208は、クランク軸筐体5400よりも上側に延在する。クランク軸5214は、シリンダ5206および5208より下でクランクケース5400の中に取り付けられる。

20

30

#### 【0264】

図46は、ロッキングビーム駆動部5200の一実施形態を示す。連結アセンブリ5210および5212は、それぞれ、ピストン5202および5204から延在して、ピストン5202および5204をロッキングビーム5216に接続する。ピストン5204用の連結アセンブリ5212は、いくつかの実施形態では、ピストン棒5224と、リンク棒5226とを備えてもよい。ピストン5202用の連結アセンブリ5210は、いくつかの実施形態では、ピストン棒5228と、リンク棒5230とを備えてもよい。ピストン5204は、シリンダ5208の中で垂直に動作し、連結アセンブリ5212によってロッキングビーム5216の端枢動部5232に接続される。シリンダ5208は、ピストン5204の長手方向運動のための誘導を提供する。ピストン5204の下部分に取り付けられる、連結アセンブリ5212のピストン棒5224は、シリンダ5208の軸に沿った実質的に直線の往復運動経路で、そのリンク棒5226によって長手方向に駆動される。ピストン棒5224の遠位端およびリンク棒5226の近位端は、いくつかの実施形態では、連結手段5234を介して共同ヒンジ接続される。連結手段5234は、可撓性継手、ローラー軸受要素、ヒンジ、ジャーナル軸受継手（図50で5600として示される）、および屈曲部（図51Aおよび51Bで5700として示される）を含むがそれらに限定されない、当技術分野で公知の任意の連結手段であってもよい。リンク棒5226の遠位端は、リンク棒5226の近位端の下で垂直かつ直立に配置される、ロッキングビーム5216の1つの端枢動部5232に連結されてもよい。静止線形軸受5220は、ピストン棒5224の実質的に直線の長手方向運動をさらに確保し、したがって、ピ

40

50

ストン５２０４の実質的に直線の長手方向運動を確保するように、連結アセンブリ５２１２に沿って配置されてもよい。例示的实施形態では、リンク棒５２２６は、線形軸受５２２０を通過しない。このことは、とりわけ、ピストン棒５２２４が実質的に直線の長手方向運動を保持することを確実にする。

#### 【０２６５】

例示的实施形態では、リンク棒は、アルミニウムでできていてもよく、ピストン棒および接続棒は、Ｄ２工具鋼でできている。代替として、リンク棒、ピストン棒、接続棒、およびロッキングビームは、４３４０鋼からできていてもよい。チタン、アルミニウム、鋼鉄、または鋳鉄を含むが、それらに限定されない他の材料が、ロッキングビーム駆動部の構成要素に使用されてもよい。いくつかの実施形態では、使用されている材料の疲労強度は、動作中の構成要素が体験する実際の荷重以上である。

10

#### 【０２６６】

やはり図４６－４８を参照すると、ピストン５２０２は、シリンダ５２０６の中で垂直方向に動作し、連結アセンブリ５２１０によってロッキングビーム５２１６の端枢動部５２３６に接続される。シリンダ５２０６は、とりわけ、ピストン５２０２の長手方向運動のための誘導を提供する働きをする。連結アセンブリ５２１０のピストン棒５２２８は、ピストン５２０２の下部分に取り付けられ、シリンダ５２０６の軸に沿った実質的に直線の往復運動経路で、そのリンク棒５２３０によって軸方向に駆動される。ピストン棒５２２８の遠位端およびリンク棒５２３０の近位端は、いくつかの実施形態では、連結手段５２３８を介して共同ヒンジ接続される。連結手段５２３８は、種々の実施形態では、屈曲部（図５１Ａおよび５１Ｂで５７００として示される）、ローラー軸受要素、ヒンジ、ジャーナル軸受継手（図５０で５６００として示される）、または当技術分野で知られているような連結手段を含んでもよいが、それらに限定されない。リンク棒５２３０の遠位端は、いくつかの実施形態では、リンク棒５２３０の近位端の下で垂直かつ直立に配置される、ロッキングビーム５２１６の１つの端枢動部５２３６に連結されてもよい。静止線形軸受５２２０は、ピストン棒５２２８の実質的に直線の長手方向運動をさらに確保し、したがって、ピストン５２０２の直線長手方向運動を確保するために、連結アセンブリ５２１０に沿って配置されてもよい。例示的实施形態では、リンク棒５２３０は、ピストン棒５２２８が実質的に直線長手方向運動を保持することを確実にするように、線形軸受５２２０を通過しない。

20

30

#### 【０２６７】

連結アセンブリ５２１０および５２１２は、それぞれのピストン５２０２および５２０４の交番長手方向運動を、ロッキングビーム５２１６の振動運動に変化させる。送達された振動運動は、接続棒５２２２によってクランク軸５２１４の回転運動に変化させられ、接続棒５２２２の一方の端は、ロッキングビーム５２１６において端枢動部５２３２とロッカー枢動部５２１８との間に配置された接続枢動部５２４０に回転可能に連結され、接続棒５２２２のもう一方の端は、クランクピン５２４６に回転可能に連結される。ロッカー枢動部５２１８は、端枢動部５２３２と５２３６との間の中間点に実質的に配置され、支点としてロッキングビーム５２１６を振動的に支持し、したがって、それぞれのピストン棒５２２４および５２２８が十分な直線運動を行なうように誘導してもよい。例示的实施形態では、クランク軸５２１４は、ロッキングビーム５２１６より上側に位置するが、他の実施形態では、クランク軸５２１４は、ロッキングビーム５２１６より下に配置されてもよく（図４９Ｂおよび４９Ｄに示されるように）、またはいくつかの実施形態では、クランク軸５２１４は、依然としてロッキングビーム５２１６に対する平行軸を有するように、ロッキングビーム５２１６の横に配置される。

40

#### 【０２６８】

やはり図４６－４８を参照すると、ロッキングビームは、ロッカー枢動部５２１８の回りで振動し、端枢動部５２３２および５２３６は弧状経路を辿る。リンク棒５２２６および５２３０の遠位端が枢動部５２３２および５２３６においてロッキングビーム５２１６に接続されるため、リンク棒５２２６および５２３０の遠位端も、この弧状経路を辿り、

50

それぞれのピストン 5 2 0 2 および 5 2 0 4 の運動の長手軸からの角度偏差 5 2 4 2 および 5 2 4 4 をもたらす。連結手段 5 2 3 4 および 5 2 3 8 は、ピストン棒 5 2 2 4 および 5 2 2 8 が体験する、リンク棒 5 2 2 6 および 5 2 3 0 からのあらゆる角度偏差 5 2 4 2 および 5 2 4 4 が、最小化されるように構成される。本質的には、角度偏差 5 2 4 4 および 5 2 4 2 は、ピストン棒 5 2 2 4 および 5 2 2 8 が実質的に直線の長手方向運動を維持して、ピストン 5 2 0 4 および 5 2 0 2 に対する側面荷重を低減するように、連結手段 5 2 3 4 および 5 2 3 8 によって吸収される。あらゆる角度偏差 5 2 4 4 または 5 2 4 2 をさらに吸収し、したがって、ピストン 5 2 0 4 または 5 2 0 2 の長手軸に沿った直線運動にピストン押棒 5 2 2 4 または 5 2 2 8 およびピストン 5 2 0 4 または 5 2 0 2 を保つために、静止線形軸受 5 2 2 0 もまた、シリンダ 5 2 0 8 または 5 2 0 6 の内側に、あるいは連結アセンブリ 5 2 1 2 または 5 2 1 0 に沿って配置されてもよい。

10

#### 【0 2 6 9】

したがって、ピストン 5 2 0 2 および 5 2 0 4 の往復運動を考慮して、ピストン 5 2 0 2 および 5 2 0 4 の往復運動の長手軸からの偏差 5 2 4 2 および 5 2 4 4 が、雑音、効率の低減、シリンダの壁に対する摩擦の増加、側面荷重の増加、および部品の低耐久性を引き起こすため、ピストン 5 2 0 2 および 5 2 0 4 の運動を可能な限り直線近く保つことが必要である。よって、シリンダ 5 2 0 6 および 5 2 0 8 の整合、ならびにクランク軸 5 2 1 4、ピストン棒 5 2 2 4 および 5 2 2 8、リンク棒 5 2 2 6 および 5 2 3 0、および接続棒 5 2 2 2 の配設は、とりわけ、デバイスの効率および／または体積に影響を及ぼし得る。既述のようにピストン運動の直線性を増加させる目的で、ピストン（図 4 6－4 8 で 5 2 0 2 および 5 2 0 4 として示される）は、好ましくは、それぞれのシリンダ 5 2 0 6 および 5 2 0 8 の側面の可能な限り近くにある。

20

#### 【0 2 7 0】

リンク棒の角度偏差を低減する別の実施形態では、リンク棒 5 2 2 6 および 5 2 3 0 は、それぞれのピストン 5 2 0 4 および 5 2 0 2 の長手軸に沿って実質的に直線的に往復運動して、角度偏差を減少させ、したがって、各ピストン 5 2 0 4 および 5 2 0 2 に付与される側面荷重を減少させる。角度偏差は、ピストン 5 2 0 4 または 5 2 0 2 の長手軸からのリンク棒 5 2 2 6 または 5 2 3 0 の偏差を画定する。数字 5 2 4 4 および 5 2 4 2 は、図 4 6 に示されるようなリンク棒 5 2 2 6 および 5 2 3 0 の角度偏差を指す。したがって、連結アセンブリ 5 2 1 2 の位置は、端枢動部 5 2 3 2 とロッキングビーム 5 2 1 6 のロッカー枢動部 5 2 1 8 との間の距離の長さに基づいて、リンク棒 5 2 2 6 の角度変位に影響を及ぼす。したがって、連結アセンブリの位置は、リンク棒 5 2 2 6 の角度変位が低減されるようなものであってもよい。リンク棒 5 2 3 0 については、連結アセンブリ 5 2 1 0 の長さもまた、端枢動部 5 2 3 6 とロッキングビーム 5 2 1 6 のロッカー枢動部 5 2 1 8 との間の距離の長さに基づいて、リンク棒 5 2 3 0 の角度変位を低減するように決定および配置されてもよい。したがって、リンク棒 5 2 2 6 および 5 2 3 0 の長さ、連結アセンブリ 5 2 1 2 および 5 2 1 0 の長さ、およびロッキングビーム 5 2 1 6 の長さは、図 4 6 に示されるようなリンク棒 5 2 2 6 および 5 2 3 0 の角度偏差に大いに影響を及ぼす、および／または決定する、重要なパラメータである。

30

#### 【0 2 7 1】

例示的实施形態は、同じ軸に沿って、端点 5 2 3 2 および 5 2 3 6、ロッカー枢動部 5 2 1 8、および接続枢動部 5 2 4 0 を有する、直線ロッキングビーム 5 2 1 6 を有する。しかしながら、他の実施形態では、ロッキングビーム 5 2 1 6 は、図 4 9 C および 4 9 D に示されるように、ピストンが相互に対して角度を成して配置されてもよいように、湾曲してもよい。

40

#### 【0 2 7 2】

ここで図 4 6－4 8 および図 5 1 A－5 1 B を参照すると、連結アセンブリのいくつかの実施形態では、連結アセンブリ 5 2 1 2 および 5 2 1 0 は、軸方向に固いが、それぞれ、リンク棒 5 2 2 6 および 5 2 3 0 とピストン 5 2 0 4 および 5 2 0 2 との間の運動のロッキングビーム 5 2 1 6 平面内では可撓性である、可撓性リンク棒を含んでもよい。この

50

実施形態では、リンク棒 5 2 2 6 および 5 2 3 0 の少なくとも一部分である、屈曲部（図 5 1 A および 5 1 B で 5 7 0 0 として示される）は弾性である。屈曲部 5 7 0 0 は、ピストン棒とリンク棒との間の連結手段の役割を果たす。屈曲部 5 7 0 0 は、より効果的にピストンのクランク誘導側面荷重を吸収し、したがって、それぞれのピストンがピストンのシリンダの内側で直線軸方向運動を維持することを可能にしてもよい。この屈曲部 5 7 0 0 は、それぞれ、リンク棒 5 2 2 6 および 5 2 3 0 とピストン 5 2 0 4 または 5 2 0 2 との間のロッキングビーム 5 2 1 6 平面内で小回転を可能にする。この実施形態では、リンク棒 5 2 2 6 および 5 2 3 0 の弾性を増加させる、平坦であるように示されているが、屈曲部 5 7 0 0 は、いくつかの実施形態では、平坦ではない。屈曲部 5 7 0 0 はまた、ピストンの下部分の付近に、またはリンク棒 5 2 2 6 および 5 2 3 0 の遠位端の付近に構築されてもよい。屈曲部 5 7 0 0 は、一実施形態では、5 8 - 6 2 R C に高強度かされた # D 2 工具鋼で作られていてもよい。いくつかの実施形態では、リンク棒の弾性を増加させるために、2 つ以上の屈曲部（図示せず）がリンク棒 5 2 2 6 または 5 2 3 0 上にあってもよい。

10

#### 【0 2 7 3】

代替実施形態では、各シリンダ筐体中のピストンの軸は、図 4 9 C および 4 9 D で示されるように、異なる方向に延在してもよい。例示的实施形態では、各シリンダ筐体中のピストンの軸は、実質的に平行であり、好ましくは、図 4 6 - 4 8 ならびに図 5 5 A および 5 5 B で示されるように、実質的に垂直である。図 4 9 A - 4 9 D は、図 2 - 4 に関して示され、説明されるような類似番号を含む、ロッキングビーム駆動機構の種々の実施形態を含む。ロッキングビーム 5 2 1 6 に沿って接続駆動部 5 2 4 0 の相対位置を変化させるとピストンの工程が変化することが、当業者によって理解されるであろう。

20

#### 【0 2 7 4】

したがって、ロッキングビーム 5 2 1 6 における接続駆動部 5 2 4 0 の相対位置、ならびにピストン棒 5 2 2 4 および 5 2 2 8、リンク棒 5 2 3 0 および 5 2 2 6、ロッキングビーム 5 2 1 6 の長さ、およびロッカー駆動部 5 2 1 8 の長さのパラメータの変化は、リンク棒 5 2 2 6 および 5 2 3 0 の角度偏差、ピストン 5 2 0 4 および 5 2 0 2 の位相、およびデバイス 5 3 0 0 の大きさを種々の方式で変化させる。したがって、種々の実施形態では、これらのパラメータのうちの 1 つ以上の修正に基づいて、広範囲のピストン位相角および可変のエンジンの大きさが選択されてもよい。実際には、例示的实施形態のリンク棒 5 2 2 4 および 5 2 2 8 は、ピストン 5 2 0 4 および 5 2 0 2 の長手軸から - 0. 5 度から + 0. 5 度以内の実質的に側方運動を有する。種々の他の実施形態では、リンク棒の長さによっては、角度は、約 0 度と 0. 7 5 度との間で変動してもよい。しかしながら、他の実施形態では、角度は、約 0 度と約 2 0 度との間を含んで、さらに高くてもよい。しかしながら、リンク棒の長さが増加するにつれて、クランクケース／全体的なエンジンの高さ、ならびにエンジンの重量が増加する。

30

#### 【0 2 7 5】

例示的实施形態の 1 つの特徴は、各ピストンが、連結アセンブリとして形成されるように付属ピストン棒へと実質的に延在する、リンク棒を有することである。一実施形態では、ピストン 5 2 0 4 用の連結アセンブリ 5 2 1 2 は、図 4 6 に示されるように、ピストン棒 5 2 2 4 と、リンク棒 5 2 2 6 と、連結手段 5 2 3 4 とを含む。より具体的には、ピストン棒 5 2 2 4 の一方の近位端は、ピストン 5 2 0 4 の下部分に取り付けられ、ピストン棒 5 2 2 4 の遠位端は、連結手段 5 2 3 4 によってリンク棒 5 2 2 6 の近位端に接続される。リンク棒 5 2 2 6 の遠位端は、ロッキングビーム 5 2 1 6 の端駆動部 5 2 3 2 へと垂直に延在する。上記のように、連結手段 5 2 3 4 は、継手、ヒンジ、連結部、または屈曲部、あるいは当技術分野で公知の他の手段であってもよいが、それらに限定されない。この実施形態では、ピストン棒 5 2 2 4 のリンク棒 5 2 2 6 に対する比は、上記のようなリンク棒 5 2 2 6 の角度偏差を決定してもよい。

40

#### 【0 2 7 6】

機械の一実施形態では、スターリングエンジン等のエンジンは、クランク軸上で 2 つ以

50

上のロッキングビーム駆動部を採用する。ここで図52を参照すると、非被覆の「4シリンダ」ロッキングビーム駆動機構5800が示されている。この実施形態では、ロッキングビーム駆動機構は、2つのロッキングビーム駆動部5810および5812に連結される、4つのピストン5802、5804、5806、および5808を有する。例示的实施形態では、ロッキングビーム駆動機構5800は、1対のロッキングビーム駆動部5810および5812に連結される四辺形配設で配置される、少なくとも4つのピストン5802、5804、5806、および5808を備えるスターリングエンジンに使用され、各ロッキングビーム駆動部は、クランク軸5814に接続される。しかしながら、他の実施形態では、スターリングサイクルエンジンは、1つと4つとの間のピストンを含み、さらに他の実施形態では、スターリングサイクルエンジンは、5つ以上のピストンを含む。いくつかの実施形態では、ロッキングビーム駆動部5810および5812は、図46-48に関して上記で説明されるロッキングビーム駆動部（図46-48で5210および5212として示される）と実質的に同様である。この実施形態では、ピストンがシリンダの外側に示されているが、実際には、ピストンはシリンダの内側となる。

#### 【0277】

やはり図52を参照すると、いくつかの実施形態では、ロッキングビーム駆動機構5800は、筐体の中でジャーナルされるために適合される、1対の長手方向に離間し、放射状および対向方向のクランクピン5816および5818を有する単一クランク軸5814と、1対のロッキングビーム駆動部5810および5812とを有する。各ロッキングビーム5820および5822は、それぞれロッカー枢動部5824および5826と、それぞれクランクピン5816および5818とに枢動可能に接続される。例示的实施形態では、ロッキングビーム5820および5822は、ロッキングビーム軸5828に連結される。

#### 【0278】

いくつかの実施形態では、モータ／発電機が、作用する関係でクランク軸に接続されてもよい。モータは、一実施形態では、ロッキングビーム駆動部の間に位置してもよい。別の実施形態では、モータは、外部に配置されてもよい。「モータ／発電機」という用語は、モータまたは発電機のいずれか一方を意味するように使用される。

#### 【0279】

図53は、クランク軸5814の一実施形態を示す。クランク軸上には、永久磁石（「PM」）発電機等のモータ／発電機5900が配置される。モータ／発電機5900は、ロッキングビーム駆動部（図示せず、5810および5812として図53で示される）の間または内部に配置されてもよく、または、図54Aで数字51000によって示されるように、クランク軸5814の端においてロッキングビーム駆動部5810および5812の外側または外部に配置されてもよい。

#### 【0280】

モータ／発電機5900がロッキングビーム駆動部（図示せず、5810および5812として図52で示される）の間に配置されると、モータ／発電機5900の長さは、ロッキングビーム駆動部の間の距離に制限される。モータ／発電機5900の直径の2乗は、クランク軸5814とロッキングビーム軸5828との間の距離によって制限される。モータ／発電機5900の容量が、その直径の2乗および長さに比例するため、これらの寸法制限は、比較的短い長さ、および比較的大きい直径の2乗を有する、制限された容量の「パンケーキ」モータ／発電機5900をもたらす。「パンケーキ」モータ／発電機5900の使用は、エンジンの全体寸法を低減してもよいが、内部構成によって課せられる寸法制限は、制限された容量を有するモータ／発電機をもたらす。

#### 【0281】

ロッキングビーム駆動部の間にモータ／発電機5900を配置することにより、モータ／発電機5900を、ロッキングビーム駆動部の機械的摩擦によって生成される熱に暴露する。モータ／発電機5900の機内位置のため、モータ／発電機5900を冷却することがさらに困難となり、それにより、モータ／発電機5900によって産生される熱、な

10

20

30

40

50

らびにロッキングビーム駆動部からモータ／発電機 5900 によって吸収される熱の効果が增加する。このことは、モータ／発電機 5900 のオーバーヒート、最終的には故障につながる場合がある。

#### 【0282】

図 5 2 および 5 3 の両方を参照すると、モータ／発電機 5900 の内部配置はまた、ピストン 5802、5804、5806、および 5808 が、それぞれロッキングビーム駆動部 5810 および 5812 に連結されるため、ピストン 5802、5804、5806、および 5808 の非等辺構成にもつながってもよく、距離の増加はまた、ピストン 5802 および 5804 とピストン 5806 および 5808 との間の距離の増加ももたらす。ピストンの非等辺配設は、燃焼器および加熱器ヘッドの熱力学的動作の非効率につながる場合があり、それは次に、全体的なエンジン効率の減少につながる場合がある。加えて、ピストンの非等辺配設は、より大きい加熱器ヘッドおよび燃焼室の寸法につながる場合がある。

10

#### 【0283】

モータ／発電機配設の例示的实施形態を図 5 4 A に示す。図 5 4 A に示されるように、モータ／発電機 51000 は、ロッキングビーム駆動部 51010 および 51012 (図 5 2 で 5810 および 5812 として示される) から外部に、かつクランク軸 51006 の端において、配置される。外部位置は、上記の「パンケーキ」モータ／発電機 (図 5 3 で 5900 として示される) より大きい長さおよび直径の 2 乗を有する、モータ／発電機 51000 を可能にする。前述のように、モータ／発電機 51000 の容量は、その長さおよび直径の 2 乗に比例し、外部モータ／発電機 51000 が、より大きい長さおよび直径の 2 乗を有してもよい。図 5 4 A に示された外部モータ／発電機 51000 の構成は、エンジンと併せて、より高い容量のモータ／発電機の使用を可能にしてもよい。

20

#### 【0284】

図 5 4 A の実施形態に示されるように、駆動部 51010 および 51012 の外部にモータ／発電機 51000 を配置することによって、モータ／発電機 51000 は、駆動部 51010 と 51012 との機械的摩擦によって生成される熱に暴露されない。また、モータ／発電機 51000 の外部位置のため、さらにモータ／発電機を冷却しやすくなり、それにより、所与の時間量について、より多くの機械的エンジンサイクルを可能にし、それは次に、より高い全体的エンジン性能を可能にする。

30

#### 【0285】

また、モータ／発電機 51000 が外側に配置され、駆動部 51010 および 51012 の間に配置されないため、ロッキングビーム駆動部 51010 および 51012 は、共により近く配置されてもよく、それにより、駆動部 51010 および 51012 に連結されるピストンが等辺配設で配置されることを可能にする。いくつかの実施形態では、使用される燃焼器の種類によっては、特に、単一燃焼器の実施形態の場合、ピストンの等辺配設は、燃焼器および加熱器ヘッドの熱力学的動作のより高い効率を可能にし、それは次に、より高い全体的エンジン性能を可能にする。ピストンの等辺配設はまた、より小さい加熱器ヘッドおよび燃焼室の寸法も有利に可能にする。

#### 【0286】

40

再び図 5 2 および 5 3 を参照すると、クランク軸 5814 は、一実施形態では、クランクジャーナルであり、種々の他の実施形態では、軸受であってもよいが、それに限定されない、同心端 5902 および 5904 を有してもよい。各同心端 5902、5904 は、クランク軸の中心軸からオフセットされてもよい、クランクピン 5816、5818 をそれぞれ有する。クランク軸 5814 が体験する場合がある不安定性を平衡させるように、クランク軸 5814 (図 5 4 A で 51006 として示される) のいずれか一方の端において、少なくとも 1 つのカウンターウェイト 5906 が設置されてもよい。上記のロッキングビーム駆動部と組み合わせた、このクランク軸構成は、ピストン (図 5 2 で 5802、5804、5806、および 5808 として示される) がクランク軸 5814 の 1 回転と連動すること可能にする。この特性を以下でさらに説明する。他の実施形態では、さらに一

50

定した速度のために角速度の変動を減少させるように、クランク軸 5 8 1 4（図 5 4 A で 5 1 0 0 6 として示される）上に、フライホイール（図示せず）が配置されてもよい。

【0 2 8 7】

やはり図 5 2 および 5 3 を参照すると、いくつかの実施形態では、クランク軸 5 8 1 4 ならびにロッキングビーム駆動部 5 8 1 0 および 5 8 1 2 を冷却するために、冷却器（図示せず）もまた、クランク軸 5 8 1 4（図 5 4 A で 5 1 0 0 6 として示される）ならびにロッキングビーム駆動部 5 8 1 0 および 5 8 1 2（図 5 4 A で 5 1 0 1 0 および 5 1 0 1 2 として示される）に沿って配置されてもよい。いくつかの実施形態では、冷却器は、シリンダの低温チャンバ中の作用気体を冷却するために使用されてもよく、また、ロッキングビーム駆動部を冷却するように構成されてもよい。冷却器の種々の実施形態を以下で詳細に論議する。

10

【0 2 8 8】

図 5 4 A - 5 4 G は、機械の種々の部品のいくつかの実施形態を示す。この実施形態に示されるように、クランク軸 5 1 0 0 6 は、モータ／発電機連結アセンブリを介してモータ／発電機 5 1 0 0 0 に連結される。モータ／発電機 5 1 0 0 0 がクランクケース 5 1 0 0 8 に取り付けられるため、投入流体によるクランクケースの加圧は、クランクケースの変形をもたらす場合があり、それは次に、モータ／発電機 5 1 0 0 0 とクランク軸 5 1 0 0 6 との間の不整合につながり、クランク軸 5 1 0 0 6 を偏向させる場合がある。ロッキングビーム駆動部 5 1 0 1 0 および 5 1 0 1 2 がクランク軸 5 1 0 0 6 に連結されるため、クランク軸 5 1 0 0 6 の偏向は、ロッキングビーム駆動部 5 1 0 1 0 および 5 1 0 1 2 の故障につながる場合がある。したがって、機械の一実施形態では、モータ／発電機連結アセンブリが、モータ／発電機 5 1 0 0 0 をクランク軸 5 1 0 0 6 に連結するために使用される。モータ／発電機連結アセンブリは、動作中のロッキングビーム駆動部 5 1 0 1 0 および 5 1 0 1 2 の故障の一因となる場合がある、モータ／発電機 5 1 0 0 0 とクランク軸 5 1 0 0 6 との間の整合における差異に適応する。

20

【0 2 8 9】

やはり図 5 4 A - 5 4 G を参照すると、一実施形態では、モータ／発電機連結アセンブリは、スプライン軸 5 1 0 0 4 と、モータ／発電機 5 1 0 0 0 のスリーブ回転子 5 1 0 0 2 と、クランク軸 5 1 0 0 6 とを含む、スプラインアセンブリである。スプライン軸 5 1 0 0 4 は、クランク軸 5 1 0 0 6 の一方の端をスリーブ回転子 5 1 0 0 2 に連結する。スリーブ回転子 5 1 0 0 2 は、圧入、溶接、螺合、または同等物等の機械的手段によって、モータ／発電機 5 1 0 0 0 に取り付けられる。一実施形態では、スプライン軸 5 1 0 0 4 は、軸の両端の上に複数のスプラインを含む。他の実施形態では、スプライン軸 5 1 0 0 4 は、スプライン付き部分 5 1 0 1 6 および 5 1 0 1 8 の外径または内径よりも小さい直径を有する、中間のスプラインなし部分 5 1 0 1 4 を含む。さらに他の実施形態では、スプライン軸 5 1 0 1 6 の一方の端部分は、同様にその上にスプラインを含む第 2 の端部分 5 1 0 1 8 よりも、軸に沿って長い距離にわたって延在する、スプラインを有する。

30

【0 2 9 0】

いくつかの実施形態では、スリーブ回転子 5 1 0 0 2 は、スリーブ回転子 5 1 0 0 2 の長手軸に沿って延在する開口部 5 1 0 2 0 を含む。開口部 5 1 0 2 0 は、スプライン軸 5 1 0 0 4 を受容することが可能である。いくつかの実施形態では、開口部 5 1 0 2 0 は、スプライン軸 5 1 0 0 4 の一端上でスプラインに係合することが可能な、複数の内側スプライン 5 1 0 2 2 を含む。内側スプライン 5 1 0 2 2 の外径 5 1 0 2 8 は、内側スプライン 5 1 0 2 2 とスプライン軸 5 1 0 0 4 上のスプラインとの間の嵌合が緩くなるように（図 5 4 E に示されるように）、スプライン軸 5 1 0 0 4 のスプラインの外径 5 1 0 3 0 よりも大きくてもよい。内側スプライン 5 1 0 2 2 とスプライン軸 5 1 0 0 4 上のスプラインとの間の緩い嵌合は、クランクケースの加圧によって引き起こされる場合がある、スプライン軸 5 1 0 0 4 の偏向中に、スプライン軸 5 1 0 0 4 と回転子スリーブ 5 1 0 0 2 との間のスプライン係合を維持することに貢献する。他の実施形態では、スプライン軸 5 1 0 0 4 のより長いスプライン付き部分 5 1 0 1 6 が、回転子 5 1 0 0 2 の内側スプライン

40

50

51022に係合してもよい。

【0291】

やはり図54A-54Gを参照すると、いくつかの実施形態では、クランク軸51006は、スプライン軸51004の一端を受容することが可能な、その端の上の開口部51024を有する。開口部51024は、好ましくは、スプライン軸51004上のスプラインに係合する、複数の内側スプライン51026を含む。内側スプライン51026の外径51032は、内側スプライン51026とスプライン軸51004上のスプラインとの間の嵌合が緩くなるように（図54Fに示されるように）、スプライン軸51004のスプラインの外径51034よりも大きくてもよい。先述のように、内側スプライン51026とスプライン軸51004上のスプラインとの間の緩い嵌合は、クランクケースの加圧によって引き起こされる場合がある、スプライン軸51004の偏向中に、スプライン軸51004とクランク軸51006との間のスプライン係合を維持することに貢献する。クランク軸51006およびスリーブ回転子51002上の内側スプライン51026および51022と、スプライン軸51004上のスプラインとの間の緩い嵌合は、スプライン軸51004の偏向を維持する一因となる場合がある。このことは、クランク軸51006とスリーブ回転子51002との間の不整合を許容する場合がある。いくつかの実施形態では、スプライン軸51004のより短いスプライン付き部分51018が、クランク軸51006の開口部51024に係合し、したがって、これらの潜在的な不整合を防止してもよい。

【0292】

いくつかの実施形態では、スリーブ回転子51002の開口部51020は、開口部51020の長さに延在する、複数の内側スプラインを含む。この配設は、組立中に、スプライン軸51004が開口部51020に適正に挿入されることに貢献する。このことは、スプライン軸51004上のスプラインとスリーブ回転子51002上の内側スプラインとの間の適正な整合が維持されることに貢献する。

【0293】

ここで図48を参照すると、エンジンの一実施形態が示されている。ここで、エンジン5300のピストン5202および5204は、それぞれ、シリンダ5206および5208の高温チャンバ5404と低温チャンバ5406との間で動作する。2つのチャンバの間には、再生器5408があってもよい。再生器5408は、可変の密度や可変の面積を有してもよく、いくつかの実施形態では、ワイヤでできている。再生器の可変の密度および面積は、作用気体が再生器5408にわたって実質的に均等な流れを有するように、調整されてもよい。再生器5408の種々の実施形態は、以下で、ならびに、それらの全体が参照することにより本明細書に組み込まれる、Kamenらに対して2003年7月17日に発行された米国特許第6,591,609号、およびKamenらに対して2005年3月8日に発行された米国特許第6,862,883号で詳細に論議されている。作用気体が高温チャンバ5404を通過すると、加熱器ヘッド5410は、ガスを加熱して気体を膨張させ、低温チャンバ5406に向かってピストン5202および5204を押してもよく、そこで気体が圧縮する。低温チャンバ5406中で気体が圧縮するにつれて、ピストン5202および5204は、スターリングサイクルを再び受けるように、高温チャンバに引き戻されてもよい。加熱器ヘッド5410は、ピンヘッド、フィンヘッド、折り畳みフィンヘッド、図48に示されるような加熱器管、または以下で説明されるものを含むがそれらに限定されない、任意の他の公知の加熱器ヘッドの実施形態であってもよい。加熱器ヘッド5410の種々の実施形態は、以下で、ならびに、それらの全体が参照することにより本明細書に組み込まれる、Kamenらに対して2002年5月7日に発行された米国特許第6,381,958号、Langenfeldらに対して2003年4月8日に発行された米国特許第6,543,215号、Kamenらに対して2005年11月22日に発行された米国特許第6,966,182号、およびLaRocqueらに対して2007年12月18日に発行された米国特許第7,308,787号で詳細に論議されている。

## 【0294】

いくつかの実施形態では、冷却器5412は、低温チャンバ5406を通過する気体をさらに冷却するように、シリンダ5206および5208の横に配置されてもよい。冷却器5412の種々の実施形態は、以降の項で、ならびに、その全体が参照することにより本明細書に組み込まれる、Strimlingらに対して2008年2月5日に発行された米国特許第7,325,399号で詳細に論議されている。

## 【0295】

いくつかの実施形態では、低温部5406から高温部5404を密閉するように、少なくとも1つのピストンシール5414が、ピストン5202および5204上に配置されてもよい。加えて、それぞれのシリンダの中でピストンの運動を誘導するのに役立つように、少なくとも1つのピストンガイドリング5416が、ピストン5202および5204上に配置されてもよい。ピストンシール5414およびガイドリング5416の種々の実施形態は、以下で、ならびに、その全体が参照することにより本明細書に組み込まれる、2003年2月6日に発行された（現在は放棄）2002年7月19日出願の米国特許出願第10/175,502号で詳細に説明されている。

10

## 【0296】

いくつかの実施形態では、作用気体がクランクケース5400の中へ、または代替としてエアロック空間5420の中へ漏出することを防止するように、少なくとも1つのピストン棒シール5418が、ピストン棒5224および5228に対して配置されてもよい。ピストン棒シール5418は、エラストマーシールまたはバネ荷重シールであってもよい。ピストン棒シール5418の種々の実施形態を以下で詳細に論議する。

20

## 【0297】

いくつかの実施形態では、例えば、以下でさらに詳細に説明される、転動形ダイヤフラムおよび／またはベローズの実施形態では、エアロック空間が排除されてもよい。そのような場合、ピストン棒シール5224および5228は、クランクケースから作用空間を密閉する。

## 【0298】

いくつかの実施形態では、エアロック気体がクランクケース5400の中に漏出することを防止するために、少なくとも1つの転動形ダイヤフラム／ベローズ5422が、ピストン棒5224および5228に沿って位置してもよい。転動形ダイヤフラム5422の種々の実施形態を以下で詳細に論議する。

30

## 【0299】

図48は、2つのみのピストンおよび1つのロッキングビーム駆動部を示す、エンジン5300の断面を示すが、本明細書で説明される動作の原理は、概して図58で数字5800によって示されるような、4シリンダ二重ロッキングビーム駆動エンジンを適用してもよいことを理解されたい。

## (ピストン動作)

ここで図52および55を参照すると、クランク軸5814の1周回中のピストン5802、5804、5806、および5808の動作が示されている。クランク軸5814の1/4周回により、ピストン5802は、別名で上死点として知られる、シリンダの最上部にあり、ピストン5806は、上向きの中間工程にあり、ピストン5804は、別名で下死点として知られる、シリンダの底部にあり、ピストン5808は、下向きの中間工程にある。クランク軸5814の1/2周回により、ピストン5802は、下向きの中間工程にあり、ピストン5806は、上死点にあり、ピストン5804は、上向きの中間工程にあり、ピストン5808は、下死点にある。クランク軸5814の3/4周回により、ピストン5802は、下死点にあり、ピストン5806は、下向きの中間工程にあり、ピストン5804は、上死点にあり、ピストン5808は、上向きの中間工程にある。最後に、クランク軸5814の完全周回により、ピストン5802は、上向きの中間工程にあり、ピストン5806は、下死点にあり、ピストン5804は、下向きの中間工程にあり、ピストン5808は、上死点にある。各1/4周回中に、ピストン5802と5806と

40

50

の間の90度位相差、ピストン5802と5804との間の180度位相差、ならびにピストン5802と5808との間の270度の位相差がある。図56Aは、先行および後続ピストンと約90度位相がずれている、ピストンの関係を図示する。加えて、図55は、伝達作用の例示的实施形態の機械の手段を示す。したがって、クランク軸5814の完全回転により、全てのピストンが、それぞれのシリンダの最上部から底部まで移動することによって作用を発揮するように、ピストン5802からピストン5806へ、ピストン5804へ、ピストン5808へと、作用が伝達される。

### 【0300】

ここで図56A-56Cとともに図55を参照すると、例示的实施形態におけるピストン間の90度位相差を図示する。ここで図56Aを参照すると、シリンダが線形経路で示されているが、これは例示目的にすぎない。4シリンダスターリングサイクル機の例示的实施形態では、シリンダ作用空間内に含有される作用気体の流路は、8の字パターンを辿る。したがって、シリンダ51200、51202、51204、および51206の作用空間は、例えば、シリンダ51200からシリンダ51202へ、シリンダ51204へ、シリンダ51208への8の字のパターンで接続され、流体流動パターンが8の字を辿る。やはり図56Aを参照すると、線B-B（図56Cに示される）に沿って得られた、シリンダ51200、51202、51204、および51206の未被覆図が図示されている。上記のようなピストン間の90度の位相差は、シリンダ51204の温暖部51212中の作用気体が、シリンダ51206の低温部51222に送達されることを可能にする。ピストン5802と5808とは、90度位相がずれると、シリンダ51206の温暖部51214中の作用気体が、シリンダ51200の低温部51216に送達される。ピストン5802とピストン5806ともまた、90度位相がずれると、シリンダ51200の温暖部51208中の作用気体が、シリンダ51202の低温部51218に送達される。ピストン5804とピストン5806ともまた、90度位相がずれると、シリンダ51202の温暖部51210中の作用気体が、シリンダ51204の低温部51220に送達される。いったん第1のシリンダの温暖部の作用気体が第2のシリンダの低温部に進入すると、作用気体が圧縮し始め、その後、下方工程にある第2のシリンダ内のピストンが、圧縮作用気体を、再生器51224および加熱器ヘッド51226（図56Bに示される）を通して押し戻し、第1のシリンダの温暖部の中へ押し戻す。いったん第1のシリンダの温暖部の内側に入ると、気体は膨張し、そのシリンダ内のピストンを駆動し、したがって、前の再生器および加熱器ヘッドを通して、シリンダの中へ、第1のシリンダの低温部内の作用気体を駆動させる。図56Aで示されるように、各ピストンの循環移動が前のピストンの移動に先立って約90度となるような方法で、ピストン5802、5804、5806、および5808が、駆動部5810および5812を介して共通クランク軸5814（図55に示される）に接続されるため、このシリンダ51200、51202、51204、および51206の間の作用気体の周期的移動特性が可能である。

（転動形ダイアフラム、金属ベローズ、エアロック、および圧力調節器）

スターリングサイクル機のいくつかの実施形態では、潤滑流体が使用される。潤滑流体がクランクケースから漏出することを防止するために、シールが使用される。

### 【0301】

ここで図57A-59を参照すると、スターリングサイクル機のいくつかの実施形態は、潤滑流体がクランクケース（図示せず、しかしクランクケースに収納される構成要素は51304として表される）から漏出することを防止するために、ピストン棒51302に沿って配置される転動形ダイアフラム51300を利用する、流体潤滑ロッキングビーム駆動部と、潤滑流体によって損傷される場合がある、エンジンの進入域とを含む。潤滑流体が作用空間（図示せず、しかし作用空間に収納される構成要素は51306として表される）に進入した場合、作用流体を汚染し、再生器51308と接触し、再生器51308を詰まらせる場合があるため、潤滑流体を封じ込めることが有益である。転動形ダイアフラム51300は、ゴム、あるいは剛性を提供するように織布または不織布で補強さ

れたゴム等の、エラストマー材料でできていてもよい。転動形ダイヤフラム51300は、代替として、織布または不織布を伴うフルオロシリコンまたはニトリル等の他の材料でできていてもよい。転動形ダイヤフラム51300はまた、カーボンナノチューブ、あるいは、例えばエラストマーに分散される、ポリエステルまたはKEVLAR（登録商標）の繊維を伴う不織布である、細切布でできていてもよい。いくつかの実施形態では、転動形ダイヤフラム51300は、最上部密閉ピストン51328および底部密閉ピストン51310によって支持される。他の実施形態では、図57Aに示されるような転動形ダイヤフラム51300は、最上部密閉ピストン51328の切り込みを介して支持される。

#### 【0302】

いくつかの実施形態では、シール51300より上側の圧力がクランクケース51304内の圧力とは異なるように、圧力差が転動形ダイヤフラム51300にわたって配置される。転動形ダイヤフラムが動作の全体を通してその形態を維持することを圧力差が確実にするため、この圧力差は、シール51300を膨張させ、シール51300が動的シールの役割を果たすことを可能にする。図57Aおよび図57C-57Hは、圧力差がどのように転動形ダイヤフラムに影響を及ぼすかを図示する。圧力差は、ピストン棒51302とともに移動するにつれて、転動形ダイヤフラム51300を底部密閉ピストン51310の形状に適合させ、動作中にピストン51310の表面からのシール51300の分離を防止する。そのような分離はシールの故障を引き起こす場合がある。圧力差は、ピストン棒51302とともに移動するにつれて、転動形ダイヤフラム51300に、底部密閉ピストン51310との一定の接触を維持させる。このことは、シール51300の片面が、それに及ぼされる圧力を常に有し、それにより、底部密閉ピストン51310の表面に適合するようにシール51300を膨張させるために発生する。いくつかの実施形態では、最上部密閉ピストン51328は、底部密閉ピストン51310と接触してシール51300をさらに維持するよう、底部密閉ピストン51310と接触している転動形ダイヤフラム51300の角の「上方で転動する」。例示的实施形態では、圧力差は、10~15PSIの範囲である。転動形ダイヤフラム51300がクランクケース51304の中へ膨張させられてもよいように、圧力差においてより小さい圧力が、好ましくは、クランクケース51304の中にある。しかしながら、他の実施形態では、圧力差は、より大きいかまたは小さい範囲の値を有してもよい。

#### 【0303】

圧力差は、加圧潤滑システム、空気圧式ポンプ、センサ、電気ポンプ、クランクケース51304中で圧力上昇を生成するようにロッキングビームを振動することによる方法、転動形ダイヤフラム51300上で静電気を生成することによる方法、または他の同様な方法の使用を含むが、それらに限定されない、種々の方法によって生成されてもよい。いくつかの実施形態では、圧力差は、作用空間51306の平均圧力以下である圧力までクランクケース51304を加圧することによって生成される。いくつかの実施形態では、クランクケース51304は、作用空間51306の平均圧力以下の10~15PSIの範囲の圧力まで加圧されるが、種々の他の実施形態では、圧力差は、さらに小さいか、または大きくてもよい。転動形ダイヤフラムに関するさらなる詳細を以下に含む。

#### 【0304】

しかしながら、ここで図57C、57G、および57Hを参照すると、スターリング機の別の実施形態が示されており、エアロック空間51312は、作用空間51306とクランクケース51304との間に位置する。エアロック空間51312は、上記のような転動形ダイヤフラム51300の機能に必要な圧力差を生成するために必要な、一定の容積および圧力を維持する。一実施形態では、エアロック51312が作用空間51306から完全に密閉されるため、エアロック51312の圧力は、作用空間51306の平均圧力に等しい。したがって、いくつかの実施形態では、作用空間とクランクケースとの間の効果的なシールの欠如が、エアロック空間の必要性の一因となる。したがって、エアロック空間は、いくつかの実施形態では、より効率的で効果的なシールによって排除されて

もよい。

#### 【0305】

動作中、作用空間 5 1 3 0 6 の平均圧力は、エアロック 5 1 3 1 2 の平均圧力も同様に変動させるように、変動してもよい。圧力が変動し得る 1 つの理由として、動作中に、作用空間がより高温になる場合があり、それが次に、エアロックおよび作用空間が流体連通しているため、作用空間の中、結果としてエアロック内の圧力を増加させる場合がある。そのような場合、エアロック 5 1 3 1 2 とクランクケース 5 1 3 0 4 との間の圧力差も変動し、それにより、シールの故障につながる場合がある、転動形ダイヤフラム 5 1 3 0 0 における不必要な応力を引き起こす。したがって、機械のいくつかの実施形態では、エアロック 5 1 3 1 2 とクランクケース 5 1 3 0 4 との間の一定の所望圧力差を維持するように、エアロック 5 1 3 1 2 内の平均圧力が調節され、転動形ダイヤフラム 5 1 3 0 0 が膨張されたままであり、それらの形態を維持することを確実にする。いくつかの実施形態では、エアロックとクランクケースとの間の圧力差を監視および管理し、それに応じて、エアロックとクランクケースとの間の一定の圧力差を維持するよう圧力を調節するために、圧力変換器が使用される。使用されてもよい圧力調節器の種々の実施形態は、以下で、およびその全体が参照することにより本明細書に組み込まれる、Gurski らに対して 2007 年 12 月 25 日に発行された米国特許第 7, 310, 945 号でさらに詳細に説明されている。

10

#### 【0306】

エアロック 5 1 3 1 2 とクランクケース 5 1 3 0 4 との間の一定の圧力差は、ポンプまたは放出弁を介してエアロック 5 1 3 1 2 から作用流体を追加または除去することによって、達成されてもよい。代替として、エアロック 5 1 3 1 2 とクランクケース 5 1 3 0 4 との間の一定の圧力差は、ポンプまたは放出弁を介してクランクケース 5 1 3 0 4 から作用流体を追加または除去することによって、達成されてもよい。ポンプおよび放出弁は、圧力調節器によって制御されてもよい。作用流体は、作用流体容器等の別個の供給源からエアロック 5 1 3 1 2（またはクランクケース 5 1 3 0 4）に追加されてもよく、またはクランクケース 5 1 3 0 4 から伝達されてもよい。作用流体がクランクケース 5 1 3 0 4 からエアロック 5 1 3 1 2 に伝達された場合、エンジンの故障をもたらす場合があるため、潤滑剤がクランクケース 5 1 3 0 4 からエアロック 5 1 3 1 2 の中、および最終的には作用空間 5 1 3 0 6 の中へ通ることを防止するよう、エアロック 5 1 3 1 2 の中へ通る前に作用流体を濾過することが望ましくてもよい。

20

30

#### 【0307】

機械のいくつかの実施形態では、クランクケース 5 1 3 0 4 は、作用流体とは異なる熱的性質を有する流体で充満されてもよい。例えば、作用気体がヘリウムまたは水素である場合、クランクケースは、アルゴンで充満されてもよい。したがって、クランクケースは加圧され、いくつかの実施形態では、ヘリウムが使用されるが、他の実施形態では、本明細書で説明されるような任意の不活性気体を使用されてもよい。したがって、クランクケースは、例示的実施形態では湿潤加圧クランクケースである。潤滑流体が使用されない他の実施形態では、クランクケースは湿っていない。

#### 【0308】

例示的実施形態では、転動形ダイヤフラム 5 1 3 0 0 は、気体または液体がそれらを通過することを可能にせず、それは、作用空間 5 1 3 0 6 が乾燥したままであり、クランクケース 5 1 3 0 4 が潤滑流体を溜めて湿っていることを可能にする。湿潤水溜クランクケース 5 1 3 0 4 を許容すると、ロッキングビーム駆動部 5 1 3 1 6 の摩擦が少なくなるため、エンジンの効率および寿命が増加する。いくつかの実施形態では、駆動部 5 1 3 1 6 におけるローラー軸受または玉軸受の使用もまた、潤滑流体および転動形ダイヤフラム 5 1 3 0 0 の使用により排除されてもよい。このことは、エンジンの雑音をさらに低減し、エンジンの寿命および効率を増加させてもよい。

40

#### 【0309】

図 5 8 A－5 8 E は、最上部密閉ピストンと底部密閉ピストン（図 5 7 A および 5 7 H

50

で51328および51310として示される)との間、および最上部取付け面と底部取付け面(図57Aで51320および51318として示される)との間に取り付けられるように構成された、転動形ダイヤフラム(51400、51410、51412、51422、および51424として示される)の種々の実施形態の断面を示す。いくつかの実施形態では、最上部取付け面は、エアロックまたは作用空間の表面であってもよく、底部取付け面は、クランクケースの表面であってもよい。

#### 【0310】

図58Aは、転動形ダイヤフラム51400の一実施形態を示し、転動形ダイヤフラム51400は、最上部密閉ピストンと底部密閉ピストンとの間にシールを形成するように、最上部密閉ピストンと底部密閉ピストンとの間に配置されてもよい、平坦な内端51402を含む。転動形ダイヤフラム51400はまた、最上部取付け面と底部取付け面との間にシールを形成するように、最上部取付け面と底部取付け面との間に配置されてもよい、平坦な外端51404も含む。図58Bは、転動形ダイヤフラムの別の実施形態を示し、転動形ダイヤフラム51410は、最上部密閉ピストンと底部密閉ピストンとの間の付加的な支持および密閉接触を提供するように、平坦な内端51406につながる複数の屈曲51408を含んでもよい。図58Cは、転動形ダイヤフラムの別の実施形態を示し、転動形ダイヤフラム51412は、最上部取付け面と底部取付け面との間の付加的な支持および密閉接触を提供するように、平坦な外端51414につながる複数の屈曲51416を含む。

#### 【0311】

図58Dは、転動形ダイヤフラムの別の実施形態を示し、転動形ダイヤフラム51422は、最上部密閉ピストンと底部密閉ピストンとの間に「Oリング」型シールを提供するように、その内端51420に沿ったビードと、底部取付け面と最上部取付け面との間の「Oリング」型シールを提供するように、その外端51418に沿ったビードとを含む。図58Eは、転動形ダイヤフラムの別の実施形態を示し、転動形ダイヤフラム51424は、最上部密閉ピストンと底部密閉ピストンとの間の付加的な支持および密閉接触を提供するように、ビード付き内端51426につながる複数の屈曲51428を含む。転動形ダイヤフラム51424はまた、最上部密閉ピストンと底部密閉ピストンとの間の付加的な支持および密閉接触を提供するように、ビード付き外端51432につながる複数の屈曲51430を含んでもよい。

#### 【0312】

図58Aから58Eは、転動形ダイヤフラムの種々の実施形態を示し、転動形ダイヤフラムは、当技術分野で公知の任意の他の機械的手段によって適所で担持されてもよいことを理解されたい。

#### 【0313】

ここで図59Aを参照すると、断面は、転動形ダイヤフラム実施形態の一実施形態を示す。金属ベローズ51500は、作用空間またはエアロック(図57Gで51306および51312として示される)からクランクケース(図57Gで51304として示される)を密閉するように、ピストン棒51502に沿って配置される。金属ベローズ51500は、最上部密閉ピストン51504および静止取付け面51506に取り付けられてもよい。代替として、金属ベローズ51500は、底部密閉ピストン(図示せず)および最上部静止取付け面に取り付けられてもよい。一実施形態では、底部静止取付け面は、クランクケース表面、あるいは内側エアロックまたは作用空間表面であってもよく、最上部静止取付け面は、内側クランクケース表面、あるいは外側エアロックまたは作用空間表面であってもよい。金属ベローズ51500は、溶接、ろう付け、または当技術分野で公知の任意の機械的手段によって取り付けられてもよい。

#### 【0314】

図59B-59Gは、金属ベローズの種々の実施形態の斜視断面図を示し、金属ベローズは、溶接金属ベローズ51508である。金属ベローズのいくつかの実施形態では、金属ベローズは、好ましくは、微細溶接金属ベローズである。いくつかの実施形態では、溶

接金属ベローズ 51508 は、図 59C および 59D に示されるように、内端 51512 または外端 51514 のいずれかにおいて相互に溶接される、複数のダイヤフラグム 51510 を含む。いくつかの実施形態では、ダイヤフラグム 51510 は、三日月形 51516、平坦 51518、波形 51520、または当技術分野で公知の任意の他の形状であってもよい。

#### 【0315】

加えて、金属ベローズは、代替として、金型成形、ハイドロフォーミング、爆発ハイドロフォーミング、または当技術分野で公知の任意の他の手段等の手段によって、機械的に形成されてもよい。

#### 【0316】

金属ベローズは、鋼鉄、ステンレス鋼、ステンレス鋼 374、AM-350 ステンレス鋼、Inconel、Hastelloy、Haynes、チタン、または高力耐食材料を含むがそれらに限定されない、任意の種類の金属でできていてもよい。

#### 【0317】

一実施形態では、使用される金属ベローズは、Senior Aerospace Metal Bellows Division (Sharon, MA)、または American BOA, Inc. (Cumming, GA) より入手可能なものである。

(転動形ダイヤフラムおよび／またはベローズの実施形態)

密閉するように機能する、転動形ダイヤフラムおよび／またはベローズの種々の実施形態が上記で説明されている。上記の説明と、転動形ダイヤフラムおよび／またはベローズのパラメータに関する以下の付加的な説明とに基づいて、さらなる実施形態が当業者に明白となるであろう。

#### 【0318】

いくつかの実施形態では、エアロック空間またはエアロック域（両方の用語は交換可能に使用される）の中にある、転動形ダイヤフラムまたはベローズの上の圧力は、いくつかの実施形態ではエンジンである、機械に対する平均作用気体の圧力である一方で、クランクケース域内の、転動形ダイヤフラムおよび／またはベローズより下の圧力は、周囲／大気圧である。これらの実施形態では、転動形ダイヤフラムおよび／またはベローズは、それにわたる 3000 psi（いくつかの実施形態では、最大で 1500 psi またはそれ以上）程度で作動する必要がある。この場合、転動形ダイヤフラムおよび／またはベローズシールは、機械（例示の実施形態ではエンジン）に対する作用気体（ヘリウム、水素、またはその他）格納障壁を形成する。また、これらの実施形態では、従来の内燃（「IC」）エンジンのように、周囲圧力において潤滑流体（例示の実施形態では、潤滑流体として使用される油）および空気を単に含有することが必要とされるため、エンジンのボトムエンドを含有するための、重い定格圧力の構造容器の必要性が排除される。

#### 【0319】

それにわたる超高压とともに転動形ダイヤフラムおよび／またはベローズシールを使用することの能力は、いくつかのパラメータの相互作用に依存する。ここで図 59H を参照すると、転動形ダイヤフラムまたはベローズ材料に対する実際の荷重の説明図が示されている。示されるように、荷重は、設置された転動形ダイヤフラムまたはベローズシールに対する圧力差および環状空隙域の関数である。

#### 【0320】

領域 1 は、ピストンおよびシリンダによって形成される壁と接触している、転動形ダイヤフラムおよび／またはベローズの部分を表す。転動形ダイヤフラムおよび／またはベローズにわたる圧力差により、荷重は、本質的には長手方向の引張荷重である。転動形ダイヤフラムおよび／またはベローズにわたる圧力による、この引張荷重は、以下のように表すことができる。

#### 【0321】

$$L_t = P_d * A_a$$

式中、

10

20

30

40

50

$L_t$  = 引張荷重

$P_d$  = 圧力差

$A_a$  = 環状域

であり、

$$A_a = p / 4 * (D^2 - d^2)$$

式中、

$D$  = シリンダ内径

$d$  = ピストン直径

であり、ベローズ材料における応力の引張成分は、以下のように近似することができる。

$$S_t = L_t / (\pi * (D + d) * t_b)$$

10

これは、次に帰着する。

【0322】

$$S_t = P_d / 4 * (D - d) / t_b$$

以降、以下のように定義される、シリンダ内径 ( $D$ ) およびピストン直径 ( $d$ ) に対する畳み込み半径  $R_c$  の関係を示す。

【0323】

$$R_c = (D - d) / 4$$

したがって、 $S_t$  に対する次式が、その最終形態に帰着する。

【0324】

$$S_t = P_d * R_c / t_b$$

20

式中、

$t_b$  = ベローズ材料の厚さ

である。

【0325】

やはり図59Hを参照すると、領域2は、畳み込みを表す。転動形ダイアフラムおよび／またはベローズ材料が畳み込みにおいて角を曲がると、転動形ダイアフラムおよび／またはベローズ材料に課せられるフープ応力が計算されてもよい。畳み込みを形成するベローズの部分について、応力のフープ成分は、以下のように厳密に近似することができる。

【0326】

$$S_h = P_d * R_c / t_b$$

30

内側で転動形ダイアフラムおよび／またはベローズが転動する環状域は、概して、畳み込み域と呼ばれる。転動形ダイアフラムおよび／またはベローズの疲労寿命は、概して、圧力差による引張（およびフープ）荷重、ならびに布が畳み込みを通して転動する時の屈曲による疲労の両方からの複合応力によって、制限される。この「転動」中に布が呈する半径を、ここでは、畳み込み半径  $R_c$  として定義する。

【0327】

$$R_c = (D - d) / 4$$

畳み込み半径  $R_c$  を介して転動する際の、転動形ダイアフラムおよび／またはベローズ材料における曲げ応力  $S_b$  は、その半径、ならびに屈曲している材料の厚さの関数である。繊維強化材料については、繊維径が減少するにつれて、繊維自体における応力が軽減される（例示的实施形では所定の偏向中に）。同じレベルの屈曲に対する、結果として生じたより低い応力は、疲労寿命限界の増加を可能にする。繊維径がさらに低減されるにつれて、繊維における曲げ応力を耐久限界下で保ちながら、畳み込み半径  $R_c$  を減少させる可撓性が達成される。同時に、 $R_c$  が減少するにつれて、ピストンとシリンダとの間の環帯の中の非支持域が少ないため、布に対する引張荷重が低減される。繊維径が小さくなるほど、最小  $R_c$  が小さくなり、環状域が小さくなって、より高い許容圧力差をもたらす。

40

【0328】

前記半径の曲げについて、曲げモーメントは次式によって近似される。

【0329】

$$M = E * I / R$$

50

式中、

M = 曲げモーメント

E = 弾性係数

I = 慣性モーメント

R = 曲げ半径

である。

【0330】

古典的な曲げ応力  $S_b$  は、次式のように計算される。

【0331】

$$S_b = M * Y / I$$

10

式中、

Y = 曲げの中立軸より上側の距離

であり、置換すると、

$$S_b = (E * I / R) * Y / I$$

$$S_b = E * Y / R$$

が生じる。

【0332】

屈曲が中心の中立軸の周囲であると想定すると、

$$Y_{max} = t_b / 2$$

$$S_b = E * t_b / (2 * R)$$

20

である。

【0333】

いくつかの実施形態では、高サイクル寿命のための転動形ダイアフラムおよび／またはベローズ設計は、課せられる曲げ応力が、圧力に基づく荷重（フープおよび軸方向応力）より小さい大きさにほぼ保たれる形状に基づいている。式  $S_b = E * t_b / (2 * R)$  に基づき、 $R_c$  に正比例して  $t_b$  を最小化することにより、曲げ応力が増加するべきではないことが明確である。転動形ダイアフラムおよび／またはベローズ材料または膜の例示的实施形態に対する最小厚さは、エラストマーの補強で使用される最小繊維径に直接関係する。使用される繊維が細いほど、所与の応力レベルに対する、結果として生じる  $R_c$  が小さくなる。

30

【0334】

転動形ダイアフラムおよび／またはベローズに対する荷重の別の制限成分は、畳み込みにおけるフープ応力である（理論的には、ピストンまたはシリンダによって支持されている間の長手方向荷重と同じ大きさである）。その荷重に対する支配方程式は以下のとおりである。

【0335】

$$S_h = P_d * R_c / t_b$$

したがって、 $R_c$  が  $t_b$  に正比例して減少させられた場合には、この領域中の膜に対する応力の増加がない。しかしながら、 $R_c$  を  $t_b$  よりも大きい比に減少させる態様でこの比が低減された場合には、パラメータの平衡を保たなければならない。したがって、 $R_c$  に対して  $t_b$  を減少させることは、転動形ダイアフラムおよび／またはベローズが、圧力によるさらに大きい応力を支持することを必要とするが、曲げによる低減した応力レベルを生み出す。圧力ベースの荷重は、本質的に一定であるため、このことが有利であってもよく、したがって、曲げ荷重が周期的であるため、最終的に疲労寿命を制限するのは曲げ荷重成分である。

40

【0336】

曲げ応力の低減のために、 $t_b$  は、理想的には最小値となるべきであり、 $R_c$  は、理想的には最大値となるべきである。E も、理想的には最小値となるべきである。フープ応力の低減のためには、 $R_c$  は、理想的には小さく、 $t_b$  は、理想的には大きい。

【0337】

50

したがって、転動形ダイアフラムおよび／またはベローズ膜材料の重要なパラメータは、以下のとおりである。

【0338】

E：膜材料の弾性係数、

$t_b$ ：膜の厚さ（および／または繊維径）、

$S_{ut}$ ：転動形ダイアフラムおよび／またはベローズの終局引張強度、および

$S_{lcf}$ ：転動形ダイアフラムおよび／またはベローズの制限疲労強度。

【0339】

したがって、E、 $t_b$ 、および $S_{ut}$ から、最小許容の $R_c$ が計算されてもよい。次に、 $R_c$ 、 $S_{lcf}$ 、および $t_b$ を使用して、最大の $P_d$ が計算されてもよい。 $R_c$ は、定常状態の圧力応力と周期的曲げ応力との間の荷重（応力）成分の偏りを移動させるように調整されてもよい。したがって、理想的な転動形ダイアフラムおよび／またはベローズ材料は、極めて薄く、極めて張力に強く、曲げに非常に柔軟である。

【0340】

したがって、いくつかの実施形態では、転動形ダイアフラムおよび／またはベローズ材料（「膜」と呼ばれることもある）は、炭素繊維ナノチューブでできている。しかしながら、付加的な細径の繊維材料もまた、使用されてもよく、編組されたナノチューブ繊維、ナノチューブ非撚糸繊維、あるいは、KEVLAR、ガラス、ポリエステル、合成繊維、ならびに、所望の直径および／または上記で詳細に説明されるような他の所望のパラメータを有する、任意の他の材料または繊維を含むが、それらに限定されない任意の他の従来の材料を含むが、それらに限定されない。

（ピストンシールおよびピストン棒シール）

ここで図57Gを参照すると、機械の実施形態が示され、スターリングサイクルエンジン等のエンジン51326は、少なくとも1つピストン棒シール51314と、ピストンシール51324と、ピストンガイドリング51322（図60で51616として示される）とを含む。ピストンシール51324およびピストンガイドリング51322の種々の実施形態は、以下で、ならびに前述のように参照することにより組み込まれる、2003年2月6日のLangenfeldらの米国特許出願公開第2003/0024387A1号（現在は放棄）でさらに論議されている。

【0341】

図60は、シリンダの中心軸51602またはシリンダ51604に沿って駆動される、ピストン51600の部分断面を示す。ピストンシール（図57Gにおいて51324として示される）は、シリンダ51604の接触面51608に対するシールを提供する、シールリング51606を含んでもよい。接触面51608は、典型的には、12RMSまたはより平滑な表面仕上げを有する、硬化金属（好ましくは58-62RC）である。接触面51608は、容易に表面硬化されてもよく、かつ所望の仕上げを達成するように研削および／または研磨されてもよい、8260硬化鋼等の表面硬化された金属であってもよい。ピストンシールはまた、シールリング51606に対する推力を提供するようにバネ付きである、バックリング51610も含んでもよく、それにより、シールリング51606の外側表面全体の周囲の密閉を確保するのに十分な接触圧を提供する。シールリング51606およびバックリング51610は、共に、ピストンシール複合リングと呼ばれてもよい。いくつかの実施形態では、少なくとも1つのピストンシールが、シリンダ51604の低温部分からシリンダ51604の高温部分を密閉してもよい。

【0342】

ここで図61を参照すると、いくつかの実施形態は、ピストン棒シリンダ壁51700に取り付けられるピストン棒シール（図57Gで51314として示される）を含み、それは、いくつかの実施形態では、ピストン棒51604（図57Gでは51302として示される）の接触面51708に対するシールを提供するシールリング51706を含んでもよい。接触面51708は、いくつかの実施形態では、12RMSまたはより平滑な表面仕上げを有する、硬化金属（好ましくは58-62RC）である。接触面51708

は、容易に表面硬化されてもよく、かつ所望の仕上げを達成するように研削および／または研磨されてもよい、58260硬化鋼等の表面硬化された金属であってもよい。ピストンシールはまた、シールリング51706に対する半径方向またはフープ力を提供するようバネ付きである、バックリング51710も含んでもよく、それにより、シールリング51706の外側表面全体の周囲の密閉を確保するのに十分な接触フープ応力を提供する。シールリング51706およびバックリング51710は、共に、ピストン棒シール複合リングと呼ばれてもよい。

#### 【0343】

いくつかの実施形態では、シールリングおよびバックリングは、ピストン棒上に配置されてもよく、バックリングがシールリングに外からの圧力を及ぼし、シールリングは、ピストン棒シリンダ壁51702と接触してもよい。これらの実施形態は、以前の実施形態よりも大きいピストン棒シリンダの長さを必要とする。これは、接触面51708がピストン棒自体の上に位置する以前の実施形態よりも、ピストン棒シリンダ壁51702上の接触面が長くなるためである。さらに別の実施形態では、ピストン棒シールは、Oリング、黒鉛隙間シール、ガラスシリンダの中の黒鉛ピストン、または任意の空気ポート、またはバネ稼働式穴縁シールを含むがそれらに限定されない、当技術分野で公知の任意の機能的シールであってもよい。いくつかの実施形態では、近接した隙間を有する、あらゆるものが使用されてもよく、他の実施形態では、干渉物、例えばシールを有する、あらゆるものが使用される。例示的实施形態では、バネ稼働式穴縁シールが使用される。BAL SEAL Engineering, Inc. (Foothill Ranch, CA) 製のものを含む、任意のバネ稼働式穴縁シールが使用されてもよい。いくつかの実施形態では、使用されるシールは、BAL SEAL、部品番号X558604である。

#### 【0344】

シールリング51606および51706の材料は、接触面51608および51708にそれぞれ対するシールリング51606および51706の摩擦係数と、それが引き起こすシールリング51606および51706上の摩耗との間のバランスを考慮することによって選択される。スターリングサイクルエンジンの高い動作温度等の、ピストン潤滑が可能ではない用途では、工学プラスチックリングの活用が使用される。組成物の実施形態は、潤滑材料および耐摩耗材料を装填したナイロンマトリクスを含む。そのような潤滑材料の例は、PTFE／シリコーン、PTFE、黒鉛等を含む。耐摩耗材料の例は、ガラス繊維および炭素繊維を含む。そのような工学プラスチックの例は、LNP Engineering Plastics, Inc. (Exton, PA) によって製造されている。バックリング51610および51710は、好ましくは金属である。

#### 【0345】

それぞれ、シールリング51606および51706とシールリング溝51612および51712との間の嵌合が、好ましくは、隙間嵌合（約0.002"）である一方で、バックリング51610および51710の嵌合は、好ましくは、いくつかの実施形態では約0.005"程度の、より緩い嵌合である。シールリング51606および51706は、リング51606および51706にわたる圧力差の方向と、ピストン51600またはピストン棒51704の移動方向とに応じて、それぞれ、接触面51608および51708に対する圧力シールと、また、それぞれ、シールリング溝51612および51712の表面51614および51714の一方に対する圧力シールとを提供する。

#### 【0346】

図62Aおよび62Bは、バックリング51820が、間隙51800を除いて本質的に円対称である場合、圧縮時に、破線のバックリング51802によって示されるような長円形となることを示す。結果は、シールリング（図示せず、図60および61において51606および51706として示される）に及ぼされる不均等な半径方向またはフープ力（矢印51804によって示される）、および、したがって、それぞれ接触面（図示せず、図60および61において51608および51708として示される）

に対するシールリングの不均等な圧力であってもよく、シールリングの不均等な摩耗、場合によってはシールの故障を引き起こす。

#### 【0347】

ピストンシールバックリング51820によって及ぼされる、不均等な半径方向またはフープ力の問題の解決法は、実施形態によれば、図62Cおよび62Dに示されるような、間隙51800からの円周方向変位とともに変動する断面を有する、バックリング51822である。バックリング51822の幅の漸減が、数字51806で示された位置から数字51808で示された位置まで示されている。また、図62Cおよび62Dには、シールリング51606の円周方向閉鎖を提供するための重ね継手51810が示されている。いくつかのシールは寿命の間に有意に摩耗するため、バックリング51822は、可動範囲の不均等な圧力（図563Bで数字51904によって示される）を提供するべきである。図62Cおよび62Dに示された先細のバックリング51822は、この利点を提供してもよい。

10

#### 【0348】

図63Aおよび63Bは、いくつかの実施形態による、ピストンシリンダに対するピストンシールリングの不均等な半径方向またはフープ力の問題の別の解決法を図示する。図63Aに示されるように、バックリング51910は、シリンダ内での圧縮時に、リングが破線のバックリング51902によって示された円形となるように、長円形に形成される。したがって、シールリングとシリンダ接触面との間の一定の接触圧は、図63Bに示されるように、バックリング51902の均等な半径方向力51904によって提供されてもよい。

20

#### 【0349】

ピストン棒シールバックリングによって及ぼされる、不均等な半径方向またはフープ力の問題の解決法は、いくつかの実施形態によれば、図62Eおよび62Fに示されるような、間隙51812からの円周方向変位とともに変動する断面を有する、バックリング51824である。バックリング51824の幅の漸減が、数字51814で示された位置から数字51816で示された位置まで示されている。また、図62Eおよび518Fには、シールリング51706の円周方向閉鎖を提供するための重ね継手51818が示されている。いくつかのシールは寿命にわたって有意に摩耗するため、バックリング51824は、可動範囲の不均等な圧力（図64Bで数字52004によって示される）を提供するべきである。図62Eおよび62Fに示された先細バックリング51824は、この利点を提供してもよい。

30

#### 【0350】

図64Aおよび64Bは、いくつかの実施形態による、ピストン棒接触面に対するピストン棒シールリングの不均等な半径方向またはフープ力の問題の別の解決法を図示する。図64Aに示されるように、バックリング（破線のバックリング52000によって示される）は、シリンダ内での拡張時に、リングがバックリング52002によって示された円形となるように、長円形に形成される。したがって、シールリング51706とシリンダ接触面との間の一定の接触圧は、図64Bに示されるように、バックリング52002の均等な半径方向推力52004によって提供されてもよい。

40

#### 【0351】

再び図60を参照すると、いくつかの実施形態によれば、シリンダ51604を上下に移動する際にピストン51600にかかる側面荷重を支持するために、少なくとも1つのガイドリング51616もまた、提供されてもよい。ガイドリング51616もまた、好ましくは、潤滑材料を装填した工学プラスチック材料で製造する。ガイドリング51616の斜視図を図65に示す。重複継手52100が示されており、ガイドリング51616の中心軸に対して斜めであってもよい。

（潤滑流体ポンプおよび潤滑流体通路）

ここで図66を参照すると、ロッキングビーム駆動部52202および潤滑流体52204を有する、機械用のエンジン52200の一実施形態の代表的な説明図が示されてい

50

る。いくつかの実施形態では、潤滑流体は油である。潤滑流体は、流体力学上の圧力によって供給された潤滑軸受等の、クランクケース 5 2 2 0 6 の中のエンジン部品を潤滑するために使用される。エンジン 5 2 2 0 0 の可動部品を潤滑すると、エンジン部品間の摩擦をさらに低減し、エンジン効率およびエンジン寿命をさらに増加させる働きをする。いくつかの実施形態では、潤滑流体は、油水溜としても知られるエンジンの底部に配置され、クランクケースの全体を通して分配されてもよい。潤滑流体は、潤滑流体ポンプによってエンジン 5 2 2 0 0 の異なる部品に分配されてもよく、潤滑流体ポンプは、フィルタ付き入口を介して、水溜から潤滑流体を収集してもよい。例示的实施形態では、潤滑流体は油であり、したがって、潤滑流体ポンプは、本明細書では油ポンプと呼ばれる。しかしながら、「油ポンプ」という用語は、油が潤滑流体として使用される、例示的实施形態および他の実施形態を説明するためのみに使用され、該用語は、潤滑流体または潤滑流体ポンプを限定するように解釈されるものではない。

10

#### 【0352】

ここで図 6 7 A および 6 7 B を参照すると、エンジンの一実施形態が示されており、潤滑流体は、機械的油ポンプ 5 2 2 0 8 によって、クランクケース 5 2 2 0 6 の中に位置するエンジン 5 2 2 0 0 の異なる部品に分配される。油ポンプ 5 2 2 0 8 は、駆動歯車 5 2 2 1 0 と、遊歯車 5 2 2 1 2 とを含んでもよい。いくつかの実施形態では、機械的油ポンプ 5 2 2 0 8 は、ポンプ駆動アセンブリによって駆動されてもよい。ポンプ駆動アセンブリは、駆動歯車 5 2 2 1 0 に連結される駆動軸 5 2 2 1 4 を含んでもよく、駆動軸 5 2 2 1 4 は、その上に中間歯車 5 2 2 1 6 を含む。中間歯車 5 2 2 1 6 は、好ましくは、クランク軸歯車 5 2 2 2 0 によって駆動され、クランク軸歯車 5 2 2 2 0 は、図 6 8 に示されるように、エンジン 5 2 2 0 0 の 1 次クランク軸 5 2 2 1 8 に連結される。この構成では、クランク軸 5 2 2 1 8 は、駆動軸 5 2 2 1 4 上の中間歯車 5 2 2 1 6 を駆動するクランク軸歯車 5 2 2 2 0 を介して、機械的油ポンプ 5 2 2 0 8 を間接的に駆動し、それが次に、油ポンプ 5 2 2 0 8 の駆動歯車 5 2 2 1 0 を駆動する。

20

#### 【0353】

クランク軸歯車 5 2 2 2 0 は、図 2 4 に示されるように、いくつかの実施形態では、クランク軸 5 2 2 1 8 のクランクピン 5 2 2 2 2 および 5 2 2 2 4 の間に配置されてもよい。他の実施形態では、クランク軸歯車 5 2 2 2 0 は、図 6 9 A - 6 9 C に示されるように、クランク軸 5 2 2 1 8 の端に配置されてもよい。

30

#### 【0354】

製造を簡単にするために、クランク軸 5 2 2 1 8 は、複数の部品から成ってもよい。これらの実施形態では、クランク軸歯車 5 2 2 2 0 は、クランク軸の組立中にクランク軸部品の間に挿入されてもよい。

#### 【0355】

駆動軸 5 2 2 1 4 は、いくつかの実施形態では、図 6 7 A および 6 9 A に示されるように、クランク軸 5 2 2 1 8 に垂直に配置されてもよい。しかしながら、いくつかの実施形態では、駆動軸 5 2 2 1 4 は、図 6 9 B および 6 9 C に示されるように、クランク軸 5 2 2 1 8 と平行に配置されてもよい。

#### 【0356】

いくつかの実施形態では、クランク軸歯車 5 2 2 3 4 および中間歯車 5 2 2 3 2 は、スプロケットであってもよく、クランク軸歯車 5 2 2 3 4 と中間歯車 5 2 2 3 2 とは、図 6 9 C および 7 0 C に示されるように、チェーン 5 2 2 2 6 によって連結される。そのような実施形態では、チェーン 5 2 2 2 6 は、チェーン駆動ポンプ（図 7 0 A から 7 0 C で 5 2 6 0 0 として示される）を駆動するために使用される。

40

#### 【0357】

いくつかの実施形態では、クランク軸 5 2 2 1 8 と駆動軸 5 2 2 1 4 との間の歯車比は、動作の全体を通して一定のままである。そのような実施形態では、歯車比がポンプ速度とエンジンの速度との間で平衡を保つように、クランク軸と駆動軸との間で適切な歯車比を有することが重要である。このことは、特定のエンジン R P M（毎分回転数）動作範囲

50

によって必要とされる、特定の潤滑剤の流れを達成する。

#### 【0358】

いくつかの実施形態では、潤滑流体は、電気ポンプによって、エンジンの異なる部品に分配される。電気ポンプは、そうでなければ機械的油ポンプによって必要とされる、ポンプ駆動アセンブリの必要性を排除する。

#### 【0359】

再び図67Aおよび67Bを参照すると、油ポンプ52208は、水溜から潤滑流体を収集する入口52228と、エンジンの種々の部品に潤滑流体を送達する出口52230とを含んでもよい。いくつかの実施形態では、駆動歯車52212および遊歯車52210の回転は、水溜からの潤滑流体を、入口52228を通して油ポンプに引き込ませ、出口52230を通してポンプの外へ押し出させる。入口52228は、好ましくは、油ポンプに引き込まれる前に潤滑流体の中で見出される場合がある、微粒子を除去するためのフィルタを含む。いくつかの実施形態では、入口52228は、管、パイプ、またはホースを介して、水溜に接続されてもよい。いくつかの実施形態では、入口52228は、水溜と直接的に流体連通してもよい。

#### 【0360】

いくつかの実施形態では、油ポンプ出口52230は、種々のエンジン部品の中の一連の通路に接続され、それを通して潤滑流体が種々のエンジン部品に送達される。出口52230は、通路と直接的に連通するよう、通路と一体化してもよく、または、1つのホースまたは管、あるいは複数のホースまたは管を介して、通路に接続されてもよい。一連の通路は、好ましくは、通路の相互接続ネットワークであるため、出口52230は、単一の通路入口に接続され、依然としてエンジンの潤滑部品に潤滑流体を送達することができてもよい。

#### 【0361】

図71A-71Dは、一実施形態を示し、油ポンプ出口（図67Bで52230として示される）は、ロッキングビーム駆動部52704のロッカー軸52702の中の通路52700に接続される。ロッカー軸通路52700は、ロッカー枢動部軸受52706に潤滑流体を送達し、ロッキングビーム通路（図示せず）に接続され、かつそこに潤滑流体を送達する。ロッキングビーム通路は、接続リストピン軸受52708、リンク棒軸受52710、およびリンク棒通路52712に潤滑流体を送達する。リンク棒通路52712は、ピストン棒連結軸受52714に潤滑流体を送達する。接続棒52720の接続棒通路（図示せず）は、第1のクランクピン52722およびクランク軸52726のクランク軸通路52724に潤滑流体を送達する。クランク軸通路52724は、クランク軸ジャーナル軸受52728、第2のクランクピン軸受52730、およびスプライン軸通路52732に潤滑流体を送達する。スプライン軸通路52732は、スプライン軸のスプライン継手52734および52736に潤滑流体を送達する。油ポンプ出口（図示せず、図67Bで52230として示される）は、いくつかの実施形態では、主要供給部52740に接続される。いくつかの実施形態では、油ポンプ出口はまた、連結継手線形軸受52738に接続され、かつそこに潤滑流体を提供してもよい。いくつかの実施形態では、油ポンプ出口は、1つの管またはホース、あるいは複数の管またはホースを介して、線形軸受52738に接続されてもよい。代替として、リンク棒通路52712は、線形軸受52738に潤滑流体を送達してもよい。

#### 【0362】

したがって、主要供給部52740は、ジャーナル軸受表面52728に潤滑流体を送達する。ジャーナル軸受表面52728から、潤滑流体は、クランク軸主要通路に送達される。クランク軸主要通路は、スプライン軸通路52732およびクランクピン52724上の接続棒軸受の両方に潤滑流体を送達する。潤滑流体は、好ましくは、上記の軸受から流出し、水溜に流入することによって、水溜に再び送達される。水溜の中では、潤滑流体は、油ポンプによって収集され、エンジンの全体を通して分配される。

（分配）

10

20

30

40

50

上記のように、システム、方法、および装置の種々の実施形態は、初期水質にかかわらず、全ての環境で使用するための信頼できる飲用水源を提供することができる、低コストで、容易に保守され、高度に効率的で、可搬式で、二重安全装置を装備したシステムを有利に提供してもよい。システムは、例えば、可搬式電源および中程度の電力経費を使用する個人規模または限定されたコミュニティ規模で、飲用または医療用途のために、飲料水の連続流を生産することを目的とする。一例として、いくつかの実施形態では、約500ワットの電力経費で、毎時間少なくとも約10ガロンの水を生産するために、水蒸気蒸留装置が利用されてもよい。このことは、非常に効率的な熱伝達プロセスおよび多数のサブシステム設計最適化を通して、達成されてもよい。

**【0363】**

10

水蒸気蒸留装置の種々の実施形態は、本明細書で説明されるように、バッテリー、電源、または発電機によって電力供給されてもよい。バッテリーは、独立型バッテリーであってもよく、または、スクーター、場合によってはハイブリッド自動車またはバッテリー電動自動車であってもよい、任意の他の自動車等の、自動車輸送装置に接続され得る。

**【0364】**

一実施形態では、システムは、開発途上世界において、あるいは遠隔の村または遠隔の居住区において使用されてもよい。システムは、例えば（しかし限定ではなく）、あらゆる種類の水が常に安全ではないか、設置のための水の技術的専門知識が皆無かそれに近いのか、代替供給へのアクセスが信頼できないか、保守へのアクセスが制限されているか、困難な動作環境であるといった、いずれか1つ以上を抱えるコミュニティにおいて特に有利である。

20

**【0365】**

システムは、任意の入力源を浄化して、入力源を高品質の出力、すなわち、より清浄な水に変換するように作用する。いくつかの用途では、水蒸気蒸留装置は、源水を提供する地方自治体のインフラストラクチャーがないコミュニティにあってもよい。したがって、これらの状況では、水蒸気蒸留装置の実施形態は、様々な質の純度を有する源水を受け入れることが可能であってもよい。

**【0366】**

システムはまた、設置および操作が容易である。水蒸気蒸留装置は、自律システムとなるように設計される。この装置は、操作者によって監視される必要がなく、独立して動作してもよい。このことは、水蒸気蒸留装置が設置および／または利用され得る場所の多くで、整備士がまれであるか、または信頼できない場合があるので、重要である。

30

**【0367】**

システムは、最小の保守要件を有する。例示的实施形態では、システムは、いずれの消耗品および／または使い捨て品も必要とせず、したがって、要素または部品の交換なしで、一定の期間にわたってシステム自体が利用されてもよい。このことは、水蒸気蒸留装置等の機械的デバイスを保守する技術的専門知識を有する人々が不足しているコミュニティに水蒸気蒸留装置が位置してもよい、多くの用途において重要である。システムはまた、安価であり、あらゆるコミュニティに対する選択肢となる。

**【0368】**

40

加えて、水蒸気蒸留装置は、清浄な飲用水が容易または十分に入手可能ではない、あらゆるコミュニティでも使用されてもよい。例えば、水蒸気蒸留デバイスを稼働させる電気を提供するための公共施設および装置に供給するための都市水道の両方を有するコミュニティである。

**【0369】**

したがって、水蒸気蒸留装置は、電気を供給するための公共施設網を有するが、清浄な飲用水がない場合があるコミュニティにおいて使用されてもよい。逆に、コミュニティが、安全ではない都市水道を有し、電気を供給するための公共施設網がない場合がある。これらの用途では、水蒸気蒸留装置は、スターリングエンジン、内燃エンジン、発電機、バッテリー、または太陽電池パネルを含むが、それらに限定されないデバイスを使用して、電

50

力供給されてもよい。水源は、その地域の小川、川、湖、池、または井戸、ならびに海を含んでもよいが、それらに限定されない。

#### 【0370】

インフラストラクチャーがないコミュニティでは、水源を探し、水蒸気蒸留装置を移動させる電力を供給できることが課題である。先述のように、水蒸気蒸留装置は、いくつかの種類のデバイスを使用して電力供給されてもよい。

#### 【0371】

この種の状況で、水蒸気蒸留装置を設置する1つの適当な場所は、地域診療所または医療センターの中であってもよい。これらの場所には、典型的には、なんらかの形の電源があり、コミュニティのほとんどの人々にアクセス可能である。

10

#### 【0372】

再度、本明細書で説明されるように、電源は、スターリングエンジンを含んでもよい。機械の大きさに有意に影響を及ぼすことなく、エンジンが機械を操作するのに十分な量の電力を提供するため、この種のエンジンは、水の機械での適用に適している。

#### 【0373】

水蒸気蒸留装置は、毎日約50人から250人に水を供給してもよい。例示的实施形態では、出力は、毎時間30リットルである。この生産流量は、小さな村またはコミュニティの必要性に好適である。エネルギー需要は、約900ワットを含む。したがって、エネルギー必要量は、水蒸気蒸留装置に電力供給するために最小である。この低電力必要量は、小規模／遠隔の村またはコミュニティに好適である。また、いくつかの実施形態では、標準的なコンセントが電源として好適である。水蒸気蒸留装置の重量は、例示的实施形態では約90Kgであり、大きさ（高さ×奥行き×幅）は、160cm×50cm×50cmである。

20

#### 【0374】

温度、TDS、および流体流動を操作する知識は、広範囲の周囲温度、圧力、および源水の溶解固形分の下で飲料水の生産を可能にするように情報を提供する。1つの特定の实施形態は、制御方法を利用してよく、それにより、簡易アルゴリズムおよびルックアップテーブルと併せて、そのような測定値（T、P、TDS、流速等）が使用され、操作者またはコンピュータ管理者が、既存の周囲条件下での最適な性能のために動作パラメータを設定することを可能にする。

30

#### 【0375】

いくつかの実施形態では、装置は、水を分配するためのシステムの一部として組み込まれてもよい。このシステム内に、監視システムを含んでもよい。この監視システムは、生成デバイスへの入力1つ以上の特性を測定するための入力センサと、生成デバイスからの出力の消費または他の特性を測定するための出力センサとを有するステップを含んでもよいが、それに限定されない。監視システムは、入力および出力センサに基づいて、測定した入力および出力の消費を連結させるためのコントローラを有してもよい。

#### 【0376】

ネットワークの特定の公共施設の生成デバイスが水蒸気蒸留装置である場合、入力センサは、流速モニタであってもよい。また、出力センサは、濁度、伝導度、および温度センサのうちの1つ以上を含む、水質センサであってもよい。

40

#### 【0377】

監視システムはまた、直接的に、または衛星等の媒介デバイスを介してのいずれかで、遠隔地に測定した入力および出力パラメータを伝達するための、テレメトリモジュールを有してもよく、さらに、システムは、遠隔受信した指示に基づいて発電機の動作パラメータを変動させるための遠隔アクチュエータを含んでもよい。監視システムはまた、監視システムの場所を示す出力を有する、GPS受信機等の自己場所決定デバイスを有してもよい。その場合、測定した入力および出力の特性は、監視システムの場所に依存してもよい。

#### 【0378】

50

上記の監視システムは、浄水源を提供するための公共施設の分散型ネットワーク内に含まれてもよい。分散型ネットワークは、それぞれの発電機への入力を測定するための入力センサ、それぞれの発電機からの出力の消費を測定するための出力センサ、および規定の発電機の入力および出力パラメータを伝送するためのテレメトリ伝送器を使用して、水を生成するためのデバイスを有する。最後に、分散型ネットワークは、複数の公共施設発電機から入力および出力パラメータを受信するための遠隔プロセッサを有してもよい。

#### 【0379】

ここで図42を参照すると、この図は、監視生成デバイス4202を示す。生成デバイス4202は、本明細書で開示されるような水蒸気蒸留装置であってもよい。生成デバイス4202は、典型的には、その動作状態および条件を表す一式のパラメータによって特徴付けられてもよい。そのようなパラメータは、制限なく、その温度、その入力または出力流束等を含んでもよく、以下で詳細に説明されるように、センサを用いた監視を受けてもよい。

10

#### 【0380】

やはり図42を参照すると、源水は、入口4204において生成デバイス4202に進入し、出口4206において生成デバイスから出る。生成デバイス4202に進入する源水4208の量および生成デバイス4202から出る浄水4210の量は、イベント毎または累積ベースのいずれかで、入口センサモジュール4212および／または出口センサモジュール4214に位置する温度および圧力を判定するための、センサまたは流量計等の、流速を判定するために一般的に使用される種々のセンサのうちの1つ以上の使用を通して監視されてもよい。加えて、生成デバイス4202の適正な機能は、出口センサモジュール4214および／または入口センサモジュール4212において濁度、伝導度、および／または温度を測定することによって判定されてもよい。イベント毎または累積的のいずれかにおいて、システム使用時間または電力消費量等の他のパラメータもまた、判定されてもよい。センサは、センサが事前にプログラムされた範囲外の値を検出した時に始動させられてもよい、アラームまたは停止スイッチに連結されてもよい。

20

#### 【0381】

システム位置の直接入力を通して、またはGPS位置検出器の使用によって、システムの位置が分かった時、抗体チップ検出器または細胞に基づいた検出器等の種々の検出器を利用して、既知の局所的水汚染物質の点検を含む、付加的な水質検査が位置に基づいて行なわれてもよい。水質センサは、水中の汚染物質の量を検出してもよい。センサは、水質が事前にプログラムされた水質値以上に上昇した場合にアラームを鳴らすようにプログラムされてもよい。水質値は、水中の汚染物質の測定した量である。代替として、水質が事前にプログラムされた水質値以上に上昇した場合に、停止スイッチが生成デバイスをオフにしてもよい。

30

#### 【0382】

さらに、もしあれば、生成デバイス4202中に薄片の蓄積が、システムの熱伝達性質を監視するステップまたは流れインピーダンスを測定するステップを含む、種々の方法によって判定されてもよい。種々の他のシステムパラメータを監視するために、種々の他のセンサが使用されてもよい。

40

#### 【0383】

やはり図42を参照すると、上記のセンサは、生成デバイス4202の外部で、上記の種々のパラメータを監視および／または記録するために使用されてもよく、または代替実施形態では、生成デバイス4202は、携帯電話汚染システム等の通信システム4214を装備してもよい。通信システム4214は、生成デバイス4202と監視ステーション4216との間の通信のためのみに使用される、内部システムとなり得る。代替として、通信システム4214は、携帯電話衛星システム4218を通した一般通信用の携帯電話を含む、携帯電話通信システムとなり得る。通信システム4214はまた、Bluetooth（登録商標）開放仕様等の無線技術を採用してもよい。通信システム4214は、加えて、GPS（グローバルポジショニングシステム）ロケータを含んでもよい。

50

## 【0384】

やはり図42を参照すると、通信システム4214は、監視ステーション4216との通信を可能にすることによって、生成デバイス4202への種々の改良を可能にする。例えば、監視ステーション4216は、意図したユーザによる意図した場所での使用を確実にするように、生成デバイス4202の場所を監視してもよい。加えて、監視ステーション4216は、生産される水および／または電気の量を監視してもよく、それが使用料の計算を可能にしてもよい。加えて、ある期間中、またはある期間中の累積しよう時間の間に生産される水および／または電気の量の判定は、予防保守スケジュールの計算を可能にする。使用料の計算によって、または水質を判定するために使用されるセンサのうちのいずれかの出力によって、保守の呼び出しが必要とされることが望ましい場合、監視ステーション4216が保守のための訪問を手配してもよい。GPS（グローバルポジショニングシステム）ロケータが使用中である場合、監視ステーション4216は、生成デバイス4202の正確な場所を判定して、保守のための訪問をより良好に促進してもよい。監視ステーション4216はまた、どの水質検査または他の検査が、生成デバイス4202の現在の場所に最も適切であるかを判定してもよい。通信システム4214はまた、生成デバイス4202をオンまたはオフにするために、使用前にデバイスを予熱するために、または、盗難の場合等に事前の警告なしでシステムが移転された場合にシステムを無効にするために、使用されてもよい。

10

## 【0385】

ここで図43を参照すると、上記の監視および通信システムは、種々の公共施設分配システムの使用を促進する。政府機関、非政府組織（NGO）、または民間所有の慈善援助組織、企業、またはこれらの組み合わせ等の組織43は、国全体等の地理的または政治的地域に、安全な飲用水または電気等の分散型公共施設を提供し得る。次いで、組織43は、地域配給業者44A、44B、および44Cを確立してもよい。これらの地域配給業者は、好ましくは、前述の監視ステーション4216（図42参照）となり得る。1つの可能な配設では、組織43は、地域配給業者44等に、いくつかの生成デバイス4202（図42参照）を提供し得る。別の可能な配設では、組織43は、生成デバイス4202（図42参照）の分配のために、販売、融資、または他の財政手配を行い得る。次いで、地域配給業者44等は、操作者45等にこれらの生成デバイスを与えるか、または、販売または微量の融資等の、ある種の財政手配を通して、操作者に生成デバイス4202（図42参照）を提供し得る。

20

30

## 【0386】

やはり図43を参照すると、操作者45は、村の中心、病院、または水のアクセス地点あるいはその付近における他のグループに、分散型公共施設を提供し得る。1つの例示的实施形態では、微量の融資によって生成デバイス4202（図42参照）が操作者45に提供されると、操作者45は、電気の場合はワット毎または浄水の場合はリットル毎等で、単位毎でエンドユーザに請求し得る。地域配給業者44または組織43のいずれかは、上記の通信システムのうちの1つを使用して、使用料および他のパラメータを監視してもよい。次いで、配給業者44または組織43は、生成デバイス45（図42参照）の費用のいくらかを回収するか、または、50％等の、単位当たり料金のいくらかを操作者4312に請求することによって、微量の融資の返済を達成し得る。説明される通信システムは、加えて、生成デバイスが事前設定域の外側に移転された場合、または支払いが時機を逃さず行なわれなかった場合に、生成デバイス4202（図42参照）を無効にするために使用されてもよい。この種の分配システムは、重要な地域にわたって必要な公共施設の分配を迅速に可能にする一方で、例えば、別の地域で同様なシステムを開発するために使用され得る、資金の少なくとも部分的な回収を可能にする。

40

## 【0387】

ここで図44を参照すると、この図は、システムに水蒸気蒸留装置の代替実施形態を組み込むための1つの可能な方法の概念フロー図を図示する。この種の実施形態では、流体は、取入口4404から交換器4406の中へとシステムを流れて、交換器4406

50

は、凝縮器 4 4 0 2、ヘッド 4 4 0 8、および内燃または外燃エンジン等の電源からの排気口（図示せず）を含む、複数源のうちの少なくとも 1 つから熱を需要する。流体は、熱交換器 4 4 0 6 を過ぎて水溜 4 4 1 0 の中へ、および凝縮器 4 4 0 2 と熱的に接触している炉心 4 4 1 2 の中へと流れ続ける。炉心 4 4 1 2 では、流体は部分的に蒸発される。炉心 4 4 1 2 から、蒸気経路は、圧縮器 4 4 1 4 と連通しているヘッド 4 4 0 8 の中へ、およびそこから凝縮器 4 4 0 2 の中へと進む。蒸気が凝縮した後、流体は、凝縮器 4 4 0 2 から熱交換器 4 4 0 6 を通って、最終的には排気領域 4 4 1 6 の中へ、次いで最終蒸留生産物として外へ進む。

#### 【0388】

ここで図 4 4 および 4 4 A を参照すると、システム全体に電力供給するために、電源 4 4 1 8 が使用されてもよい。電源 4 4 1 8 は、特に、圧縮器 4 4 1 4 が液封式ポンプまたは再生ブロワ等の蒸気ポンプである時に、圧縮器 4 4 1 4 を駆動するために使用されるモータ（図示せず）に連結されてもよい。電源 4 4 1 8 はまた、図 4 4 に示された装置の他の要素に電気エネルギーを提供するために使用されてもよい。電源 4 4 1 8 は、例えば、電気コンセント、標準の内燃（I C）発電機、または外燃発電機であってもよい。1 つの例示的实施形態では、電源は、スターリングサイクルエンジンである。I C 発電機および外燃発電機は、図 4 4 A に示されるように、電力および熱エネルギーの両方を有利に産生し、その場合、エンジン 4 4 2 0 は、機械および熱エネルギーの両方を産生する。エンジン 4 4 2 0 は、内燃エンジンまたは外燃エンジンのいずれかであってもよい。永久磁石ブラシレスモータ等の発電機 4 4 2 2 は、エンジン 4 4 2 0 のクランク軸に連結され、エンジン 4 4 2 0 によって産生される機械エネルギーを電力 4 4 2 4 等の電気エネルギーに転換する。エンジン 4 4 2 0 はまた、排ガス 4 4 2 6 および熱 4 4 2 8 も産生する。排ガス 4 4 2 6 および熱 4 4 2 8 の形でエンジン 4 4 2 0 によって産生される熱エネルギーは、システムに熱を提供するために有利に使用されてもよい。

#### 【0389】

図 4 4 を参照すると、電源 4 4 1 8 からの熱は、排気口から、外部筐体と個々の装置構成要素との間に位置してもよい、装置を包囲する絶縁空洞の中へ送ることによって、再捕捉されてもよい。一実施形態では、排気は、蒸発器／凝縮器 4 4 0 2 に進入する前に、原料流体を加熱するフィン付き熱交換器にわたって吹き出してもよい。他の実施形態では、原料流体は、例示的实施形態に関して上記で説明されるように、チューブインチューブ熱交換器を越えて吹き出してもよい。

#### 【0390】

ここで図 7 2 A を参照すると、システムの一実施形態が示されている。システムは、単一の一体ユニット内に組み合わせられてもよい、またはその地域の浄水の目的で、別個の動作が可能であり、かつ本明細書で説明されるように連結されてもよい、2 つの基本構成要素を含む。図 7 2 A は、排気管 5 2 8 0 1 6 を介して水蒸留ユニット 5 2 8 0 1 2 に熱を伝えるように連結される電力ユニット 5 2 8 0 1 0 からの排ガスを伴って、水蒸気蒸留装置 5 2 8 0 1 2 に電力を提供するように、電力ユニット 5 2 8 0 1 0 がケーブル 5 2 8 0 1 4 を介して電氣的に連結されるシステムを示す。

#### 【0391】

例示的实施形態では、電力ユニット 5 2 8 0 1 0 は、スターリングサイクルエンジンである。スターリングサイクルエンジンは、本明細書で説明される実施形態のうちのいずれかであってもよい。熱サイクルエンジンは、熱力学の第 2 法則によって、分別効率、すなわち、 $(T_H - T_C) / T_H$  のカルノー効率に制限され、式中、 $T_H$  および  $T_C$  は、それぞれ、利用可能な熱源および周囲熱背景の温度である。熱エンジンサイクルの圧縮期中、熱は、完全には可逆的ではない方式でシステムから排出されなければならない、したがって、常に過度の排熱が存在するようになる。また、より重要なことには、熱エンジンサイクルの膨張期中に提供される全ての熱が、作用流体の中へ連結されるわけではない。ここでも、他の目的で有利に使用されてもよい排熱が生成される。燃焼器の排気において熱力学的に利用可能な（すなわち、周囲環境よりも熱い気体中の）総熱量は、典型的には、総入

10

20

30

40

50

力電力の約10%である。約1キロワットの電力を送達する電力ユニットについては、200℃付近の温度の気体の排気流において、700W程度の熱が利用可能であってもよい。本装置、システム、および方法の実施形態によれば、排熱、ならびにエンジン動力式発電機によって生成される電力は、人間が消費するための水の浄化で使用され、それにより、生水および燃料のみが提供される必要がある、統合システムを有利に提供する。

#### 【0392】

また、スターリングサイクルエンジン等の外燃エンジンは、燃焼を提供する燃焼器を通した酸化剤（典型的には空気であり、本明細書および任意の添付の請求項では、無制限に「空気」と呼ばれる）の効率的なポンプ送付として、そのような方法が採用される時に、高熱効率および汚染物質の低排出を提供することと、加熱器ヘッドから退出する高温排気の回収とが可能である。多くの用途では、空気は、燃焼の前に、熱効率の規定された目的を達成するよう、ほぼ加熱器ヘッドの温度に予熱される。しかしながら、高熱効率を達成するために望ましい、予熱した空気の高い温度は、燃料および空気を予混合しにくくすることによって、および火炎温度を制限するために大量の過剰空気を必要とすることによって、低排出目標の達成を複雑にする。熱エンジンの効率的な低排出動作を達成するために、これらの困難を克服することを対象とした技術は、例えば、2000年5月16日に発行され、参照することにより本明細書に組み込まれる、米国特許第6,062,023号（Kerwinら）で説明されている。

#### 【0393】

外燃エンジンは、加えて、特定のその地域の実情の下で最も入手可能なものを含む、多種多様な燃料の使用を助長する。しかしながら、本説明の教示は、そのようなエンジンに限定されず、内燃エンジンも本開示の範囲内である。しかしながら、内燃エンジンは、典型的には、排気ガスの汚染性質による困難を課し、好ましくは、外燃エンジンが採用される。

#### 【0394】

やはり図72Aを参照すると、電力ユニット528010の実施形態が図72Bに概略的に示されている。電力ユニット528010は、発電機528102に連結される外燃エンジン528101を含む。例示的实施形態では、外燃エンジン528101は、スターリングサイクルエンジンである。動作中のスターリングサイクルエンジン528101の出力は、機械エネルギーおよび余熱エネルギーの両方を含む。燃焼器528104中の燃料の燃焼で産生される熱は、入力としてスターリングサイクルエンジン528101に印加され、部分的に機械エネルギーに転換される。未転換の熱または熱エネルギーは、燃焼器528104において放出されるエネルギーの約65～85%を占める。本明細書で挙げられる範囲は近似値であり、範囲は、システムで使用される水蒸気蒸留装置の実施形態およびシステムで使用されるスターリングエンジン（または他の発電機）の実施形態に応じて変動してもよい。

#### 【0395】

この熱は、燃焼器528104からのより小さい排ガス流、およびスターリングエンジンの冷却器528103において拒絶される、はるかに大きい熱流といった、2つの形態で、電力ユニット528110の周囲の局所環境に加熱を提供するように利用可能である。電力ユニット528110はまた、補助電力ユニット（APU）と呼ばれてもよい。排ガスは、比較的高温であり、典型的には、100～300℃であり、スターリングエンジン528101によって産生される熱エネルギーの10～20%を表す。冷却器は、周囲温度の10～20℃以上において熱エネルギーの80～90%を拒絶する。熱は、水流に対して、または典型的には、ラジエータ528107を介して空気に対して拒絶される。スターリングサイクルエンジン528101は、好ましくは、電力ユニット528010が可搬型であるような大きさである。

#### 【0396】

図72Bに示されるように、スターリングエンジン528101は、燃焼器528104等の熱源によって直接的に電力供給される。燃焼器528104は、燃料を燃焼して、

スターリングエンジン 528101 を駆動するために使用される高温排ガスを產生する。燃焼器制御ユニット 528109 は、燃焼器 528104 および燃料キャニスタ 528110 に連結される。燃焼器制御ユニット 528109 は、燃料キャニスタ 528110 から燃焼器 528104 に燃料を送達する。燃焼器コントローラ 528109 はまた、燃焼器 528104 に測定した量の空気を送達して、実質的な完全燃焼を有利に確実にする。燃焼器 528104 によって燃焼される燃料は、好ましくは、プロパン等の燃焼による大気汚染が少ない市販の燃料である。燃焼による大気汚染が少ない燃料は、最も重要なものが硫黄である、大量の汚染物質を含有しない燃料である。天然ガス、エタン、プロパン、ブタン、エタノール、メタノール、および液化石油ガス（「LPG」）は全て、汚染物質が数パーセントに限定される場合の燃焼による大気汚染が少ない燃料である。市販のプロパン燃料の一例は、Society of Automotive Engineers によって定義され、Bernzomatic から入手可能な工業グレードである、HD-5 である。システムの実施形態によれば、かつ以下でさらに詳細に説明されるように、スターリングエンジン 528101 および燃焼器 528104 は、高熱効率ならびに低排出を提供するために、略完全燃焼を提供する。高効率および低排出の特性は、屋内での電力ユニット 528010 の使用を有利に可能にしてもよい。

10

### 【0397】

発電機 528102 は、スターリングエンジン 528101 のクランク軸（図示せず）に連結される。当業者にとって、発電機という用語は、機械エネルギーが電気エネルギーに転換される発電機、または電気エネルギーが機械エネルギーに転換されるモータ等の、電気機械の類を包含することが理解されたい。発電機 528102 は、好ましくは、永久磁石ブラシレスモータである。再充電可能バッテリー 528113 は、電力ユニット 528010 用の起動電力、ならびに DC 電力出力 528112 への直流（「DC」）電力を提供する。さらなる実施形態では、APU 528010 もまた、AC 電力出力 528114 に交流（「AC」）を有利に提供する。インバータ 528116 は、バッテリー 528113 によって產生される DC 電力を AC 電力に変換するために、バッテリー 528113 に連結される。図 72B に示された実施形態では、バッテリー 528113、インバータ 528116、および AC 電力出力 528114 は、エンクロージャ 528120 内に配置される。

20

### 【0398】

ここで、図 72C に示されたシステムの実施形態の概略表示を参照して、電力ユニット 528010 の動作において生成される排ガスの利用を説明する。燃焼器の排気は、熱導管 528016 を通して、数字 528012 によって概して指定された水蒸気蒸留装置ユニットのエンクロージャ 528504 の中へ方向付けられる。熱導管 528016 は、好ましくは、絶縁体によって包囲されたプラスチックまたは波形板金であってもよい、ホースであるが、電力ユニット 528010 から浄水ユニット 528012 に排熱を伝えるための全ての手段は、システムの範囲内である。矢印 528502 によって指定された排ガスは、熱交換器 528506（例示の実施形態では、ホースインホース熱交換器が使用され、他の実施形態では、フィン付き熱交換器が使用される）にわたって吹き出し、それにより、水蒸気蒸留（本明細書では「蒸留器」とも呼ばれる）蒸発器 528510 へと移動するにつれて、源水流 528508 を加熱する。絶縁空洞内の気体温度が蒸留器自体の表面 528514 よりも高温であるため、絶縁エンクロージャ 528504 によって包囲された容積を充填する高温気体 528512 は、蒸留器システムから全ての熱損失を本質的に除去する。したがって、蒸留器から周囲温度への熱流は、実質的に全くなく、それにより、10 ガロン／時間の容量の蒸留器にとって約 75 W の損失が回復される。マイクロスイッチ 528518 は、ユニットの動作が高温気体の流入の原因となってもよいように、高温気体を浄化ユニット 528012 に連結するホース 528016 の接続を感知する。

30

40

代替実施形態によれば、後置燃焼器（図示せず）を追加することによってであろうと、またはオーム加熱のために電力を使用することによってであろうと、排気流 528502 に熱を加えるステップは、システムの範囲内である。

50

## 【0399】

システムの初期起動中、電力ユニット528010が始動され、電力および高温排気の両方を提供する。排気が1次燃焼生成物として水を含有するため、熱交換器528506が最初は排気の水含量の露点以下であるため、蒸留器528012の暖機運転は有意に加速される。この含水量の蒸発の熱は、水が熱交換器のフィンの上で凝縮する際に源水を加熱するために利用可能である。蒸発の熱は、蒸留器の空洞内の高温気体の対流によって、熱交換器の加熱を補完する。例えば、フィン熱交換器の実施形態では、対流によるフィンの加熱は、フィンが排気の露点に達した後でさえも継続する。

## 【0400】

システムの他の実施形態によれば、電力ユニット528010および蒸留器528012は、冷却目的で蒸留器から電力ユニットを通して水を流すことによって、さらに統合されてもよい。冷却するための源水の使用は、水の未処理の性質による問題を提示する。一方で、生産水の使用は、蒸留器が完全動作条件に暖機運転される前に電力ユニットの冷却を可能にするために、システムの追加複雑性を必要とする。

## 【0401】

再び図44を参照すると、他の実施形態は、固形の添加剤の使用を含んでもよく、そのような添加剤は、取入口4404の流水式チャンネルに挿入される持続放出マトリクスに埋め込まれ得る。1つの特定の実施形態では、代用添加剤がユーザによって周期的に挿入される必要がある。さらに別の実施形態では、添加剤の粉末形態がバッチシステムに添加され得て、粉末は、例えば、錠剤の形態で、浄化される水を含有する外部貯蔵部に添加され、添加剤は、上記の液体添加剤を添加するためのバッチシステムと同様に、均等に混合される。

## 【0402】

やはり図44を参照すると、源水の前処理は、取入口4404の前または内側で生じてもよい。前処理動作は、総濾過、ポリリン酸塩、ポリアセテート、有機酸、またはポリアスパラギン酸塩等の化学添加剤による処理、振動磁場または電場等の電気化学的処理、脱気、およびUV処理を含んでもよいが、それらに限定されない。添加剤は、標準のダイアフラグムポンプまたは圧電ダイアフラグムポンプを含む、ローラポンプまたは拍動ポンプ等の連続ポンプ機構を使用して、液体形態で流入液体流に添加されてもよい。代替として、添加剤は、例えば、再装填サイクルを必要とする注射器ポンプを使用する半連続機構、またはバッチポンプシステムによって添加されてもよく、少量の添加剤は、液体がシステムに流入する前に添加剤を液体と均等に混合する、システム外部の担持容積または貯蔵部の中へ送り込まれる。また、ユーザが単に、例えば、浄化される液体を含有するバケットの中へ所定量の添加剤を滴らせることができることも想定される。液体添加剤は、寿命量（すなわち、機械の寿命にわたって消耗品がない）として、または消費後に再装填を必要とする使い捨ての量としてのいずれかで、装填されてもよい。

## 【0403】

やはり図44を参照すると、同様に、生産水の後処理は、好ましくは、外部出力領域（図示せず）内で発生してもよい。後処理動作は、甘味用の糖類を用いた添加剤、酸味用の酸、および鉱物等の、味覚添加剤を含んでもよいが、それらに限定されない。栄養分、ビタミン、クレアチニン等の安定化タンパク質、および脂肪、および糖類を含む、他の添加剤もまた、添加されてもよい。そのような添加剤は、出力液体が通って流れる徐放性錠剤としてであろうと、またはバッチシステムを通る等して外部貯蔵部に添加される粉末としてであろうと、液体または固形のいずれかで添加されてもよい。代替として、添加剤は、例えば、接触時の浸出または溶解によって、別個の収集貯蔵部または容器の内部被覆を介して、出力液体に添加されてもよい。そのような実施形態では、添加剤を伴う、および伴わない浄化液体を検出する能力が好ましくてもよい。種々の実施形態による検出システムは、pH分析、伝導度および硬度分析、または他の標準的な電気ベースの解析を含む。そのような検出システムは、添加剤のレベル／量が事前設定レベル以下であるか、または検出不可能である時に、信号機構を始動させることによって、必要に応じて添加剤の交換を

可能にする。

【0404】

別の実施形態では、例えば、水の硬度等の液体特性が、出力において監視され、適切な添加剤を添加することが好ましいと信号伝達する指示機構と連結されてもよい。

【0405】

さらに別の実施形態では、例えば、電流または排出方法を使用して、オゾンが系統的に生成され、向上した味覚のために出力生産物に添加される。代替として、空気がH E P Aフィルタを通して送り込まれてもよく、水のおいしさを向上させるように生産水を通して発泡する。

【0406】

同様に、他の実施形態は、核酸、抗原、および細菌等の生体有機体を検出するための手段を含んでもよいことが想定される。そのような検出手段の例は、当技術分野で公知であり、現在市販されている、ナノスケール化学および生化学マイクロアレイを含む。そのようなアレイはまた、上記のように、浄化生産物中の栄養分および他の添加剤の存在および／または不在を監視するために使用されてもよい。

【0407】

別の実施形態では、浄化生産物の維持を補助するために、例えば、保管樽または他の容器において、浄化後に、U V処理が使用されてもよい。

【0408】

再び図73を参照すると、種々の実施形態において、装置100は少なくとも1つの生産物導電率セル7304を含むことができる。種々の実施形態において、生産物導電率セル7304は、液体熱交換器の下流で弁多岐管より前に取り付けることができる。先に詳細説明したように、装置の1つ以上の制御システムで生産物の導電率を用いることができる。生産物導電率セル7304の読み、及び／又は、生産物導電率セル7304の信号は、少なくとも1つの導電率計（不図示）と交信することができ、導電率計は、導電率を測定し、装置の外部に1つ以上の指示を表示することができ、すなわち、ユーザのシステムが監視し及び／又は測定することができる。種々の他の実施形態において、生産物導電率セル7304からの信号はコントローラに送られ、1つ以上の制御システム及び／又は1つ以上の制御方法で用いられる。いくつかの実施形態では、生産物導電率セル7304からの信号は導電率計とコントローラの両方に送ることができる。いくつかの実施形態では、この信号は、さらに、遠隔装置及び／又は遠隔ユーザインターフェース及び／又は遠隔コンピュータを含む、ただしこれに限定されるものではない、1つ以上の受信装置に送ることができる。いくつかの実施形態では、導電率及び／又はこれに関する情報は、コントローラで用いるだけでなく装置の外部に表示することができる。いくつかの実施形態では、外部の表示には、以下の表示の1つ以上が含まれるがそれに限定されない。すなわち、数（例えば、数値）、単語、1以上の表示灯、及び／又は、ユーザ／視聴者に1以上の状態を示すことができる1以上の記号の表示が含まれ、状態には、装置の状態及び／又は生産物の状態の1つ以上を含むがこれに限定されない。

【0409】

いくつかの実施形態では、生産物導電率セル7304からの信号は生産物の質を判断するために相互に関連付けられる。生産物の質についての判断に応じて、生産物は戻されるか或いは実際の生産物とすることができる。例えば、生産物が最低限の質的閾値を満たさない場合、生産物は除外され、及び／又は廃棄され実際の生産へと進まない。いくつかの実施形態では、この閾値は20マイクロシーメンズであり、例えば、生産物が1立方センチメートル当たり20マイクロシーメンズを超える場合、この生産物は除外される。しかし、種々の実施形態において、この閾値は20マイクロシーメンズより大きくすることも小さくすることもできる。

【0410】

いくつかの実施形態では、導電率計は、米国のOmega、Delaware製のCD TX-90-1Pを含むが、これに限定されない当業者に既知の任意の導電率計とする。

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態では、生産物導電率セル 7304 は、米国の Omega、Delaware 製の CDC E-90-001 を含むが、これに限定されない当業者に既知の任意の生産物導電率セルとすることができる。種々の実施形態において、生産物導電率セル 7304 のプローブは、流体管路中の生産物に接触するように、すなわち流体経路中に配置される。

#### 【0411】

種々の実施形態において、装置には少なくとも 1 つの制御盤を含めることができ、以下に説明するように、種々の部品はプロセッサがシステムを制御することができるように電氣的に接続される。

#### 【0412】

種々の実施形態において、装置には少なくとも 1 つの電流変換器を含めることができる。いくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの電流変換器を、制御盤に装置の入力電源／主電源に接続することができる。少なくとも 1 つの電流変換器は、システム全体の使用電流を計測することができる。使用電流を用いて、システムはシステムの相対的な状況を判断することができ、例えば、使用電力の変化の計算、及び／又は、使用電力が最大閾値を超えているか、又は、最低閾値以下となっているかどうかを判断することができるが、これに限定されない。しかし、種々の実施形態において、システムは、1 以上の種々の計算において少なくとも 1 つの電流変換器の信号を用いてシステムの相対的な状況を判断することができ、及び／又は、いくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの電流変換器のシステム記録を用いてユーザがシステムの相対的な状況を判断することができる。いくつかの実施形態では、システムのテストを行うために、システムはシステムのすべての要素を動作させ消費電力を測定することができる。いくつかの実施形態では、当業者に知られた任意の電流変換器を用いることができ、例えば、米国ミズリー州、セントルイスの CR Magnetics 製の CR4110-15 を用いることができるがこれに限定されない。

(制御)

いくつかの実施形態では、システムには、少なくとも 2 つのプロセッサ、制御エンジンプロセッサ (MCE)、及び ARM (登録商標) 制御プロセッサが含まれる。種々の実施形態において、制御システム装置 100 中の生産物の生産を制御する。原料は水溜を満たし、蒸気を作るために原料が加熱される。蒸気温度は、制御システムが加熱器と通気弁とを制御することで、維持される。いくつかの実施形態では、生産物と放出物の両方が貯蔵タンクに流れる。生産レベルは、生産の負荷サイクル及び生産物除外弁の負荷サイクルを変化させることで制御される。放出レベルを、いくつかの実施形態では、2 つのコントローラにより維持する。放出コントローラは、放出弁を制御することで目標レベルを維持する。原料コントローラも放出レベルを維持するために動作する。原料コントローラのセットポイント／目標値は、いくつかの実施形態では、放出コントローラのセットポイント／目標値より高く設定している。原料コントローラは原料負荷サイクルを制御する。原料コントローラのセットポイント／目標値を放出のセットポイントより高く維持することで、装置 100 へ入る源水の連続供給がもたらされる。

#### 【0413】

図 75 を参照すると、水蒸気蒸留装置の状態 7500 の概要が示されている。装置の主制御システムが各状態を制御する。他の種々の実施形態を用いることができるが、説明目的で、制御システムの種々の状態 7500 の実施形態の 1 つの例を以下に記載する。しかしながら、他の種々の実施形態において、追加した状態を用いることができ、及び／又は、説明目的で付与した状態の順序、及び目的／閾値、等が変わることがある。加えて、各状態に対して付与した名称は説明目的のものであり、種々の実施形態において他の名称を用いることもできる。

(処理)

水システムが開始 7502 すると装置 100 はアイドル状態 7504 になる。アイドル状態 7504 において、すべてのコントローラが「オフ」になり、装置は加熱されない。ユーザがボタンを押してシステムをスタートさせると、注入状態 7506 になる。注入状

10

20

30

40

50

態 7 5 0 6 では、原料弁を開き、水溜に源水を注入し、必要に応じて放出タンク及び生産物タンクへと溢れさせる。こうして、注入状態 7 5 0 6 では、システムが加熱する前に水溜を確実に満杯にする。放出タンク及び生産物タンクにおいて一旦望ましいレベルに到達すると、システムは加熱状態 7 5 0 8 に入る。加熱状態 7 5 0 8 において、水溜内の加熱器は最も高い状態になるまで最大化され、コントローラは、温度が適切な値／所定の値／好ましい値、いくつかの実施形態では約 1 0 0 ℃、又、いくつかの実施形態では約 1 0 5 ℃、に上場するまで待つ。しかしながら、他の種々の実施形態において、1 0 5 ℃以上にも以下にもすることができる。一旦低圧蒸気温度、高圧蒸気温度、及び水溜温度が適切な温度／所定の温度／好ましい温度、いくつかの実施形態では、それぞれ、1 0 5 ℃、1 0 5 ℃、及び 1 0 3 ℃とすることができる温度、に到達すると、システムは熱交換器最盛状態 7 5 1 0 になる。

10

#### 【0 4 1 4】

熱交換器最盛状態 7 5 1 0 では、生産物及び放出レベルセンサのレベルを制御し、温度が高い割合で上昇するまで待つ。いくつかの実施形態では、熱交換器最盛状態 7 5 1 0 において、原料弁は所定の／固定の負荷サイクルにまで、例えば 5 %、種々の実施形態では 5 % 以上でも以下でもよい、にまで開けられる。いくつかの実施形態では、放出は、例えば、5 0 % に制御される。このようにして、種々の実施形態において、システム／機械に流れ込んだ源水は、原料弁を開放することで蒸気になり、いくらかの水は放出される。種々の実施形態において、放出レベルは、弁の負荷サイクルを制御することで、例えば 5 0 % に維持される。熱交換器最盛状態 7 5 1 0 において、いくつかの実施形態では、最大状態になるまで加熱器は維持され、最大にされる。また、熱交換器最盛状態 7 5 1 0 において、源水はシステム／機械に流れ込み、放出コントローラ及び生産コントローラは、作動し／初期化し／活性化する。

20

#### 【0 4 1 5】

低圧蒸気温度、高圧蒸気温度、水溜温度、及びモータ温度は監視される。一旦、低圧蒸気温度、高圧蒸気温度、水溜温度、及びモータ温度が、適切な温度／所定の温度／好ましい温度、いくつかの実施形態では、それぞれ 1 1 2 ℃以上、1 1 2 ℃以上、1 1 0 ℃以上、及び、9 0 ℃以上、に到達し、生産レベルが最低開始レベル以上になると、このことは確実に生産水を生成／生産することに役立つものであり、システムは、スタートポンプ状態 7 5 1 2 になる。

30

#### 【0 4 1 6】

スタートポンプ状態 7 5 1 2 において、ベアリングフィードポンプは、指定の／所定の速度で回転するよう指令を受ける。また、スタートポンプ状態 7 5 1 2 において、ブロワモータが起動し、インペラが回転を開始する。また、スタートポンプ状態 7 5 1 2 において、いくつかの実施形態では、通気弁は例えば所定の値で動作し、例えば所定の値は、いくつかの実施形態では、5 0 % から 1 0 0 % までの任意の値となる。この動作により、蒸発器／凝縮器の、凝縮器中に溜まったガスが空間に放出される。いくつかの実施形態では、このようなガスをシステムから除去することは有益なことである。したがって、スタートポンプ状態 7 5 1 2 において、通気弁は、種々の実施形態では、スタートポンプ状態 7 5 1 2 が続いている間、5 0 % から 1 0 0 % までの任意の値に保持される。

40

#### 【0 4 1 7】

一旦インペラが（所定の回転数）に到達し、放出タンクレベルが、適切なレベルに到達し、モータ速度が指令速度の「モータ異常速度（Motor Error Speed）」（例えば、種々の実施形態で変動することのできる所定の速度）（rpm）以内にあるとの報告を受けると、システムは運転状態 7 5 1 4 に入る。運転状態 7 5 1 4 の期間に、装置は生産水を製造する。

#### 【0 4 1 8】

運転状態 7 5 1 4 の期間、原料弁コントローラ及び放出弁コントローラは、源水を閾値量だけ入れ、放出及び生産水を出すことでシステム／機械を維持する。これにより、確実に、システム／機械が水浸しにならないよう或いは乾燥しないようにする。コントローラ

50

は、原料弁及び放出弁を駆動することで、このレベルを維持する。

#### 【0419】

また、運転状態7514の期間、低圧蒸気温度は監視され所定の温度、いくつかの実施形態では約111.5℃に保たれる。低圧蒸気温度は、いくつかの実施形態では、所定の温度より下がった場合に水溜加熱器を動作させることにより所定の温度に保たれる。所定の温度、例えば、いくつかの実施形態では111.5℃より上がった場合には、通気弁を動作／開放させる。加熱器コントローラ及び通気弁コントローラは通気弁負荷サイクルを制御し、加熱器コントローラ及び通気弁コントローラは両方とも低圧蒸気温度を監視する。従って、これらの加熱器コントローラ及び通気弁コントローラは低圧蒸気温度により制御される。

10

#### 【0420】

種々の実施形態において、最低限の通気弁負荷サイクルが維持される。いくつかの実施形態では、温度が所定の閾値を超えた場合、通気負荷サイクルが増加し、この最低限の通気弁負荷サイクルを超える。これにより、蒸発器／凝縮器の凝縮器の外へとガスを通気させることを維持する。

#### 【0421】

生産弁負荷サイクルでは、生産センサの読みを受け取ることで生産レベルを制御して、所定のレベルに、いくつかの実施形態では生産レベルセンサの50%に維持することができる。生産レベルは、生産弁を動作させることにより、すなわち、生産レベルを増減するために生産弁を多少開け閉めすることにより、制御する。

20

#### 【0422】

運転状態7514からシステムは、流量チェック時間7516までの計数を表すことができる、各「流量チェック時間(Flow Check Time)」秒間(例えば、種々の実施形態ごとに変えることができる、所定の時間、すなわち所定の秒間)ごとに、流量計測状態7518に移動する。この状態において、制御システムは、生産流量及び放出量の両方を決定する。流量チェック時間7516の計数が合致すると、流量計測7518が行われる。

#### 【0423】

生産流量に関し、流量計測状態7518には、生産物収集容器を一定のレベルまで空にすることが含まれ、そして、空にする処理を終了し、内容物を所定の値にまで注入するのに要する時間を測定する(例えば、装置が所定の時間内に生産する量を計測する)生産物注入状態に進む。いくつかの実施形態では、生産量／流量が前もって設定した／所定の／閾値以下に下がった場合、又は、生産量／流量が前もって設定した／所定の／閾値以上に上がった場合、システムはユーザに警報を出す。いくつかの実施形態では、生産物流量が350ml/min以下になった場合、生産システム低下警報がコントローラに表れる。この生産システム低下警報は、いくつかの実施形態では、生産物流量が350ml/minをいったん超えると解除することができる。いくつかの実施形態では、警報により必ずしもシステムを停止する必要はないが、他の実施形態では、警報によりシステムを停止することができる。流量計測7518が行われた後、システムは運転状態7414に戻る。

30

#### 【0424】

放出流量に関しては、流量計測状態7518には、放出収集容器を一定のレベルまで空にすることが含まれ、そして、空にする処理を終了し、内容物を所定の値にまで注入するのに要する時間を測定する(例えば、装置が所定の時間内に生産する量を計測する)放出注入状態に進む。いくつかの実施形態では、生産量／流量が前もって設定した／所定の／閾値以下に下がった場合、又は、生産量／流量が前もって設定した／所定の／閾値以上に上がった場合、システムはユーザに警報を出す。いくつかの実施形態では、放出流量が35%以下の場合、システムは放出全開状態に移行し、外部タンク／容器／貯蔵タンクを用いる場合は、アイドル状態7504に移行する。放出流量が50%を超える場合、システムは、放出流量を計算して平均流量を計算し、外部タンク／容器／貯蔵タンクを用いる場合は、アイドル状態7504に移行する。流量計測7518が行われた後、システムは運

40

50

転状態 7 4 1 4 に戻る。放出流量は調整することができる。

#### 【0 4 2 5】

システムは、ユーザボタンが押される 7 5 2 0 まで、運転状態 7 5 1 4 を維持する。システムは、その後、待機状態 7 5 2 2 に入る。待機状態 7 5 2 2 において、モータが起動するが加熱器は所定の低圧蒸気温度、いくつかの実施形態では、約 1 1 2 . 5 °C を維持するが、他の実施形態では、加熱器は低圧蒸気温度を 1 1 2 . 5 °C 以下又は 1 1 2 . 5 °C 以上に維持することができる。待機状態 7 5 2 2 において、システムはシステムを温状態に維持し、源水流量を制御するがプロアは起動していない。いくつかの実施形態では、システムは、待機状態 7 5 2 2 において、低負荷サイクルで原料弁を駆動し、放出流量を維持する。温度を約 1 1 2 . 5 °C (又は、1 1 2 . 5 °C 以上又は 1 1 2 . 5 °C 以下の所定の温度) に維持することは、システムを沸騰させそして凝縮させるサイクルを維持することである。装置が生産水貯蔵タンクに取り付けられているところでは、いくつかの実施形態において、生産レベルセンサが含まれ、レベルセンサ信号がプロセッサにタンクが満杯であることを表示したとき、コントローラはシステムを待機状態 7 5 2 2 にする。

10

#### 【0 4 2 6】

待機状態 7 5 2 2 から、短い時間 (例えば 3 秒以下) ボタンを押すことでシステムはアイドル状態 7 5 0 4 に戻る。ボタンを押す時間が、例えば 3 秒以上であれば、システムは熱交換器最盛状態 7 5 1 0 にもどる。待機状態 7 5 2 2 を除く任意の状態において、ユーザボタンを 3 秒以下押すことで、システムをアイドル状態 7 5 0 4 に戻す。システムの障害が検出された場合は、システムをアイドル状態 7 5 0 4 にする。回復可能なシステムの障害の場合は、障害が一旦除去されたら処理の再起動を試みる。しかしながら、上述の通り、ステップの順序、所定の回数、ボタンの押下、等については、以下の実施例で示すように、種々の実施形態で変化する。

20

#### 【0 4 2 7】

制御システムには、プロセッサ上で走る種々のタスクが含まれる。種々のタスクは、共有メモリブロック、すなわち、種々のタスクにより読み取られ書き込まれるレジスタを介して、相互に通信を行う。

#### (イベント)

種々の実施形態において、装置／システムの 1 以上のイベントが制御システムにより生じさせることができる。以下は種々のイベントであり、1 つ以上は、種々の実施形態において、制御システムにより生じる。種々の実施形態において、イベントは変化し、所定の値は種々の実施形態を通して変化することができる。以下の実施例は例示的实施形態として示したものであるが、値は種々の実施形態において、変わることがある。

30

#### 【0 4 2 8】

ボタン押下。U I ボタンを押し続けている間、ループカウンタは増え続ける。ボタンを離れたときカウンタを調べる。ボタンが 4 カウント (0 . 2 秒) 以上保持されていた場合、短時間ボタン押下の信号が出される。ボタンが 4 0 カウント (2 秒) 以上保持されていた場合、長時間ボタン押下の信号が出される。

#### 【0 4 2 9】

異常信号。システム異常が送出され、水状態機械がアイドル状態にある場合、異常の信号が出される。

40

#### 【0 4 3 0】

再起動信号。いくつかの実施形態では、異常の後システムを再起動するための信号である。

#### 【0 4 3 1】

フレームティック信号。5 0 m 秒ごとに送られる。時を刻むものである。イベントのタイミング及びチェックのために用いられる。

#### 【0 4 3 2】

いくつかの実施形態では、種々のイベントは状態機械に信号として送られないことがあるが、ハンドラによりチェックされそこで処理されることがある。

50

## 【0433】

スピリイベント。システム／機械が一旦立ちあがったが、そのシステム／機械が起動する前、コントローラは、システム中に、加熱状態に入るための十分な水があるかどうかを判断する。従って、満杯状態において、これは加熱器を起動するために十分であることの確認となる。いくつかの実施形態では、例えば、放出タンクレベルが注入設定値より大きく、生産レベルが30%を超えている場合、スピリイベントを行う。いくつかの実施形態では、注入設定値の初期値は90%である。スピリイベントは、いくつかの実施形態では、注入状態7506においてのみチェックされる。

## 【0434】

高温イベント。高温イベントは、加熱状態から熱交換器最盛状態への移行である。いくつかの実施形態では、低圧蒸気温度が熱出口温度より大きく、高圧蒸気温度が熱出口温度より大きく、そして水溜温度が熱出口温度から所定の値、例えば2℃、を減算したものより大きい場合、高温イベントの信号が出される。いくつかの実施形態では、高温イベントは加熱状態7508においてのみチェックされる。いくつかの実施形態では、熱出口温度の初期値は105℃である。しかしながら、他の種々の実施形態では、この温度は変えることができる。

10

## 【0435】

最盛イベント。低圧蒸気温度が熱交換器最盛出口温度7510より大きく、高圧蒸気温度が熱交換器最盛出口温度7510より大きく、そして水溜温度が熱交換器最盛出口温度7510から2℃減算したものより大きく、生産レベルが最低生産レベル開始より大きく、モータ温度がモータ起動OK温度より大きい場合、いくつかの実施形態では、最盛イベントの信号が出される。

20

## 【0436】

種々の実施形態において、熱交換器最盛出口温度7510の初期値は112℃である。最低生産レベル開始の初期値は20%である。モータ起動OK温度の初期値は90℃である。いくつかの実施形態では、最盛イベントは、熱交換器最盛状態7510においてのみチェックされる。

## 【0437】

起動イベント。放出タンクレベルが、放出開始レベル設定値プラス原料弁レベルオフセットより小さく、モータ速度が、指令値の200rpm以内に入っている場合、いくつかの実施形態では、起動イベントの信号が出される。いくつかの実施形態では、放出開始レベルの設定初期値は40%である。原料弁レベルオフセット初期値は10%である。いくつかの実施形態では、起動イベントはスタートポンプ状態においてのみチェックされる。

30

## 【0438】

BD高タイマーイベント。放出レベルが所定のパーセンテージ、例えば90%より大きい状態が、所定の時間、例えば4分間以上続いた場合、BD高タイマーイベントの信号が出される。いくつかの実施形態では、BD高タイマーイベントは運転状態においてのみチェックされる。

## 【0439】

BD低タイマーイベント。放出弁負荷サイクルが所定のパーセンテージ、例えば2%以下の状態が所定の時間、例えば4分間以上続いた場合、BD低タイマーイベントの信号が出される。BD低タイマーイベントは、熱交換器最盛状態7510、運転状態7514、及び待機状態7522においてチェックされる。

40

## 【0440】

生産高タイマーイベント。生産レベルが所定のパーセンテージ、例えば90%より大きい状態が、所定の時間、例えば5分間以上続いた場合、生産高タイマーイベントの信号が出される。いくつかの実施形態では、生産高タイマーイベントは、運転状態7514においてのみチェックされる。

## 【0441】

生産低タイマーイベント。生産弁及び生産物除外弁が、所定のパーセンテージ、例えば

50

2 % 以下の状態が所定の時間、例えば 5 分間以上続いた場合、生産低タイマーイベントの信号が出される。いくつかの実施形態では、生産低タイマーイベントは、運転状態 7 5 1 4 においてのみチェックされる。

#### 【0 4 4 2】

状態タイマーイベント。システムが状態最大タイマー値より長く現在の状態を続けている場合は、状態タイマーイベントの信号が出される。いくつかの実施形態では、状態タイマーイベントは、アイドル状態 7 5 0 4、運転状態 7 5 1 4、及び待機状態 7 5 2 2 を除くすべての状態でチェックされる。

#### 【0 4 4 3】

L P 低温イベント。いくつかの実施形態では、低圧温度が所定の温度例えば 1 0 4 °C 以下の場合、L P 低温イベントの信号が出される。L P 低温イベントは、いくつかの実施形態では、運転状態 7 5 1 4 においてのみチェックされる。

10

#### 【0 4 4 4】

導電率高イベント。いくつかの実施形態では、導電率が導電率制限値  $Q_{10}$  (Condo Limit  $Q_{10}$ ) 以上の状態が導電率異常時間値 (Condo Err Time) 秒間続いた場合、導電率高イベントの信号が出される。いくつかの実施形態では、Condo Limit  $Q_{10}$  の初期値は  $10.0 \mu S/cm$  である。いくつかの実施形態では、Condo Err Time の初期値は 1 8 0 0 秒である。いくつかの実施形態では、導電率高イベントは、運転状態 7 5 1 4 においてのみチェックされる。

#### 【0 4 4 5】

20

結合外れイベント。L P 温度が高圧温度より 1 . 5 °C 以上低く、生産弁負荷サイクルと迂回弁負荷サイクルが所定のパーセンテージ、例えば 1 0 % 以下である場合、結合外れイベントの信号が出される。いくつかの実施形態では、結合外れイベントは、運転状態 7 5 1 4 においてのみチェックされる。

(コントローラ)

種々の実施形態において、装置／システムの 1 以上のコントローラが、システムを制御するための制御システムにより用いられる。以下は種々のコントローラであり、1 以上が制御システムの種々の実施形態に含まれる。

#### 【0 4 4 6】

放出レベル制御。いくつかの実施形態では、種々の実施形態において放出レベルコントローラが放出弁負荷サイクルを制御する。このコントローラは、放出タンクレベルをフィードバックのために用いる。熱交換器最盛状態 7 5 1 0 の間、これは、比例積分 (P I) コントローラとして動作する。スタートポンプ状態 7 5 1 2 及び運転状態 7 5 1 4 の間、これは、比例 (P) のみのコントローラとして動作する。いくつかの実施形態では、放出レベルコントローラは、他のすべての状態で使えないこともある。このコントローラは、スタートポンプ状態 7 5 1 2、及び運転状態 7 5 1 4 とは異なる P 値を熱交換器最盛状態 7 5 1 0 で用いる。

30

#### 【0 4 4 7】

加熱器制御。加熱器制御コントローラは、加熱器負荷サイクルを制御する。これは、低圧温度をフィードバックとして用いない。加熱器使用水溜温度 (Heater Use Summary Temp) レジスタが設定された場合、このコントローラは、水溜温度をフィードバックとして用いる。加熱状態 7 5 0 8、熱交換器最盛状態 7 5 1 0、スタートポンプ状態 7 5 1 2、及び運転状態 7 5 1 4 の間、これは P I コントローラとして動作する。いくつかの実施形態では、このコントローラは他の状態で使えないこともある。

40

#### 【0 4 4 8】

生産レベル制御。このコントローラは、生産レベルセンサに基づき生産レベルを制御し生産弁負荷サイクルと生産迂回負荷サイクルとを調整する。熱交換器最盛状態 7 5 1 0、スタートポンプ状態 7 5 1 2、及び運転状態 7 5 1 4 の間、このコントローラは P I コントローラとして動作する。他の状態では、いくつかの実施形態ではこのコントローラは使えない。

50

原料流量コントローラ。このコントローラは、原料弁負荷サイクルを稼働させ又は変化させることにより放出レベルセンサに基づき原料流量を制御する。種々の実施形態において、このコントローラは注入7506、加熱7508、スタートポンプ7512、及び運転7514期間中、PIDコントローラとして動作する。このコントローラは、熱交換器最盛状態7510に入ったとき起動するようにできる。いくつかの実施形態では、熱交換器最盛状態7510の間、放出レベルが高すぎる場合、このコントローラは使えないこともある。いくつかの実施形態では、熱交換器最盛状態7510の間、放出レベルが低すぎる場合にこのコントローラを使うようにすることができる。

#### 【0449】

従って、原料流量コントローラ及び放出コントローラは、放出レベルセンサからの情報を受け取り、放出レベルセンサの情報、例えばレベルに基づき、それぞれ、原料弁及び放出弁の調整を行う。原料流量コントローラ及び放出コントローラへの増幅率及び制御により、システム／機械は、放出水として出てくる過剰な水がシステム／機械に入り、システム／機械が空にならないよう、生産水として沸騰する水の量と比べてはるかに大きな量の源水を確実に受け入れさせる。すなわち、この方法はシステムが空になることを防止する。また、この方法により、確実に、システム／機械が源水を使いすぎないように、過剰に放出してしまわないようにする。かくして、システム／機械は、このシステム／機械に流入する源水の量、放出量、及び、このシステム／機械により生産される生産水との間のバランスを維持する。このバランスは、1つのセンサすなわち放出レベルセンサと、2つのコントローラすなわち原料流量コントローラ及び放出コントローラとにより維持される。

#### 【0450】

いくつかの実施形態では、例えば、放出コントローラは、原料流量コントローラより低いレベルに放出レベルを維持するようプログラムすることができる。例えば、いくつかの実施形態では、放出コントローラは放出レベルを50%に維持するようプログラムすることができ、原料流量コントローラは放出レベルを60%に維持するようプログラムすることができる。このようにして、2つのコントローラは相互に影響を弱めあうよう動作する。しかし、種々の実施形態において、放出コントローラがPIコントローラであるが、原料流量コントローラがPIDコントローラであるため、時間経過により、PID原料流量コントローラが最終的に60%に維持することができる一方、放出コントローラは50%に維持するよう試みるが、50%に到達しない。従って、原料流量コントローラは、放出レベルセンサがあらかじめプログラムされたレベル、例えば60%、を示すまで原料弁を開ける。この制御システムは、放出コントローラが原料弁コントローラより低いレベルを維持し、これは、多くの実施形態において、水があふれ出すことを防止することができることを含むがこれに限定されない多くの理由により有益となろう。

#### 【0451】

通気制御。いくつかの実施形態では、通気制御は、低圧温度センサに基づき低圧温度を制御し、通気弁負荷サイクルを制御する。通気制御は、4つの部分に分解することができる。第1の部分は、温度を「通気低温度Q10 (vent Low Temp Q10)」以下に対するものであり、いくつかの実施形態では、100℃とすることができる。通気弁は、状態に応じた振る舞いをし、いくつかの実施形態では、それぞれ100/0%で加熱／動作となる。第2の部分は、いくつかの実施形態では、100℃の「通気低温度Q10 (vent Low Temp Q10)」と112℃の「通気低温度Q10 (vent Low Temp Q10)」との間に対するものである。いくつかの実施形態では、この部分で、通気弁命令は、数式、 $LP Steam Temp - vent Low Temp Q10 * vent Low Gain Q10$  (命令)で生成される。次の部分vent Mid Temp Q10から「vent High Temp Q10」で、通気弁命令は、 $vent High Gain Q10 + (LP Steam Temp - vent Mid Temp Q10)$ する命令により生成される。いくつかの実施形態では、温度が「vent High Temp Q10」を超える場合、これはいくつかの実施形態では118℃を超える場合とすることができるが、この命令は、「high Temp Vent Valve Pct」に送ることができ、これは

いくつかの実施形態では100%とすることができる。運転状態7514の間、例示の実施形態では、通気弁は全閉ではなく、従って、ガスをシステムに通気させることができる。

#### 【0452】

モータ制御エンジン。いくつかの実施形態では、システムは、モータ制御エンジンコントローラ（「MCE」）及びMCEプロセッサを含む。MCEは、モータを制御する専用プロセッサである。MCEは、モータと加熱器の両方を制御する。MCEには、MCEプロセッサから情報を取り、それを共有メモリにおくメッセージタスクが含まれ、次いで、安全タスクが共有メモリからそれを読み取りそれに適切に従って動作する。

（データロギング）

種々の実施形態において、装置には、外部の機械、例えば、コンピュータ、スマートフォン、及び、メッセージを装置に受信及び／又は送信する能力を有する他の装置、と通信するためUSBポートその他、及び／又は、ソフトウェア又は他のアプリケーション（集会的に「外部アプリケーション」と称する）が含まれる。システムには、いくつかの実施形態では、通信のためのセルモデムも含まれる。種々の実施形態において、制御システム及びプロセッサからのデータは、記録し、外部のアプリケーションに送信することができる。これにより、装置／システムの外部からの監視を可能にすることができる。いくつかの実施形態では、装置は、例えば12時間ごとの、所定の時間／間隔でロギングしたデータをアップロードするようプログラムすることができる。以下は、例示の実施形態であるが、種々の実施形態において、タスクは変わることがある。命令に付けられた用語及び名称は、種々の実施形態において、変わることがある。

#### 【0453】

例示の実施形態において、データロギングのタスクは外部アプリケーションとの通信を担当することである。種々の実施形態において、このタスクでは、まずUSBポートが初期化されているかどうかをチェックする。初期化されていない場合、このタスクで、ポートを初期化する。ポートが初期化されている場合、このタスクでは、シリアルポートからのメッセージをチェックし読み取る。ピーク命令タスクで、ピーク位置を解析し値を戻す。ポーク命令タスクで、ポーク位置及びポークすべき値を解析する。そして、このタスクにより、ポークされた値は共有メモリで用いられるよう設定されポーク命令の状態に戻る。アンポーク命令により、このタスクでは、値を「すべてアンポークする」命令なのか「1つアンポークする」命令なのかをチェックする。命令が「すべてアンポークする」ものであれば、このタスクで、すべての元の値を共有メモリで用いる値に復元する。値を「1つアンポークする」のであれば、このタスクで、アンポーク位置を解析し元の値を共有メモリで用いる値に復元しOK状態を返す。「ポーク表示」命令で、システムは、すべてのポークされた位置と値とをバッファし、バッファに戻す。「データ」命令で、システムは、すべての定数データバッファをバッファし、送り、すべての計算値を送り、そして、完了した文字列を送る。フラッシュ命令で、システムは、定数をフラッシュメモリに保存し、「OK」フラグを返す。

（デジタルメモ리카ード（SD）ロギングの固定）

種々の実施形態において、システムには、SDカードが含まれ、データはSDカードに記録される。SDカードはセルモデムとの通信にも対処することができる。SDカードの例示の実施形態は以下に記載する。

#### 【0454】

SDタスクは、いくつかの実施形態では、SDカード上のデータの読み込みと書き込みを行いセルモデムとのインターフェースを行う。すべてのSDカードへのアクセスは、SDロギングタスクを通じて行わなくてはならない。開始によりファイルシステムは初期化され、必要ならディレクトリを作り、直前の状態ファイル及びモータ時間ファイルを読み込み、記入項目をデータログファイルに記録する。データは、SDLogTime秒ごと（初期値は300秒ごと）にログファイルに記録される。ログファイル名には日付と埋め込まれた装置IDとが入る。古いデータを保存するための月間バックアップディレクトリ

もある。ファイルがモデムに送られると、月間バックアップディレクトリに移される。ログファイルに書き込む前に、システムはディスク上の空きスペースをチェックする。空きスペースが1MBより少ない場合は、もっとも古い月のディレクトリにあるファイルを消去することで古いデータを取り除く。空きスペースが1MBを超えるまで、ファイルの消去を続ける。

(共有メモリ)

種々の実施形態において、システムソフトウェアは共有メモリクラスを用いてタスク間でデータを交換する。いくつかの実施形態では、共有メモリに2つの部分、すなわちコンテンツ部分と計算結果部分とがある。例示的实施形態において、共有メモリのすべてのデータは保存され32ビットの整数として取り出される。保存された値のインデックスに基づき「putValue」機能により、データのフィルタリング又はスケーリングが行われる。

10

#### 【0455】

定数部分は利得及び他の機械定数を含む。これらの値はフラッシュメモリ(「flash」)に保存される。システムが起動すると、定数値がflashから読み込まれる。フラッシュコピー上の巡回冗長検査(「CRC」)が正常であるなら、フラッシュ値はランダムアクセスメモリ(「RAM」)イメージにロードされる。CRCが正しくない場合、ハード的にコード化された初期値がRAMにロードされる。定数の値がソフトウェアにとって必要であるとき、共有メモリ「gain」法を用いて読み込まれる。定数のインデックス中に送り、定数値が戻される。いくつかの実施形態では、ソフトウェアに定数値を書きこませるための1つの方法はポーク機能を用いる。変更のため定数のインデックスを受け取り或いは移送(「passed」)する、共有メモリ法「copyGainToPoked」が必要になることがある。gainFlag定数は、ユーザにより設定された所定の定数/プログラムされた定数とすることができる。従って、いくつかの実施形態では、その定数がテーブル中の値がポークされた値であることを示すようにするために、ユーザが責任を持って「gainFlag」の設定を行う。ポークされた値を元の値に書き戻すために、「copyPokedToGain」法が呼び出される。いくつかの実施形態では、この方法と呼び出すことで、すべてのポークされた値を元の値に書き戻すことになる。

20

#### 【0456】

いくつかの実施形態では、計算結果部分には、入力/出力(I/O)から読み取られたか、または、通常運転時に算出された値が含まれる。これらの値は、新しい値が読み取られ又は算出されるので周期的に上書きされる。他のソフトウェアタスクが算出された値を読み取る必要が出てきたとき、共有メモリ方法「getValue」を用いる。この方法は、読み取る値のインデックスを送り、そのインデックスに値を戻す。いくつかの実施形態では、このソフトウェアは、共有メモリクラスの「putValue」方法を用いて計算結果部分に値を書き込む。この方法は、読み取る場所のインデックスと読み取る値とを送る。最初は、書き込まれた値は保持配列に保存する。いくつかの実施形態では、水タスクの各制御ループで少なくとも1度、この機能が呼び出され、すべてのデータが保持配列から使用されている配列にコピーされる。その値にポークドフラグが設定されている場合その値についてのデータはコピーされない。計算結果部分の値は、いくつかの実施形態では、「外部App」インターフェースを介してのみポークすることができる。「DataLog」クラスの「handlePoke」方法により計算結果テーブルの値を指定のインデックスで変更し、更新ループによりこのデータが上書きされないようポークドフラグを設定する。いくつかの実施形態では、値は、共有メモリクラスの「clearPokedComputed」方法と呼び出すことによりアンポークすることができる。これですべてのポークされた計算結果値をアンポークする。ポークドフラグは解消され、次のデータ更新ループで最新の計算結果値に上書きされる。

30

40

(I/Oポイント)

システムには、制御により入力を受け取り及び/又は出力を送送する、種々の入力及び

50

出力ポイント（I O）が含まれる。種々の実施形態において、以下の1つ以上がI Oポイントとして含まれる。他の実施形態において、追加のI Oポイントを含めることができ、いくつかの実施形態では、以下のすべてを含めることができる。以下の説明では、アナログ入力ポイントはデジタルI Oポイントとは別にする。付加的に、以下の記載では、例示の実施形態について記載し、他の実施形態において、種々の入力及び出力には、付加的な機能及び／又は意味が含まれる。用語は種々の実施形態で変わることがある。

（アナログ入力）

低圧蒸気温度。この入力は、低圧側の蒸気の温度を伝える。これはA Dカウントとして読み取られ、ルックアップテーブルを用いて温度に変換される。

【0457】

10

高圧蒸気温度。この入力は、高圧側の蒸気の温度を伝える。これはA Dカウントとして読み取られ、ルックアップテーブルを用いて温度に変換される。

【0458】

水溜温度。この入力は、水溜の温度を伝える。これはA Dカウントとして読み取られ、ルックアップテーブルを用いて温度に変換される。

【0459】

モータ温度。この入力は、モータの固定子の温度を伝える。これはA Dカウントとして読み取られ、ルックアップテーブルを用いて温度に変換される。

【0460】

生産物レベル。この入力は、生産貯蔵タンクの水面のレベルを伝える。A Dカウントの読みが、勾配／切片関数を用いて、最大値に対するパーセントに変換される。

20

【0461】

放出レベル。この入力は、放出貯蔵タンクの水面のレベルを伝える。A Dカウントの読みが、勾配／切片関数を用いて、最大値に対するパーセントに変換される。

【0462】

電流センサ。この入力は、システム電流を伝える。A Dカウントの読みが、勾配／切片関数を用いて、アンペアに変換される。

【0463】

導電率。この入力は、生産水の導電率を伝える。A Dカウントの読みが、勾配／切片関数を用いて、 $\mu S/cm$ に変換される。

30

（デジタル入力）

M C E ・ A w a k e。稼働して、要求と命令を処理することのできるM C Eプロセッサからの信号。

【0464】

U I ・ S W。ユーザインターフェーススイッチ。0. 2秒から2秒までの押下をシステムにより短期ボタン押下と解釈し、2秒以上の押下を長期ボタン押下と解釈する。

【0465】

原料弁タンク満杯。U s e E x t e r n a l T a n k sレジスタを設定したときに用いられる付加的な入力。この入力は、原料弁タンクフロートに取り付けられる。タンクが満杯の場合に1タンクが空の場合にゼロとなる。

40

【0466】

生産物タンク満杯。U s e E x t e r n a l T a n k sレジスタを設定したときに用いられる付加的な入力。この入力は、生産物タンクフロート（レベルセンサ）に取り付けられる。タンクが満杯の場合に1タンクが空の場合にゼロとなる。

（デジタル出力）

M C E ・ E n a b l e。M C Eプロセッサへ出力し命令と要求とを受け取ることを可能にする。このラインはM C Eプロセッサリセットラインと接続されている。これは、必要に応じてM C Eプロセッサをリセットするための方法をA R M（登録商標）プロセッサに付与する。

【0467】

50

MUX・Line。この出力は、アナログ入力muxを切り替える。低のとき、ADチャンネル3が生産レベルADの読みとなり、チャンネル4が放出レベルADの読みとなる。高のとき、ADチャンネル3が導電率センサを読み取り、チャンネル4が電流センサを読み取る。

【0468】

原料弁。原料弁はシステムに入る水を調整する。放出タンクの望ましいレベルに基づき制御される。いくつかの実施形態では、望ましいレベルは、水が必ず常にシステムに入ってくるように、放出コントローラの望ましい放出レベルより少し高く設定する。

【0469】

放出弁。この弁は放出タンクから流れ出る水を制御する。この弁は放出タンクのレベルを維持するよう制御される。この弁は、例示的实施形態において、水がシステムに入るのを維持するように原料弁の望ましいタンクレベル常に少し低く設定される。

10

【0470】

生産弁。この弁は生産貯蔵タンクから流れ出る生産物を制御する。この弁は生産物タンクの望ましいレベルを維持するよう制御される。

【0471】

通気弁。この弁は、システムの通気を制御する。通気弁は低圧蒸気温度を制御するために用いられる。

【0472】

生産物迂回弁。この弁は、生産物タンクレベルを制御するために用いられる。生産物を迂回させることが望ましいとき、生産物除外弁を生産弁の代わりに用いることができる。

20

【0473】

レッドUI・LED。いくつかの実施形態では、故障が生じているとき、100%点灯するUIパネル上のレッドLEDがある。警報が生じている場合、レッドユーザLEDが50%の負荷サイクルでフラッシュする。故障が生じていない場合、このLEDは消灯している。しかしながら、他の種々の実施形態において、表示灯の色を変えることができる。

【0474】

イエローUI・LED。いくつかの実施形態では、UIパネル上にイエローLEDがある。これは、加熱器の負荷サイクルと共に点滅する。しかしながら、他の種々の実施形態において、表示灯の色を変えることができる。

30

【0475】

グリーンUI・LED。いくつかの実施形態では、UIパネル上にグリーンLEDがある。システムが良好な／許容できる、所定の閾値内の、水を生産していない場合、50%の負荷サイクルで点滅する。しかしながら、他の種々の実施形態において、表示灯の色を変えることができる。

【0476】

レッド状態表示LED。いくつかの実施形態では、PCボード上にレッドLEDがある。いくつかの実施形態では、熱交換器最盛状態7510で、すべての流量を計測している状態で、このLEDは「オフ」となっている。このLEDは、アイドル状態7504、スタートポンプ状態7512、及び、待機状態7522で、50%の負荷サイクルで点滅する。注入状態7506、加熱状態7508、及び運転状態7514でこのLEDは定常状態となる。しかしながら、他の種々の実施形態において、表示灯の色を変えることができる。

40

【0477】

グリーン状態表示LED。いくつかの実施形態では、PCボード上にグリーンLEDがある。注入状態7506でこのLEDは「オフ」となっている。このLEDは、アイドル状態7504及び運転状態7514で50%の負荷サイクルで点滅する。加熱状態7508、熱交換器最盛状態7510、スタートポンプ状態7512、流量計測状態、及び、待機状態で、このLEDは定常状態となる。

50

## 【0478】

カウンタ。この出力によりモータ運転時間カウンタを開始する。いくつかの実施形態では、モータ回転指令速度が50rpmを超えると、カウンタが「オン」となる。いくつかの実施形態では、モータ回転指令速度が50rpmより小さくなるとカウンタは「オフ」となる。

## 【0479】

ベアリングフィードポンプ。この出力によりベアリングフィードポンプが「オン」及び「オフ」する。モータ起動指令が出たとき「オン」となる。モータが停止したとき「オフ」となる。

(システム統合タスク)

ここに記載の制御システムは、上述のイベントを完了させるための種々のプロセッサ及びI/Oを用いる。メモリを用いることで制御システムは、装置の実績情報を記録し、システムの以上、効率の悪さ、等を判断することができ、その原因を診断することができる。加えて、制御システムはシステム異常を回復させることもさせないこともできる。いくつかの実施形態では、システムは、異常がアイドル状態7504で起らなかった場合は異常の後で再起動を試みることができる。いくつかの実施形態では、温度高故障に対して、システムは、再起動する前に、温度が許容範囲にまで下がるのを待つ。実施形態によっては、ソフトウェアにより、少なくとも3回システムの起動を試みることができる。いくつかの実施形態では、3回目の再起動を試みた後、システムはアイドル状態7504にすることができる。いくつかの実施形態では、システムが所定の時間、例えば、20分間、運転状態7514であるか、または、オペレータ/ユーザにより手動でシステムを停止させた場合、再起動カウンタをゼロにリセットすることができる。いくつかの実施形態では、すべてのセンサの故障は、所定の時間、例えば2秒間続いた後、システムはそれが真の故障であるとみなすことができる。いくつかの実施形態では、水タスク及びハードウェアタスクと同じスレッドでシステム統合タスクを走らせることができる。以下のテーブル1には、制御システムを用いて判断することができる異常タイプのリストが含まれる。回復が許容されるかどうかと共に、異常を生じさせる条件の例示も記載されている。記載の条件は説明目的のものであり、いくつかの実施形態ではこれらを用いることができるが、他の実施形態では数値等は異なることがある。

## 【0480】

例示的实施形態において、システムはARM(登録商標)プロセッサウォッチドッグタイマを用いる。タイムアウトは10秒に設定することができる。タスクがメイン処理ループを通過するたびに、タスクIDビットに入り込む、ウォッチドッグの更新方法と呼び出す。水ビット、ハードウェアビット、及びシステム統合ビットがすべて設定されたとき、ソフトウェアにより、ウォッチドッグを満足させウォッチドッグビットをクリアする。いくつかの実施形態では、確実にすべての重大なタスクを走らせるので、有益であろう。

## 【0481】

【表 1】

| 異常の概要        | 条件                                              | 復元      |
|--------------|-------------------------------------------------|---------|
| 低圧サーミスタ開     | ADの読み>1005カウント                                  | 不可      |
| 高圧サーミスタ開     | ADの読み>1005カウント                                  | 不可      |
| 水溜 低圧サーミスタ開  | ADの読み>1005カウント                                  | 不可      |
| モータ低圧サーミスタ開  | ADの読み>1005カウント                                  | 不可      |
| 低圧サーミスタショート  | ADの読み<30カウント                                    | 不可      |
| 高圧サーミスタショート  | ADの読み<30カウント                                    | 不可      |
| 水溜サーミスタショート  | ADの読み<30カウント                                    | 不可      |
| モータサーミスタショート | ADの読み<30カウント                                    | 不可      |
| 生産物レベル開      | ADの読み>900カウント                                   | 不可      |
| 放出レベル開       | ADの読み>900カウント                                   | 不可      |
| 生産物レベルショート   | ADの読み<250カウント                                   | 不可      |
| 放出レベルショート    | ADの読み<250カウント                                   | 不可      |
| 低圧温度高        | 低圧温度>125℃                                       | クリア後再試行 |
| 高圧温度高        | 高圧温度>149℃                                       | クリア後再試行 |
| 水溜温度高        | 水溜温度>125℃                                       | クリア後再試行 |
| モータ温度高       | モータ温度>180℃                                      | クリア後再試行 |
| IRAM温度高      | モータ温度>100℃                                      | クリア後再試行 |
| BD液面高        | 運転状態時、4分間以上<br>放出レベル>90%                        | クリア後再試行 |
| BD液面低        | 運転状態時、最盛状態時、及び<br>待機状態時、4分間以上、<br>放出弁負荷サイクル<=2% | クリア後再試行 |
| 生産物レベル高      | 運転状態時<br>5分間以上、生産物レベル>90%                       | クリア後再試行 |
| 生産物レベルLow    | 運転状態時<br>5分間以上、生産物弁及び<br>迂回弁の負荷サイクル<=2%         | クリア後再試行 |
| システム過冷却      | 運転状態時低圧温度<104℃                                  | クリア後再試行 |

|                    |                                                                                    |         |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 状態無変化時間超過          | 注入状態>12分、又は<br>加熱状態>4時間、又は<br>HX最盛状態>2.5時間、又は<br>スタートポンプ状態>8分                      | 不可      |
| 水溜内水欠如             | 水溜温度>115℃、及び<br>水溜温度 - LP温度>25℃                                                    | クリア後再試行 |
| フラッシュメモリからの異常の読み出し | CRC又はデータ長さについて<br>フラッシュメモリの読み異常                                                    | 不可      |
| フラッシュメモリへの異常の書き込み  | 定数値のフラッシュメモリへの<br>書き込み異常                                                           | 不可      |
| モータ異常              | モータ回転指令速度>50であり、<br>MotorErrorTimer秒以上<br>実際の速度とモータ速度との<br>差>MotorErrorSpeed (rpm) | クリア後再試行 |
| 電磁カップリングのスリップ      | HP温度-LP温度<1.5℃、及び<br>生産負荷及び迂回負荷<10%                                                | クリア後再試行 |
| 加熱器故障              | 実行されていない                                                                           | クリア後再試行 |
| 過電流                | システム電流>13A                                                                         | 故障の後再試行 |
| 伝導率センサ開            | 実行されていない                                                                           | 不可      |
| 伝導率センサショート         | ADの読み<150カウント                                                                      | 不可      |
| 伝導率異常高             | CondoErrTime秒間以上、<br>運転状態における<br>伝導率>CondoLimitQ10                                 | 不可      |
| MCE通信故障            | 再試行ごとに10秒間、<br>5回の再試行後MCEから応答なし                                                    | 不可      |
| MCE故障              | 20回の連続試行を可能とする<br>MCEへのアサーションの後<br>MCE・awake信号なし                                   | 不可      |

## 【0483】

(MCE)

MCEメッセージタスクは、ARM（登録商標）制御プロセッサとMCEプロセッサとの間の通信を取り扱う。いくつかの実施形態では、ARM（登録商標）プロセッサとMCEプロセッサとの間には、2つの別個のデジタル信号が存在する。すなわち、MCEイネイブルラインとMCEアウェイクラインである。MCEイネイブルラインは、ARM（登録商標）プロセッサからの出力であり、MCEプロセッサに入力する。このラインは、MCEをイネイブルにするために「0」に設定される。MCEイネイブルが「1」の間、MCEプロセッサは、リセット状態に保たれる。

## 【0484】

MCEアウェイクラインは、MCEプロセッサからの出力であり、ARM（登録商標）プロセッサに入力する。いくつかの実施形態では、MCE\_\_msgタスクは、MCEアウェイクラインがアクティブかどうかのメッセージを処理するだけである。MCEアウェイクラインがアクティブでない場合、MCEイネイブルラインが、イネイブル状態にリセッ

10

20

30

40

50

トされる。MCEイネイブルラインをアサートしたあと、所定の時間、例えば60秒間、MCEアウェイクラインがアクティブにならない場合、MCE故障を出すことができる。

#### 【0485】

MCE\_\_msg処理の機能により、イベントが生じたときに処理信号が生成される。次いで、信号は加熱器命令状態機械に配送される。加熱器命令状態機械がこの信号を扱わない場合は、モータ命令状態機械に送られる。MCE状態機械がこのイベントを扱わない場合、例えば、イベントが期待していたような応答でない場合、異常のメッセージがMCEに送られる。しかしながら、MCE状態機械がこのイベントを扱わない場合、状態要求がMCEに送られる。この命令に対する応答が所定の時間以内に、例えば10秒以内に、受け取られない場合、命令が再発行される。所定の回数、例えば5回、試みがなされた後においても、応答を受け取らなかった場合、MCE通信故障信号が出される。MCE状態は、命令応答パケットで送り返される。

#### 【0486】

従って、上述の制御システムは、装置／システムの統合性を判断するために用いることができ、また、水製造の生産量に関する情報と共に、この制御システムは、システムが、クリーニング／付着物落としを含がこれに限定されない、メンテナンスを受けているときに信号を出すことができる。いくつかの実施形態では、システムは、メンテナンスが必要であるとの信号、例えば、外部のアプリケーションにメッセージを送ること、及び／又は、機械上のユーザインターフェースに、LED、テキストメッセージ、シンボル／アイコン、等を含がこれに限定されない、同様のメッセージを、送ることができる。いくつかの実施形態では、システムは自動的に、例えばクリーニング／付着物落としのようなメンテナンス処理を受けることができるが、他の実施形態において、メンテナンス処理は、人為的に行われ、その後、ユーザインターフェースにより、メンテナンスが完了したことを確認することができる。

#### 【0487】

外部のアプリケーションとの通信は、装置遠隔から制御するための多くの方法も提示する。例えば、通常の記録とソフトウェアによる通信により、ユーザは、装置がメンテナンスを必要としているかどうかを判断し遠隔から予定を立てることができる。このことは、非常に遠隔にあるか、又は、人がほとんどいない領域を含むがそれに限定されない、多くの国／地域で1以上の水蒸気蒸留装置／機械を運転することを含むがそれに限定されない、多くの理由により、好ましく／有益なものとなる可能性がある。

#### 【0488】

種々の実施形態において、1以上の水蒸気蒸留装置／機械は、遠隔にある装置又は遠隔にあるサーバ、例えばウェブサイト又は遠隔にあるコンピュータとの通信を含むことができる。この通信は、セルモデム、インターネット、イーサネット（登録商標）、及び／又は、陸上通信線／電話線、に限定されないが、これらの内の1つ以上を用いて、実施することができる。種々の実施形態において、双方向通信を、遠隔にある装置又は遠隔にあるサーバと、1以上の水蒸気蒸留装置／機械との間で、実施することができる。

#### 【0489】

ここで図76を参照して、いくつかの実施形態では、少なくとも1つの水蒸気蒸留装置／機械／システムは、いくつかの実施形態では、「バックエンド」と外部マネージャーを含むことがある、通信のためのシステムを含むことができる。いくつかの実施形態では、バックエンドは、外部マネージャーのみならず少なくとも1つの水蒸気蒸留装置／機械／システムと接続するためのインターフェースを有するHTTPサーバ及びSMSディスパッチャとすることができる。バックエンドは、外部マネージャーと少なくとも1つの水蒸気蒸留装置／機械／システムとの間の架け橋としての役割を果たす。いくつかの実施形態では、バックエンドを、外部マネージャーが構成することができ、装置との自動的なやり取りを提供する。いくつかの実施形態では、バックエンドは、少なくとも1つの水蒸気蒸留装置／機械／システムと外部マネージャーとの間でのやり取りができるようにする仲介

10

20

30

40

50

者として存在することができる。

【0490】

種々の実施形態において、外部マネージャは、少なくとも1つの水蒸気蒸留装置／機械／システムを間接的に構成し、これらとやり取りするためにサーバの設定をおこなう工程とすることができる。

【0491】

少なくとも1つの水蒸気蒸留装置／機械／システムは、いくつかの実施形態では、HTTPクライアントである。これらの実施形態は、少なくとも1つの水蒸気蒸留装置／機械／システムが遠隔にあってセルモデムを介して接続されているときを含むがこれに限定されない多くの状況において用いることができる。この実施形態では、少なくとも1つの水蒸気蒸留装置／機械／システムは、必ずしも、いくつかの実施形態では、低コストで接続されるわけではなく、また、セルモデムの構造基盤は100%の信頼性はないかもしれない。これらの実施形態では、サーバは常に稼働している。従って、これらの実施形態では、少なくとも1つの水蒸気蒸留装置／機械／システムがクライアントであり、バックエンドはサーバである。

10

【0492】

いくつかの実施形態では、バックエンドは、SMS「肩たたき」メッセージを発行することにより、少なくとも1つの水蒸気蒸留装置／機械／システムを目覚めさせることができる。種々の実施形態において、このメッセージはデータを含みしないが、命令、更新、通信、等を受け取るために、装置がサーバに接続していることを示すことができる。

20

【0493】

種々の実施形態において、外部マネージャは、特別な「外部マネージャ」インターフェースを通してHTTPサーバインターフェースを介してバックエンドとだけ直接やり取りする。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの水蒸気蒸留装置／機械／システムとの外部インターフェースは、TCP/IPソケットを用いて、SSLセキュリティレイアを通して実行するHTTPインターフェースである。いくつかの実施形態では、APIは、多くのウェブに基づく技術に用いられるAJAX「ウェブサービス」と互換性を持たせることができる。

【0494】

種々の実施形態において、少なくとも1つの水蒸気蒸留装置／機械／システムへの接続は、ステートレスである。従って、これらの実施形態において、すべての命令が同期している。少なくとも1つの水蒸気蒸留装置／機械／システムの状態の変化は、クライアントが作った複数の同期要求の呼び出し及びこれらの呼び出しの差異を計算することによりわかる。

30

【0495】

種々の実施形態において、各要求は、XMLメッセージの形で少なくとも1つの水蒸気蒸留装置／機械／システムに入る。要求は、処理され、それに対する応答が、XMLメッセージの形で呼び出し側に送り返される。

【0496】

いくつかの実施形態では、手動のクリーニング／付着物落としは、加圧洗浄水を用いシステムをフラッシングすることにより実行することができる。いくつかの実施形態では、装置は、フラッシング／クリーニングのために洗浄用の酸溶液と接続することができる。いくつかの実施形態では、装置／機械に通すための水及び／又は洗浄用溶液を加圧するためにポンプを用いる。

40

【0497】

生産水を提供するためのシステムには、源水が入った原料タンク、及び大量の生産水が入った生産物タンクを含めることができる。原料タンク及び生産物タンクにはともに、水のレベルを測定するレベルセンサを含めることができる。これらの実施形態において、制御システムは、水タスクを、原料タンクに十分な量の水があり、生産物タンクが満杯でないときのみ、注入状態7506等にする。次いで、水タスクは、生産物タンクが満杯であ

50

るか又は原料タンクが所定の量以下となるまで稼働し続ける。次に機械はアイドル状態 7504 に入る。いくつかの実施形態では、原料タンクを、水を装置に注入するための加圧ポンプに流体的に接続することができる。

【0498】

本明細書では、本発明の原理を説明したが、この説明は、本発明の範囲に関して限定としてではなく、一つの例として行なわれているにすぎないことを、当業者は理解すべきである。本明細書で示され、説明される例示的实施形態に加えて、他の実施形態も本発明の範囲内と考えることができる。当業者による修正および置換は、本発明の範囲内であると見なされる。

【図 1】

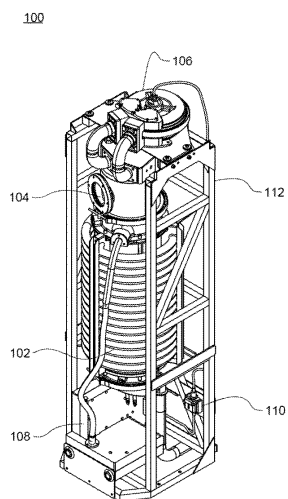


FIG.1

【図 1 A】

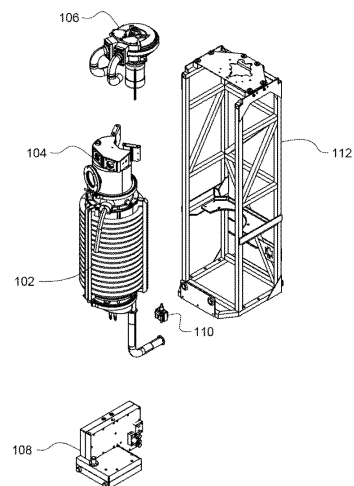


FIG.1A

【図 1 B】

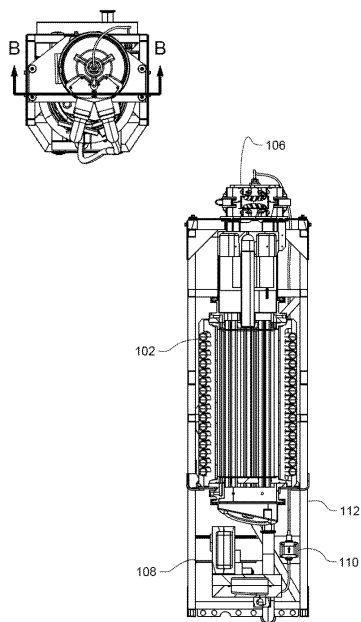


FIG.1B

【図 1 C】

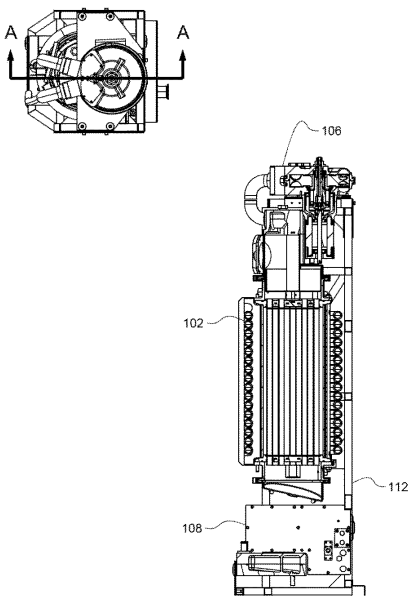


FIG.1C

【図 1 D】

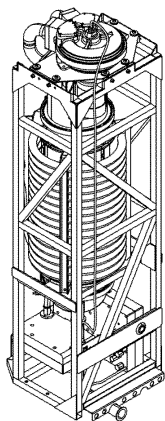


FIG.1D

【図 1 E】

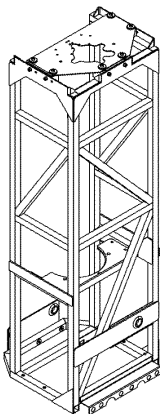


FIG.1E

【図 1 F】

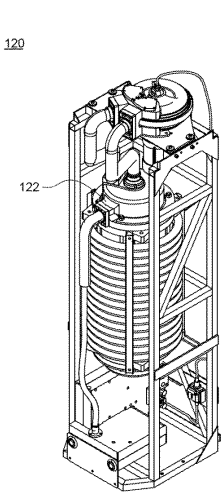


FIG.1F

【図 1 G】

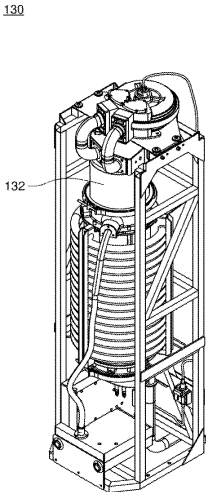


FIG.1G

【図 1 H】

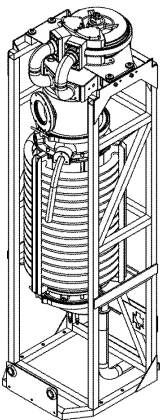


FIG.1H

【図 2】

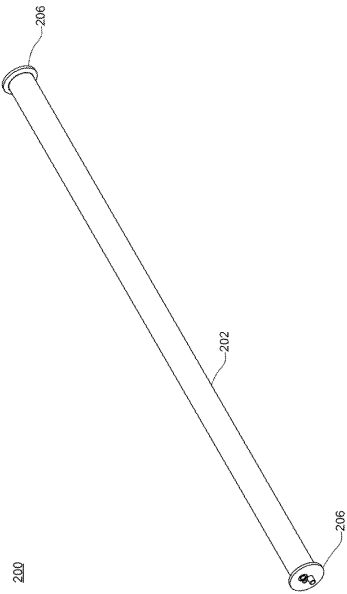


FIG.2

【図 2 A】

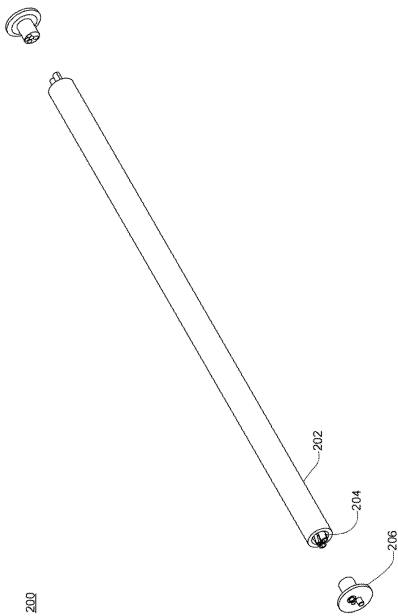


FIG.2A

【図 2 B】

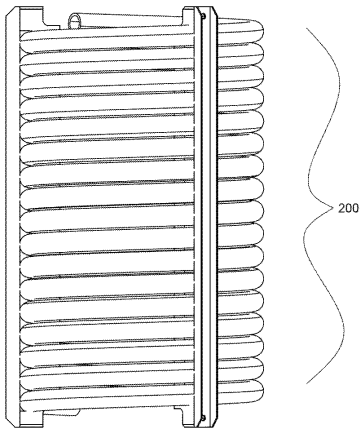


FIG.2B

【図 2 C】

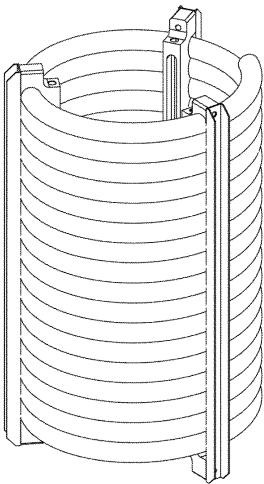


FIG.2C

【図 2 D】

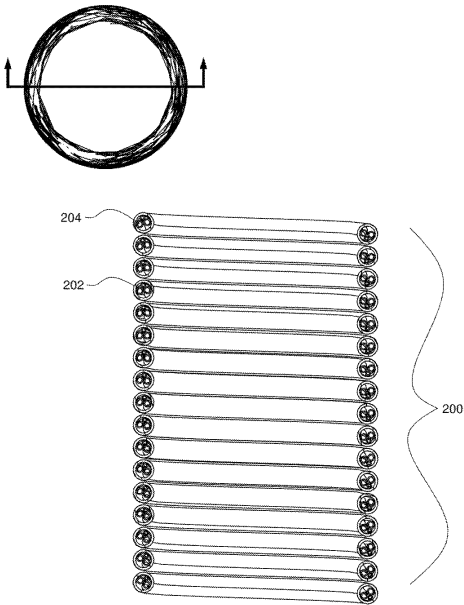
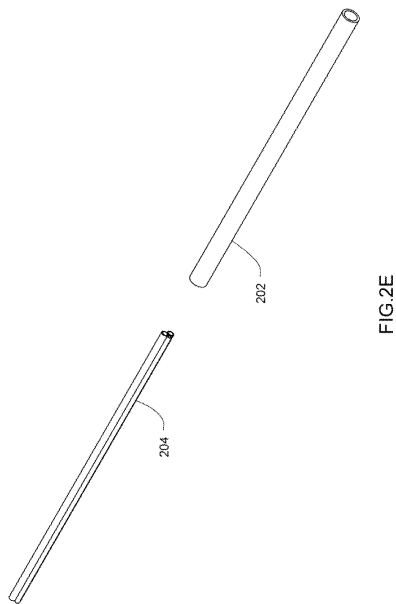
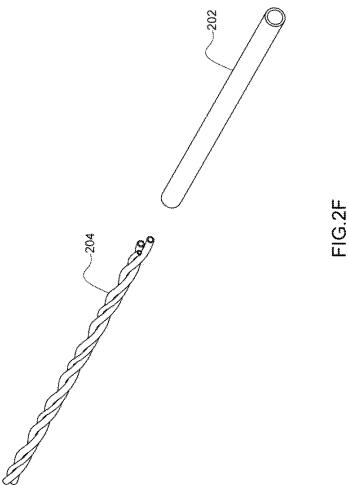


FIG.2D

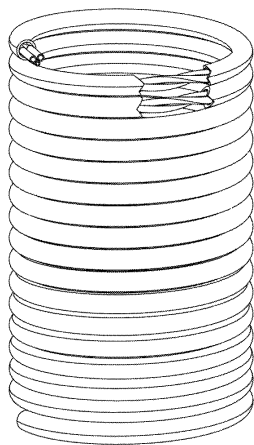
【図 2 E】



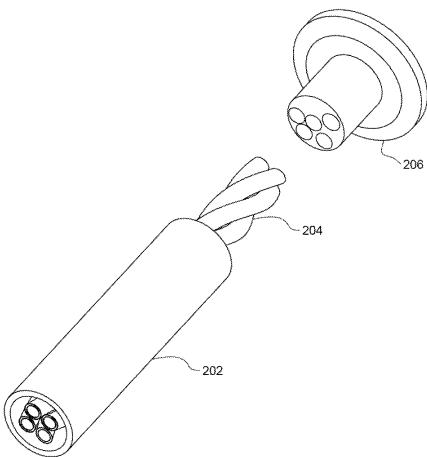
【図 2 F】



【図 2 G】



【図 2 H】



【図 2 I】

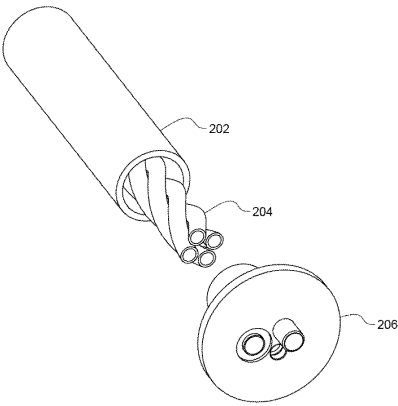


FIG.2I

【図 2 J】

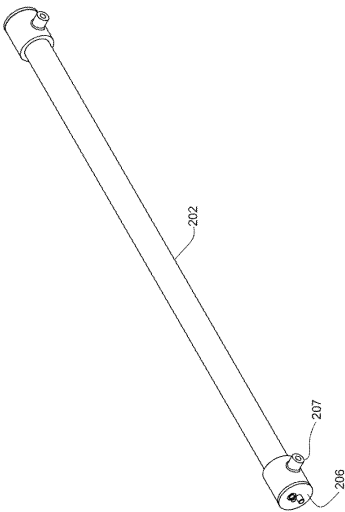


FIG. 2J

【図 2 K】

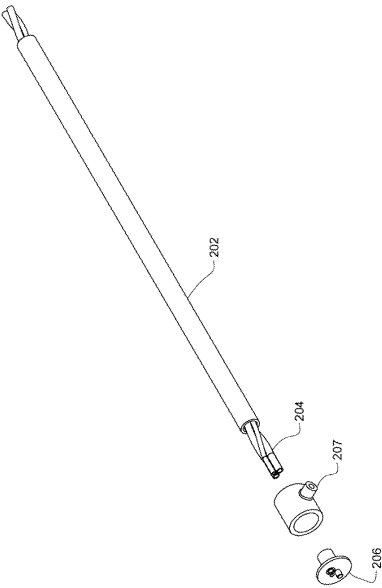


FIG. 2K

【図 2 L】

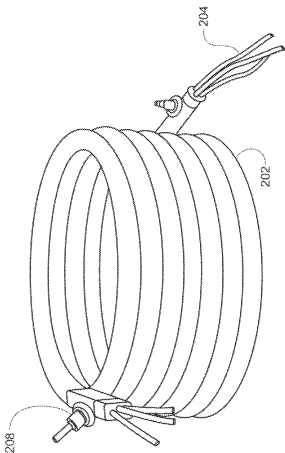


FIG. 2L

【図 2 M】

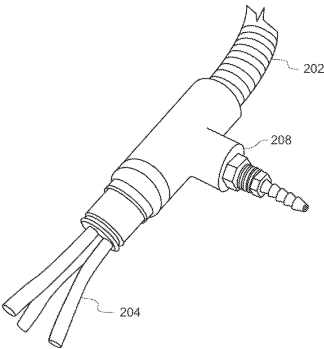


FIG. 2M

【図 2 N】

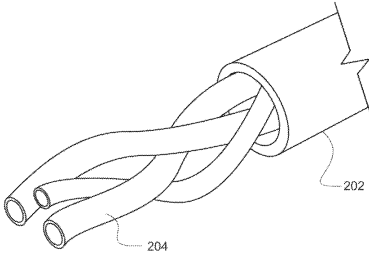


FIG. 2N

【図 2 O】

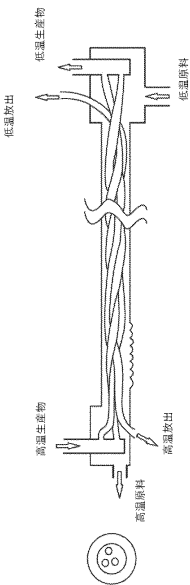


FIG.2O

【図 2 P】

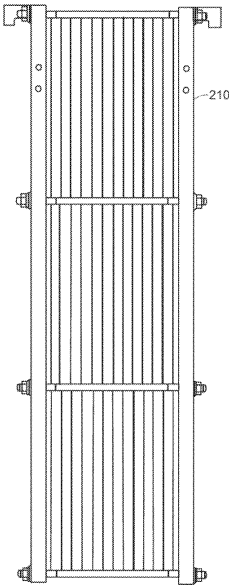


FIG. 2P

【図 2 Q】

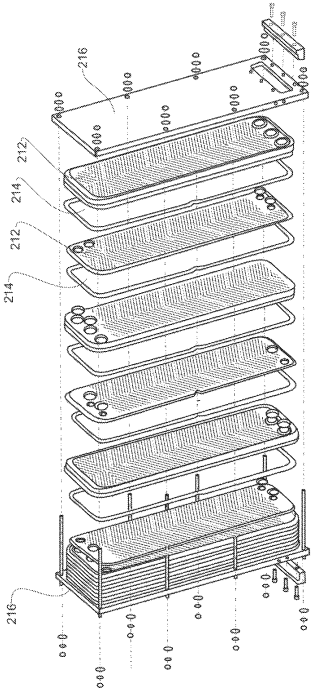


FIG. 2Q

【図 2 R】

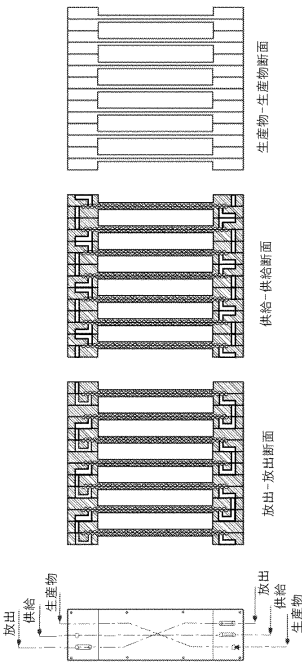


FIG. 2R

【図 3】

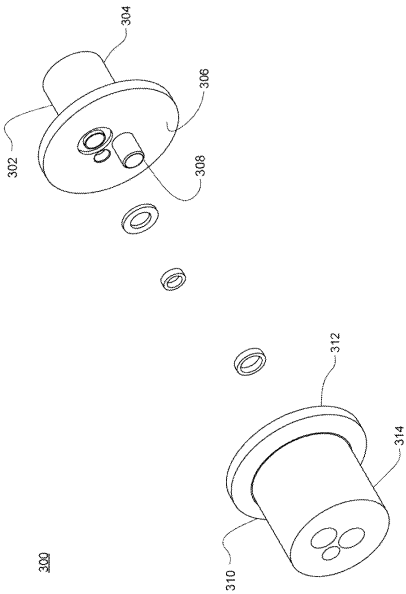


FIG. 3

【図 3 A】

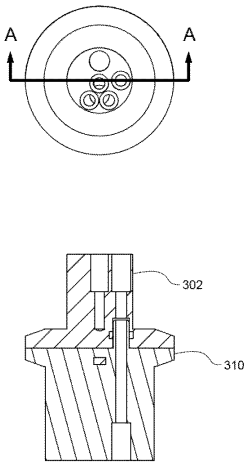


FIG. 3A

【図 3 B】

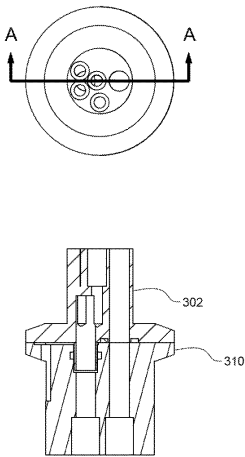


FIG.3B

【図 3 C】

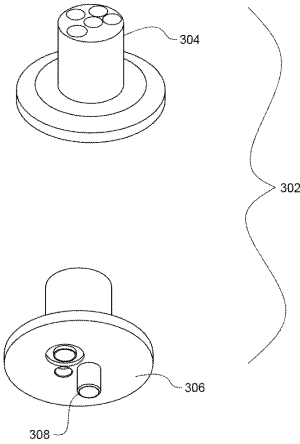


FIG.3C

【図 3 D】

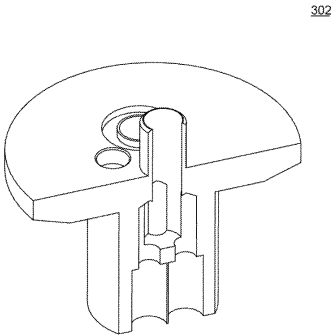


FIG.3D

【図 3 E】

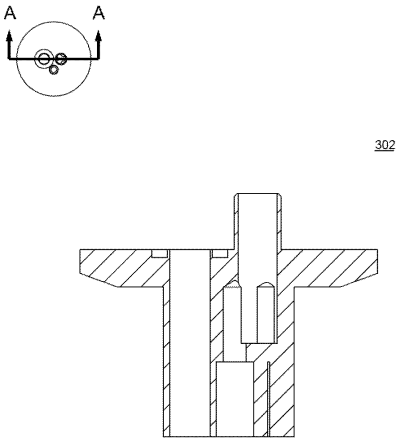


FIG.3E

【図 3 F】

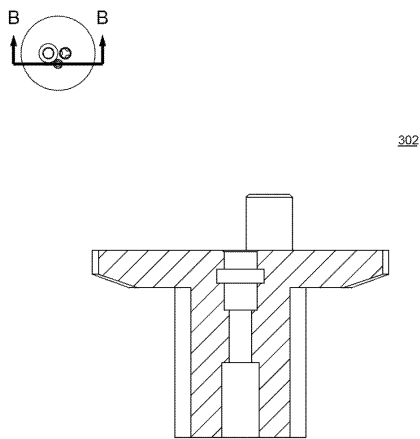


FIG.3F

【図 3 G】

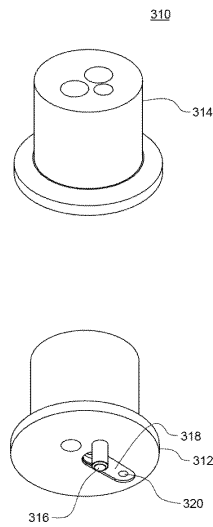


FIG.3G

【図 3 H】

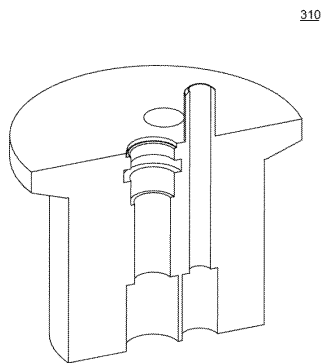


FIG.3H

【図 3 I】

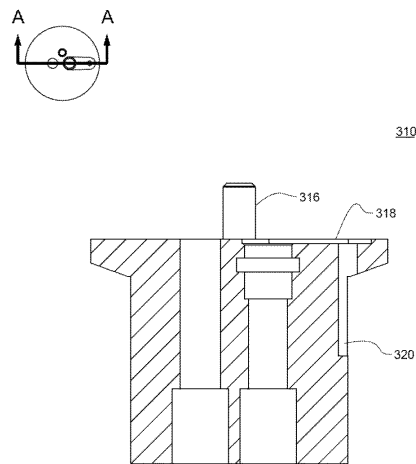


FIG.3I

【図 3 J】

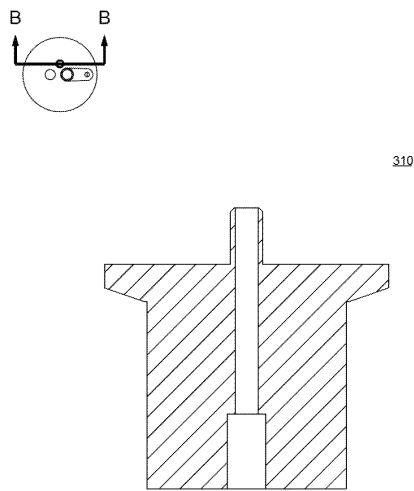


FIG.3J

【図 4】

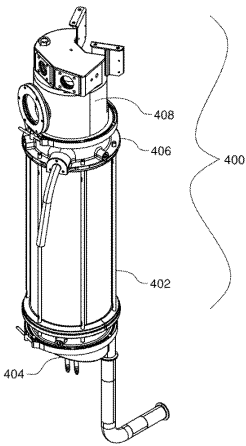


FIG.4

【図 4 A】

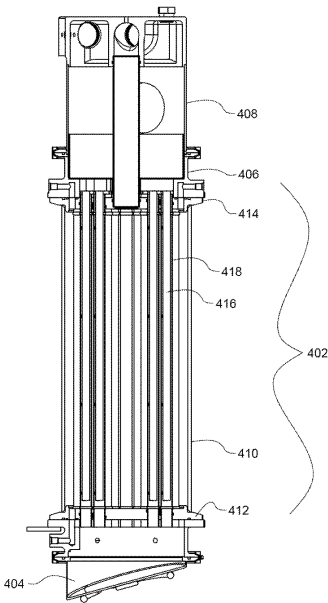


FIG.4A

【図 4 B】

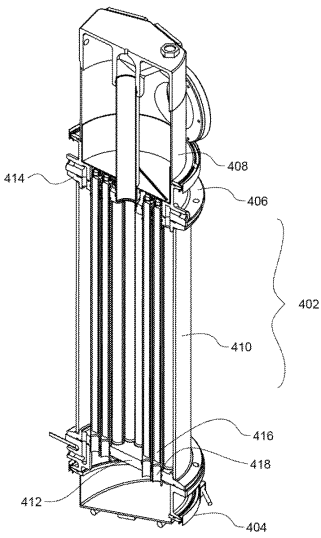


FIG.4B

【図 4 C】

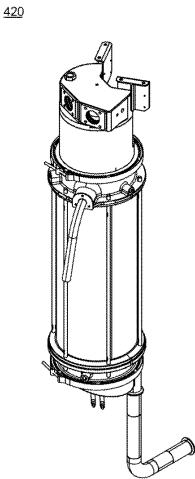


FIG.4C

【図 5】

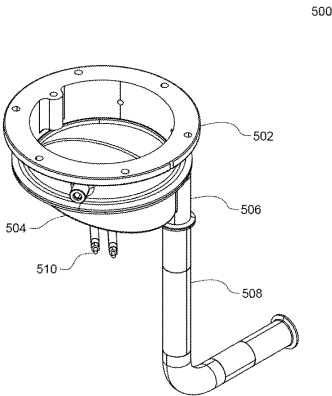


FIG.5

【図 5 A】

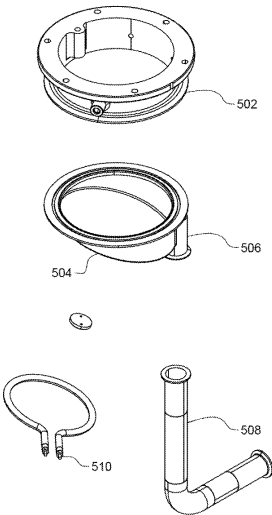


FIG.5A

【図 6】

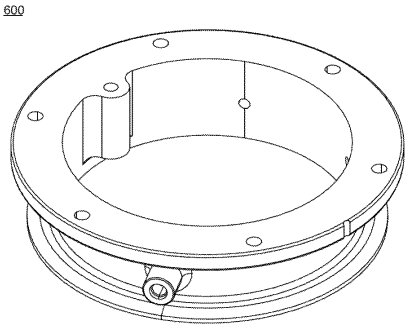


FIG.6

【図 7】

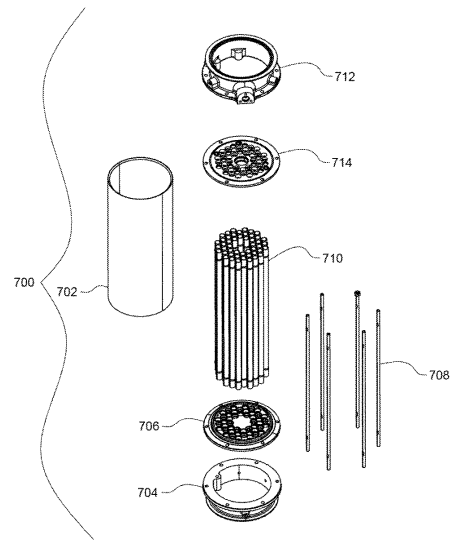


FIG.7

【図 7 A】

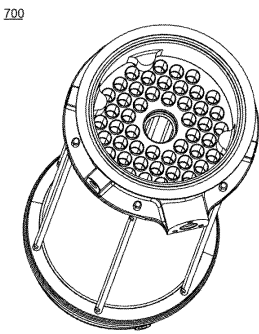


FIG.7A

【図 7 B】

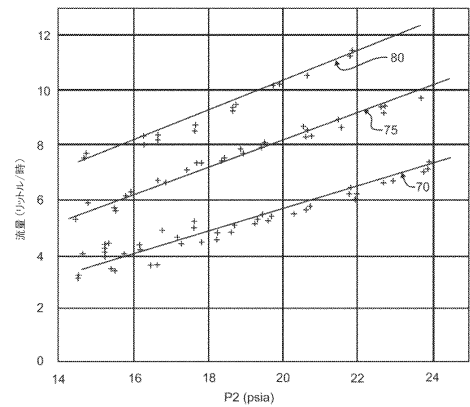


FIG. 7B

【図 8】

800

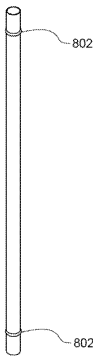


FIG.8

【図 9】

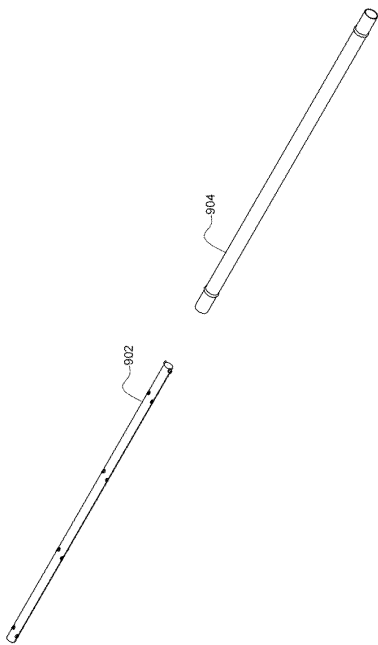


FIG.9

【図 9 A】

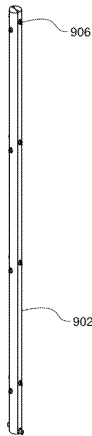


FIG.9A

【図 1 0】

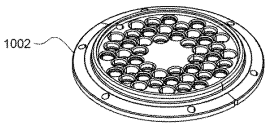


FIG.10

【図 1 0 A】

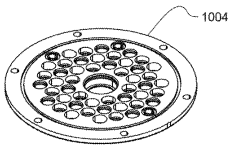


FIG.10A

【図 1 1】

1100

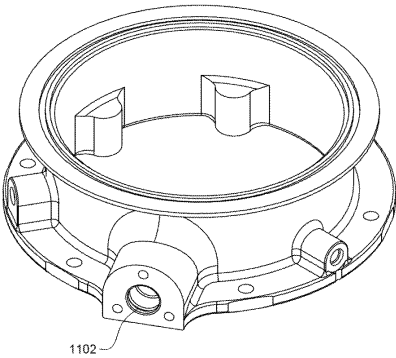


FIG.11

【図 1 2】

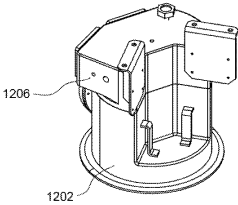


FIG. 12

【図 1 2 A】

1200

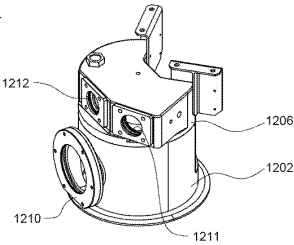


FIG. 12A

【図 1 2 B】

1200

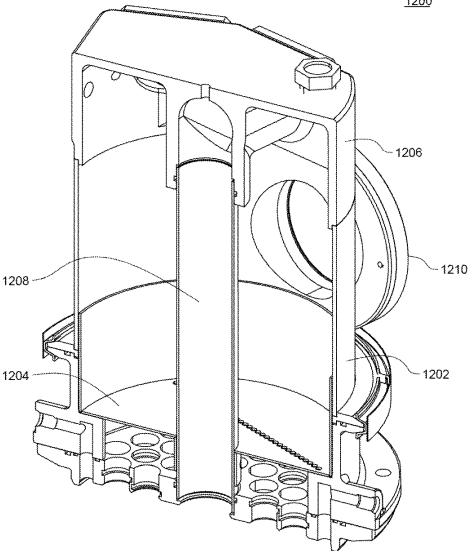


FIG.12B

【図 1 2 C】

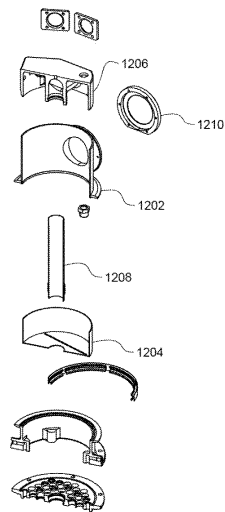


FIG.12C

【図 1 2 D】

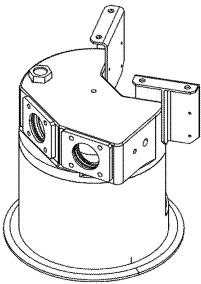


FIG.12D

【図 1 2 E】

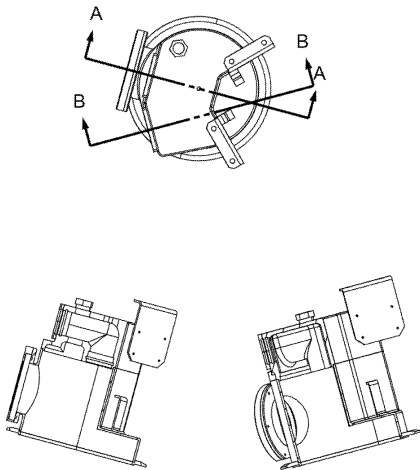


FIG. 12E

( FIG. 12F )

【図 1 3】

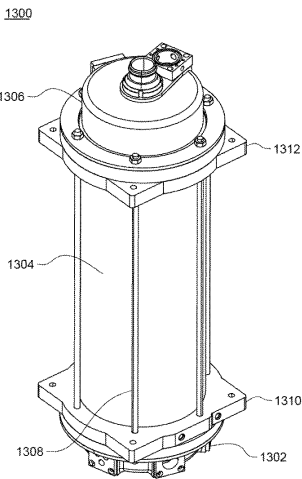


FIG.13

【図 1 3 A】

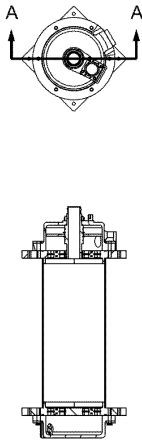


FIG. 13A

【図 1 3 B】

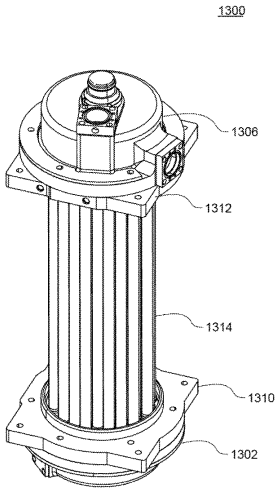


FIG. 13B

【図 1 3 C】

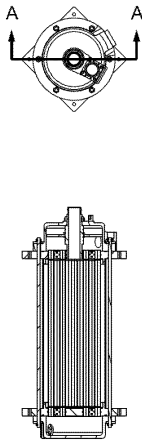


FIG. 13C

【図 1 3 D】

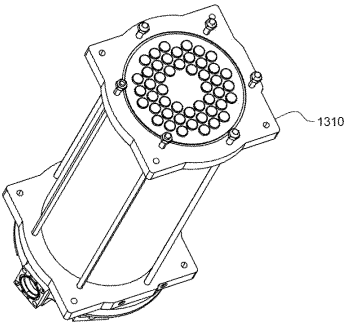


FIG. 13D

【図 1 3 E】

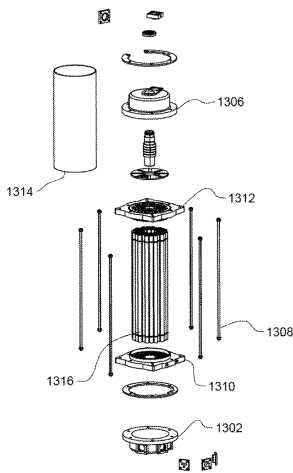


FIG.13E

【図 1 4】

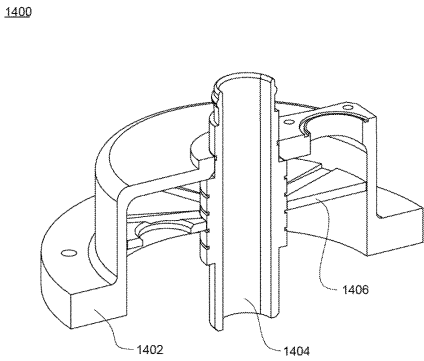


FIG.14

【図 1 4 A】

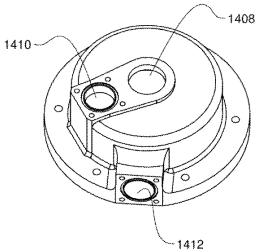


FIG.14A

【図 1 4 B】

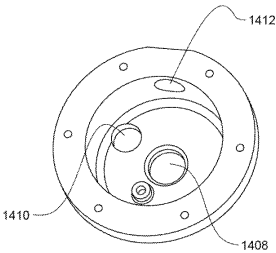


FIG.14B

【図 1 4 C】

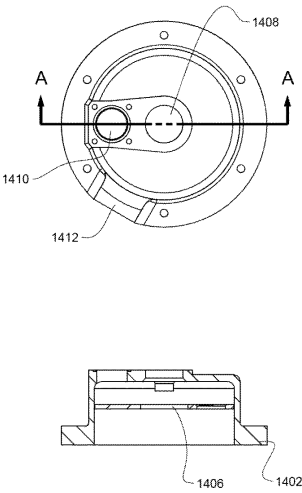


FIG.14C

【図 1 4 D】

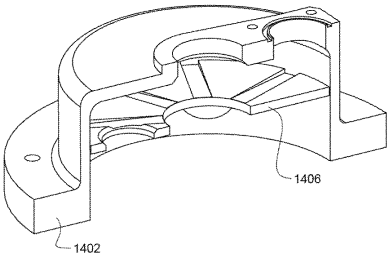


FIG.14D

【図 1 5】

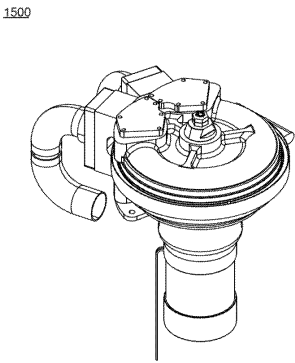


FIG.15

【図 1 5 A】

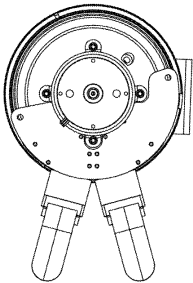


FIG.15A

【図 1 5 B】

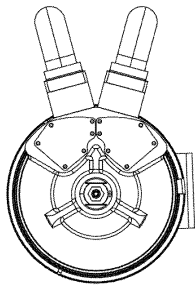


FIG.15B

【図 1 5 C】

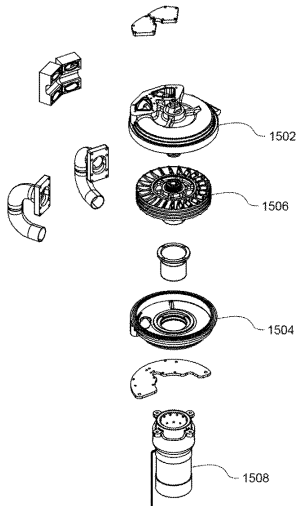


FIG.15C

【図 1 5 D】

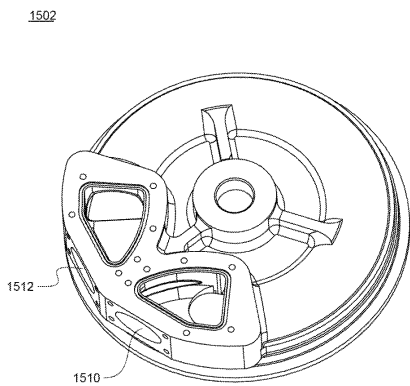


FIG.15D

【図 1 5 E】

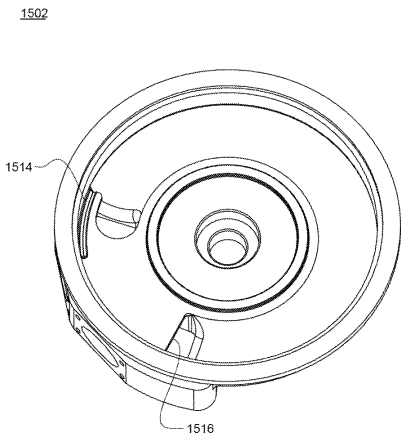


FIG.15E

【図 1 5 F】

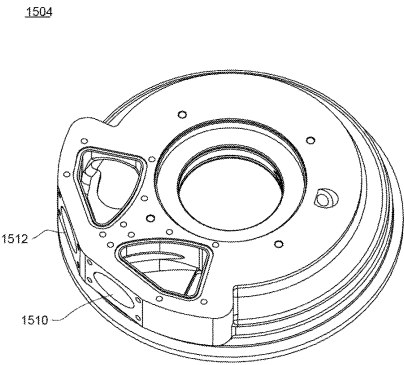


FIG.15F

【図 1 5 G】

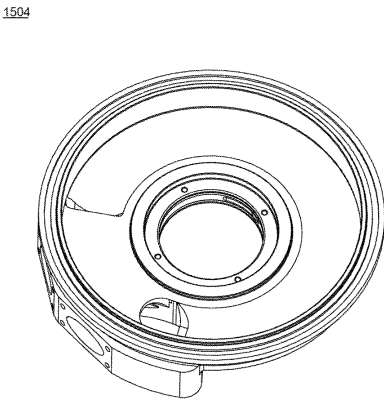


FIG.15G

【図 1 5 H】

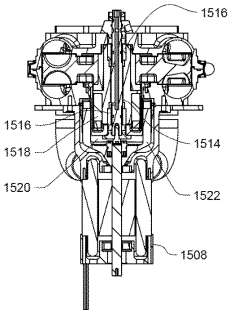


FIG.15H

【図 1 5 I】

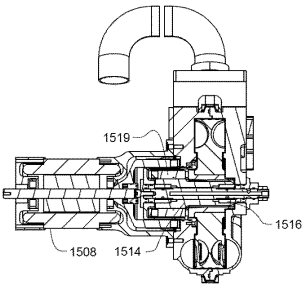


FIG.15I

【図 1 5 J】

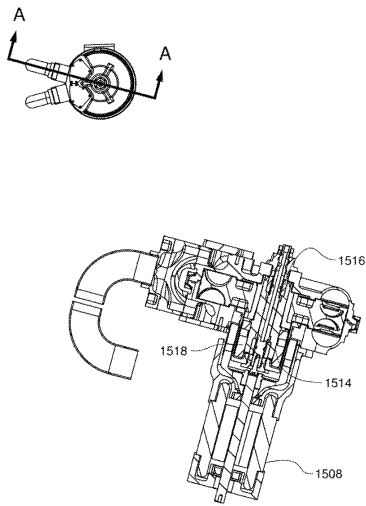


FIG.15J

【図 1 5 K】

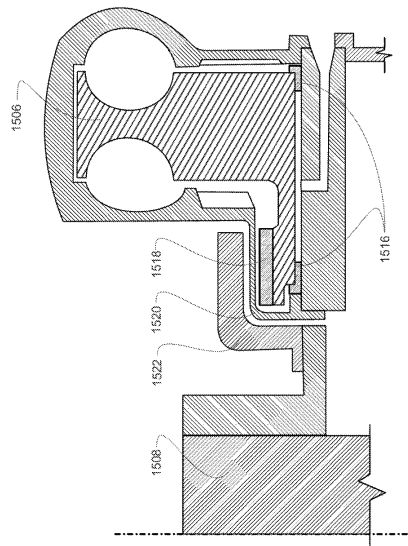


FIG. 15K

【図 1 5 L】

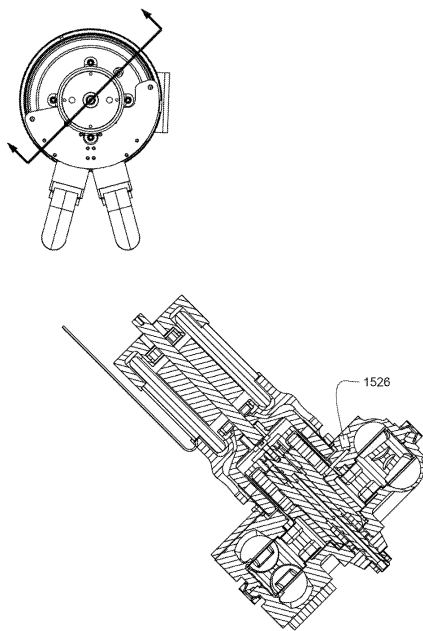


FIG.15L

【図 1 6】

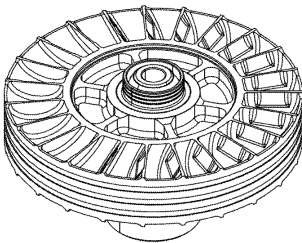
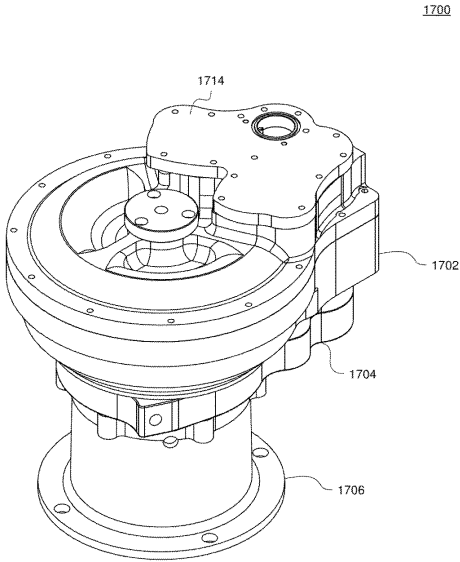
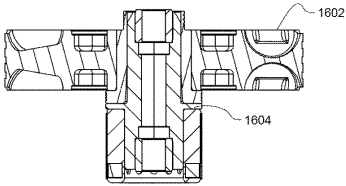


FIG.16

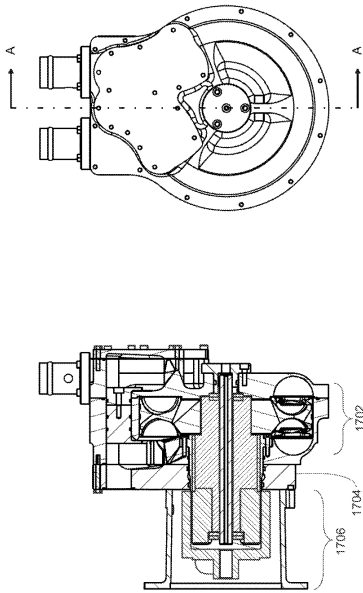
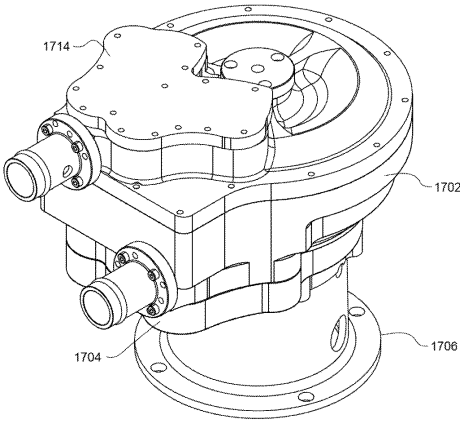
【図 1 6 A】

【図 1 7】



【図 1 7 A】

【図 1 7 B】



【図 1 7 C】

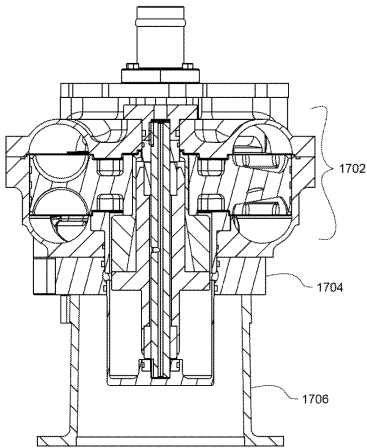


FIG.17C

【図 1 7 D】

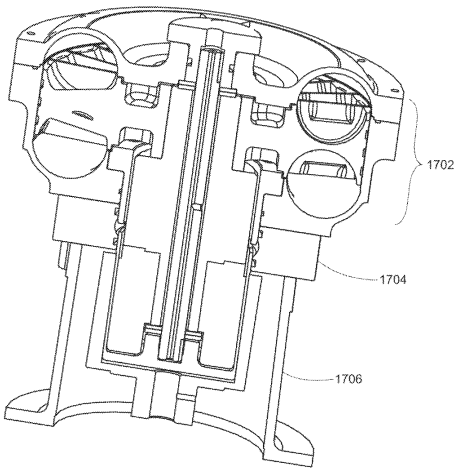


FIG. 17D

【図 1 7 E】

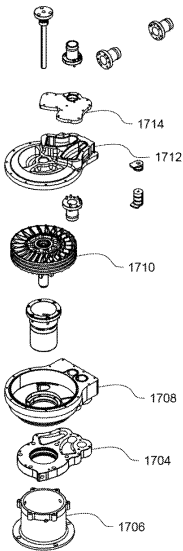


FIG.17E

【図 1 7 F】

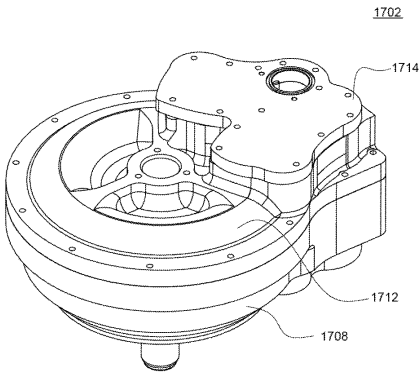


FIG. 17F

【図 1 7 G】

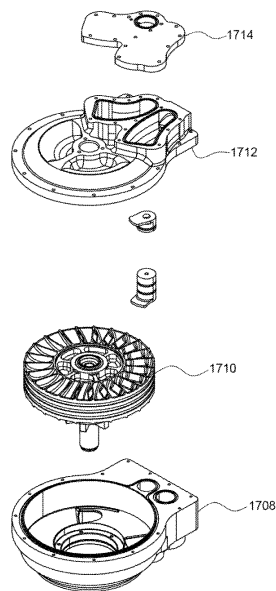


FIG. 17G

【図 1 7 H】

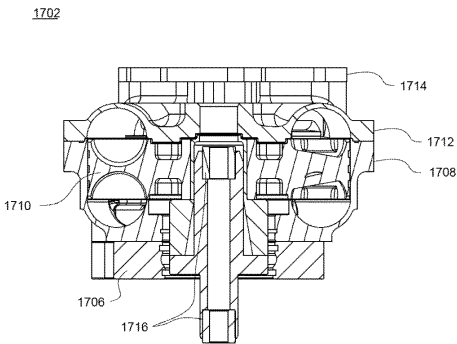


FIG.17H

【図 1 7 I】

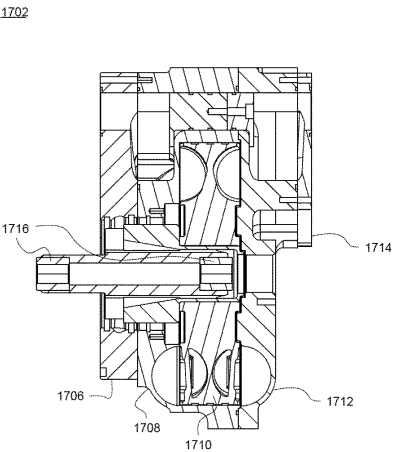


FIG.17I

【図 1 7 J】

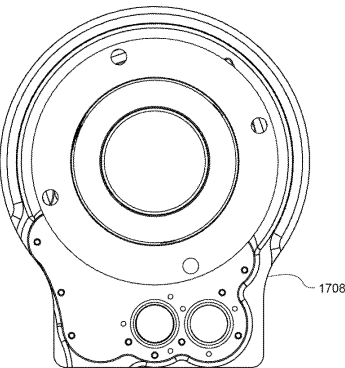


FIG.17J

【図 1 7 K】

【図 1 7 L】

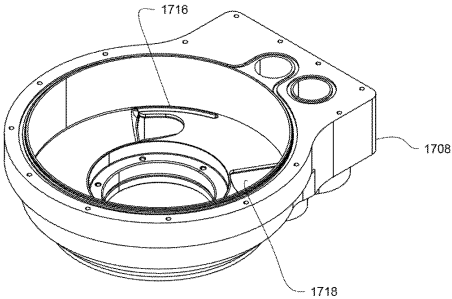


FIG.17K

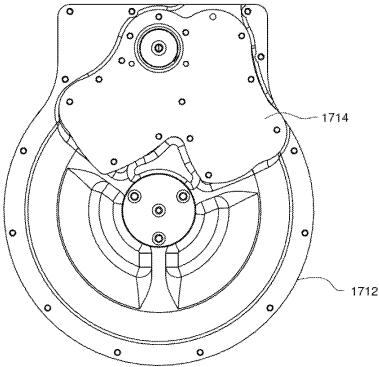


FIG.17L

【図 1 7 M】

【図 1 7 N】

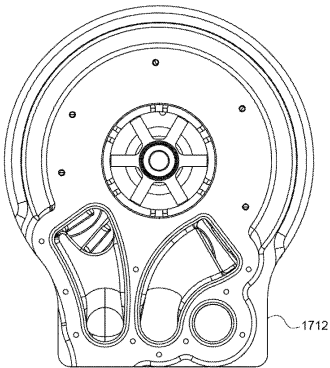


FIG. 17M

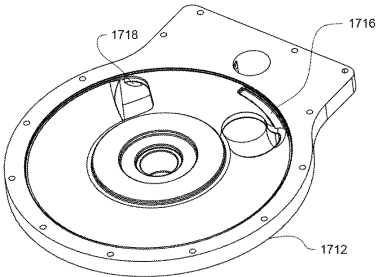


FIG.17N

【図 1 8】

【図 1 8 A】

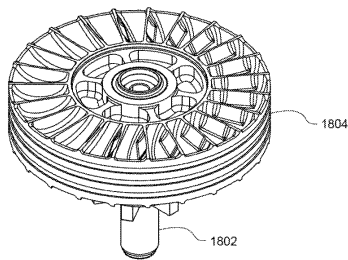


FIG.18

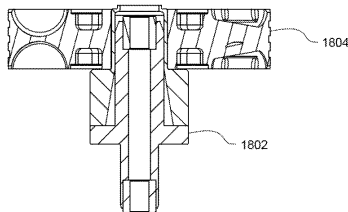


FIG.18A

【図 1 9】

【図 1 9 A】

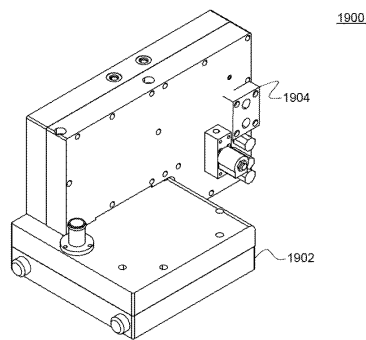


FIG. 19

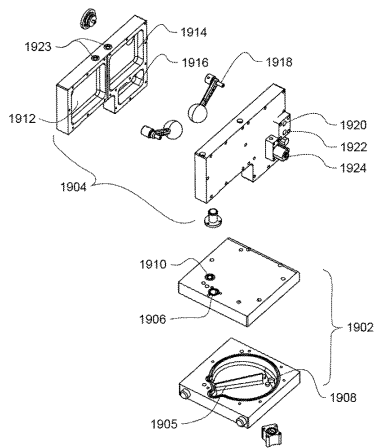


FIG.19A

【図 1 9 B】

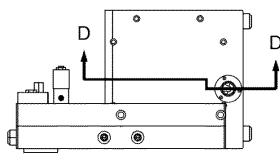


FIG.19B

【図 1 9 C】

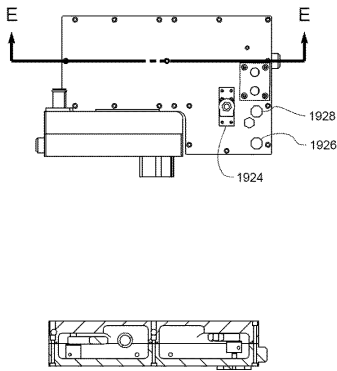
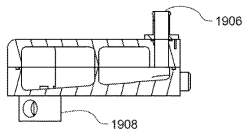


FIG.19C



【図 1 9 D】

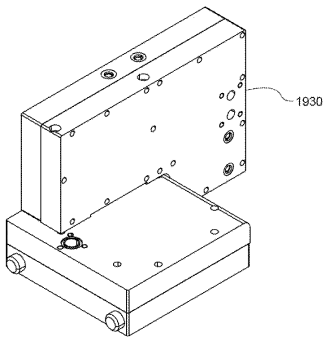


FIG.19D

【図 1 9 E】

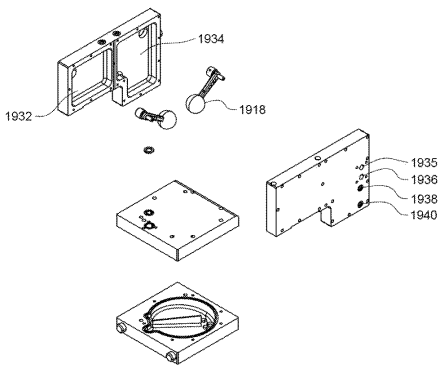


FIG.19E

【図 1 9 F】

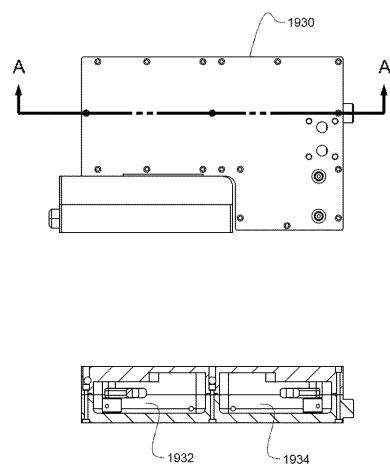


FIG.19F

【図 1 9 G】

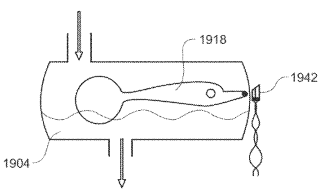


FIG. 19G

【図 1 9 H】

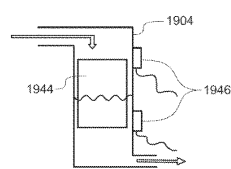


FIG. 19H

【図 2 0】

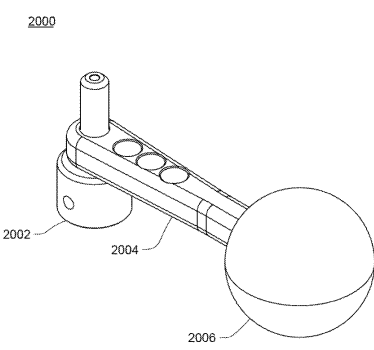


FIG.20

【図 20 A】

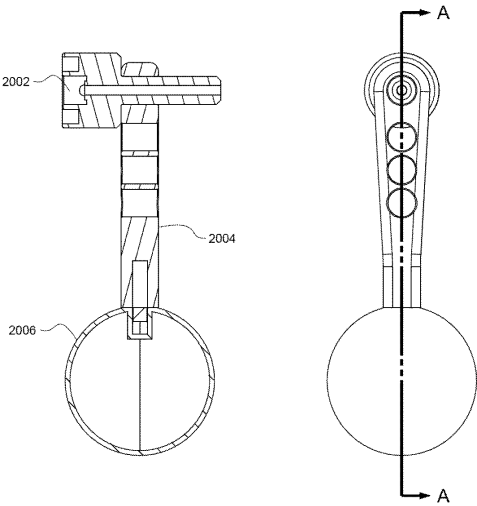


FIG.20A

【図 21】

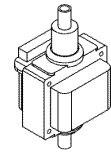


FIG.21A

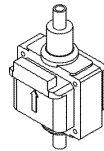


FIG.21

【図 22】

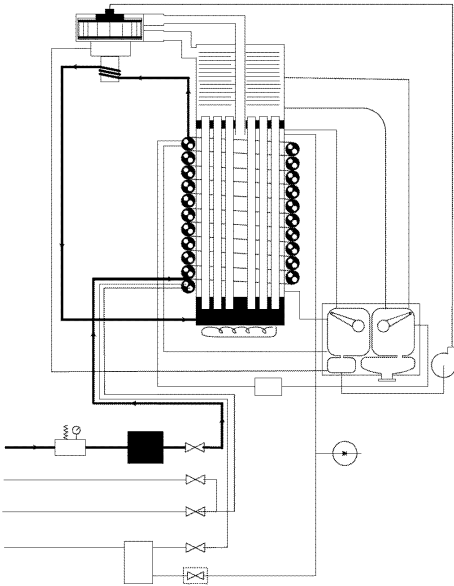


FIG. 22

【図 22 A】

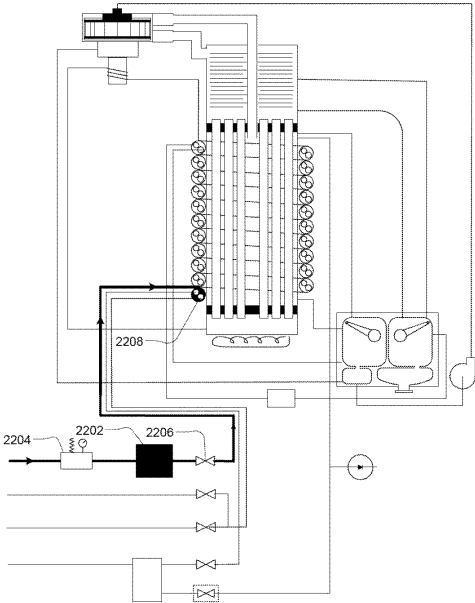


FIG. 22A

【図 2 2 B】

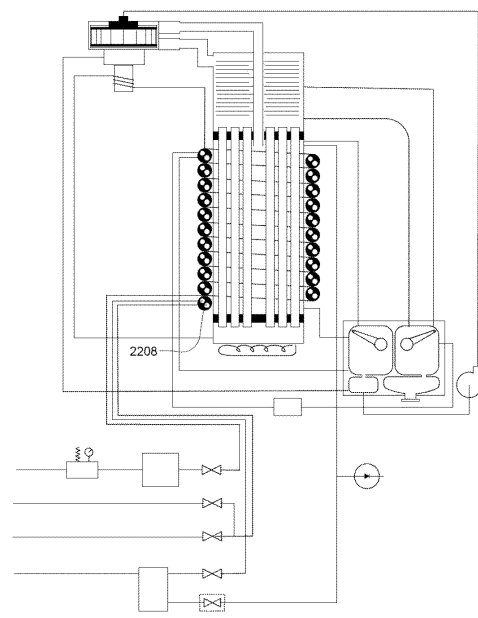


FIG. 22B

【図 2 2 C】

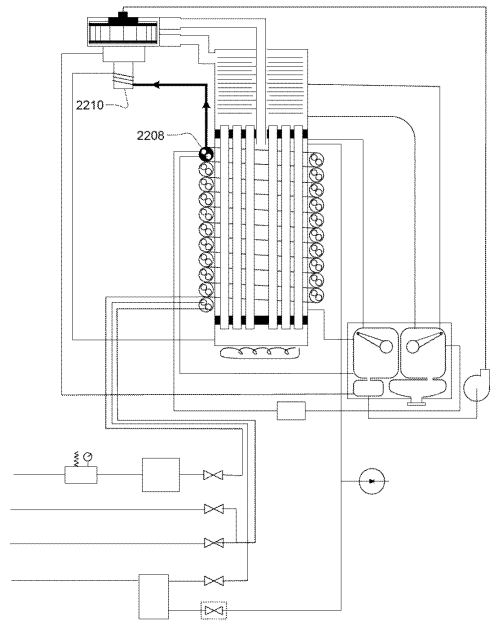


FIG. 22C

【図 2 2 D】

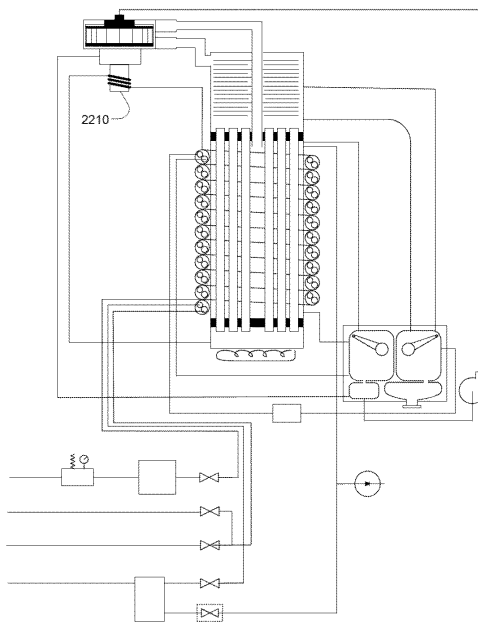


FIG. 22D

【図 2 2 E】

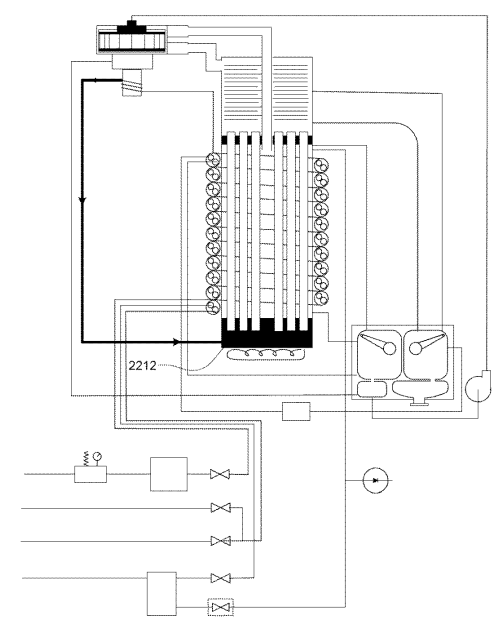


FIG. 22E

【図 2 3】

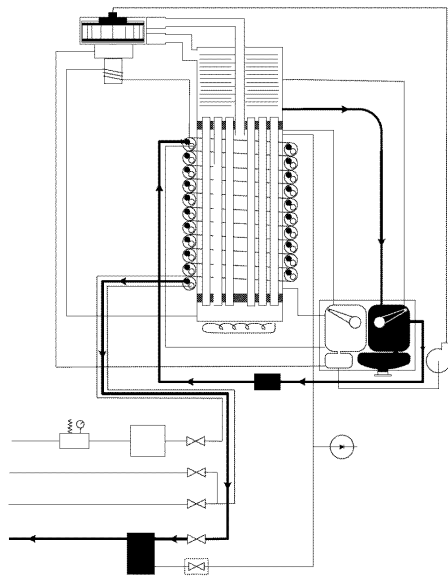


FIG. 23

【図 2 3 A】

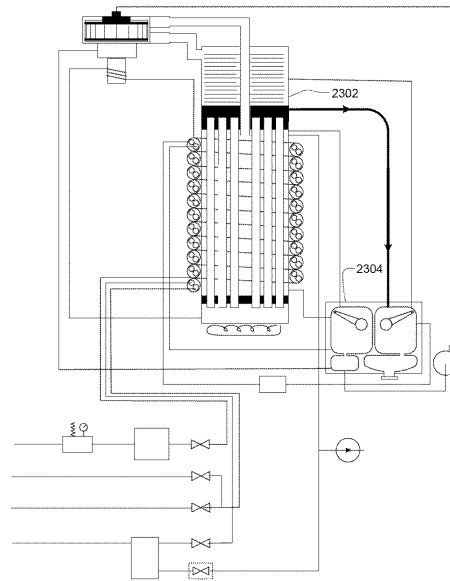


FIG. 23A

【図 2 3 B】

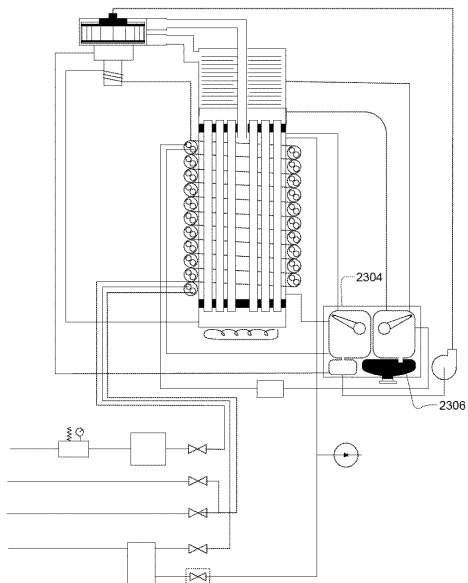


FIG. 23B

【図 2 3 C】

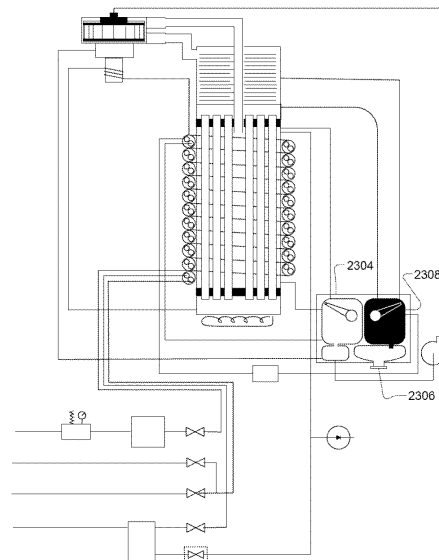


FIG. 23C

【図 2 3 D】

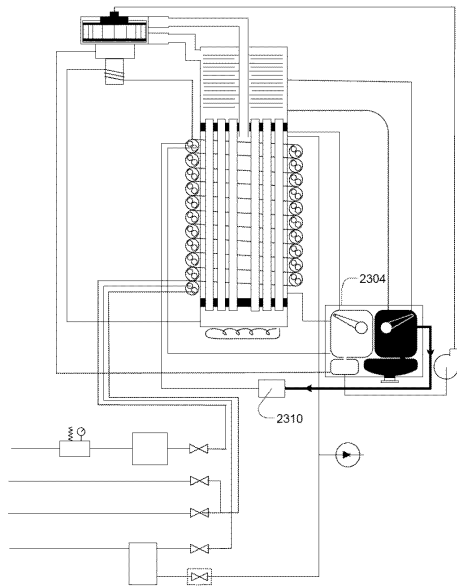


FIG. 23D

【図 2 3 E】

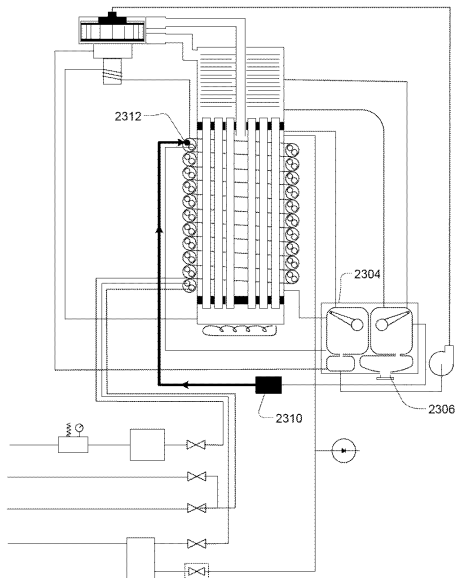


FIG. 23E

【図 2 3 F】

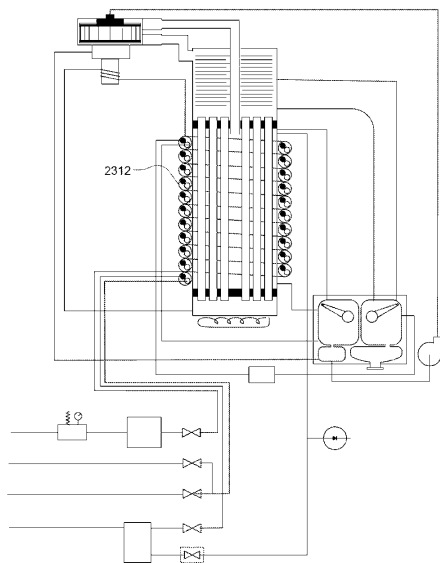


FIG. 23F

【図 2 3 G】

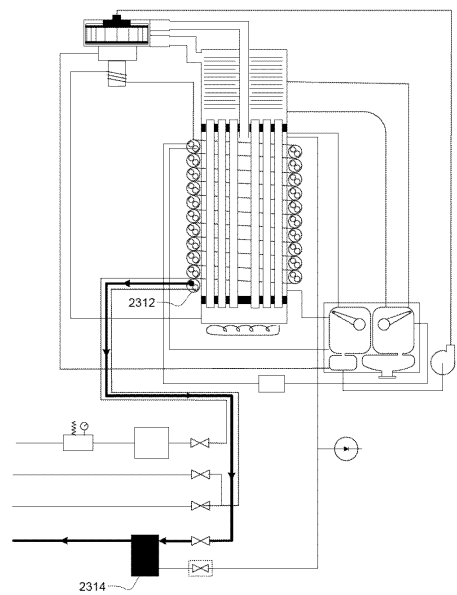


FIG. 23G

【図 2 4】

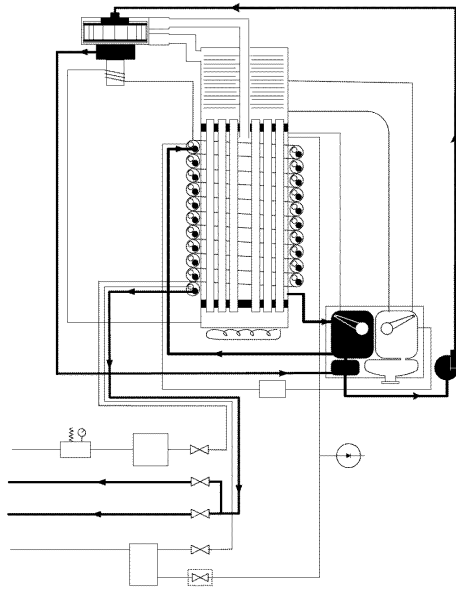


FIG. 24

【図 2 4 A】

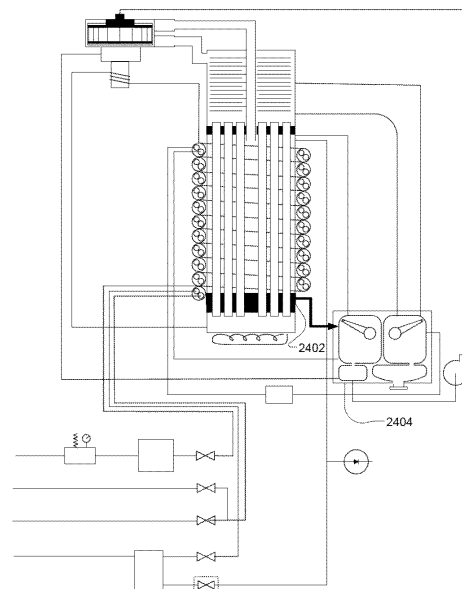


FIG. 24A

【図 2 4 B】

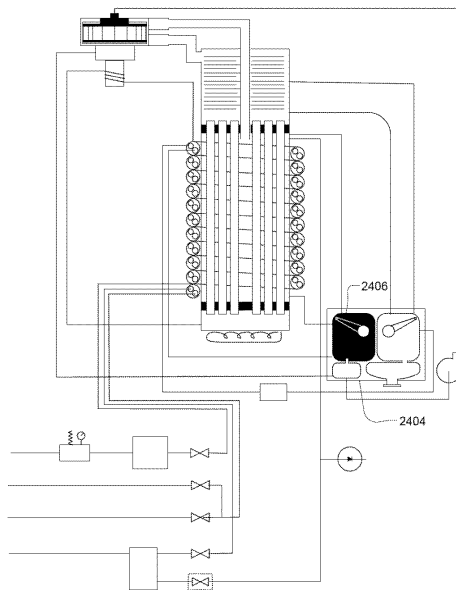


FIG. 24B

【図 2 4 C】

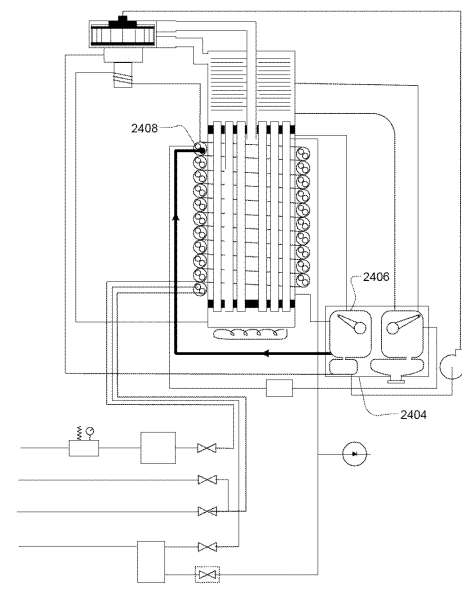
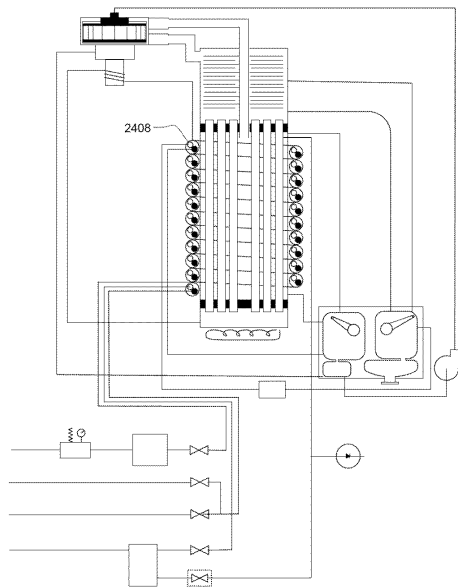
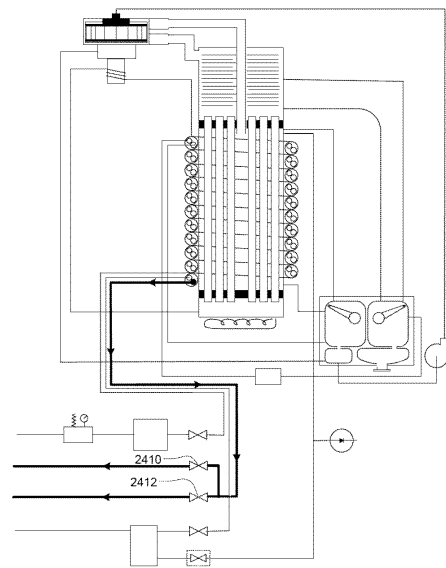


FIG. 24C

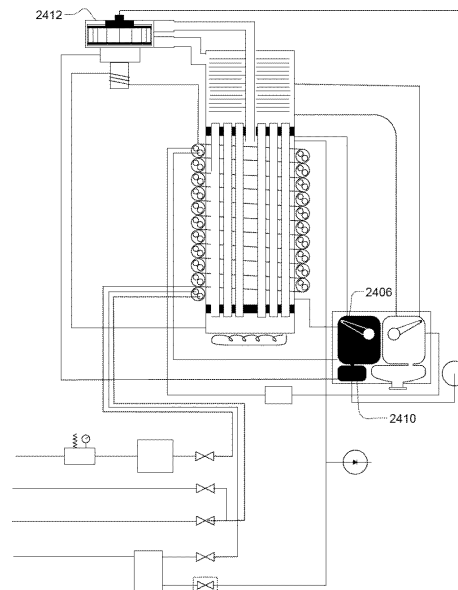
【図 2 4 D】



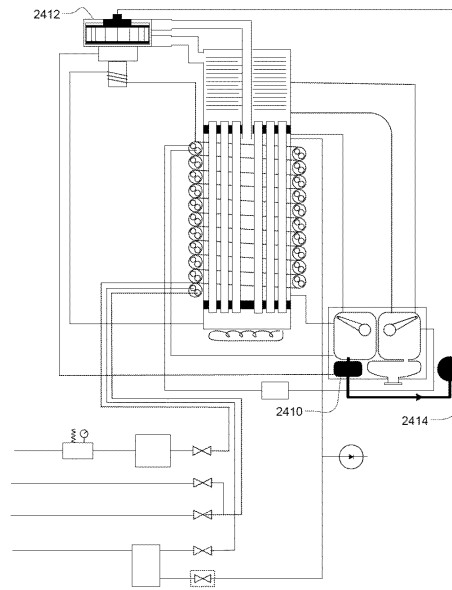
【図 2 4 E】



【図 2 4 F】



【図 2 4 G】



【図 2 4 H】

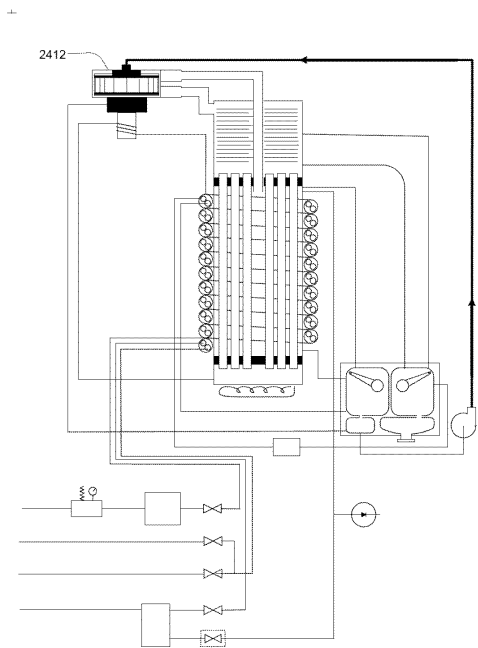


FIG. 24H

【図 2 4 I】

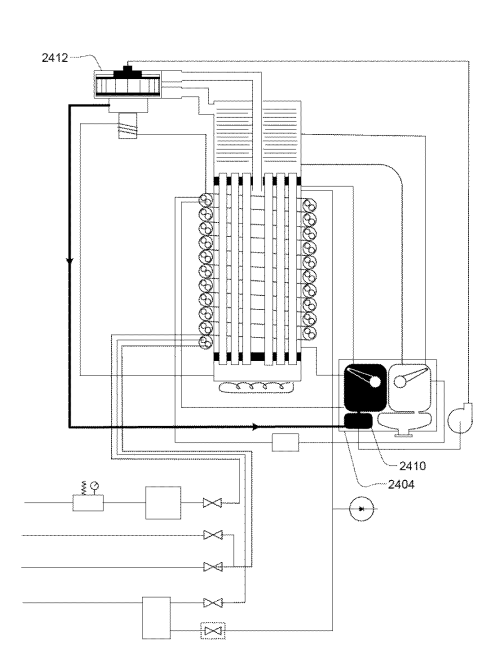


FIG. 24I

【図 2 5】

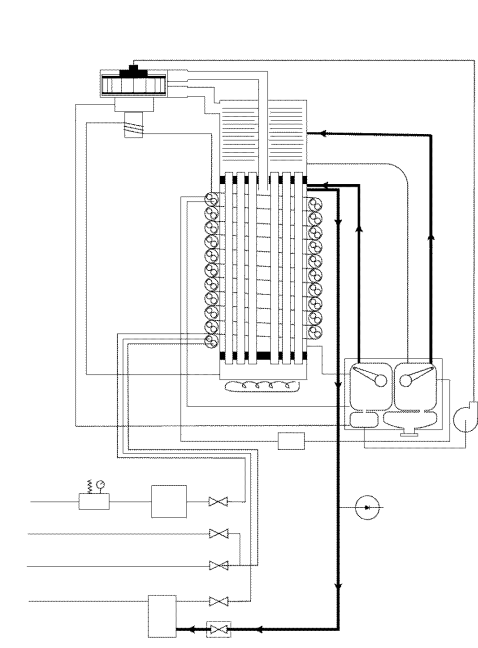


FIG. 25

【図 2 5 A】

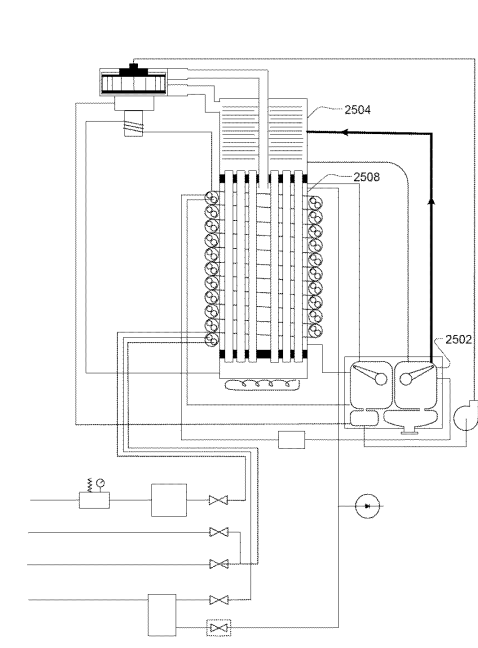


FIG. 25A

【図 2 5 B】

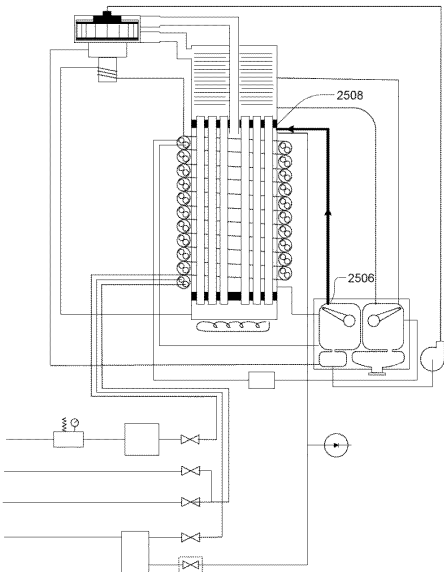


FIG. 25B

【図 2 5 C】

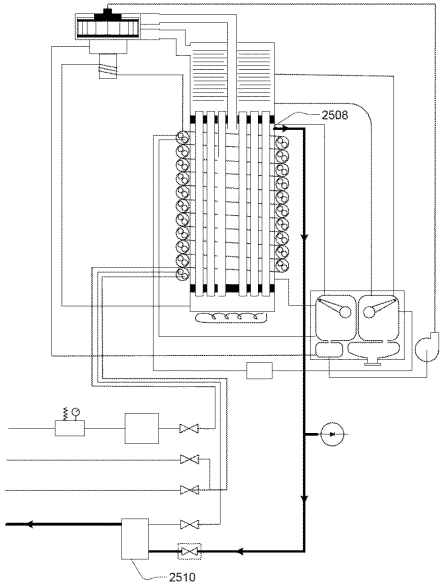


FIG. 25C

【図 2 6】

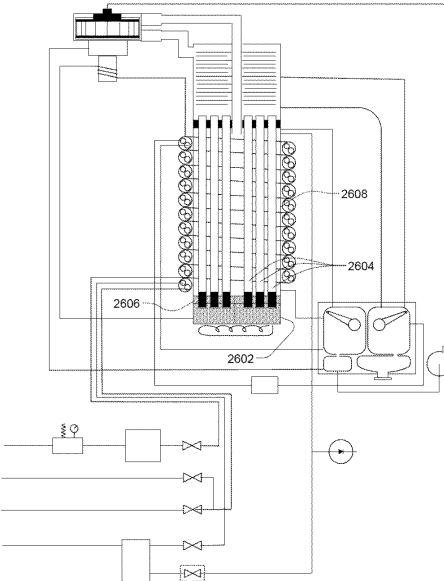


FIG. 26

【図 2 6 A】

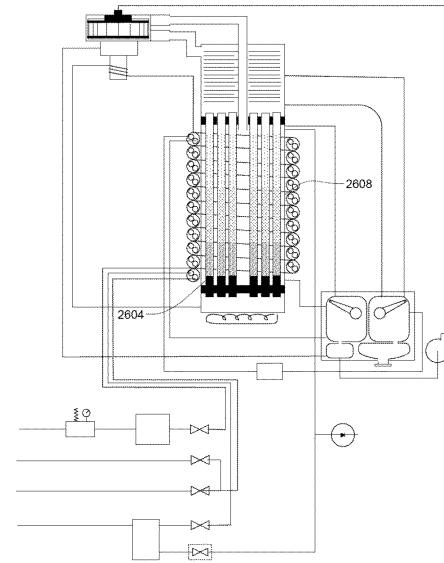


FIG. 26A

【図 26 B】

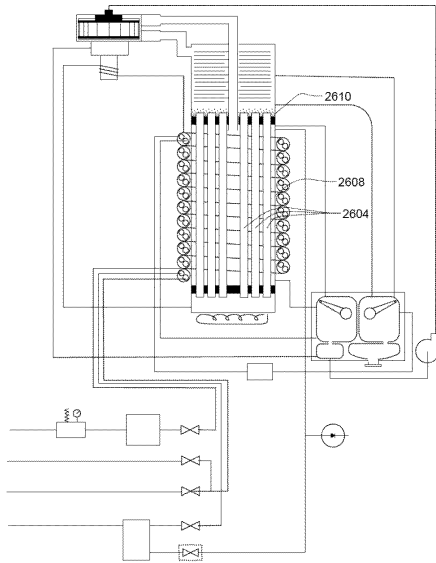


FIG. 26B

【図 26 C】

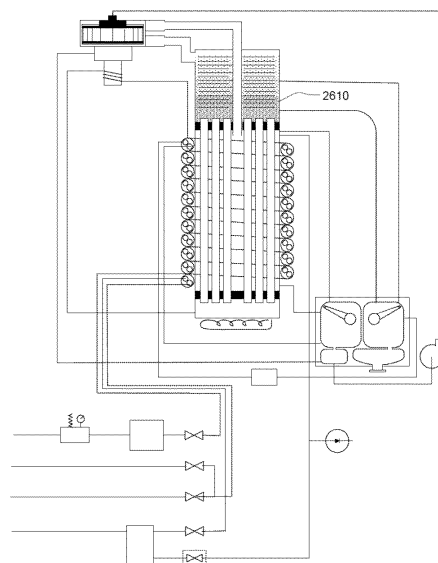


FIG. 26C

【図 26 D】

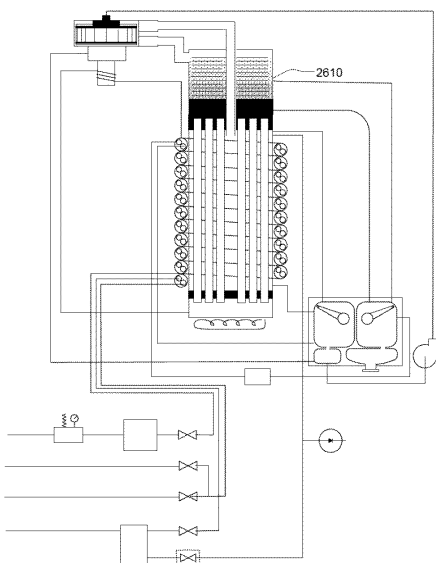


FIG. 26D

【図 26 E】

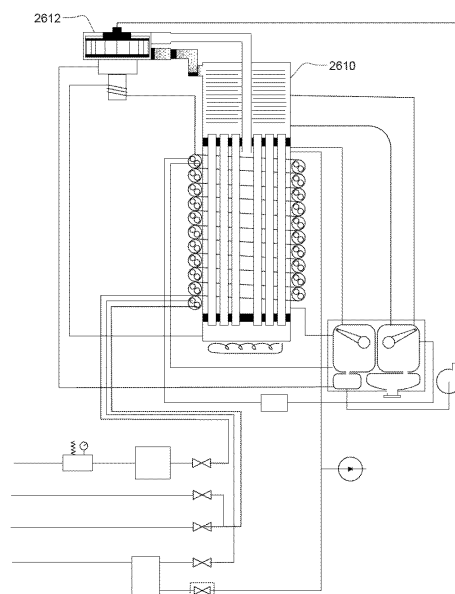


FIG. 26E

【図 2 6 F】

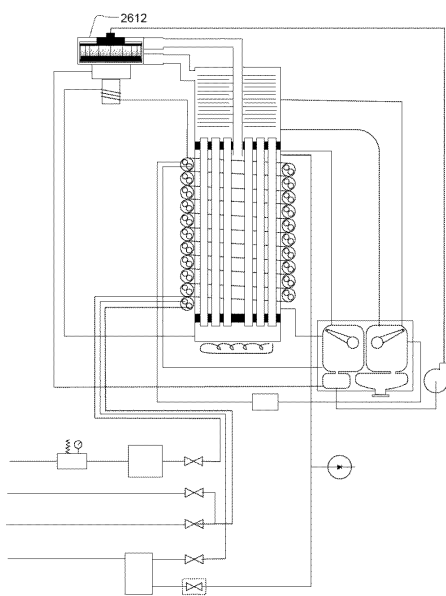


FIG. 26F

【図 2 6 G】

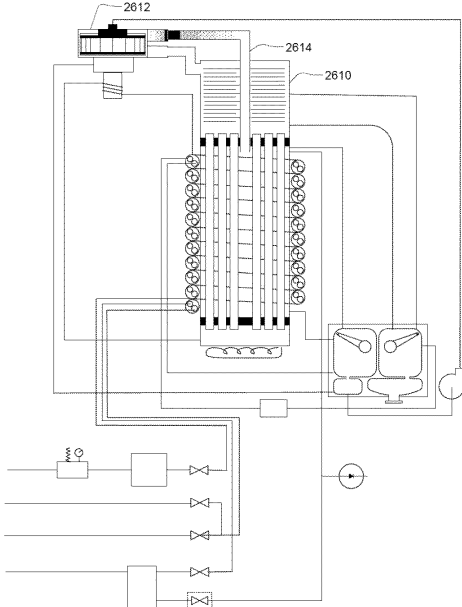


FIG. 26G

【図 2 6 H】

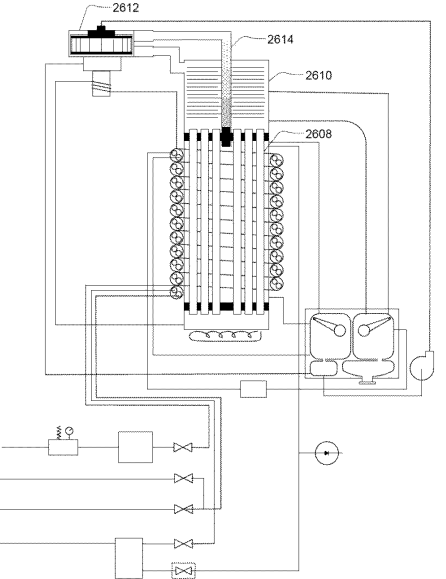


FIG. 26H

【図 2 6 I】

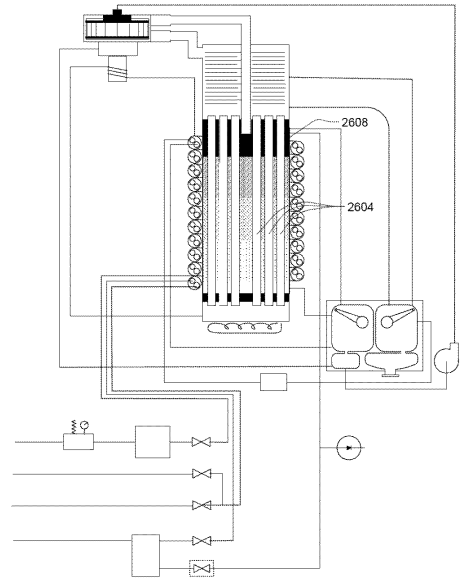


FIG. 26I

【図 26 J】

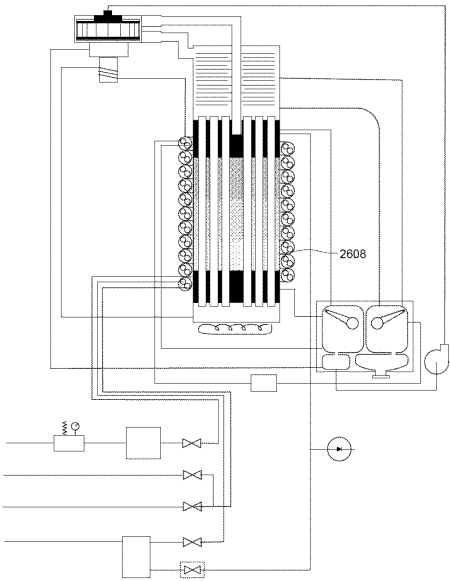


FIG. 26J

【図 27】

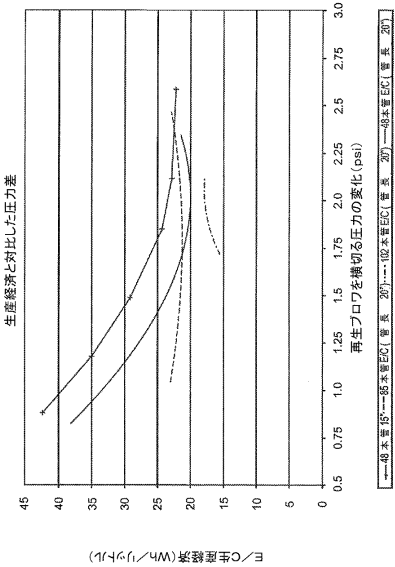


FIG. 27

【図 28】

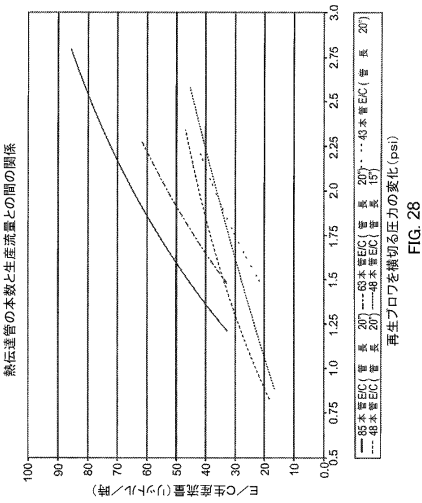


FIG. 28

【図 29】

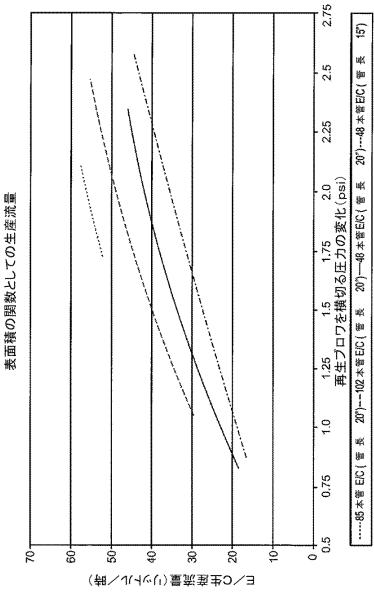


FIG. 29

【図 3 0】

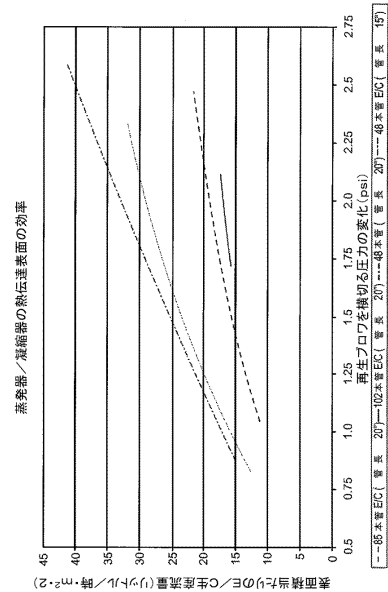


FIG. 30

【図 3 1】

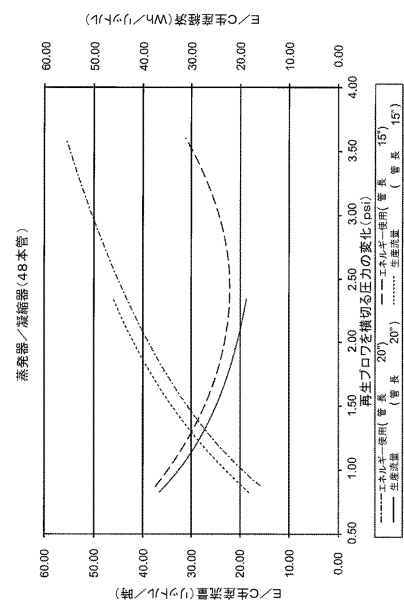
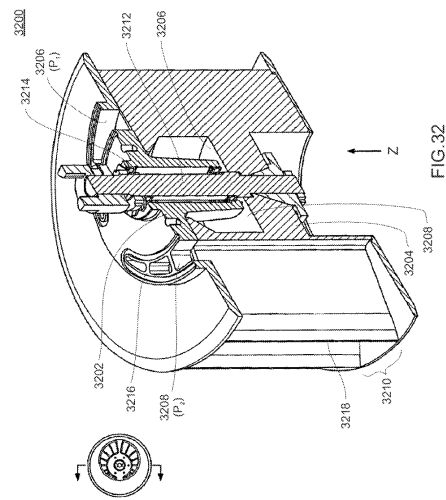
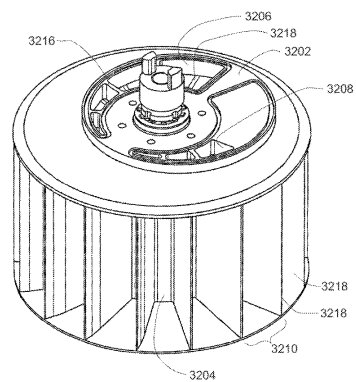


FIG. 31

【図 3 2】

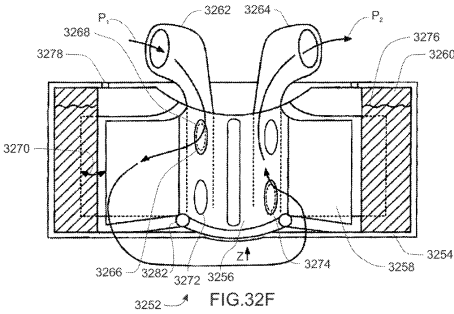


【図 3 2 A】

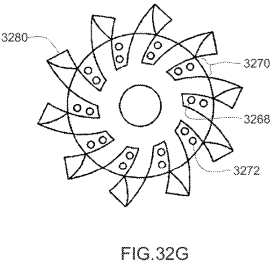




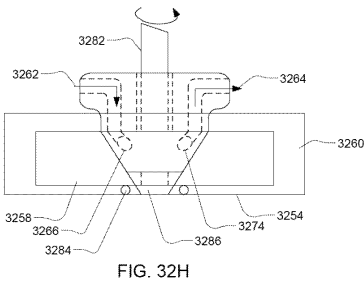
【図 3 2 F】



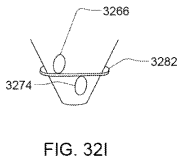
【図 3 2 G】



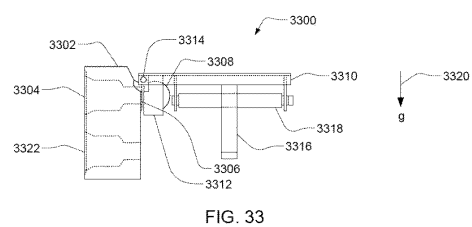
【図 3 2 H】



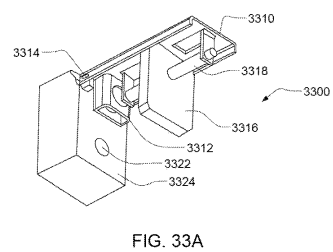
【図 3 2 I】



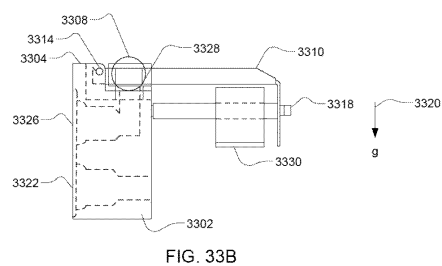
【图 3 3】



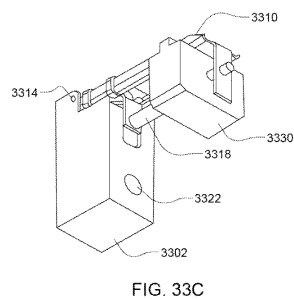
【图 3 3 A】



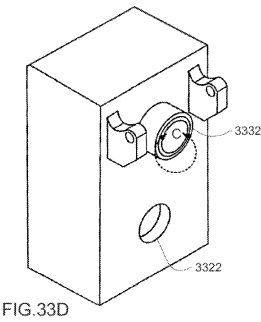
【图 3 3 B】



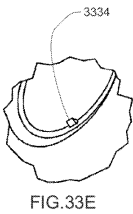
【図 3 3 C】



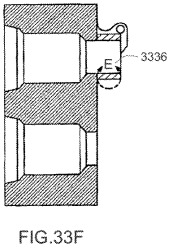
【図 3 3 D】



【図 3 3 E】



【図 3 3 F】



【図 3 3 G】



【図 3 4】

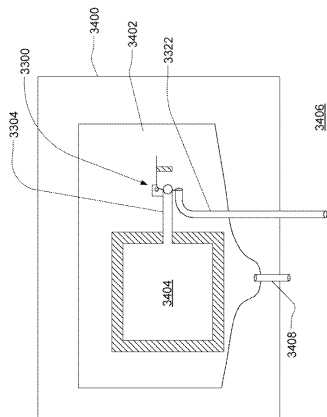


FIG. 34

【図 3 5】

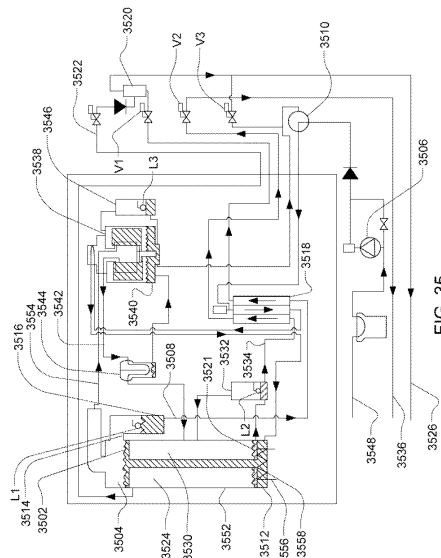


FIG. 35

【図 3 5 A】

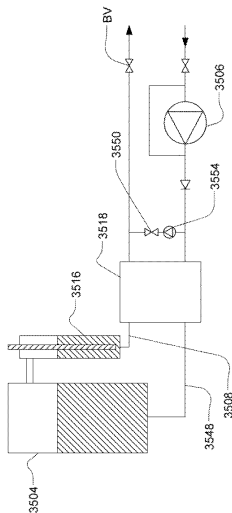


FIG. 35A

【図 3 6】

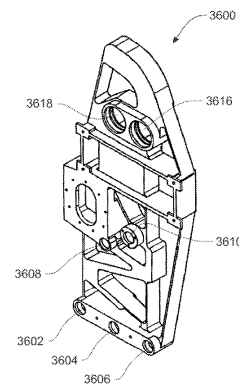


FIG.36

【図 3 6 A】

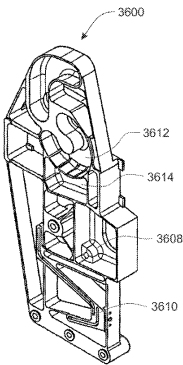


FIG.36A

【図 3 6 B】

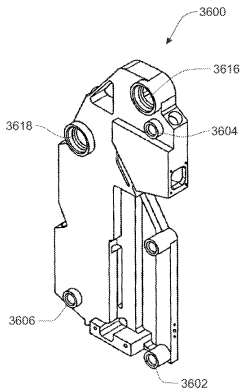


FIG.36B

【図 3 6 C】

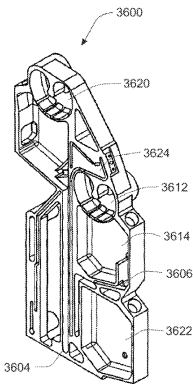


FIG.36C

【図 3 7】

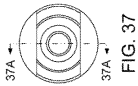


FIG. 37

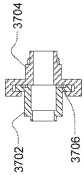


FIG. 37A

【図 3 8】

【図 3 8 A】

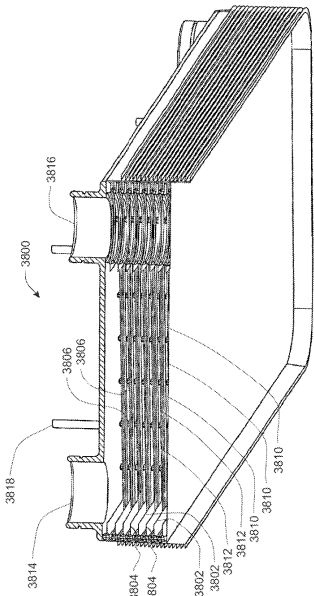


FIG. 38

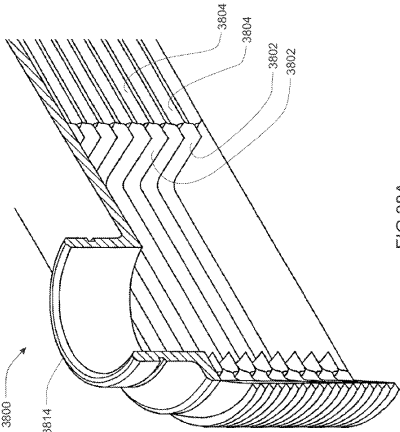


FIG. 38A

【図 3 9】

【図 3 9 A】

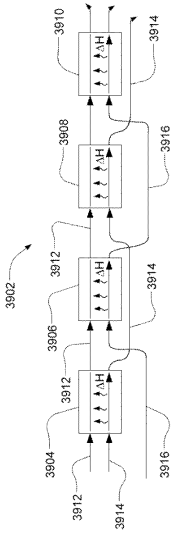


FIG. 39

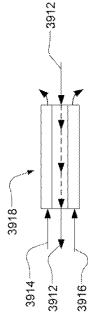


FIG. 39A

【図 4 0】

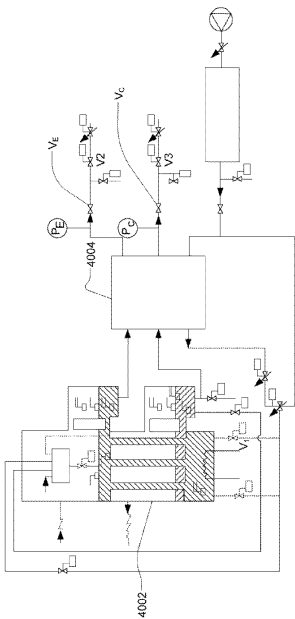


FIG. 40

【図 4 1】

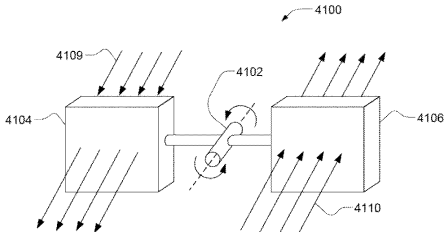


FIG. 41

【図 4 1 A】

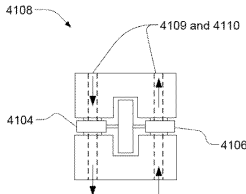


FIG. 41A

【図 4 1 B】

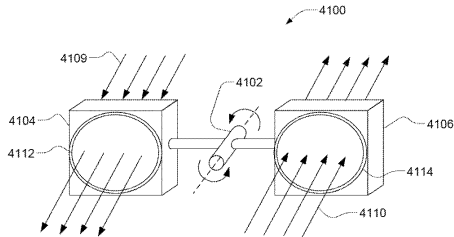


FIG. 41B

【図 4 1 C】

【図 4 1 D】

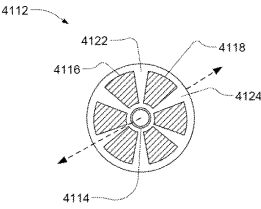


FIG. 41C

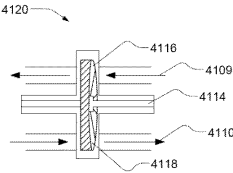


FIG. 41D

【図 4 1 E】

【図 4 1 F】

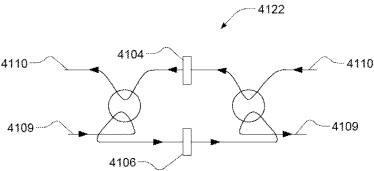


FIG. 41E

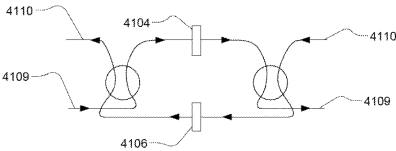


FIG. 41F

【図 4 2】

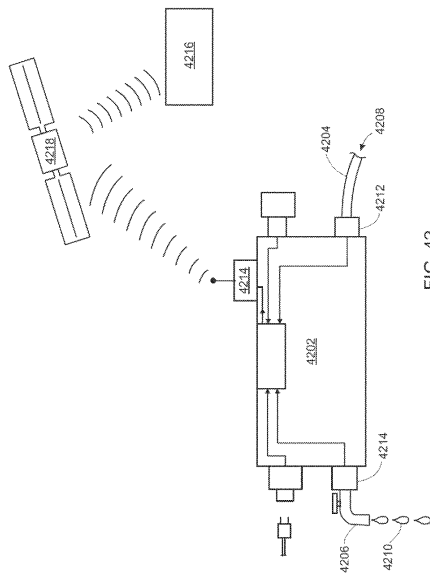


FIG. 42

【図 4 3】

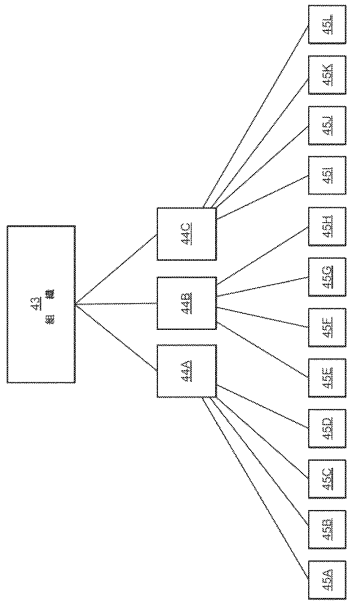


FIG. 43

【図 4 4】

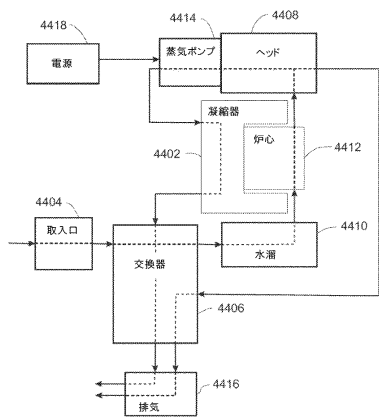


FIG. 44

【図 4 4 A】

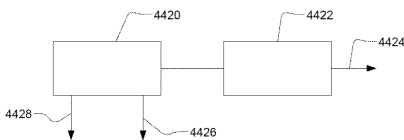
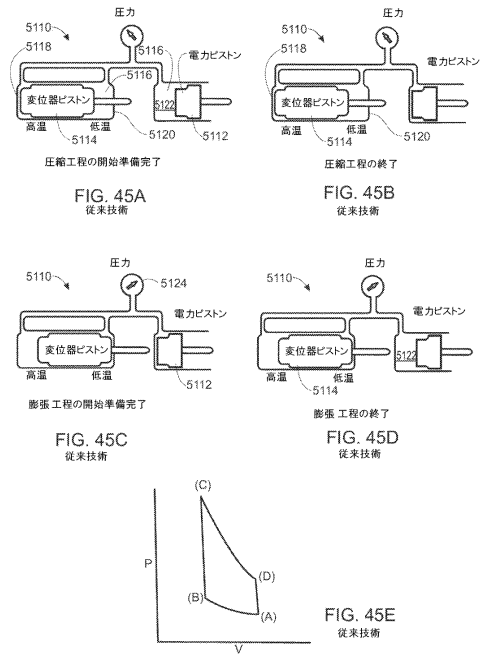


FIG. 44A

【図 4 5】



【図 4 6】

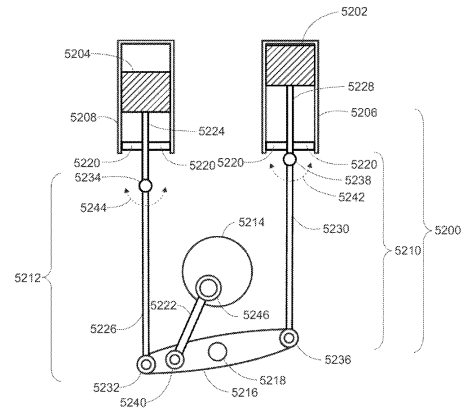


FIG. 46

【図 4 7】

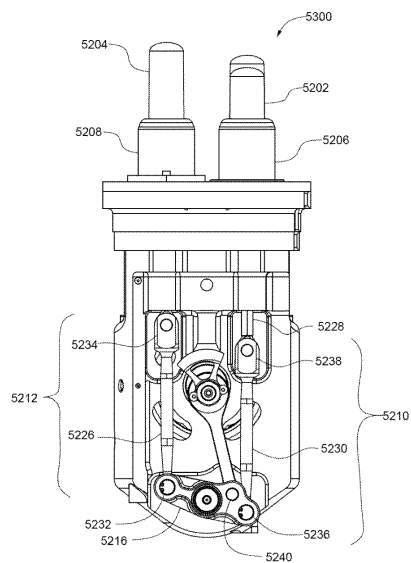


FIG. 47

【図 4 8】

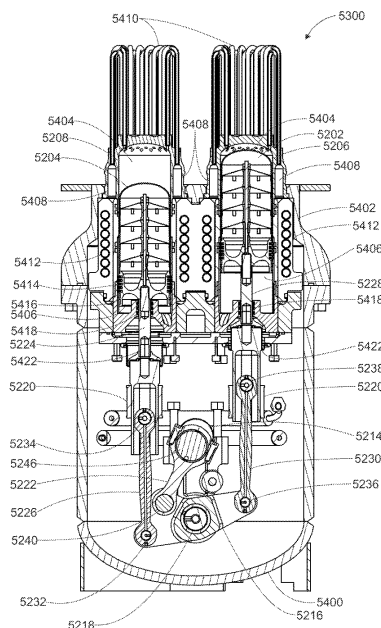


FIG. 48

【図 4 9 A】

【図 4 9 B】

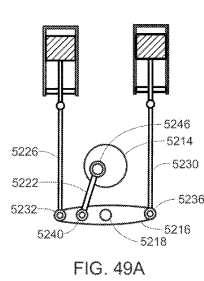


FIG. 49A

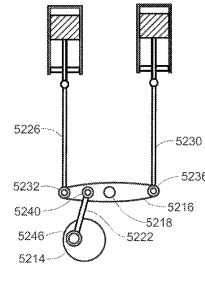


FIG. 49B

【図 4 9 C】

【図 4 9 D】

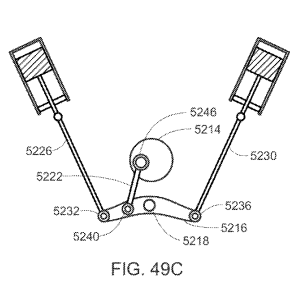


FIG. 49C

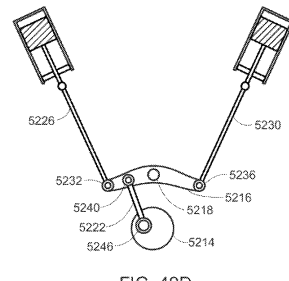


FIG. 49D

【図 5 0】

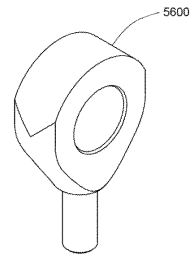


FIG. 50

【図 5 1】

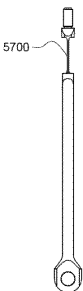


FIG. 51A

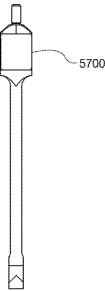


FIG. 51B

【図 5 2】

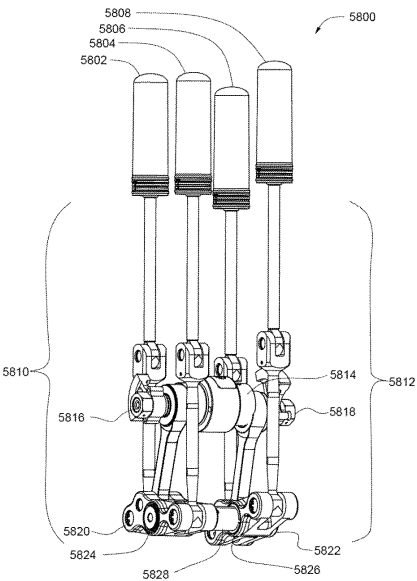


FIG. 52

【図 5 3】

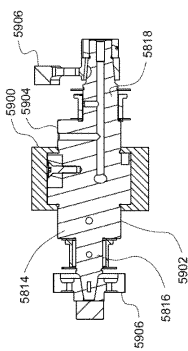
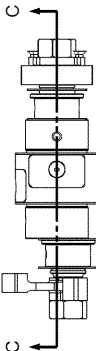


FIG. 53

【図 5 4 A】

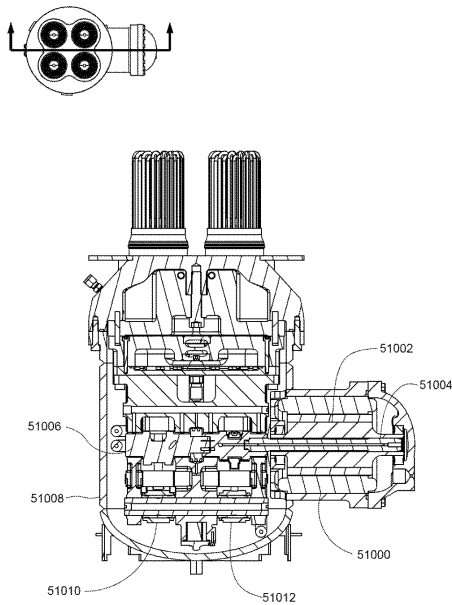


FIG. 54A

【図 5 4 B】

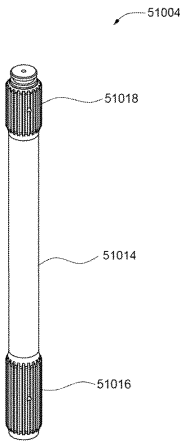


FIG. 54B

【図 5 4 C】

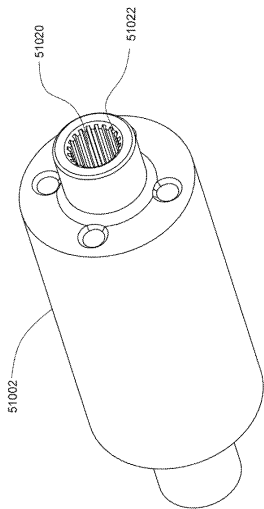


FIG. 54C

【図 5 4 D】

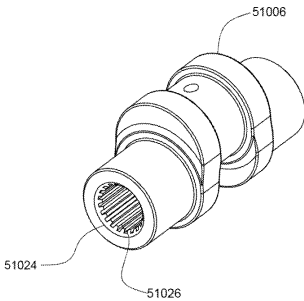


FIG. 54D

【図 5 4 E】

【図 5 4 F】

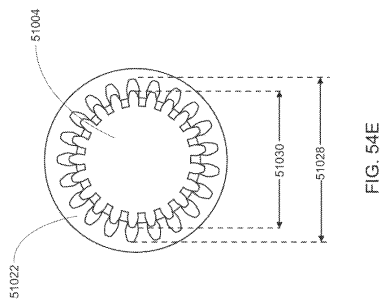


FIG. 54E

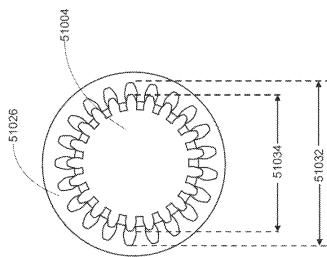


FIG. 54F

【図 5 4 G】

【図 5 5】

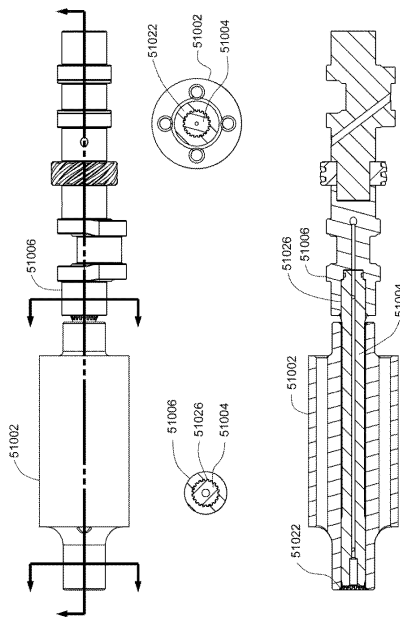


FIG. 54G

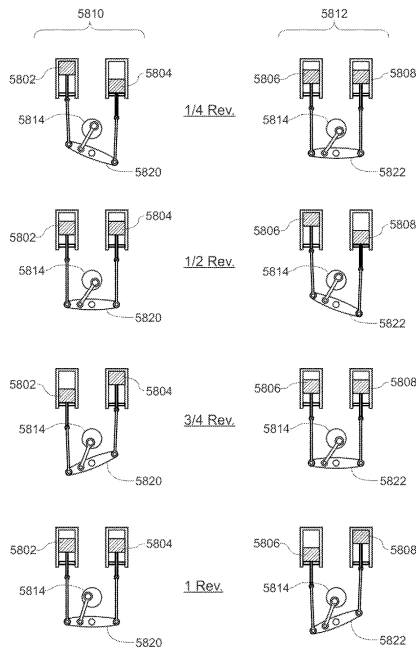


FIG. 55

【図 5 6 A】

【図 5 6 B】

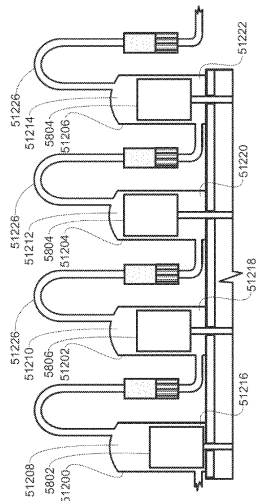


FIG. 56A

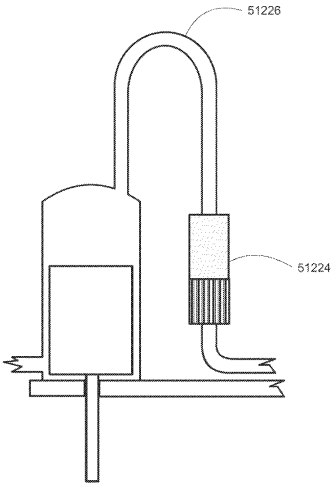


FIG. 56B

【図 5 6 C】

【図 5 7 A】

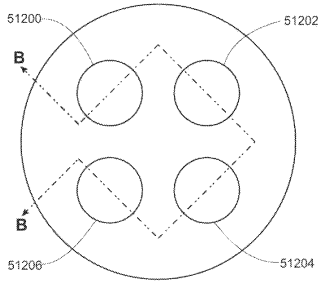


FIG. 56C

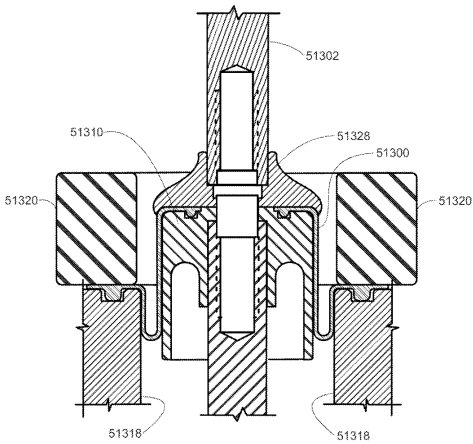


FIG. 57A

【図 5 7 B】

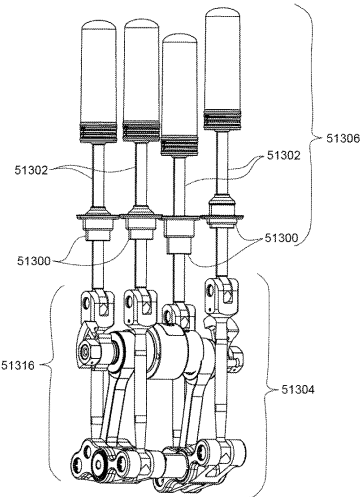


FIG. 57B

【図 5 7 C】

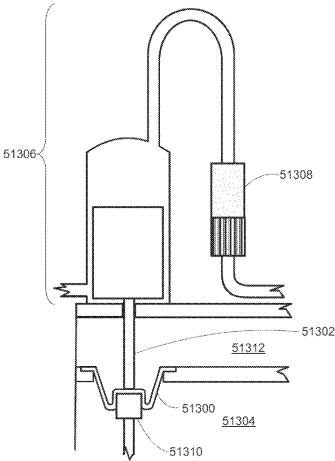


FIG. 57C

【図 5 7 D】

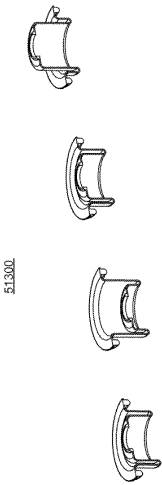


FIG. 57D

【図 5 7 E】

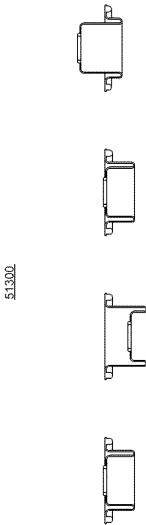


FIG. 57E

【図 57 F】

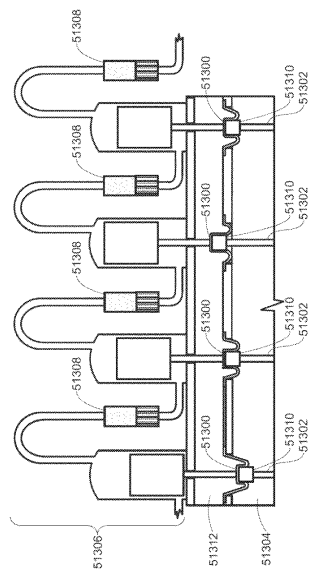


FIG. 57F

【図 57 G】

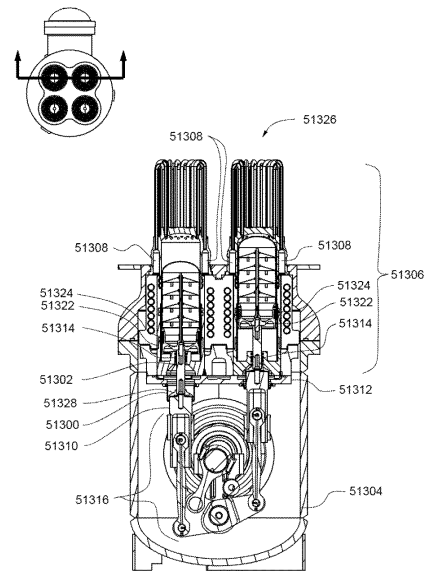
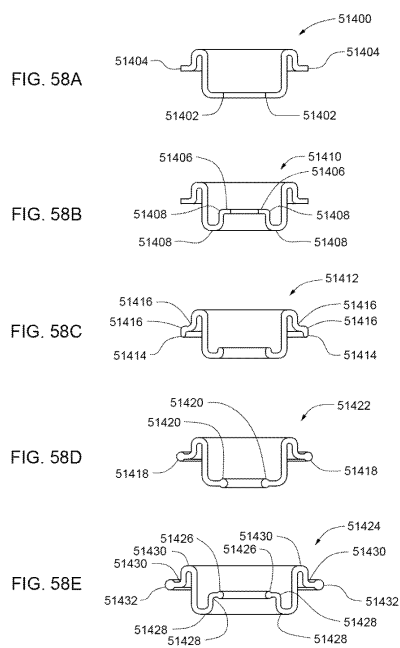


FIG. 57G

【図 58】



【図 59 A】

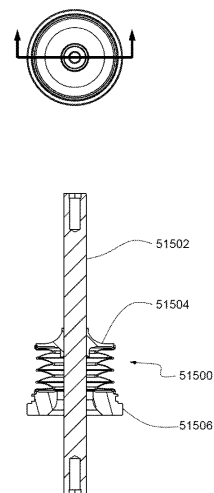
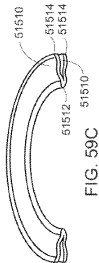
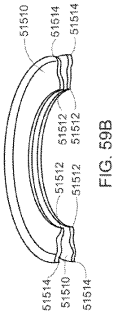


FIG. 59A

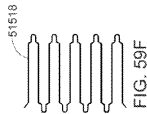
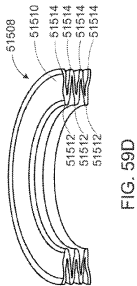
【図 5 9 B】

【図 5 9 C】



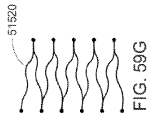
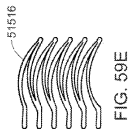
【図 5 9 D】

【図 5 9 F】



【図 5 9 E】

【図 5 9 G】



【図 5 9 H】

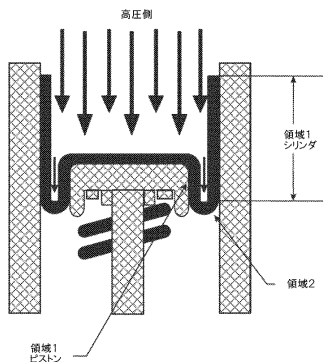


FIG. 59H

【図 5 9 I】

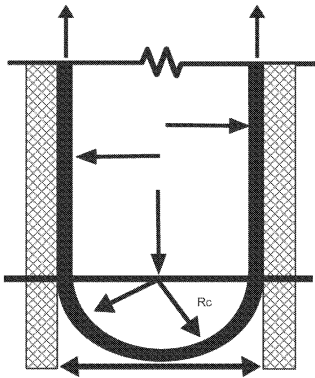


FIG. 59I

【図 6 0】

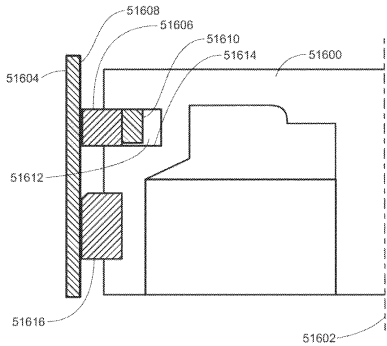


FIG. 60

【図 6 1】

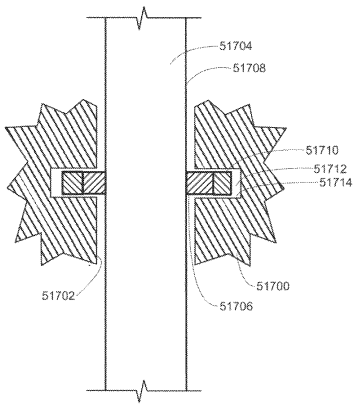


FIG. 61

【図 6 2 A】

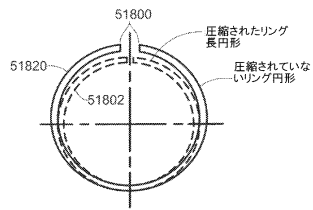


FIG. 62A

【図 6 2 B】

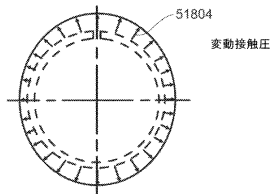


FIG. 62B

【図 6 2 C】

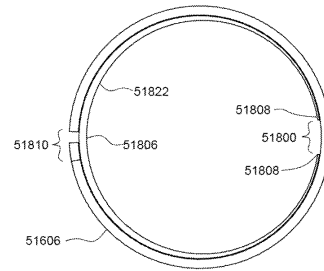


FIG. 62C

【図 6 2 D】

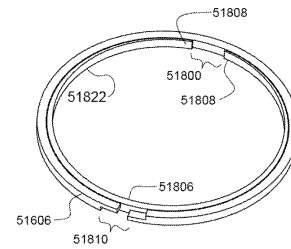


FIG. 62D

【図 6 2 E】

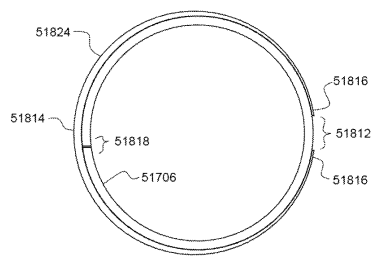


FIG. 62E

【図 6 2 F】

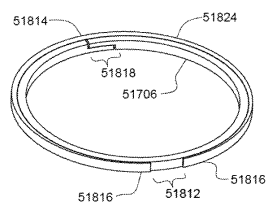


FIG. 62F

【図 6 3 A】

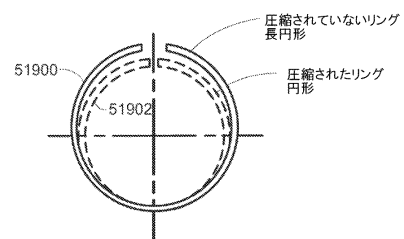


FIG. 63A

【図 6 3 B】

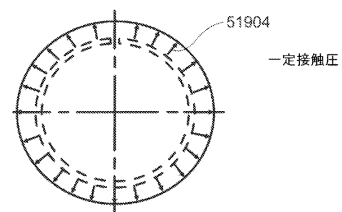
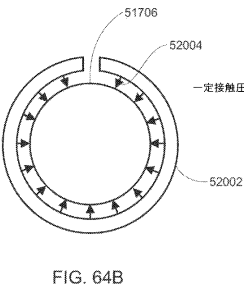
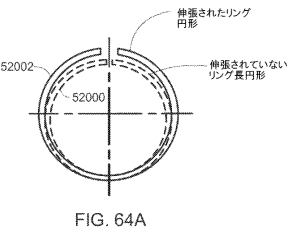
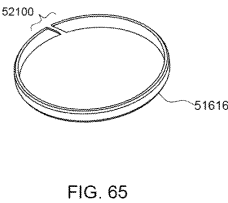
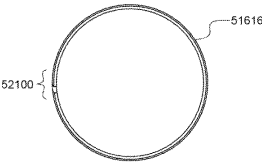


FIG. 63B

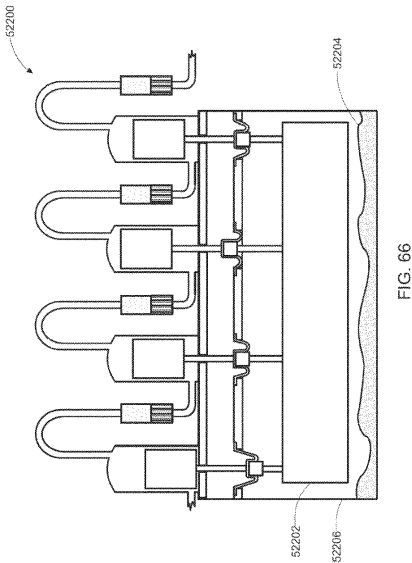
【図 6 4】



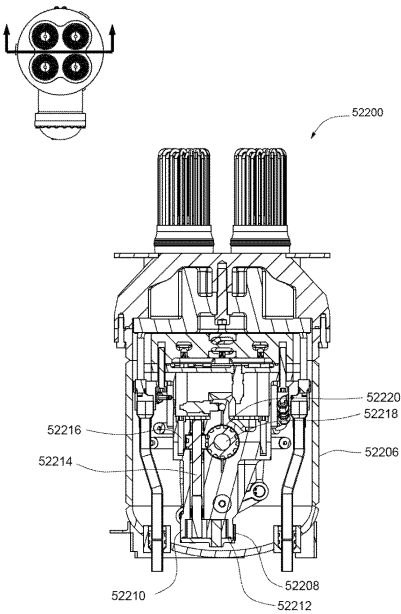
【図 6 5】



【図 6 6】



【図 6 7 A】



【図 6 7 B】

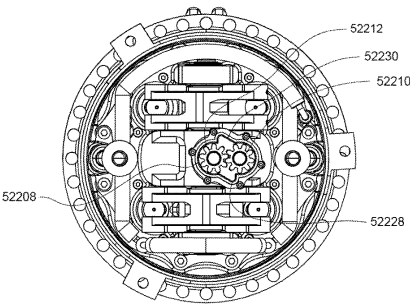


FIG. 67B

【図 6 8】

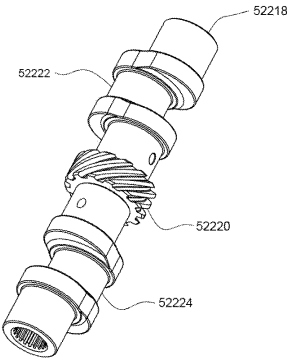
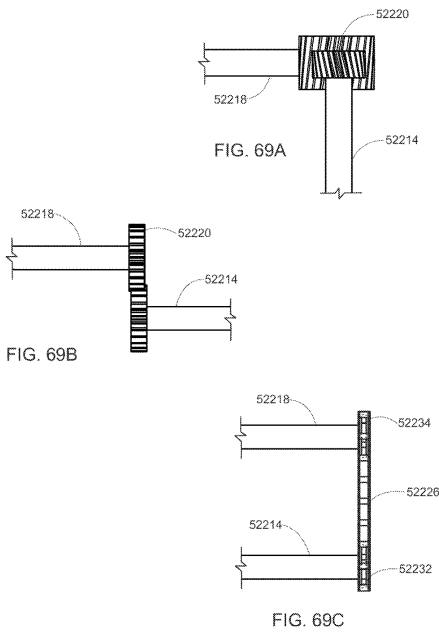


FIG. 68

【図 6 9】



【図 7 0 A】

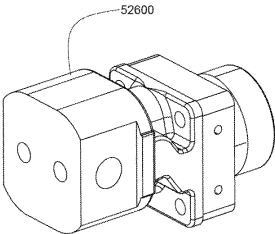


FIG. 70A

【図 70 B】

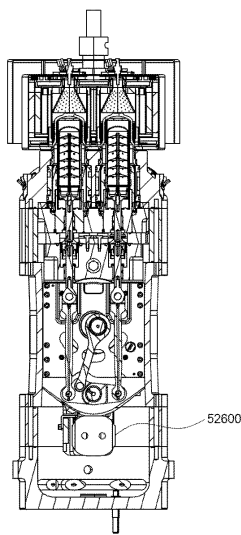


FIG. 70B

【図 70 C】

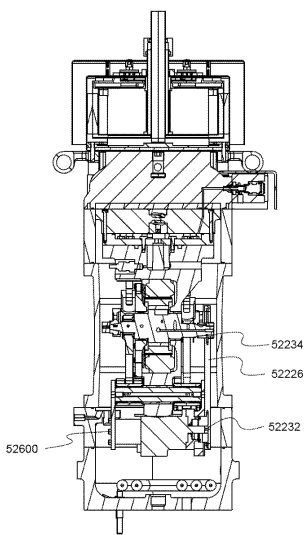


FIG. 70C

【図 71 A】

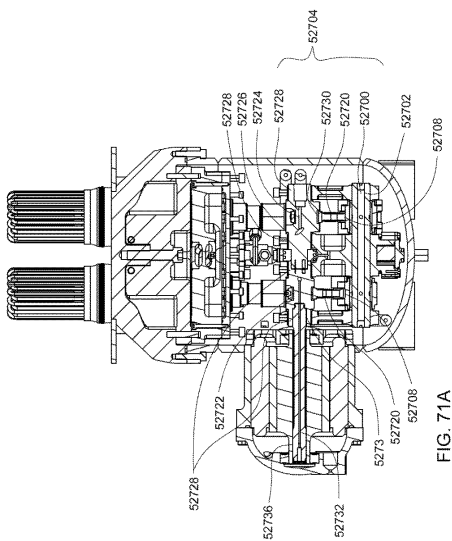


FIG. 71A

【図 71 B】

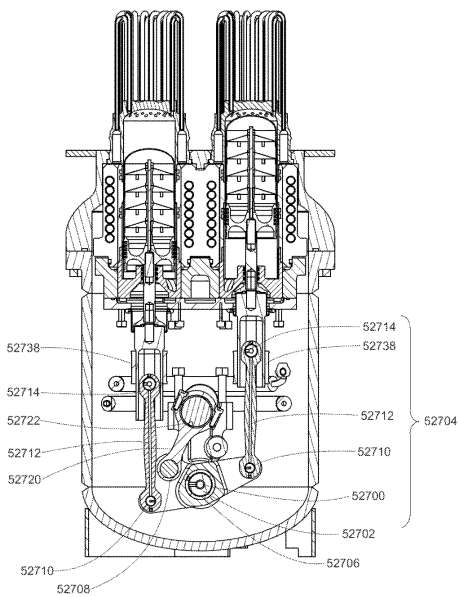


FIG. 71B

【图 7 1 C】

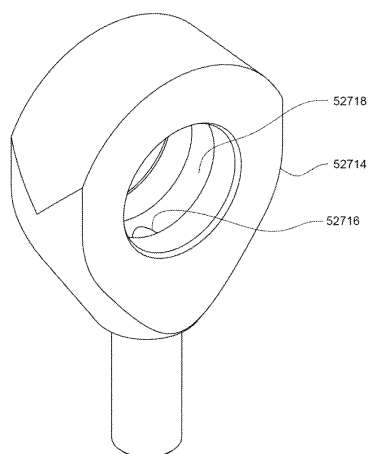


FIG. 71C

【图 7 1 D】

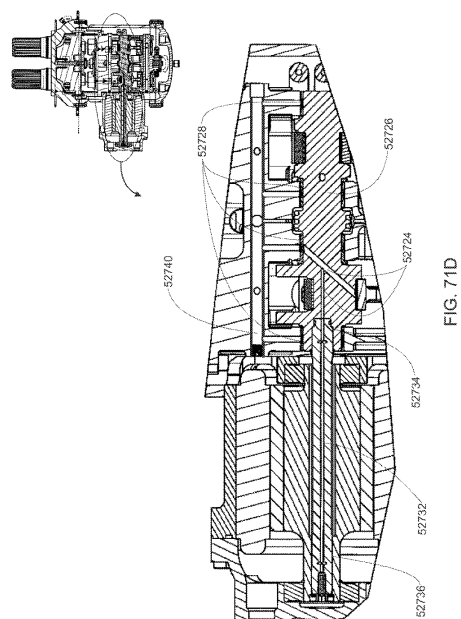


FIG. 71D

【図 7 2 A】

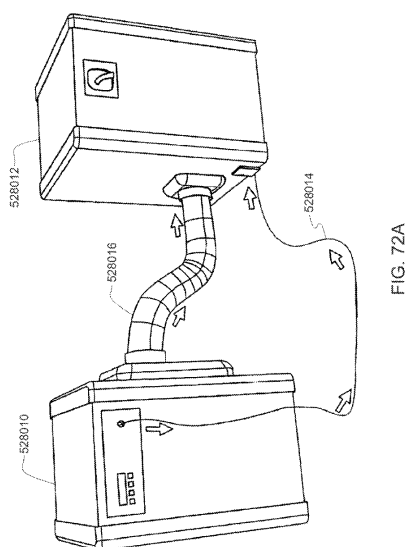


FIG. 72A

【図 7 2 B】

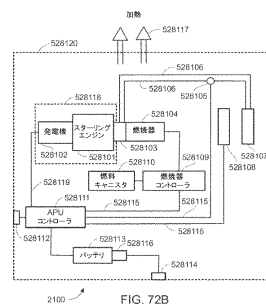
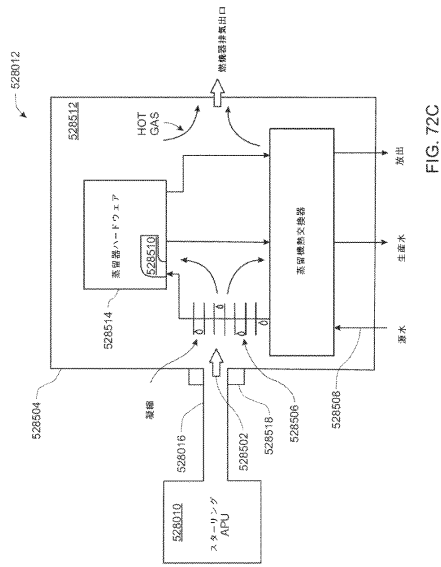
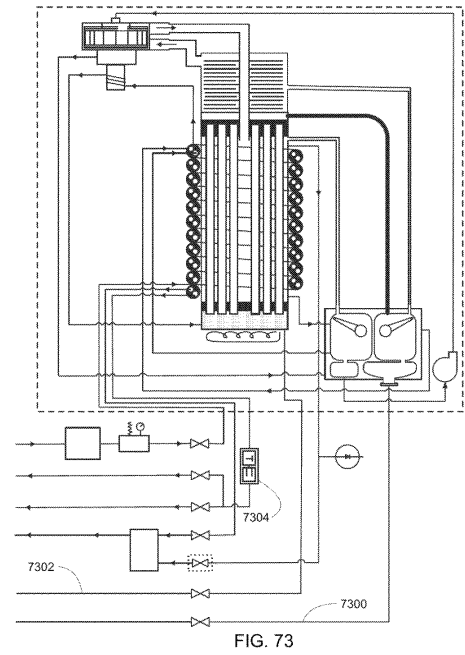


FIG. 72B

【図 7 2 C】



【図 7 3】



【図 7 4】

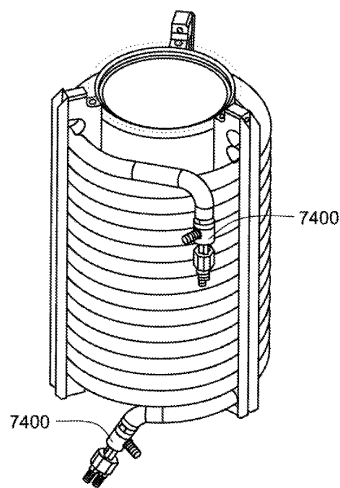


FIG. 74

【図 7 4 A】

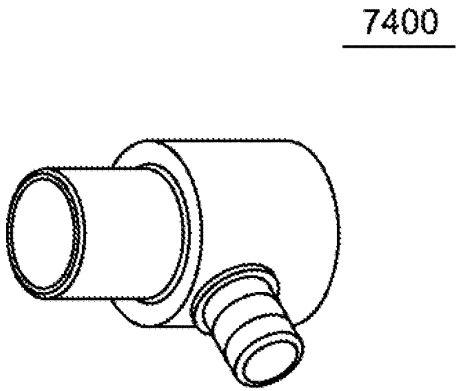


FIG. 74A

【図 7 4 B】

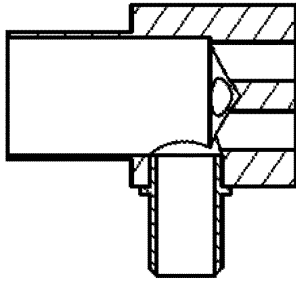


FIG. 74B

【図 7 4 C】

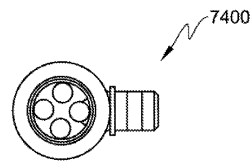


FIG. 74C

【図 7 5】

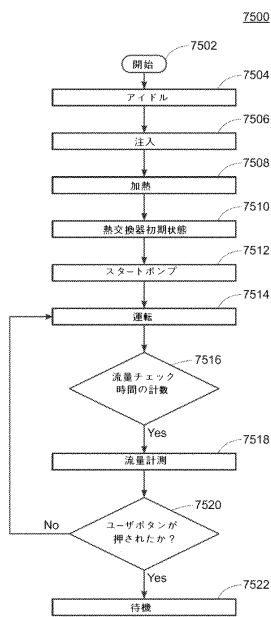


FIG. 75

【図 7 6】

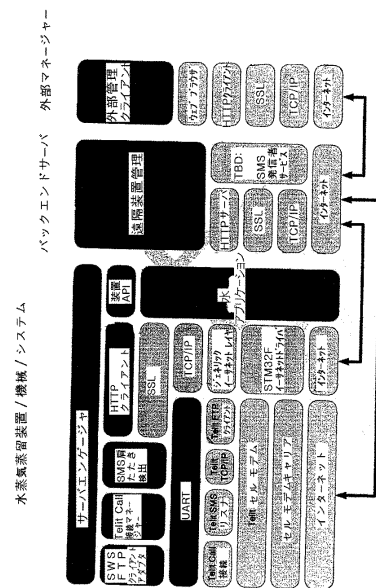


Fig. 76

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 0 2 G 1/053 (2006.01) F 0 2 G 1/053 E  
F 0 2 G 1/053 G

- (72)発明者 ケイメン、ディーン  
アメリカ合衆国、ニューハンプシャー州 0 3 1 1 0、ベッドフォード、ウェストウインド・ドライブ 1 5
- (72)発明者 ラロキュー、ライヤン・ケー  
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 0 1 4 6 3、ペPPERエル、バンクラフト・ストリート 4 9
- (72)発明者 ランジェンフィールド、クリストファー・シー  
アメリカ合衆国、ニューハンプシャー州 0 3 0 6 3、ナシュア、カテドラル・サークル 3 5
- (72)発明者 エント、スティーブン・エム  
アメリカ合衆国、ニューハンプシャー州 0 3 0 3 8、デリー、ウォルナッツ・ヒル・ロード 1 0
- (72)発明者 シェネリンガー、アンドリュー・エー  
アメリカ合衆国、ニューハンプシャー州 0 3 0 5 4、メリマック、アマースト・ロード 1 6 7
- (72)発明者 バト、パラシャント  
アメリカ合衆国、ニューハンプシャー州 0 3 1 0 2、マンチェスター、ストリームサイド・ドライブ 1 9 7
- (72)発明者 スミス、サード、スタンレー・ビー  
アメリカ合衆国、ニューハンプシャー州 0 3 0 7 7、レイモンド、メイン・ストリート 7 8
- (72)発明者 クラップ、オーティス・エル  
アメリカ合衆国、ニューハンプシャー州 0 3 0 4 2、エッピング、ノッティングハム・スクエア・ロード 6 6

合議体

審判長 大橋 賢一

審判官 豊永 茂弘

審判官 小川 進

- (56)参考文献 実開昭60-193292 (JP, U)  
特表2010-528848 (JP, A)  
特開2002-267106 (JP, A)  
特開平9-136001 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 1/06

B01D 1/28

B01D 5/00

C02F 1/04

F02G 1/044

F02G 1/053

F02G 1/053