

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2022-549520  
(P2022-549520A)

(43)公表日 令和4年11月25日(2022.11.25)

(51)国際特許分類		F I		テーマコード(参考)	
F 0 3 G	7/05 (2006.01)	F 0 3 G	7/05	5 2 1	4 D 0 0 6
C 0 2 F	1/44 (2006.01)	C 0 2 F	1/44	G	
B 0 1 D	61/14 (2006.01)	B 0 1 D	61/14	5 0 0	
B 0 1 D	61/18 (2006.01)	B 0 1 D	61/18		

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全28頁)

(21)出願番号	特願2022-524175(P2022-524175)	(71)出願人	522164488 ナチュラル オーシャン ウェル カンパニー
(86)(22)出願日	令和2年11月2日(2020.11.2)		
(85)翻訳文提出日	令和4年6月23日(2022.6.23)		
(86)国際出願番号	PCT/US2020/058567		
(87)国際公開番号	WO2021/087468		
(87)国際公開日	令和3年5月6日(2021.5.6)		
(31)優先権主張番号	62/929,564	(74)代理人	110000877弁理士法人R Y U K A国際特許事務所
(32)優先日	令和1年11月1日(2019.11.1)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(72)発明者	バーグストロム、ロバート エー . アメリカ合衆国 9 0 2 3 0 カリフォルニア州、カルバー シティ オーバーランド アベニュー 4 9 0 0 ナンバー 1 3 1
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,	(72)発明者	ポーター、マイケル エム . 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 熱エネルギー変換水中逆浸透脱塩システム

(57)【要約】

水中用逆浸透脱塩装置は、脱塩装置からの低温の濃縮液またはブラインを使用して、高容量の冷液ストリームを海洋温度差発電(OTEC)熱機関に提供する。OTEC熱機関は、温液ストリームも採用し、クローズドサイクルまたはオープンサイクル熱交換および発電機システムから電力を得るために、冷液ストリームおよび温液ストリームを使用する。濃縮液またはブラインストリームを使用すると、OTEC熱機関の脱塩装置からの冷脱塩生成水を使用して得られるよりもはるかに多くの液体容量およびはるかに多くの冷熱エネルギー含有量を提供する。

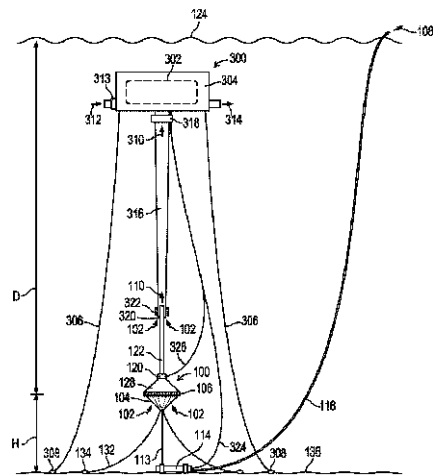


Fig. 3

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

水中逆浸透水脱塩装置であって、

a . 冷たい加塩水に沈められ、かつ、そのような加塩水から、

i ) 少なくとも部分的に脱塩された生成水と、

i i ) 濃縮液またはブラインと

を生成する複数の逆浸透膜要素と、

b . そのような生成水を受け取り、かつ、それを地表または海中での使用のために第 1 の導管を通して上方に送る、水中の第 1 のポンプと、

c . そのような濃縮液またはブラインを受け取り、かつ、それをクローズドサイクルまたはオープンサイクルの海洋温度差発電 ( O T E C ) 熱機関に向けて第 2 の導管を通して上方に送る、水中の第 2 のポンプと、

d . 追加の加塩水を受け取り、かつ、それを前記第 2 の導管内の濃縮液またはブラインに加えて前記濃縮液または前記ブラインを希釈する、任意選択の第 3 のポンプと、

e . 前記冷たい加塩水よりも高い温度の温かい加塩水を受け取り、かつ、そのような温かい加塩水を前記 O T E C 熱機関に送る、第 4 のポンプと

を備え、

前記 O T E C 熱機関が、

a . 前記濃縮液または前記ブラインによって冷却される凝縮器と、

b . 電力を提供するために回転する結合されたタービンおよび発電機と、

c . クローズドサイクルの O T E C 熱機関内の、前記温かい加塩水によって加熱される蒸発器と、前記蒸発器内で蒸気相に気化する作動流体であって、前記気化した作動流体が、前記タービンを回転させ、前記凝縮器内で液相に凝縮する、作動流体と、前記作動流体を第 3 の導管を通して前記凝縮器から前記蒸発器、前記タービンに循環させ、前記凝縮器に戻す第 5 のポンプと、オープンサイクルの O T E C 熱機関内の、前記温かい加塩水を気化させる蒸発器であって、前記気化した水が前記タービンを回転させ、前記凝縮器内で液相に凝縮する、蒸発器と

を含み、

前記 O T E C 熱機関が、前記気化した作動流体または前記気化した水から電気エネルギーを提供して、前記第 1 のポンプから前記第 5 のポンプのうちの 1 つまたは複数を少なくとも部分的に駆動する、

水中逆浸透水脱塩装置。

## 【請求項 2】

水中逆浸透水脱塩装置を動作させるための方法であって、前記方法が、

a . 冷たい加塩水に沈められた複数の逆浸透膜要素から、

i . 少なくとも部分的に脱塩された生成水と、

i i . 濃縮液またはブラインと

を生成する段階と、

b . 前記生成水を、地表または海中での使用のために、水中の第 1 のポンプを通して、かつ、第 1 の導管を通して上方にポンプで送り込む段階と、

c . 前記濃縮液またはブラインを、水中の第 2 のポンプを通して、かつ、クローズドサイクルまたはオープンサイクルの O T E C 熱機関に向けて第 2 の導管を通して上方にポンプで送り込む段階と、

d . 任意選択で、追加の加塩水を、前記第 2 の導管内の濃縮液またはブラインに加えて前記濃縮液または前記ブラインを希釈するために、第 3 のポンプを通してポンプで送り込む段階と、

e . 前記冷たい加塩水よりも高い温度の温かい加塩水を、第 4 のポンプを通して前記 O T E C 熱機関にポンプで送り込む段階と、

f . 電気エネルギーを提供するために、前記 O T E C 熱機関を動作させる段階と

を備え、

10

20

30

40

50

前記 O T E C 熱機関が、

i . 前記濃縮液または前記ラインによって冷却される凝縮器と、

i i . 電力を提供するために回転する結合されたタービンおよび発電機と、

i i i . クローズドサイクルの O T E C 熱機関内の、前記温かい加塩水によって加熱される蒸発器と、前記蒸発器内で蒸気相に気化する作動流体であって、前記気化した作動流体が、前記タービンを回転させ、前記凝縮器内で液相に凝縮する、作動流体と、前記作動流体を第 3 の導管を通して前記凝縮器から前記蒸発器、前記タービンに循環させ、前記凝縮器に戻す第 5 のポンプと、オープンサイクルの O T E C 熱機関内の、前記温かい加塩水を気化させる蒸発器であって、前記気化した水が前記タービンを回転させ、前記凝縮器内で液相に凝縮する、蒸発器と

10

を含み、

前記 O T E C 熱機関が、前記気化した作動流体または前記気化した水から電気エネルギーを提供して、前記第 1 のポンプから前記第 5 のポンプのうちの 1 つまたは複数を少なくとも部分的に駆動する、

方法。

#### 【請求項 3】

前記複数の逆浸透膜要素が、40%以下である、供給水の容量に対する生成水の容量の回収率で動作する、請求項 1 に記載の水中逆浸透水脱塩装置または請求項 2 に記載の方法。

#### 【請求項 4】

前記第 2 の導管が、加塩水の流入および前記濃縮液または前記ラインの希釈を可能にする 1 つまたは複数の入口を含む、請求項 1 に記載の水中逆浸透水脱塩装置または請求項 2 または 3 に記載の方法。

20

#### 【請求項 5】

前記第 2 の導管が可撓性であり、絶縁または非絶縁の耐海水性布、テキスタイル、ポリマまたは複合材料を含む、請求項 1 に記載の水中逆浸透水脱塩装置または請求項 2 から 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

#### 【請求項 6】

前記第 2 の導管が、前記第 2 の導管を通して移送される濃縮液またはラインの加温を低減する絶縁層を含む、請求項 1 に記載の水中逆浸透水脱塩装置または請求項 2 から 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

30

#### 【請求項 7】

前記凝縮器からの濃縮液またはラインと前記蒸発器からの水とを混合して、前記 O T E C 熱機関の周囲の海水中に分散され、かつ、前記周囲の海水密度が混合排出液の密度を超える深さで水柱中に排出される、塩分濃度の低減された前記混合排出液を提供し、それによって、より浅い深さでの排出と比較して、二酸化炭素の大気放出を低減させる、請求項 1 に記載の水中逆浸透水脱塩装置または請求項 2 から 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

#### 【請求項 8】

前記凝縮器からの濃縮液またはラインが、第 4 の導管の長さの少なくとも一部に沿って配置された複数のオリフィスを含む前記第 4 の導管を通して、前記 O T E C 熱機関の周囲の海水中に広域に分散し、前記複数のオリフィスは、濃縮液またはラインを前記第 4 の導管から離れた海水中に導く、請求項 1 に記載の水中逆浸透水脱塩装置または請求項 2 から 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

40

#### 【請求項 9】

前記 O T E C 熱機関が、前記水中逆浸透水脱塩装置のポンプおよび他の電動構成要素を動作させるために必要なすべての電力を供給する、請求項 1 に記載の水中逆浸透水脱塩装置または請求項 2 から 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

#### 【請求項 10】

前記水中逆浸透水脱塩装置は、脱塩水を必要とする人口密集地域の近くの海水に配備さ

50

れ、前記水中逆浸透水脱塩装置は、前記水中逆浸透水脱塩装置内のポンプを駆動するための電力を前記O T E C熱機関に完全に依存し、前記O T E C熱機関からの余剰電力が前記人口密集地域に提供される、請求項1に記載の水中逆浸透水脱塩装置または請求項2から9のいずれか1項に記載の方法。

【請求項11】

前記第4のポンプによって受け取られる前記温かい加塩水の温度を上昇させるデバイスをさらに備える、請求項1に記載の水中逆浸透水脱塩装置または請求項2から10のいずれか1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水脱塩および洋上発電に関する。

【背景技術】

【0002】

塩水（例えば、海水）脱塩の発展は、脱塩水の比較的高いコストによって限定されてきた。この高いコストは、現在の脱塩システムに関連するエネルギーおよび資本的支出によるものである。そのようなシステムは、典型的には、高圧耐食性ハウジングに含まれ、水中洋上取水システムから海水が供給される逆浸透（RO）脱塩膜を含む陸上施設を採用している。RO膜に水を通すには、典型的には、非常に高い圧力が必要である。例えば、広く使用されている逆浸透膜要素のFILMTEC（商標）SW30ファミリ（DuPont Water Solutions製）では、設計要件を満たすために、膜全体で約800 psi（55バール（5.5メガパスカル））の圧力差が必要である。そのような高圧に加えて、陸上ROユニットは、主に給水を膜の動作圧力まで加圧するための高い電力需要が課題となっており、陸上ROユニットの場合、これらの電力需要は、典型的には、生成された淡水の1,000ガロン（約3,785リットル）あたり平均約13.5kWhである。典型的な陸上ROユニットによって生成される海水および濃縮ブラインストリームは腐食電位が高く、その結果、特殊合金で作られた圧力容器および導管を含む、高価な構成要素および機器が必要になる。高圧水流も保守費用を増加させる。陸上ROユニットも、典型的には、かなりの量の高価な海辺の不動産も必要となる。さらに、陸上での脱塩には、取水水中の海洋生物の取り込み、必要なエネルギーの生産に関連する温室効果ガスの生成、海洋生物に害を及ぼす可能性のある強力なブラインストリームの排出、海に流入し得る処理薬品の使用、多くの場合、費用がかかり、地域の生態系に害を及ぼし得る陸上での土地利用を含む、環境への様々な影響に対する批判がある。ROユニットには、米国特許第4,334,992号（Boninら）、5,192,434号（Moller）、5,620,605号（Mollerら）、5,788,858号（Acernaseら'858）、5,972,216号（Acernaseら'216）、8,282,823 B2号（Acernaseら'823）および9,227,159 B2号（DuFresneら）、および米国特許出願公開番号US2006/0065597 A1号（Kunczynski）に記載されているものが含まれる。Kunczynskiでは、陸上の小規模ROシステムが、加圧されたブラインストリームからエネルギーを回収し、ROセルに加圧された加塩水（salinated water）を供給する油圧ポンプの駆動を支援する油圧モータを有するエネルギー回収アセンブリを採用している。

【0003】

半透性RO膜の発明から50年の間に、そのような膜を沈め、自然の静水圧を採用して、海水の脱塩を支援するための様々な概念が提案されてきた。代表的な例には、米国特許第3,171,808号（Todd）、3,456,802号（Cole）、4,125,463号（Chenowith）、5,229,005号（Fokら）、5,366,635号（Watkins）、5,914,041号（Chancellor'041）、5,944,999号（Chancellor'999）、5,980,751号（Chancellor'751）、6,149,393号（Chancellor'393）

10

20

30

40

50

、 6 , 3 4 8 , 1 4 8 B 1 号 ( B o s l e y ) および 8 , 6 8 5 , 2 5 2 B 2 号 ( V u o n g ら )、米国特許出願公開番号 US 2 0 0 8 / 0 1 9 0 8 4 9 A 1 号 ( V u o n g )、US 2 0 1 0 / 0 2 7 0 2 3 6 A 1 号 ( S c i a l d o n e )、US 2 0 1 0 / 0 2 7 6 3 6 9 A 1 号 ( H a a g ) および US 2 0 1 8 / 0 0 0 1 2 6 3 A 1 号 ( J o h n s o n ら )、GB 特許番号 2 0 6 8 7 7 4 A 号 ( M e s p l e )、国際出願番号 WO 0 0 / 4 1 9 7 1 A 1 号 ( G u )、WO 2 0 0 9 / 0 8 6 5 8 7 A 1 号 ( H a a g F a m i l y T r u s t )、WO 2 0 1 8 / 1 4 8 5 2 8 A 1 号 ( B e r g s t r o m ら )、WO 2 0 1 8 / 1 4 8 5 4 2 A 1 号 ( B e r g s t r o m ) および P a c e n t i ら、Submarine seawater reverse osmosis desalination system, Desalination 126, pp. 213 - 18 (November, 1999) に示されているシステムが含まれる。 10

【 0 0 0 4 】

精密ろ過、ナノろ過、限外ろ過、アクアポリンを採用するシステムを含む、その他の水脱塩技術も提案されている。これらも同様に様々な欠点がある。一般に、水中水脱塩システムは、脱塩水をかなりの深さから地表にポンプで送り込むためのエネルギーコストおよび構成部品を深部に維持することの難しさなどの要因により、普及しているとは言いがたい。

【 0 0 0 5 】

上記のことから、当技術分野において依然として必要とされているのは、より低いエネルギーコスト、より低い資本コスト、より低い動作コストまたは保守コスト、または環境への影響の低減のうちの1つまたは複数の特徴とする水脱塩のための改善されたシステムであることが理解されよう。そのようなシステムは、本明細書に開示および請求される。 20

【 発明の概要 】

【 0 0 0 6 】

陸上での海水分離と比較して、水中での海水分離システムはいくつかの重要な利点を提供できる。例えば、水中動作では、静水圧が脱塩に必要な推進力の大部分またはすべてを提供でき、脱塩水のみを陸上にポンプで送り込めればよくなるため、ポンプの所要電力を大幅に削減できる。従来陸上発電所がそのような電力に依存している場合、それらは望ましくない温室効果ガスも排出し得る。

【 0 0 0 7 】

開示される発明は、一態様では、 a . 冷たい加塩水に沈められ、かつ、そのような加塩水から、 30

- a . 少なくとも部分的に脱塩された生成水と、
- b . 濃縮液またはブラインとを生成する複数の逆浸透膜要素と、
- b . そのような生成水を受け取り、かつ、それを地表または海中での使用のために第1の導管を通して上方に送る水中の第1のポンプと、
- c . そのような濃縮液またはブラインを受け取り、かつ、それをクローズドサイクルまたはオープンサイクルの海洋温度差発電 ( O T E C ) 熱機関に向けて第2の導管を通して上方に送る水中の第2のポンプと、
- d . 追加の加塩水を受け取り、かつ、それを第2の導管内の濃縮液またはブラインに加えて前記濃縮液または前記ブラインを希釈する、任意選択の水中の第3のポンプと、 40
- e . 冷たい加塩水よりも高い温度の温かい加塩水を受け取り、かつ、そのような温かい加塩水を O T E C 熱機関に送る水中の第4のポンプとを備える水中逆浸透 ( S R O ) 水脱塩装置を提供し、

O T E C 熱機関は、

- a . 濃縮液またはブラインによって冷却される凝縮器と、
- b . 電力を供給するために回転する結合されたタービンおよび発電機と、
- c . クローズドサイクルの O T E C 熱機関内の、温かい加塩水によって加熱される蒸発器と、蒸発器内で蒸気相に気化する作動流体であって、気化した作動流体が、タービンを回転させ、凝縮器内で液相に凝縮する、作動流体と、作動流体を第3の導管を通して凝縮 50

器から蒸発器、タービンに循環させ、凝縮器に戻す第5のポンプと、オープンサイクルのO T E C熱機関内の、温かい加塩水を気化させる蒸発器であって、気化した水がタービンを回転させ、凝縮器内で液相に凝縮する、蒸発器と

を含み、

O T E C熱機関は、気化した作動流体または気化した水から電気エネルギーを供給して、第1のポンプから第5のポンプのうちの1つまたは複数を少なくとも部分的に駆動する。

【0008】

開示される発明は、別の態様では、水中逆浸透水脱塩装置を動作させるための方法を提供し、方法は、

a . 冷たい加塩水に沈められた複数の逆浸透膜要素から、

i . 少なくとも部分的に脱塩された生成水と、

i i . 濃縮液またはブラインとを生産する段階と、

b . 生成水を、地表または海中での使用のために、水中の第1のポンプを通して、かつ、第1の導管を通して上方にポンプで送り込む段階と、

c . 濃縮液またはブラインを、水中の第2のポンプを通して、かつ、クローズドサイクルまたはオープンサイクルのO T E C熱機関に向けて第2の導管を通して上方にポンプで送り込む段階と、

d . 任意選択で、追加の加塩水を、第2の導管内の濃縮液またはブラインに加えて濃縮液またはブラインを希釈するために、水中の第3ポンプを通してポンプで送り込む段階と

e . 冷たい加塩水よりも高い温度の温かい加塩水を、水中の第4のポンプを通して、O T E C熱機関にポンプで送り込む段階と、

f . 電気エネルギーを提供するために、O T E C熱機関を動作させる段階とを備え、O T E C熱機関は、

i . 濃縮液またはブラインによって冷却される凝縮器と、

i i . 電力を提供するために回転する結合されたタービンおよび発電機と、

i i i . クローズドサイクルのO T E C熱機関内の、温かい加塩水によって加熱される蒸発器と、蒸発器内で蒸気相に気化する作動流体であって、気化した作動流体が、タービンを回転させ、凝縮器内で液相に凝縮する、作動流体と、作動流体を第3の導管を通して凝縮器から蒸発器、タービンに循環させ、凝縮器に戻す第5のポンプと、オープンサイクルのO T E C熱機関内の、温かい加塩水を気化させる蒸発器であって、気化した水がタービンを回転させ、凝縮器内で液相に凝縮する、蒸発器と

を含み、

O T E C熱機関は、気化した作動流体または気化した水から電気エネルギーを提供して、第1のポンプから第5のポンプのうちの1つまたは複数を少なくとも部分的に駆動する。

【0009】

前述のW O 2 0 1 8 / 1 4 8 5 2 8 A 1 ( B e r g s t r o m ら ) P C T 出願は、O T E Cシステムの動作または効率を改善するため、およびランキンサイクル熱機関の動作または効率を改善するためのS R O装置からの生成水の使用を開示している。しかし、そのような生成水の利用可能な量は限られている。本発明は、代わりに、S R O装置から得られる大量の濃縮液またはブラインストリームに存在するはるかに大きな熱エネルギーポテンシャルを使用して、O T E C熱機関を動作させる。さらに、S R O装置を意図的に低く、通常は好ましくない生成水対ブライン回収率で動作させることにより、生成水ストリームではなく濃縮液またはブラインストリームを使用してO T E Cシステムを冷却することによって、さらに大きな熱的利点が得られる。

【0010】

開示される装置および方法は、低コストおよび低電力需要で脱塩水を提供できる水中の「天然海洋井戸」を提供する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

10

20

30

40

50

【図 1】開示される装置の一実施形態の概略側面図である。

【図 2】開示される装置の一実施形態の概略側面図である。

【0012】

【図 3】それぞれ、開示される装置に電力を供給するための O T E C 熱機関システムの側面図および概略図である。

【図 4】それぞれ、開示される装置に電力を供給するための O T E C 熱機関システムの側面図および概略図である。

【0013】

【図 5】開示される装置に電力を供給するための、および温室効果ガス排出を低減した濃縮液またはブラインを廃棄するための代替システムの側面図である。

10

【0014】

【図 6】開示される S R O システムの接続されたアレイによって形成されたウォータフレームの斜視図である。

【0015】

図面の様々な図における同様の参照記号は、同様の要素を示す。図面中の要素は、縮尺通りではない。

【発明を実施するための形態】

【0016】

端点を使用した数値範囲の列挙には、その範囲内に含まれるすべての数値が含まれる（例えば、1～5には、1、1.5、2、2.75、3、3.80、4、5などが含まれる）。

20

【0017】

「a」、「an」、「the」、「少なくとも1つ(at least one)」、および「1つまたは複数(one or more)」という用語は交換可能に使用される。したがって、例えば、「a」逆浸透膜を含む装置は、「1つまたは複数(one or more)」のそのような膜を含む。

【0018】

ポンプに関して使用される場合の「エアリフト」という用語は、液体またはスラリーに空気を注入することによって（好ましくは空気を注入することによってのみ）液体またはスラリーをポンプで送り込むためのデバイスまたは方法を指す。

30

【0019】

水中ポンプの制御に関して使用される場合の「自動」という用語は、制御がそのようなポンプの近くで、その状態に基づいて、水上船舶、プラットフォーム、またはその他の非水中機器との間での信号の送信または信号の受信を必要とせずに動作することを意味する。

【0020】

「ブライン」という用語は、典型的な塩水に見られるよりも実質的に高い塩化ナトリウム濃度、すなわち、約3.5%を超える塩化ナトリウムに対応する塩分濃度を含む水溶液を指す。異なる管轄区域により、「ブライン」という用語に異なる定義が適用され得るか、または生理食塩水の排出量に異なる制限が設定され得ることに留意されたい。例えば、現在のカリフォルニア州の規制では、排出量は、排出地点から水平方向に100メートル以内で測定された自然バックグラウンド塩分濃度を超える1日あたりの最大値2.0 ppt (parts per thousand) を超えてはならない。他の管轄区域では、塩分濃度制限は、例えば、周囲温度より1 ppt 高い、周囲温度より5%高い、または絶対40 ppt などのレベルに設定し得る。

40

【0021】

「濃縮液」という用語は、周辺環境の海水と比較して塩分濃度レベルが高い R O 装置の排出ストリームを指すが、そのようなストリームが生成される適用管轄区域でブラインとして適するのに十分な塩分濃度を必ずしも含まない。

【0022】

50

「導管」という用語は、そのような導管を採用する装置の動作中に液体が流れるパイプまたは他の中空構造（例えば、穴、チャンネル、ダクト、ホース、導線、開口部、流路、ライザ、チューブまたは裸孔）を指す。導管は、断面が円形であり得るが、そうである必要はなく、例えば、楕円形または他の円形または丸みを帯びた形状、三角形、正方形、長方形または他の規則的または不規則な形状を含む他の断面形状を有し得る。導管はまた、その長さに沿って直線状または均一であり得るが、そうである必要はなく、例えば、テーパ状、コイル状、または分岐状（例えば、中央ハブから外向きに放射状に広がる分岐）を含む他の形状を有し得る。

【0023】

水中逆浸透装置またはその構成要素に関して使用される場合の「深部」という用語は、装置または構成要素が、装置内への、または構成要素の位置への海水導入点に沈められる、水域の自由表面からの垂直距離、すなわち、水柱の高さを指す。

10

【0024】

「脱塩水」、「淡水」および「生成水」という用語は、重量で1,000 ppm (parts per million) 未満、より好ましくは500 ppm 未満の溶解無機塩を含む水を指す。例示的なそのような塩には、塩化ナトリウム、硫酸マグネシウム、硝酸カリウム、および重炭酸ナトリウムが含まれる。

【0025】

SROシステムまたはSRO装置に関して使用される場合の「回収率」という用語は、システムまたは装置によって生成された生成水（透過液）と、システムまたは装置に導入された給水との容量比を意味する。

20

【0026】

「塩水」および「海水」という用語は、重量で0.5 ppt を超える溶解無機塩を含む水を指し、したがって、汽水（重量で0.5 ~ 3.0 ppt の溶解有機塩を含む水）ならびに重量で3.0 ppt を超える溶解有機塩を含む水の両方を包含する。海洋では、溶解無機塩は、典型的には、総溶解固形物（TDS）に基づいて測定され、典型的には、平均約35 ppt TDSであるが、地域の条件によって塩分濃度がより高いレベルまたはより低いレベルになり得る。

【0027】

「水中」という用語は、水面下を意味する。

30

【0028】

「水中用」という用語は、水中での使用に適しており、主に水中で使用されることを意味する。

【0029】

導管の長さに沿って分散された複数の流体出口（例えば、濃縮液またはブラインの出口）を有する導管から離れた流体（例えば、濃縮液またはブライン）の分散に関して使用される場合の「広域」という用語は、出口領域への分散、典型的には、そのような長さの少なくとも5メートルを包含する容量への分散を意味する。開示される領域または容量はまた、流体出口を通過する流体ストリームの方向および速度に部分的に依存する他の寸法（例えば、幅、直径または高さ）を有する。そのような他の寸法は、導管の内側および外側の流体流量、および分散した流体プルームの全体的な形状を含む様々な要因の影響を受けるため、「広域」という用語は、示された導管に沿って示された長さのみ焦点を当てることによって定義され、したがって、長さは、典型的には、所与の分散システムにおいて一定量を表す。

40

【0030】

最初に図1および図2を参照すると、SRO装置100が概略側面図で示されている。原海水102は、プレフィルタスクリーン104を介して装置100に入り、RO膜モジュール106によって、生成水透過液ストリーム108と濃縮液またはブライン排出ストリーム110とに分離される。透過液ストリーム108は、透過液収集器112に入り、そこから、透過液導管113、水中ポンプ114、および送出導管116を通過して、後で

50



使用するための後処理、運搬、または貯蔵のために、海上または陸上の収集点（図 1 または図 2 には示されていない）に到達する。そのような使用には、飲料水、入浴水、かんがい用水、プロセス水、貯水、地下水面の補充、冷却または熱交換、および当業者に明らかであろう他の様々な目的を含む地方自治体、民間、または産業目的が含まれ得る。例えば、そのような生成水の潜在的な冷却または熱交換の用途には、海水空調（SWAC）システムを含む空調システムを提供するかまたはその効率を改善することと、発電所またはデータセンタの冷却を提供または改善することと、（本明細書に記載のものに加えて）OTECシステムを動作させるかまたはその効率を改善することと、（ここでも、本明細書に記載のものに加えて）ランキンサイクル熱機関を動作させるかまたはその効率を改善することが含まれる。

10

#### 【0031】

開示される装置では、原海水、生成水および濃縮液またはブラインは、それぞれ、様々な方向、例えば、上方、下方、水平、斜め、またはそれらの任意の組み合わせで流れ得る。図 2 に示す実施形態では、膜モジュール 106 内の逆浸透膜は、濃縮液またはブライン 110 が、概してモジュール 106 から上方に排出され、かつ、フード 118 によって捕捉および収集されるように配向される。そのようなモジュールに関するさらなる詳細は、本明細書と同日に提出され、「SUBMERGED WATER DESALINATION SYSTEM WITH REPLACEABLE DOCKABLE MEMBRANE MODULES」と題する同時係属の国際出願第（代理人整理番号 4924.04WO01）に見出され得て、その開示は参照により本明細書に組み込まれる。ライザ 122 の下端部に配置された軸流ポンプ 120 は、捕捉された濃縮液またはブライン 110 をライザ 122 を通して水面 124 に向けて送る。濃縮液またはブラインは、排出前に様々な目的に使用され得るが、本実施形態では、希釈された濃縮液またはブラインは、所望の容量有用性および熱的有用性を有し、以下でより詳細に論じられるように、OTECシステムを動作させ、動作電力または余剰電力を提供するために使用される。

20

#### 【0032】

図 2 に示す実施形態では、リングフロート 126 およびフォーム層、例えば、フード 128 の表面の下に配置される工学的シタクチックフォーム層（図 2 には示されていない）によって提供される浮力は、装置 100 を水面 124 の下の適切な深さ D に維持するのを助ける。海底 136 のアンカ 134 に取り付けられたカテナリ係留索 132 は、装置 100 を水面 124 の下の適切な深さ D、海底 136 の上方の適切な高さ H、およびポンプ 114 の入口の上方の適切な高さ H' に維持するのを助ける。深さ D は、深さ D での海水の静水圧が、追加のポンプまたは膜モジュール 106 の入口側の海水 102 を加圧するための他の手段を必要とせず、膜モジュール 106 を通して海水 102 を駆動し、所望の全体容量および回収率で生成水 108 および濃縮液またはブライン 110 を生成するのに十分であるようなものが好ましい。選択される深さ D は、前述のプレフィルタスクリーン 104 全体の圧力降下と、膜モジュール 106 内の RO カートリッジのタイプ、寸法および配置と、透過液収集器 112、透過液導管 113、生成水ポンプ 114 および生成水導管 116 のタイプ、サイズおよび動作条件と、ポンプ 120 およびライザ 122 のタイプ、サイズおよび動作条件とを含むいくつかの要因に基づいて変化する。例えば、入口海水を加圧するためのポンプを使用せずに動作する日東電工の HYDRANAUTICS（商標）SWC 円筒形膜カートリッジを使用して、開示される SRO 装置を動作させる場合、膜要素を取り囲む高圧容器の必要性を最小限に抑えるかまたは排除するために、膜要素から生成水を引き出すためのポンプと一緒に少なくとも約 350 m の深さで動作させることが好ましい。いくつかの以前の SRO 設計、特に膜を通して海水を押し流すために圧力ポンプに依存するものでは、膜分離に必要な高圧を収容するために厚い耐圧容器が採用されている。本 SRO 脱塩装置の好ましい実施形態では、プレフィルタ要素および RO 膜は、浄化される流体に十分に高い圧力で既に浸漬されていることとなるため、耐圧容器を必要としない。望ましくは、開示される SRO 装置は、周囲の耐圧容器を使用せずに適切な膜動作を可能にするために、膜の生産物排出側の十分に低い圧力、および十分な入口側 - 出

30

40

50

口側の圧力差を維持するだけである。

【0033】

必要に応じて、圧力容器なしでの動作に必要な深さよりも深い深さ（例えば、少なくとも約400m、少なくとも約450m、少なくとも約500m、少なくとも約550m、少なくとも約600m、少なくとも約650m、少なくとも約700m、少なくとも約750m、少なくとも約800m、少なくとも約900mまたは少なくとも約1,000m）が採用され得て、そのような深い深さでの動作では、ポンプ吸込ヘッドおよび入口圧力が増加し、より浅い深さで採用できるのと同じモデルのポンプを使用できる。そのようなより浅い深さは、例えば、少なくとも約300m、少なくとも約200mまたは少なくとも約100mであり得て、そのようなより浅い深さでの動作では、効率的な脱塩を達成するために、RO膜（または出口側の適切な真空補助器）を通して海水を押し出すのを助ける少なくとも1つのポンプが通常必要であり、場合によっては、膜要素を取り囲み保護する圧力容器も必要になる。開示されるSRO脱塩システムの動作のための全体的な例示的な深さは、例えば、地表のすぐ下から（例えば、約10mから）、約100mから、約300mから、または約500mから、最大約2,000m、最大約1,500mまたは最大約1,000mである。選択したポンプおよび膜によって、好ましい深さは地表のすぐ下から1,500mもの深さである。地表近くでは、通常、逆浸透に必要な膜間圧力差を提供するために、機械的にポンプで送り込むことによって海洋の静水圧を増大させる必要がある。

10

【0034】

さらに、深さDは、設置時に選択された固定の深さ、または、例えば、SRO装置の起動後に変更されるか、または状態の変化（例えば、波、潮汐、水温躍層または塩分躍層の状態の変化、海水の塩分濃度の変化、海面上昇、またはRO膜の動作効率の変化）に応答して変更され得る調整可能な深さであり得る。さらなる実施形態では、開示されるSRO装置は、所望の静水圧を得るために、システムがその深さを増加または減少させるか、RO動作条件を最適化または調整するか、または生成水および濃縮液またはブラインの供給を最適化または調整することを可能にする圧力探索機能を含み得る。

20

【0035】

例として、開示される装置を約700mの深さで動作させる場合、半透性RO膜の高圧側に約68バール（6.8メガパスカル）の静水圧がもたらされる。膜の生成物排出側で現在好ましい背圧が13バール（1.3メガパスカル）以下で使用される場合、これは、55バール（約800psi）（5.5メガパスカル）以上の圧力差を膜全体にもたらす。高塩分濃度水または低塩分濃度水の状況では、これらの深さおよび圧力の値は変化し得る。いずれにしても、入口圧力は通常、選択したSRO動作深度での海洋静水圧になる。

30

【0036】

上記の好ましい深さおよび圧力の値は、より低い差圧もしくはより高い差圧、または、より高い膜背圧もしくはより低い膜背圧を可能にするか、または必要とする将来の膜開発を利用するシステムにおいて変化し得る。そのような開発に対応するための調整は、開示されるSRO装置の好ましい動作深度を増加または減少させ得る。多くの膜の場合、低圧側の圧力は、典型的には、深さによってそれほど変化しないため、動作の深さを変更するだけで、膜全体の差圧を調整し、最適な動作条件を十分に達成し得る。

40

【0037】

図2の高さH（プレフィルタスクリーン104と海底136への最も低い入口間の垂直方向の間隔）およびH'（膜モジュール106の生成水出口とポンプ114への入口との間の垂直方向の間隔）は、例えば、それぞれ、少なくとも約3m、少なくとも約5m、少なくとも約10m、少なくとも約20m、少なくとも約40mまたは少なくとも約50mを表し得る。より低い高さHおよびH'を採用し得る。例えば、高さHは、ほぼゼロまたはゼロに低減され得て、その結果、プレフィルタスクリーン104への入口は、海底136の近くまたはそれと同じ深さにある。しかし、そうすることは、典型的には、モジュール106に入る海水102の濁りを増加させ、異物がプレフィルタスクリーン104を通

50

ってモジュール106に引き込まれる可能性がある。また、プレフィルタスクリーン104とポンプ114との間の高さH'は、ほぼゼロ、ゼロ、または、さらにはゼロ未満に低減され得る（すなわち、プレフィルタスクリーン104とモジュール106との間のスクリーニング取水システム内にポンプ114を収容することによる）。しかし、そのような低減された高さH'の実施形態では、ポンプ114およびプレフィルタスクリーン104は、海底136の近くに存在し得る濁りを回避するために、海底136の上方の十分な距離に上げられたままであることが好ましい。

【0038】

開示される装置100の深さ、高さH'およびポンプ114への入口の直径は、望ましくは、ポンプ114の起動および動作時に入口側のキャビテーションを回避するのに十分な少なくとも有効吸込ヘッド（NPSH）またはより大きな圧力（すなわち、膜モジュール106とポンプ114の入口側との間の透過液導管113および透過液収集器112内の生成水108の立柱の高さによって引き起こされる圧力）を提供するようにサイズ決めされる。起動および動作中のそのようなキャビテーション回避に関するさらなる詳細は、本明細書と同日に提出され、「SUBMERGED WATER DESALINATION SYSTEM WITH REMOTE PUMP」と題する同時係属の国際出願第（代理人整理番号4924.07WO01）に見出され得て、その開示は参照により本明細書に組み込まれる。

【0039】

図2に示すように、ポンプ114は、海底136または海底上の他の自然の構造物または人工の構造物の上に置かれ、必要に応じて、そこに係留され得る。ポンプ114は、必要に応じて、例えば、海底が平坦ではない、または傾斜している場所で、海底の上方に吊るされ得る。一実施形態では、ポンプ114は、装置およびポンプに取り付けられた水中係留索によって、装置100の残りの部分の下に吊るされている。ポンプ114は、必要に応じて、他の場所に配置され得て、例えば、洋上の石油プラットフォームもしくはガスプラットフォーム、洋上風力発電所支持体、橋脚または他の部分的または全体的に沈められた支持構造に取り付けられ得る。

【0040】

本明細書で言及されるポンプ114および他のポンプは、容量式、遠心および軸流の原理を含む様々な流れ方式を使用し得るピストン（例えば、軸流ピストン）、プランジャ、回転部（例えば、遠心インペラポンプおよびリム駆動シャフトレススラスト）およびねじポンプを含む、多種多様な水中用の単段ポンプまたは多段ポンプから選択され得る。適切なポンプは、当業者にはよく知られた様々な供給源から入手でき、適切な場合には、海底の石油探査およびガス探査、並びに、海洋（海中を含む）の位置決めおよび推進などの他の分野から適応させ得る。代表的なポンプサプライヤには、Brunvoll、Cat Pumps、Copenhagen Subsea、Enitech、FMC Kongsborg Subsea AS、Fuglesang Subsea AS、Halliburton、Hayward Tyler、Ocean Yacht Systems、Parker、Rolls Royce、Schlumberger、Schottel、Silent Dynamics、Technical Supply & Logistics、VetusおよびVoithがある。いくつかの実施形態では、開示されるポンプは、交換、修理、または再構築のために、開示される装置が水中にある間に、開示される装置から開示されるポンプを取り外すことを可能にするホットスワップコネクタを含む。

【0041】

いくつかの実施形態では、ポンプ114は、ポンプに動力を供給する電気モータとポンプ羽根車との間の1つまたは複数のセンサ、制御装置、またはトルク制限継手（例えば、磁気クラッチ、流体トルクコンバータ、それらの組み合わせ、または他のそのようなデバイス）を含み、ポンプ動作中のRO膜の入口側のキャビテーションおよび付随する応力または他の障害を制限または回避する。そのような動作中のキャビテーション回避に関する

さらなる詳細は、本明細書と同日に提出され、「SUBMERGED WATER DESALINATION SYSTEM WITH PRODUCT WATER PUMP CAVITATION PROTECTION」と題する同時係属の国際出願第(代理人整理番号4924.05W001)に見出され得て、その開示は参照により本明細書に組み込まれる。

【0042】

一実施形態では、ポンプ114は、生成水108の少なくとも一部を、ポンプ、ポンプモータ、またはモータとポンプとの間の継手のうちの1つまたは複数を通して導かれる潤滑流体または冷却流体として使用するために迂回させる。そうすることで、潤滑または冷却のために海水、油圧流体、またはその他の潜在的に腐食性または有毒である流体を使用する必要性を回避しつつ、ポンプの寿命を延ばすことができる。そのような潤滑および冷却のための生成水の使用に関するさらなる詳細は、本明細書と同日に提出され、「SUBMERGED WATER DESALINATION SYSTEM PUMP LUBRICATED WITH PRODUCT WATER」と題する同時係属の共同国際出願第(代理人整理番号4924.06W001)に見出され得て、その開示は参照により本明細書に組み込まれる。

10

【0043】

電力および適切な制御信号138は、多芯ケーブル140を通してポンプ114および装置100の他の構成要素に供給され得る。供給された電力は、ポンプ114および120、ならびに必要に応じて、プレフィルタ洗浄ブラシシステムなどの装置100の他の構成要素を動作させる。望ましいプレフィルタ洗浄ブラシの実施形態に関する詳細は、以下でより詳細に論じられる。

20

【0044】

十分な深さで動作させる場合、装置100のRO膜は、圧力容器に入れる必要はなく、代わりに、耐食性金属の骨組みまたは適切なプラスチック、繊維強化(例えば、ガラス繊維強化または炭素繊維強化)プラスチックまたは他の複合材料、あるいは他の様々な非強化またはエンジニアリングプラスチックから作られたまたはハウジングなどの比較的安価で適切な耐食性の材料から作られた軽量の支持フレームまたは他のハウジングに取り付けられ得て、それらの選択は当業者によって理解されよう。圧力容器の必要性を回避することにより、陸上ROユニットを構築するためのコストと比較して、装置100を構築するために必要な資本的支出(CAPEX)が大幅に削減される。RO膜が個別のユニットである場合(例えば、らせん状に巻かれた膜を含むカートリッジ)、圧力容器を使用しないことにより、モジュール106は、陸上ROユニットで通常、採用されるよりも著しく多数のカートリッジを含む並列アレイを使用して経済的に設計され、個別のカートリッジを、通常よりも低い個別の処理能力で動作させることも可能になる。例えば、カートリッジの数は、陸上ROユニットで通常、採用される可能性があるものよりも少なくとも10%を超える、少なくとも15%を超える、少なくとも20%を超える、または少なくとも25%を超える可能性がある。そうすることは、所望の1日の量の生成水を提供しながら、個別の膜カートリッジの寿命を延ばすのに役立つ。図1および図2に示す実施形態では、以下でより詳細に論じられるように、モジュール106は、好ましくは、そのような低い個別の処理能力で動作するだけでなく、低下した回収率で動作する並列円筒形ROカートリッジの大規模アレイを含む。そうすることで、濃縮液の塩分濃度を下げ、汚染の可能性を減らすこともでき、好ましい実施形態では、適用管轄区域ではブラインとして適さなく、OTECシステムを冷却するための実質的な冷熱エネルギーの可能性のある大量の濃縮液が得られる。例えば、透過液ストリーム108は、低い回収率に対応して、ブライン排出ストリーム110よりも実質的に小さい容量を有するものとして図1に示される。例示的な回収率は、例えば、40%以下、30%以下、20%以下、15%以下、10%以下、8%以下または6%以下であり得て、かつ、例えば、3%未満、少なくとも3%、少なくとも4%、または少なくとも5%であり得る。選択された回収率は、選択されたRO膜、および深さ、ならびにSRO装置が動作する適用管轄区域を含む要因に依存する。選

30

40

50

択された回収率は、ポンプのサイズおよびエネルギーコストにも影響する。例として、D o w F I L M T E C 膜カートリッジを採用して、8%の回収率で平均34,000ppmの塩分濃度の海水を処理するSROの実施形態では、海水入口ストリームの約8%が500ppm未満の塩分濃度の生成水に変換され、海水入口ストリームの約92%は、塩分濃度が約37,000ppmの低圧または加圧されていないブラインストリームに変換される。さらなる例として、深さ約500m、回収率5%で動作する日東電工の膜カートリッジを採用したSRO装置を使用して、現在のバージョンのカリフォルニア水質管理計画ではブラインとして適さない濃縮液を生成し得る。

#### 【0045】

1つの好ましい実施形態では、開示されるSRO装置は、少なくとも約350mの深さで動作し、RO膜の入口側に海水ポンプを採用せず、RO膜の出口側に生成水(淡水)ポンプを採用して、膜全体で少なくとも少なくとも27パール(2.7メガパスカル)、より好ましくは、少なくとも30パール(3.0メガパスカル)または35パール(3.5メガパスカル)の圧力差を維持し、海洋の静水圧が、そのような膜を通過するように生成水を押し流すか、または押し流すのを大いに助けることを可能にする。そのような構成の利点として、入口ではなく膜出口に配置した場合に、必要なエネルギーはるかに少なくなり、膜を収容する任意の圧力容器が不要になるか、または任意の圧力容器の要件はるかに低くなるポンプが上げられる。必要な圧力差が小さい膜を使用すると、より浅い深さでの動作または、より小さなポンプの使用が可能になる。現在、好ましいそのような膜には、日東電工のSWC6-LD膜(40パール(4.0メガパスカル)の差圧)およびLG化学のLG-SW-400-ES膜(38パール(3.8メガパスカル)の差圧)がある。

#### 【0046】

開示される装置のポンプは、様々な方法で電力を供給され得るが、少なくとも1つのポンプ、好ましくは、すべてのポンプは、開示されるOTECシステムによって電力を供給される。ここで図3を参照すると、クローズドサイクルOTECユニット300は、水面レベル124の下に位置し、風および波の作用からの所望の保護を提供する水中プラットフォーム304上またはその中に取り付けられた再循環ランキンサイクル熱交換および発電機システム302を採用する。プラットフォーム304は、アンカ308に取り付けられたカテナリ係留索306を使用して海底136に取り付けられ得る。プラットフォーム304は、必要に応じて、他の方法で所定の位置、例えば、洋上石油またはガスプラットフォーム、洋上風力発電所支持体、橋脚、またはその他の部分的または全体的に沈められた支持構造に固定され得る。冷液ストリーム310は、ライザ316の上端部に配置された濃縮液またはブラインポンプ318によってシステム302に流入する。ストリーム310は、必要に応じて、濃縮液またはブライン110のみを含み得るが、図3に示す実施形態では、好ましくは、リングフロート322の下のライザ316の露出した下端部320に流入する冷海水102によって希釈される。そうすることで、望ましくは、塩分濃度を減少させ、ストリーム310の冷熱エネルギーポテンシャルを増加させる。温液ストリーム312は、プラットフォーム304の近くの浅い深さの海水から得られ、OTEC温海水ポンプ313によってシステム302にポンプで送られる。温液ストリーム312は、海洋生物の取り込みおよび生物付着を低減するために、スクリーニング、ろ過、または他の方法で(例えば、殺生物剤で)前処理され得る。選択された場所で利用可能であり得る別の実施形態では、温液ストリーム312は、海底熱水噴出孔からの出水を捕捉することによって得られる。

#### 【0047】

システム302は、冷液ストリーム310と温液ストリーム312との間の温度差から抽出された熱エネルギーを採用して、開示されるSRO装置内の電気駆動部品の動作のための電力を提供する。そのような熱エネルギーの利用後、ストリーム310および312は別々に排出され得るが、図3に示される実施形態では、好ましくは混合されて、広域分散ストリーム314を形成する。そうすることは、ストリーム314の塩分濃度をさらに下げ

ることに役立つ。

【0048】

図4は、開示されるクローズドサイクルOTECシステム302の概略図を示す。冷ストリーム310および温ストリーム312は、それぞれ、アンモニアまたはOTEC作動流体ポンプ408によって循環されるヒドロフルオロカーボンなどの揮発性循環作動流体406を、繰り返し(凝縮器402で)液化し、(蒸発器404で)揮発するために、システム302によって使用される。温ストリーム312および冷ストリーム310は、システム302に到着した際に測定されるとき、少なくとも18、少なくとも20、少なくとも22、少なくとも24、または少なくとも26の温度差を有することが好ましい。現在の海洋温度条件に基づいて、好ましいそのような温度差は、一般に赤道の北の北回帰線と南の南回帰線との間の沖合の場所で見られる。数値的に高い北緯または南緯、アフリカおよび南アメリカのすぐ西にある熱帯緯度の沖合地域では、温度差のいくらかの減少が見られ得る。

10

【0049】

冷ストリーム310および温ストリーム312の異なる熱エネルギーポテンシャルは、作動流体406を、凝縮器402、作動流体ポンプ408、および蒸発器404を通して循環させながら、気相から液相に変化させ、そして気相に戻すという繰り返しを可能にし、蒸発によって引き起こされる容量膨張は、タービン410およびその結合された発電機412を駆動するのに役立つ。発電機412からの電気出力416の一部は、ポンプ408を駆動するために使用され得る。電気出力416の別の一部は、図3に示す電気ケーブル324および326を介してそれぞれ供給される電力を使用してポンプ114および120を駆動するために使用され得る。電気出力416の別の一部は、ポンプ313および318などの他の水中ポンプを駆動するために使用され得る。残りの電気出力は、SRO装置の動作、監視、または保守に関連する他の目的に使用され得るか、または外部(例えば、陸上)で使用され得る。

20

【0050】

再び図3を参照すると、ポンプ120および318は、ライザ316の露出した下部開口端部320への冷海水102の流入および混合、ならびに希釈された冷濃縮液またはブラインストリーム310の形成を促進する。ストリーム310は、一般に、濃縮液またはブライン110と比較して塩分濃度が低減されており、したがって、海洋生物に対する潜在的な危険の低減を呈している。ストリーム310はまた、OTECシステムを冷却するためにSRO生成水ストリームが代わりに採用された場合に利用可能なものよりも実質的に大きな容量および実質的に大きな冷熱エネルギーポテンシャル(例えば、DOW FILMTEC膜に基づく前述のSRO装置の場合、容量の約11.5倍、冷熱エネルギーポテンシャルの約11.5倍)を有する。したがって、OTEC冷却に冷ブラインまたは濃縮液ストリームを使用する(特に、冷海水でさらに希釈された低回収率の濃縮液ストリームを使用する)と、OTEC冷却に冷生成水を使用するROシステムと比較して、全体的なOTECエネルギー効率の著しい改善を実現できる。そうすることは、設備投資要件および稼働費の両方を削減することにも役立つ。特に、RO膜が陸上システムで使用されるよりも意図的に低い回収率で動作する場合、濃縮液の容量は、生成水の容量に比べて非常に大きくなる可能性があり(例えば、5~10%の回収率で透過液の容量の最大10~20倍)、それによってOTECシステム302を介した有用なエネルギーの抽出が大幅に容易になる。好ましい実施形態では、開示される海洋井戸とOTECシステムは、結果として、100%電源内蔵型の海水脱塩システムならびに様々な用途のための余剰電力の両方を提供するように最適化できる。例えば、システム302は、警告ビーコン、監視機器、遠隔測定デバイス、ROV、および開示されるSRO装置内またはそれと共に使用される他の電気デバイスを動作させるための余剰電力を提供するようにサイズ決めされ得る。追加の好ましい実施形態では、システム302は、他の近くのSROユニットで使用するため、または民間または公共の陸上での使用のための適切なケーブル接続を介した陸上伝送のために、さらに追加の電力を提供するようにサイズ決めされる。

30

40

50

## 【 0 0 5 1 】

O T E C 発電と希釈された濃縮液の使用および排出を組み合わせることで、( 1 ) 水面 1 2 4 またはその近くに配置される O T E C システムへの濃縮液またはブライン 1 1 0 の移送は、濃縮液またはブライン 1 1 0 を、塩分濃度の蓄積が脱塩プロセスおよび底生生物環境にそれぞれ有害である、開示される S R O 装置の海水取水口および海底 1 3 6 の両方から遠く離れた場所に移動させること、および ( 2 ) 冷海水 1 0 2 および温海水 3 1 2 を濃縮液またはブライン 1 1 0 と混合することにより、分散ストリーム 3 1 4 が、管轄区域によって、「ブライン」として分類され得ないように、濃縮液またはブライン 1 1 0 を無視できる高塩分濃度のレベルにまで希釈できることを含む、特に重要な目標を達成できる。いずれにしても、ストリーム 3 1 4 は、環境への脅威をほとんどもたらさないように制御し得る。必要に応じて、分散ストリーム 3 1 4 はまた、もしくは代わりに、前述の国際出願 W O 2 0 1 8 / 1 4 8 5 4 2 A 1 ( B e r g s t r o m ) で論じられるように、エアリフトポンプを使用してシステム 3 0 2 からポンプで送られ得る。そうすることは、分散ストリームを酸素化するのに役立つ、それによって、近くの海水の酸素化の増加および低酸素の低減を促進できる。

10

## 【 0 0 5 2 】

図 3 にも示すように、ライザ 3 1 6 は、好ましくは、略円錐形であり、狭い下端部がライザ 1 2 2 の上部に近接し、広い上端部がプラットフォーム 3 0 4 の底部に近接している。この形状は、装置 1 0 0 およびプラットフォーム 3 0 4 の互いに連動する横方向または他の動きによって引き起こされ得るライザ 3 1 6 の屈曲または他の収縮にもかかわらず、ライザ 3 1 6 を通るかなり大きい直径の水流路を維持するのに役立つ。開示される略円錐形はまた、プラットフォーム 3 0 4 ( 最も横方向の動きがあり得る ) の近くのパイプ摩擦を減らすのに役立つ得て、そのような動きから生じ得るライザ 3 1 6 全体の材料応力分布を減らすのに役立つ得る。ライザ 3 1 6 は、剛性または可撓性があり得て、絶縁または非絶縁の耐海水性布、テキスタイル、ポリマ、または複合材料を含む様々な材料で作成され得る。ライザ 3 1 6 は、好ましくは、可撓性および絶縁性の両方であり、より好ましくは、絶縁され、不浸透性にコーティングされた可撓性テキスタイルラミネートから作られる。一実施形態では、ライザ 3 1 6 はまた、ライザ 1 2 2 に対して摺動可能に取り付けられ、それによって、プラットフォーム 3 0 4 の垂直方向の動き ( 例えば、係留索 3 0 6 によって加えられる保持力にもかかわらず、波によって引き起こされ得る ) を相殺する。

20

30

## 【 0 0 5 3 】

追加の実施形態 ( 図 3 には示されていない ) では、システム 3 0 0 は、同じ面積を占める海水によって吸収されるよりも多くの太陽エネルギーを吸収するように色、テクスチャおよび形状が調整された、適切な大きさの浮遊式、またはその他の方法の、恒久的もしくは一時的に露出された太陽光吸収熱交換器または太陽池などの温側ストリーム 3 1 2 の取水温度を増加させるために、1 つまたは複数の追加のデバイスを採用し得る。

## 【 0 0 5 4 】

図 3 に示す実施形態の代替として、O T E C ユニット 3 0 0 は、必要に応じて、水面 1 2 4 の上方に配置された浮遊式または固定式の露出されたプラットフォーム上に配置され得る。例えば、図 5 に示すように、海面プラットフォーム 5 0 0 は、上述したように固定され得るか、そうでなければ海面に維持され得る。いくつかの実施形態では、プラットフォーム 5 0 0 の深さは、波高、潮汐、または予測される海面変化の変化を考慮するために、必要に応じて調整され得る。プラットフォーム 5 0 0 上の可動部品または他の交換可能な部品は、望ましくは、主に、人間のダイバーが容易に到達できる深さ、例えば、約 1 0 0 メートル未満、約 6 0 メートル未満、約 5 0 メートル未満、または約 3 0 メートル未満の深さに配置される。水中 ( すなわち、潮汐 ) タービン 5 0 2、他の従来タービン ( 図 5 には示されていない )、波エネルギー発生器 5 0 4、ソーラパネル 5 0 6 または風力タービン発電機 5 0 8 などのプラットフォーム 5 0 0 上の 1 つまたは複数の補助電源または代替電源は、O T E C ユニット 3 0 0 を動作させるため、または動作させるのを助けるために使用され得るか、または、開示される S R O 装置内の水中ポンプおよび他の電気構成要

40

50

素を独立して動作させるために使用され得る。適切な水中タービンには、Nova Innovationから入手可能なものが含まれる。適切な波エネルギー発生器には、Cal Wave Power Technologies、Inc.から入手可能なものが含まれる。適切なソーラパネルには、京セラ株式会社から入手可能なものなど、プラットフォームに取り付けられた設計と浮遊式の設計の両方が含まれる。適切な風力タービン発電機には、Principle Power、Inc.から入手可能なものが含まれる。

【0055】

必要に応じて、クローズドサイクルOTECシステムの代わりにオープンサイクルOTECシステムを使用し得る。オープンサイクルシステムでは、適切な蒸発器を使用して温海水が蒸気に変換される。蒸気は、冷濃縮液またはブラインストリームによって淡水に凝縮される前にタービンを駆動する。凝縮された淡水は、追加の淡水生成を提供するために、海洋井戸からの生成水と混合され得る。オープンサイクルシステムは、循環作動流体および関連する循環ポンプの必要性を回避する。また、蒸発プロセスは、通常、生物付着を防ぐのに十分であるため、一般に、システムの温水側でスクリーニング、ろ過、または殺生物剤を採用する必要はない。オープンサイクルシステムおよびクローズドサイクルシステムの両方の機能を組み合わせたハイブリッドサイクルOTECシステムも採用され得る。しかし、一般的には、ほとんどのアプリケーションではクローズドサイクルOTECシステムが好ましい。

10

【0056】

装置100は、必要に応じて、従来のプラットフォームに取り付けられた、海上または陸上の電源、例えば、陸上の発電所からの電力をさらに供給し得る。そうすることは、図3～図5に開示される電源システムを使用する場合よりも多くの炭素排出量を発生させ得るが、プラットフォーム500上の開示されるOTECシステムおよび開示される補助電源または代替電源が十分な電力を供給できない場合、または、常にもしくはそのような電力が必要とされ得る時期に提供できない場合に所望され得る。

20

【0057】

図5にも示すように、排出導管510は、開示されるOTECシステムから出る濃縮液またはブラインを、周囲の水中に放出するためにOTECシステムから離すように移送するために使用され得る。そのような移送の全体的な方向は、OTECシステムに対して水平、上方、または(図5に示すように)下方であり得る。好ましい実施形態では、導管510からの排出液は、これらのそれぞれのストリームがOTECシステムを通過し、それらの所望の熱エネルギーポテンシャルが抽出された後、開示される冷濃縮液またはブラインストリームおよび温水ストリームを混合させることによって作られる低塩分濃度の混合排出液である。さらに好ましい実施形態では、導管510内の排出液のかなりの部分(例えば、少なくとも20%、少なくとも30%、少なくとも40%、または少なくとも50%)が、導管510の末端部に沿って配置された一連の側方オリフィス512を介して導管を出て、残りの排出液は、端部オリフィス514を介して出る。さらに好ましい実施形態では、導管510からの排出液は、周囲の海水密度が排出液(例えば、混合排出液)の密度を超える深さで水柱に排出され、それによって、より浅い深さでの排出と比較して二酸化炭素の大気放出を低減させる。

30

40

【0058】

図6を参照すると、一連のポータブル洋上脱塩システム(「ポッド」)600を含む「ウォータファーム」が斜視図で示されている。生成水は、モジュール600から導管602を通過して下方に流れ、ポンプ604を通過して中央に配置されたハブ606まで水平に流れ、次いで、送出導管608を通過して水面に向かってポンプで送られる。濃縮液またはブラインは、ポッド600から離すように分散するか、または上記で論じたようなOTECシステムで使用するために、導管610を通過して海流に上方にポンプで送られる。導管610は、必要に応じて、互いに分離したままにするか、一緒に束ねるか、または単一のより大きな直径の導管に接続し得て、必要に応じて、ホットスワップウォータコネクタ(図6には表示されていない)を装備することによって、個別のポッド600の切断、保守、

50



または交換を容易にし得る。

【0059】

図6に示すように、4つのポッド600が採用されている。ただし、必要に応じて、より少ないまたはより多くのポッド、例えば、2個、3個、5個、6個、7個、8個、10個、20個以上のポッドを使用できる。複数の接続されたポッドを使用すると、冗長性が提供され、初期または増大する水の需要を満たすために、開示されるSRO装置をすぐに拡大できる。開示される装置の動作および保守は、各導管602とそれに関連するポンプ604との間、または各ポンプ604とハブ606との間、または各ポンプ604の入口端部および出口端部の両方に複数のホットスワップウォータコネクタ(図6には示されていない)を提供することによって容易にできる。開示される装置の拡大は、後日、追加のポッドまたはウォータファームアレイを送出導管608に接続できるように、ハブ606上または別の都合のよい場所に1つまたは複数の追加のホットスワップウォータコネクタ(図6には示されていない)を設けることによって容易にできる。例えば、図6に示す個別のポッド600がそれぞれ1日あたり500万ガロン(約1,892万リットル)の生成水能力を有する場合、および5つの追加のホットスワップコネクタがハブ606に含まれている場合、図6のウォータファームでは、最初に設置したときに1日あたり2,000万ガロン(約7,570万リットル)の生成水を提供でき、最大5個の同様のサイズのポッド600を1日あたり500万ガロン(約1,892万リットル)単位で追加して、1日あたり合計で最大4,500万ガロン(約1億7,000万リットル)の生成水を提供できる。別の実施形態では、複数のそのようなアレイを互いに近くに設置し、図6に示す1日あたり2,000万ガロン(約7,570万リットル)のアレイの複数の例を提供し、それによって、個別の構成要素の能力、冗長性、および規模の多様性の向上をもたらし得る。さらに別の実施形態では、ポッドは、図6に示すように一緒にグループ化されず、代わりに、例えば、海底地形の地形変化、係留索の位置または他の海底の特徴に対応するために、海底を横切って間隔をあけて配置されている。

【0060】

各モジュールで前述のHydranauticsカートリッジを140個使用すると、開示されるSRO装置は、5%の回収率で動作する12個のそのようなモジュールから1日あたり約500万ガロン(約1,892万リットル)を生成し得る。カートリッジを使用し得る他のRO膜サプライヤは、当業者には明らかであり、Aquatech International、Axeon Water Technologies、DuPont Water Solutions(前述のDOW FILMTECカートリッジのメーカ)、Evoqua Water Technologies、GE Water and Process Technologies、Koch Membrane Systems、Inc.およびLG化学がある。必要に応じて、機能が変更されているカスタマイズされたカートリッジ(例えば、層間のより広い隙間、変更されたスペーサ、より緩い膜ロール、変更されたハウジング、または変更された端部)を採用し得る。

【0061】

一実施形態では、ROカートリッジは、穴あき仕切り板の穴にカートリッジを接着結合して密封することによって、開示されるモジュールに取り付けられる。そのようなカートリッジの接着剤による取り付けに関する詳細は、本明細書と同日に提出され、「ADHESIVELY-BONDED WATER SEPARATION CARTRIDGE MODULE」と題する同時係属の国際出願第(代理人整理番号4924.10WO01)に見出され得て、その開示は参照により本明細書に組み込まれる。

【0062】

開示されるSRO脱塩装置は、様々な場所で動作し得る。1つの好ましい実施形態では、装置は、脱塩水を必要とする人口密集地域の近くの海溝またはドロップオフ(例えば、モンレー海底谷、プエルトリコ海溝、琉球海溝、ハワイ諸島周辺の海域、および当業者にはよく知られたその他の到達可能な深海場所)に配備される。SRO入口面は、海溝底の深さに配置する必要はなく、代わりに、浸透圧膜を通して海水を駆動するための静水圧

の使用を可能にするのに十分な深さで海溝壁に沿って配置し得る。

【 0 0 6 3 】

適切な深さでの動作は、毒素および目詰まりを回避するために、浅い取水口を有する従来の陸上プラントを停止させ得る、藻類ブルーム汚染の可能性を大幅に低減または排除できる。ほとんどの海洋生物は有光層（水の透明度に応じて、最大約 200 m の深さに相当する）内に見られ、したがって、より深い深さでは、SRO装置の取水口またはプレフィルタスクリーンに引き込まれないため、そのような適切な深さでの動作では、海洋生物の損失を最小限に抑えるか、または損失をなくすこともできる。

【 0 0 6 4 】

前述の推奨されるSRO動作深度で通常遭遇する冷たい給水（例えば、5～10℃の水）は、いくつかの有用な利点を提供できる。例えば、給水には重要な有機および無機汚染物質が比較的含まれていない。給水は、有機物またはクロロフィルをほとんど運ばず、したがって、バクテリアをほとんど含んでおらず、開示される圧力および深さで存在するイオン性ミネラルおよび微量元素からの貴重な栄養素を保持している。かんがい用水および健康目的のために重要なホウ素の除去に関連して、さらなる利点が生じる。ホウ素は海水中に存在し、陸上ROユニットで使用されるような従来のRO動作温度では、植物の成長を阻害するのに十分なホウ素がRO膜を通過し得る。従来のRO施設で、ホウ素を農業基準の0.5mg/リットルまで除去するには、2回目のRO通過を使用した水の二重処理が必要になり得て、したがって、資本コストおよび動作コストが増加する。ただし、逆浸透によるホウ素の除去は温度に大きく依存し、より低温では膜を通過するホウ素およびその塩分の量は少なくなる。例えば、ホウ酸塩の通過は、給水温度が10℃低下すると数パーセントポイント低下し得る。冷深海内に開示されるSROデバイスを配置することは、結果として、二重処理システムに必要なエネルギーコスト、資本コスト、および保守コストを節約しながら、ホウ素およびその塩分の除去を向上させることにより、より高品質の脱塩水を生成するのに役立つ。冷たい給水はまた、膜を通る全体的な塩分の通過を少なくでき、規制要件を満たすために低レベルのTDSを維持しながら、味覚上の理由で生成水の再石灰化を可能にする。さらに、冷たい給水を使用すると、ランゲリア指数で測定されるように、ミネラル沈着による膜のスケーリングをほぼなくすることができる。膜のスケーリングは、陸上の浅い取水口のROユニットで問題になり得て、システムの効率および寿命を低下させる。開示されるSRO装置では、CO<sub>2</sub>は、RO膜が動作し得る5～10の温度で平衡状態になる傾向があるため、スケーリングは最小限に抑えられる。これにより、陸上ROユニットで、しばしば採用されるスケーリング防止剤が不要になる。膜汚染の別の形態である生体膜成長も温度に依存し、形成される生体膜はより高温でより多く、開示されるSRO装置の低温の好ましい動作環境ではより少なくなる。したがって、無光、低酸素、冷水温を有する地域の水を使用するため、生物活性、したがって、生物付着が減少する。

【 0 0 6 5 】

開示されるSRO装置は、圧力容器の要件を排除することにより、RO膜を、通常、5～7枚の膜を直列に配置するという海水脱塩業界の慣行ではなく、並列に配置できるため、従来のROの場合よりも、ブラインストリーム中の塩分濃度を著しく低下させることができる。並列アレイは、従来のROシステムに共通する障害点、すなわち、膜間のオリングの相互接続を排除する。並列配置により、膜あたりの生成水の生産率をより高くすることもできる。さらに、並列膜配置は、直列で動作する単一膜の列よりもはるかに少ない塩分濃度の濃縮液またはブラインを生成し、そのような濃縮液またはブラインの塩分濃度は、膜回収率を変更することによって簡単に調整できる。低いブライン塩分濃度を達成するための開示されるSRO装置の能力は、海洋生物にとって有益であり、濃縮液またはブラインのより容易な希釈を可能にする。例えば、約34,250ppmの周囲TDSを含む南カリフォルニアの海水が供給され、5%の回収率で運用された場合、開示される装置は、従来の連続的に構成された陸上ROを使用して生じ得る排出ストリームの塩分濃度がほぼ2倍になるのに対して、約36,049TDSのみを含む濃縮液を提供し得る。36,

10

20

30

40

50

049 ppmのTDS排出ストリームは、周囲より1,800 ppm未満であり、したがって、カリフォルニア水域の周囲TDSを超える2,000 ppmの現在のライン排出制限の十分範囲内である。

#### 【0066】

開示されるSRO装置全体の主な利点は、エネルギー必要量が大幅に減少することである。従来のRO脱塩で最大のエネルギー使用源であるプロセス水の人工加圧は、削減または排除できる。開示されるSRO-OTEC装置を使用して脱塩水を生成するためのエネルギー消費および関連する温室効果ガス生成もまた、大幅に削減され得る。関連する資本的支出および運転費も、特に陸上RO脱塩に必要なものと比較して、同様に大幅に削減できる。したがって、開示されるSRO装置のこれらおよび他の利点には、以下のうちの1つまたは複数が含まれ得る。

- ・電力消費を大幅に削減する。
- ・温室効果ガス排出を低減して、一定量の水を脱塩する。
- ・従来のROで使用されていた人工高圧環境および、それに付随する圧力容器、高圧配管、および継手を排除する。
- ・部品の排除、特に高圧接続部の削減により、動作および保守の要件が軽減される。
- ・高価な合金および海水腐食に強い他の新材料を必要とする精密部品が少なくなる。
- ・前処理装置およびそれに関連する運転資本および労働力を削減または排除する。
- ・局所的なライン排出を低減する。
- ・さらに低塩分濃度のライン排出を伴う直列膜構成ではなく並列膜構成。
- ・陸上へのパイプラインは、生成水のみが陸上に送られるため、直径が50%以上小さくなるが、必要な長さは長くなる。
- ・脱塩水中のホウ素含有量を減少させ、さらに処理することなく農業に使用できるようにする。
- ・望ましくない有機または無機汚染物質を比較的含まない深海取水水を使用することにより、細菌含有量および細菌汚染を減少させる。
- ・藻類ブルームによって引き起こされる脱塩の中断の影響を低減する。
- ・陸上からの可視性を低下させるか、または不可視にする。
- ・悪天候事象、火災、テロまたは火山噴火による破壊の影響を低減する。
- ・必要な陸上不動産を90%も削減する。
- ・帯水層を枯渇させることなく持続的な淡水供給を提供できる「海洋井戸」としての開発に適している。

#### 【0067】

以上のように本発明の好ましい実施形態を説明してきたが、当業者ならば、本明細書に見出される教示が、本明細書に添付される特許請求の範囲内のさらに他の実施形態に適用され得ることを容易に理解するであろう。すべての特許、特許文献、および刊行物の完全な開示は、個別に組み込まれるかのように、参照により本明細書に組み込まれる。

#### [他の可能な項目]

(項目1) 水中逆浸透水脱塩装置であって、

a. 冷たい加塩水に沈められ、かつ、そのような加塩水から、

i) 少なくとも部分的に脱塩された生成水と、

ii) 濃縮液またはラインと

を生成する複数の逆浸透膜要素と、

b. そのような生成水を受け取り、かつ、それを地表または海中での使用のために第1の導管を通して上方に送る水中の第1のポンプと、

c. そのような濃縮液またはラインを受け取り、かつ、それをクローズドサイクルまたはオープンサイクルの海洋温度差発電(OTEC)熱機関に向けて第2の導管を通して上方に送る水中の第2のポンプと、

d. 追加の加塩水を受け取り、かつ、それを前記第2の導管の濃縮液またはラインに加えて前記濃縮液または前記ラインを希釈する任意選択の水中の第3のポンプと、

40

50

e . 前記冷たい加塩水よりも高い温度の温かい加塩水を受け取り、かつ、そのような温かい加塩水を前記 O T E C 熱機関に送る水中の第 4 のポンプと

を備え、

前記 O T E C 熱機関が、

a . 前記濃縮液または前記ラインによって冷却される凝縮器と、

b . 電力を提供するために回転する結合されたタービンおよび発電機と、

c . クローズドサイクルの O T E C 熱機関内の、前記温かい加塩水によって加熱される蒸発器と、前記蒸発器内で蒸気相に気化する作動流体であって、前記気化した作動流体が、前記タービンを回転させ、前記凝縮器内で液相に凝縮する、作動流体と、前記作動流体を第 3 の導管を通して前記凝縮器から前記蒸発器、前記タービンに循環させ、前記凝縮器に戻す第 5 のポンプと、オープンサイクルの O T E C 熱機関内の、前記温かい加塩水を気化させる蒸発器であって、前記気化した水が前記タービンを回転させ、前記凝縮器内で液相に凝縮する、蒸発器と

10

を含み、

前記 O T E C 熱機関が、前記気化した作動流体または前記気化した水から電気エネルギーを提供して、前記第 1 のポンプから前記第 5 のポンプのうちの 1 つまたは複数を少なくとも部分的に駆動する、

水中逆浸透水脱塩装置。

( 項目 2 )

水中逆浸透水脱塩装置を動作させるための方法であって、前記方法が、

20

a . 冷たい加塩水に沈められた複数の逆浸透膜要素から、

i . 少なくとも部分的に脱塩された生成水と、

i i . 濃縮液またはラインと

を生産する段階と、

b . 前記生成水を地表または海中での使用のために、水中の第 1 のポンプを通して、かつ、第 1 の導管を通して上方にポンプで送り込む段階と、

c . 前記濃縮液またはラインを、水中の第 2 のポンプを通して、かつ、クローズドサイクルまたはオープンサイクルの O T E C 熱機関に向けて第 2 の導管を通して上方にポンプで送り込む段階と、

d . 任意選択で、追加の加塩水を、前記第 2 の導管内の濃縮液またはラインに加えて前記濃縮液または前記ラインを希釈するために、水中の第 3 ポンプを通してポンプで送り込む段階と、

30

e . 前記冷たい加塩水よりも高い温度の温かい加塩水を、水中の第 4 のポンプを通して、前記 O T E C 熱機関にポンプで送り込む段階と、

f . 電気エネルギーを提供するために、前記 O T E C 熱機関を動作させる段階とを備え、前記 O T E C 熱機関が、

i . 前記濃縮液または前記ラインによって冷却される凝縮器と、

i i . 電力を提供するために回転する結合されたタービンおよび発電機と、

i i i . クローズドサイクルの O T E C 熱機関内の、前記温かい加塩水によって加熱される蒸発器と、前記蒸発器内で蒸気相に気化する作動流体であって、前記気化した作動流体が、前記タービンを回転させ、前記凝縮器内で液相に凝縮する、作動流体と、前記作動流体を第 3 の導管を通して前記凝縮器から前記蒸発器、前記タービンに循環させ、前記凝縮器に戻す第 5 のポンプと、オープンサイクルの O T E C 熱機関内の、前記温かい加塩水を気化させる蒸発器であって、前記気化した水が前記タービンを回転させ、前記凝縮器内で液相に凝縮する、蒸発器と

40

を含み、

前記 O T E C 熱機関が、前記気化した作動流体または前記気化した水から電気エネルギーを提供して、前記第 1 のポンプから第 5 のポンプのうちの 1 つまたは複数を少なくとも部分的に駆動する、

方法。

50

## (項目3)

前記逆浸透膜要素が、20%以下である、供給水の容量に対する生成水の容量の回収率で動作する、項目1に記載の装置または項目2に記載の方法。

## (項目4)

前記逆浸透膜要素が、15%以下である、供給水の容量に対する生成水の容量の回収率で動作する、前記項目のいずれか1項に記載の装置または方法。

## (項目5)

前記逆浸透膜要素が、10%以下である、供給水の容量に対する生成水の容量の回収率で動作する、前記項目のいずれか1項に記載の装置または方法。

## (項目6)

前記逆浸透膜要素が、少なくとも3%である、供給水の容量に対する生成水の容量の回収率で動作する、前記項目のいずれか1項に記載の装置または方法。

## (項目7)

前記逆浸透膜要素が、少なくとも4%である、供給水の容量に対する生成水の容量の回収率で動作する、前記項目のいずれか1項に記載の装置または方法。

## (項目8)

前記逆浸透膜要素が、少なくとも5%である、供給水の容量に対する生成水の容量の回収率で動作する、前記項目のいずれか1項に記載の装置または方法。

## (項目9)

前記第2の導管が、加塩水の流入および前記濃縮液または前記ブラインの希釈を可能にする1つまたは複数の入口を含む、前記項目のいずれか1項に記載の装置または方法。

## (項目10)

前記第3のポンプが、前記第2の導管内の前記濃縮液またはブラインに加塩水を追加する、前記項目のいずれか1項に記載の装置または方法。

## (項目11)

前記第2の導管が剛性である、前記項目のいずれか1項に記載の装置または方法。

## (項目12)

前記第2の導管が可撓性であり、絶縁または非絶縁の耐海水性布、テキスタイル、ポリマまたは複合材料を含む、前記項目のいずれか1項に記載の装置または方法。

## (項目13)

前記第2の導管が、前記第2の導管を通して移送される濃縮液またはブラインの加温を低減する絶縁層を含む、前記項目のいずれか1項に記載の装置または方法。

## (項目14)

前記第2の導管が、絶縁され、不透水性にコーティングされた可撓性テキスタイルラミネートを含む、前記項目のいずれか1項に記載の装置または方法。

## (項目15)

前記第2の導管が、その長さに沿って摺動可能に延在可能である、前記項目のいずれか1項に記載の装置または方法。

## (項目16)

前記第2の導管が、前記OTEC熱機関が前記第2の導管に対して横方向に動く場合に屈曲することを防ぐために、前記OTEC熱機関の近くに拡大された直径を含む、前記項目のいずれか1項に記載の装置または方法。

## (項目17)

前記凝縮器からの濃縮液またはブラインおよび前記蒸発器からの水が、前記OTEC熱機関の周囲の海水中に別々に分散される、前記項目のいずれか1項に記載の装置または方法。

## (項目18)

前記凝縮器からの濃縮液またはブラインと前記蒸発器からの水を混合して、前記OTEC熱機関の周囲の海水中に分散される塩分濃度の低減された混合排出液を提供する、項目1から16のいずれか1項に記載の装置または方法。

10

20

30

40

50

## (項目 19)

前記塩分濃度の低減された混合排出液が、前記周囲の海水密度が前記混合排出液の密度を超える深さで水柱に排出され、それによって、より浅い深さでの排出と比較して、二酸化炭素の大気放出を減少させる、項目 18 に記載の装置または方法。

## (項目 20)

前記凝縮器からの濃縮液またはブラインが、第 4 の導管の長さの少なくとも一部に沿って配置された複数のオリフィスを含む前記第 4 の導管を通して、前記 O T E C 熱機関の周囲の海水中に広域に分散し、前記オリフィスは、濃縮液またはブラインを前記第 4 の導管から離れた海水中に導く、前記項目のいずれか 1 項に記載の装置または方法。

## (項目 21)

前記濃縮液またはブラインを前記第 2 の導管を通して、存在する場合は、前記第 4 の導管を通して移送および酸素化するのを支援するためのエアリフトをさらに含む、前記項目のいずれか 1 項に記載の装置または方法。

## (項目 22)

前記 O T E C 熱機関が、単段熱機関を採用する、前記項目のいずれか 1 項に記載の装置または方法。

## (項目 23)

前記 O T E C 熱機関が、多段熱機関を採用する、前記項目のいずれか 1 項に記載の装置または方法。

## (項目 24)

前記 O T E C 熱機関が、クローズドサイクル熱機関を有する、前記項目のいずれか 1 項に記載の装置または方法。

## (項目 25)

前記 O T E C 熱機関が、前記作動流体としてアンモニアを採用する、項目 24 に記載の装置または方法。

## (項目 26)

前記 O T E C 熱機関が、前記作動流体としてヒドロフルオロカーボンを採用する、項目 24 に記載の装置または方法。

## (項目 27)

前記 O T E C 熱機関が、温かい加塩水が前記蒸発器で気化され、タービンを回転させ、前記凝縮器で脱塩水を形成するオープンサイクル熱機関を有する、前記項目のいずれか 1 項に記載の装置または方法。

## (項目 28)

前記凝縮器からの前記脱塩水が、追加の生成水を提供する、項目 27 に記載の装置または方法。

## (項目 29)

前記 O T E C 熱機関が、前記脱塩装置の前記ポンプおよび他の電動構成要素を動作させるために必要なすべての電力を供給する、前記項目のいずれか 1 項に記載の装置または方法。

## (項目 30)

前記 O T E C 熱機関が、地表、海中、またはその他の使用に余剰電力を提供する、前記項目のいずれか 1 項に記載の装置または方法。

## (項目 31)

前記装置は、脱塩水を必要とする人口密集地域の近くの海水に配備され、前記装置は、前記装置内のポンプを駆動するための電力を前記 O T E C 熱機関に完全に依存し、前記 O T E C 熱機関からの余剰電力が前記人口密集地域に提供される、前記項目のいずれか 1 項に記載の装置または方法。

10

20

30

40

50

【 図 面 】

【 図 1 】

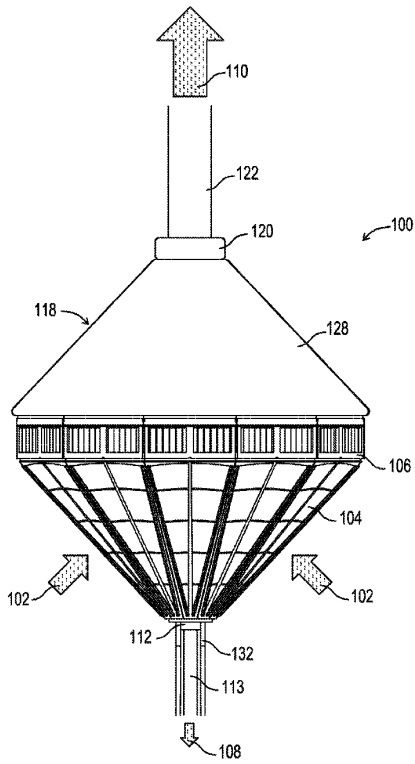


Fig. 1

【 図 2 】

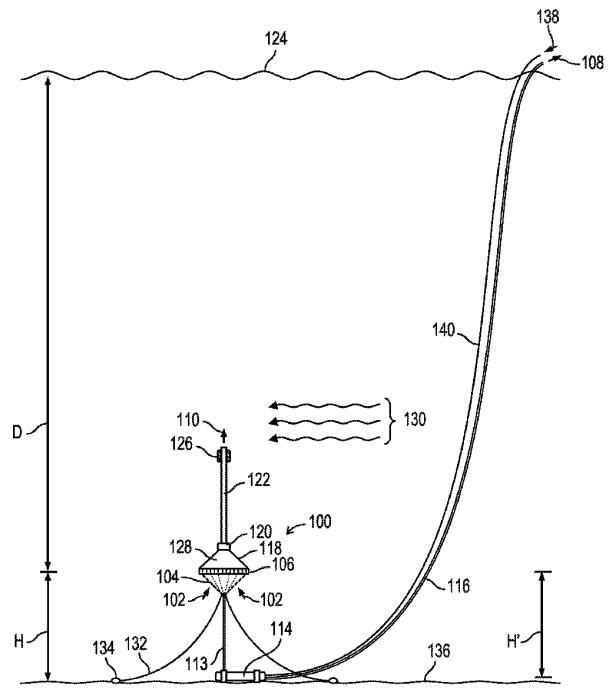


Fig. 2

10

20

【 図 3 】

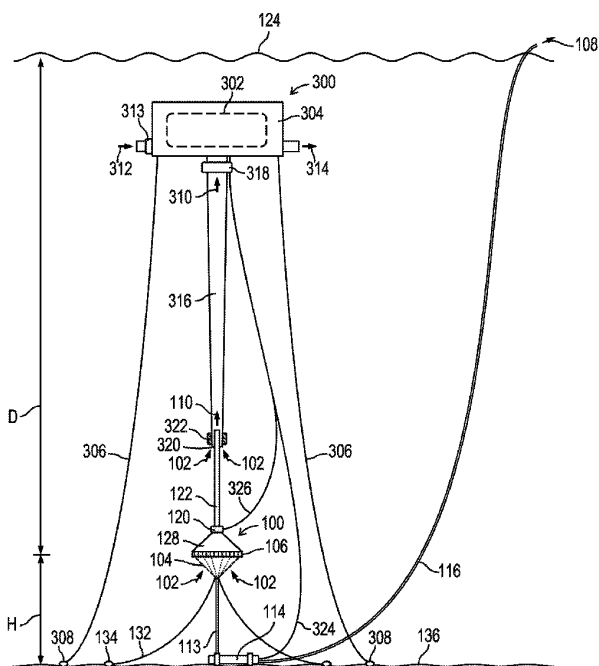


Fig. 3

【 図 4 】

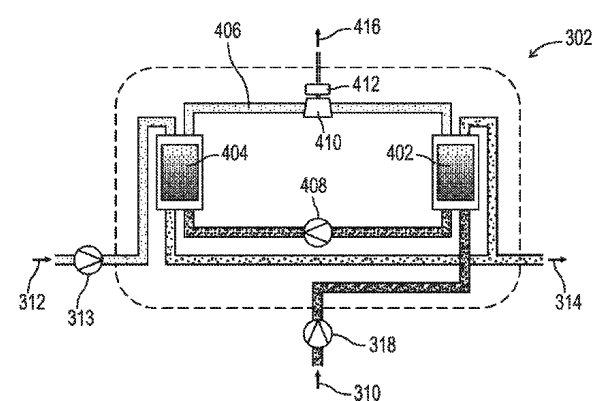


Fig. 4

30

40

50

【 図 5 】

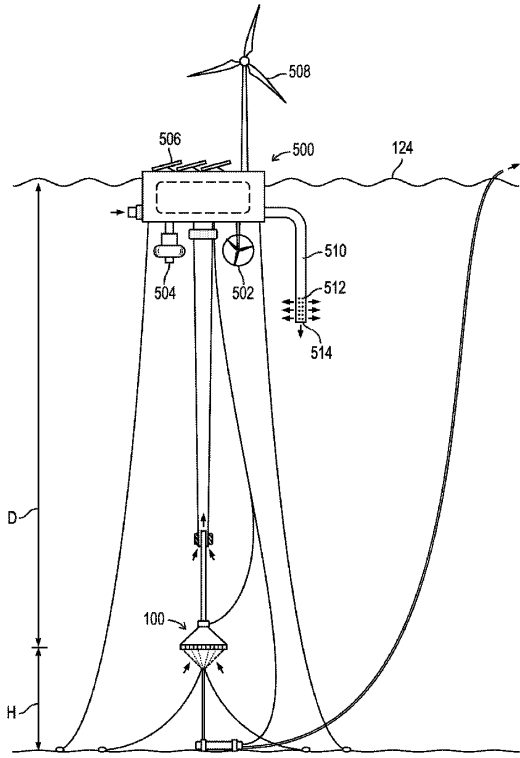


Fig. 5

【 図 6 】

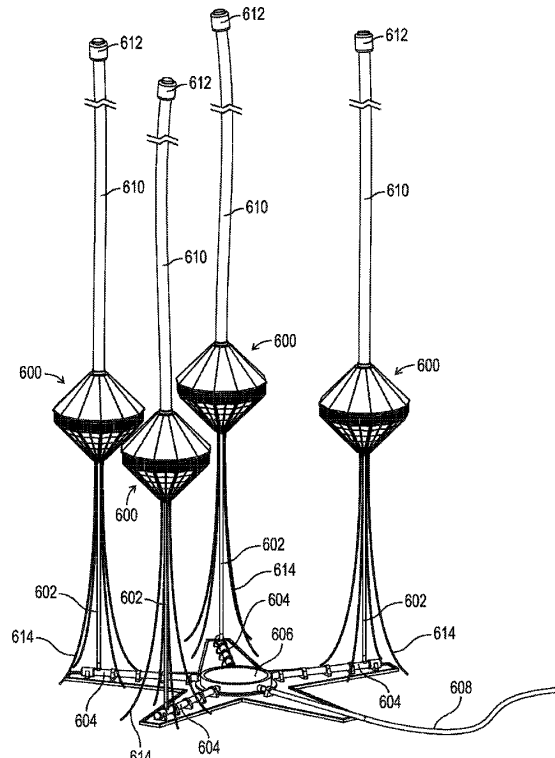


Fig. 6

10

20

30

40

50



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. <b>PCT/US2020/058567</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>F03G 7/05</i> (2006.01)i; <i>B01D 61/02</i> (2006.01)i; <i>C02F 1/44</i> (2006.01)i FI: F03G7/05 521; B01D61/02 500; C02F1/44 A According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F03G7/05; B01D61/02; C02F1/44		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2018/148528 A1 (ROBERT, A. Bergstrom) 16 August 2018 (2018-08-16) paragraphs [0057],[0060]-[0065], Figs. 9 to 10	1-31
A	WO 2013/140848 A1 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 26 September 2013 (2013-09-26) paragraphs [0104]-[0114], Fig. 8	1-31
A	JP 2013-167156 A (NITTO DENKO CORPORATION) 29 August 2013 (2013-08-29) paragraphs [0042]-[0045], Fig. 1	1-31
A	JP 2016-22460 A (KYB CORPORATION) 08 February 2016 (2016-02-08) paragraphs [0017]-[0021], Fig. 1	1-31
A	JP 2003-176775 A (TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 27 June 2003 (2003-06-27) paragraphs [0011]-[0049], Fig. 1	1-31
A	US 6100600 A (PFLANZ, Tassilo) 08 August 2000 (2000-08-08) the whole document	1-31
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>07 January 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>02 February 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/IP <b>Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</b>		Authorized officer <b>IEKI, Kenta 3G 8371</b>  Telephone No. +81-3-3581-1101 Ext. 3355

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2020/058567

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-317508 A (MITSUI ENGINEERING & SHIPBUILD CO., LTD.) 05 December 1995 (1995-12-05) the whole document	1-31
A	JP 2007-331681 A (MURAHARA, Masataka) 27 December 2007 (2007-12-27) paragraph [0034]	1-31
A	US 2015/0027937 A1 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 29 January 2015 (2015-01-29) the whole document	1-31
A	OUCHI, Kazuyuki et al., Concept Design for Offshore Platform Generating Electric Power, Fresh Water and Nutrient Sea, Conference Proceeding, the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, 2007.05.24, Vol.4, 205-208 the whole document	1-31

10

20

30

40

50

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.  
**PCT/US2020/058567**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2018/148528	A1	16 August 2018	US	2020/0003232	A1	
				US	2020/0031691	A1	
				WO	2018/148542	A1	
WO	2013/140848	A1	26 September 2013	JP	2013-223855	A	
JP	2013-167156	A	29 August 2013	WO	2011/148649	A1	
JP	2016-22460	A	08 February 2016	(Family: none)			
JP	2003-176775	A	27 June 2003	(Family: none)			
US	6100600	A	08 August 2000	DE	19714512	A1	
JP	7-317508	A	05 December 1995	(Family: none)			
JP	2007-331681	A	27 December 2007	(Family: none)			
US	2015/0027937	A1	29 January 2015	WO	2013/121547	A1	
				CA	2864381	A1	

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N  
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,  
CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,K  
E,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,N  
G,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,  
TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

アメリカ合衆国 9 0 2 3 0 カリフォルニア州、カルバー シティ オーバーランド アベニュー  
4 9 0 0 ナンバー 1 3 1 ナチュラル オーシャン ウェル カンパニー内

F ターム ( 参考 ) 4D006 GA03 HA61 HA93 JA25C JA51Z JA53A JA55C JA71 KA01 KA13  
KA67 KB14 KE30R PA01 PA10 PB03 PC80