

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6130171号
(P6130171)

(45) 発行日 平成29年5月17日 (2017.5.17)

(24) 登録日 平成29年4月21日 (2017.4.21)

(51) Int. Cl.		F 1			
C O 2 F	1/22	(2006.01)	C O 2 F	1/22	D
F 2 5 C	1/00	(2006.01)	F 2 5 C	1/00	B

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2013-45388 (P2013-45388)	(73) 特許権者	597170715
(22) 出願日	平成25年3月7日 (2013.3.7)		理想計測株式会社
(65) 公開番号	特開2014-171941 (P2014-171941A)		神奈川県川崎市高津区子母口31番地
(43) 公開日	平成26年9月22日 (2014.9.22)	(74) 代理人	100072604
審査請求日	平成28年2月3日 (2016.2.3)		弁理士 有我 軍一郎
		(74) 代理人	100140501
			弁理士 有我 栄一郎
		(72) 発明者	臼井 重徳
			神奈川県川崎市高津区子母口31番地 理想計測株式会社内
		審査官	高橋 成典

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 海水の塩分除去システムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

海水を溜める貯水部と、前記貯水部に溜められた海水を製氷する冷却部と備え、海水から製氷する製氷装置と、

前記製氷装置の製氷の際の排熱を用いて前記製氷装置の製氷を解凍する淡水生成装置と、

太陽光の照射により加熱される高温部と、海水により冷却される低温部と、前記高温部と前記低温部との温度差により電力を発生する発電部とを備え、発生した前記電力を前記製氷装置に供給する電力供給装置と、

前記電力供給装置の前記低温部に供給する海水を冷却するための冷却装置を備え、

前記冷却装置が、前記低温部に海水を供給するための配管と、前記配管を覆うように配置された冷却管とを備え、

前記冷却管および前記製氷装置に、前記淡水生成装置で氷を解凍する際の冷気が供給されることを特徴とする、海水の塩分除去システム。

【請求項 2】

前記冷却部が、前記貯水部に溜められた海水の全体が凍らない程度まで製氷を行うことを特徴とする、請求項 1 に記載の海水の塩分除去システム。

【請求項 3】

前記製氷装置の前記貯水部に溜められた海水を製氷する際の排熱を前記淡水生成装置での氷の解凍に用いることを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載の海水の塩分除去

10

20

システム。

【請求項 4】

前記電力供給装置の前記発電部が、熱電素子を有し、前記熱電素子の一端が前記高温部に接触し、前記熱電素子の他端が前記低温部に接触することを特徴とする、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の海水の塩分除去システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽熱および海水の温度差を用いる海水の塩分除去システムおよび方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

海水には約 3.5% の塩分が含まれており、このままでは飲用に適していない。飲用水とするためには、海水から、塩分濃度が少なくとも 0.05% 以下になるまで、塩分を除去する必要がある。

【0003】

海水から塩分を除去する方法として、例えば、海水を熱して蒸発（フラッシュ）させ、その蒸発させたものを冷却して淡水にする方法が知られている（特許文献 1）。これは、蒸発法と呼ばれている。熱効率を高めるため減圧して蒸発させ、多数の減圧室を組み合わせたものは、多段フラッシュ方式（Multi Stage Flash Distillation）と呼ばれている。

20

【0004】

また、海水から塩分を除去する方法として、圧力をかけながら海水を逆浸透膜（RO膜、Reverse Osmosis Membrane）を通過させ、海水をろ過して塩分を取り除いて淡水を生成する方法が知られている（特許文献 2）。これは逆浸透法と呼ばれている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2012-245426 号公報

【特許文献 2】特開 2013-22574 号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献 1 のような蒸発法は、熱効率が悪く、多量のエネルギーを必要とする。また、特許文献 2 のような逆浸透法は、特許文献 1 のような蒸発法よりもエネルギー効率は優れているが、RO膜が海水中の微生物や析出物で目詰まりしないように前処理したり洗浄作業をしたりする手間が必要であり、また、RO膜等の設備費用が多くかかるという課題を有する。

【0007】

また、蒸留法にしても逆浸透法にしても、生成される水の塩分濃度は既定の特定の値のものとなり、これらの方法では任意の塩分濃度を有する水を容易に生成することはできない。

40

【0008】

以上の課題を解消する観点から、本発明は、海水の淡水化の運用コストを大幅に低減するとともに、任意の塩分濃度を有する水を容易に生成することができる塩分除去システムおよび方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の課題に鑑み、本発明の海水の塩分除去システムは、海水を溜める貯水部と、前記貯水部に溜められた海水を製氷する冷却部と備え、海水から製氷する製氷装置と、前記製氷装置の製氷の際の排熱を用いて前記製氷装置の製氷を解凍する淡水生成装置と、太陽光

50

の照射により加熱される高温部と、海水により冷却される低温部と、前記高温部と前記低温部との温度差により電力を発生する発電部とを備え、発生した前記電力を前記製氷装置に供給する電力供給装置と、前記電力供給装置の前記低温部に供給する海水を冷却するための冷却装置を備え、前記冷却装置が、前記低温部に海水を供給するための配管と、前記配管を覆うように配置された冷却管とを備え、前記冷却管および前記製氷装置に、前記淡水生成装置で氷を解凍する際の冷気が供給されることを特徴とする。

【0010】

このシステムにおいて、前記製氷装置が、海水を溜める貯水部と、前記貯水部に溜められた海水を製氷する冷却部とを備え、前記冷却部が、前記貯水部に溜められた海水の全体が凍らない程度まで製氷を行うようにしてもよい。

10

【0011】

このシステムにおいて、前記製氷装置の前記貯水部に溜められた海水を製氷する際の排熱を前記淡水生成装置での氷の解凍に用いるようにしてもよい。

【0013】

このシステムにおいて、前記電力供給装置の前記発電部が、熱電素子を有し、前記熱電素子の一端が前記高温部に接触し、前記熱電素子の他端が前記低温部に接触するようにしてもよい。

【0015】

また、本発明に係る海水の塩分除去方法は、海水を製氷する第1の製氷ステップと、前記第1の製氷ステップで生じる排熱を用いて、前記製氷ステップでの製氷を解凍して水を生成する第1の解凍ステップと、前記第1の解凍ステップで生成された水の塩分濃度を検査する検査ステップと、前記検査ステップで検査した水の塩分濃度が既定の濃度より高い場合に、前記第1の解凍ステップで生成された水を製氷する第2の製氷ステップと、前記第2の製氷ステップでの製氷を解凍して水を生成する第2の解凍ステップと、前記第2の製氷ステップおよび前記第2の解凍ステップを繰り返す反復ステップであって、前記反復ステップを実行するごとに、前記検査ステップを実行して、前記第2の解凍ステップで生成された水の塩分濃度が既定の濃度より低くなるまで、前記第2の製氷ステップおよび前記第2の解凍ステップを繰り返す反復ステップを含むことを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0016】

本発明によると、海水の淡水化の運用コストを大幅に低減するとともに、任意の塩分濃度を有する水を容易に生成することができる塩分除去システムおよび方法を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施の形態に係る塩分除去システムにおける、発電から淡水化までの海水、電気エネルギーおよび熱エネルギーの移動の関係の概略を示す図である。

【図2】図1に示す塩分除去システムにおける発電装置の簡略化した構成を示す拡大図である。

【図3】図1に示す塩分除去システムにおける製氷装置の簡略化した構成を示す拡大図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態に係る塩分除去システム1について図1から図3を参照しながら説明する。なお、図面上、システムの各装置の構成の理解を容易にする観点から、各装置の構成部分を適宜拡大または縮小している。

【0019】

〔塩分除去システムの概要〕

塩分除去システム1は、発電装置10と、充電装置20と、製氷装置30と、淡水生成装置40とを備える。

50

【0020】

発電装置10は、後述するようにペルチェモジュールまたはゼーベックモジュール（総称して、「熱電素子」という）を備える。これにより、太陽光照射の加熱による温度と海水の冷却による温度との差によって発電を行い、発電により得た電気エネルギーを図1において矢印Aで示すように充電装置20に出力する。以下の実施の形態では、説明の便宜上ペルチェモジュールを用いた例で説明する。

【0021】

充電装置20は、発電装置10によって発電された電気エネルギーを蓄積し、これにより出力を平均化して、必要な時に電気エネルギーを図1において矢印Bで示すように製氷装置30に供給する。

10

【0022】

製氷装置30も、後述するように、発電装置10と同様のペルチェモジュールを備える。製氷装置30のペルチェモジュールは、充電装置20から矢印Bで示すように電気エネルギーの供給を受け、これにより、貯水槽31内を冷却して内部に溜めた海水35を氷にする。

【0023】

氷は、製氷装置30から取り出されて、図1において破線の矢印で示すように移動されて淡水生成装置40に搬入される。

【0024】

淡水生成装置40は、氷を解凍して水にする。この際、解凍のための熱源として、淡水生成装置40は、製氷装置30の排熱部33から図1において矢印CおよびDで示すように放出される排熱を利用する。

20

【0025】

海水には3.5%の塩分が含まれている。淡水には、0.01%から0.05%までの塩分を含むことが許容されている。このため、淡水生成装置40によって氷を解凍した水に、0.05%以下の塩分が含まれている場合には淡水化は達成されている。

【0026】

一方、より塩分含有率の低い淡水を生成する必要がある場合には、この解凍した水を製氷装置30に戻して再度製氷し、この氷を淡水生成装置40によって水に戻すという工程を2段、3段等必要な回数繰り返す。

30

【0027】

淡水生成装置40では氷を解凍する際に排冷気を得られる。海水1を淡水生成装置40内に通過させ、その際に、排冷気の一部によってその海水1を冷却して低温の海水2にする。海水2は発電装置10に供給され、発電装置10の発電効率が高められる。

【0028】

また、淡水生成装置40の排冷気の一部は、製氷装置30に供給されて製氷のための補助的な冷却のために活用される。

【0029】

淡水生成装置40の排冷気の一部を発電装置10に利用するために、他の方法として、例えば、淡水生成装置40から冷却装置50まで配管41を設け、排冷気を配管41を経由して矢印E1に示すように冷却装置50に供給して海水1を冷却して、発電装置10に供給する海水2を低温にするようにしてもよい。

40

【0030】

また、淡水生成装置40の排冷気の一部を製氷装置30に利用するために、他の方法として、例えば、淡水生成装置40から製氷装置30まで配管42を設け、排冷気を配管42を経由して矢印E2で示すように製氷装置30に供給して、排冷気を製氷のための補助的な冷却のために活用するようにしてもよい。

【0031】

[発電装置]

図2に示すように、発電装置10は、高温部12と低温部13と発電部11とからなる

50

。高温部 1 2 は太陽光の照射によって加熱される部分である。低温部 1 3 は、海水によって冷却される部分で、海水 2 が取水口 1 3 in から流入して排出口 1 3 out から海水 3 として排出される。

【0032】

発電部 1 1 は、高温部 1 2 と低温部 1 3 との間に設けられていて、ペルチェモジュールを備える。ペルチェモジュールは、通電により熱を一方から他方へ移動する機能を有するもので、反対極性にしてその逆方向へ熱を伝えることもできる。また、ペルチェモジュールは、モジュールの一面と他面との間に温度差があればその両端の電極から電力を取り出せる機能も有する。発電部 1 1 では、モジュールの一面と他面との間の温度差から電力を取り出す機能を利用する。

10

【0033】

発電部 1 1 のペルチェモジュールの上端部および下端部は、それぞれ、高温部 1 2 および低温部 1 3 に接している。ペルチェモジュールに引出線 1 4 が接続されていて、引出線 1 4 からペルチェモジュールによって発電された電気的エネルギーが取り出される。

【0034】

なお、発電装置 1 0 を複数設け、これらを、電氣的に、縦列接続して高電圧を得たり、並列接続して高電流を得たりするようにしてもよい。

【0035】

高温部 1 2 に、図 2 に白抜きの矢印で示すように、太陽光が照射され、これにより高温部 1 2 が加熱されると、この熱が、発電部 1 1 のペルチェモジュールの上端部に伝達される。

20

【0036】

一方、低温部 1 3 の取水口 1 3 in から海水 2 が供給されて排出口 1 3 out から海水 3 として排出されると、低温部 1 3 から、海水 3 と海水 2 との温度差に相当する熱エネルギーが奪われて低温部 1 3 が冷却され、これにより、ペルチェモジュールの下端部が冷却される。

【0037】

上記のような太陽光の照射による高温部 1 2 の加熱および海水の循環による低温部 1 3 の冷却に伴い、ペルチェモジュールの上端とペルチェモジュールの下端部との間に温度差が生じる。例えば、温度差は 100℃ 以上になる。

30

【0038】

その温度差によるゼーバック効果により、ペルチェモジュールから電気エネルギーが得られ、引出線 1 4 からその電気エネルギーを取り出すことができる。

【0039】

引出線 1 4 は、電氣的に充電装置 2 0 に接続されていて、図 1 において矢印 A で示すように、発電装置 1 0 から充電装置 2 0 に、発電した電気エネルギーを供給する。発電装置 1 0 から得られる電流は直流である。引出線 1 4 と充電装置 2 0 との間に、DCDC コンバータを設けてもよい。

【0040】

上記の一例の通り、図 1 に示す冷却装置 5 0 に、淡水生成装置 4 0 で得られた排冷気を、配管 4 1 を経由して供給することができる。より詳しく述べると、冷却装置 5 0 は、低温部 1 3 の取水口 1 3 in に接続される配管 5 1 と、配管 5 1 の周囲を覆うように配置された冷却管 5 2 とを備えており、淡水生成装置 4 0 で得られた排冷気が冷却管 5 2 に供給される。

40

【0041】

周囲の海水 1 は、配管 5 1 に取り込まれて冷却管 5 2 で覆われた部分を通過すると、冷却管 5 2 の排冷気によって冷却されて低温の海水 2 になる。海水 2 は取水口 1 3 in から低温部 1 3 に供給される。

【0042】

これにより、海水 1 を低温部 1 3 に通過させた場合と比べて、海水 2 を低温部 1 3 に通

50

過させると、低温部 13 の温度がより低くなり、高温部 12 と低温部 13 との間の温度差が大きくなる。このため、発電装置 10 における発電効率を高めることができる。

【0043】

〔充電装置〕

発電装置 10 において発電量に変動があることが想定される。このため、充電装置 20 は、発電量の変動を吸収して平均化した量を供給できるようにする。また、充電装置 20 は、発電で得た電気エネルギーを貯蔵して、必要とする時に図 1 において矢印 B で示すように製氷装置 30 に供給できるようにする。

【0044】

充電装置 20 から製氷装置 30 までの間に、製氷装置 30 のコンプレッサの駆動用に D C A C コンバータを設けてもよい。

【0045】

〔製氷装置〕

製氷装置 30 は、充電装置 20 から図 1 の矢印 B で示すように電気エネルギーの供給を受けて、貯水槽 31 に溜められた海水 35 を、例えば、 -5°C や -10°C に冷却して氷にするものである。

【0046】

図 3 に示すように、製氷装置 30 は、断熱材 36 から形成された貯水槽 31 と、貯水槽 31 の上部に配置された冷却部 32 と、冷却部 32 の上方に配置されていて冷却部 32 から排熱するための排熱部 33 とを備える。

【0047】

貯水槽 31 は、製氷するための海水 35 を溜めるための空間を有する。冷却部 32 は、ペルチェモジュールを備え、排熱部 33 は排気用のファンを備える。

【0048】

冷却部 32 のペルチェモジュールは、充電装置 20 から製氷装置 30 に、図 1 の矢印 B で示すように電気エネルギーが供給されると、排熱部 33 に接するペルチェモジュールの端部が高温となる一方、貯水槽 31 に接するペルチェモジュールの端部が低温になるように配置されている。

【0049】

ペルチェモジュールの貯水槽 31 側の端部が低温になることにより、貯水槽 31 内の海水 35 を冷却して製氷することができる。

【0050】

ペルチェモジュールの高温になった端部は、排熱部 33 の排気ファンによって冷却される。このときの排熱は、図 1 の矢印 C および D に示すように、淡水生成装置 40 に供給される。

【0051】

ペルチェモジュールによる冷却および製氷の機能を補助するために、別機器として、排熱部 33 がコンプレッサおよび冷媒の凝縮器を備え、貯水槽 31 が冷却器を備えるようにしてもよい。

【0052】

貯水槽 31 に海水を注入したり、貯水槽 31 から製氷後の氷を取り出したりする方法はどのような方法であってもよい。例えば、貯水槽 31 に海水を供給するために配管を設け、貯水槽 31 の開口部を冷却部 32 によって開閉するようにしてもよい。

【0053】

このときは、冷却部 32 は、貯水槽 31 に海水を入れる場合および貯水槽 31 から氷を取り出す場合に、貯水槽 31 の上部の開口部を解放し、製氷する場合に貯水槽 31 を密閉するように機能する。

【0054】

このため、冷却部 32 は、貯水槽 31 の上部で水平方向に移動して貯水槽 31 の開口部を開閉する構造のものでもよく、または、貯水槽 31 に枢軸を介して冷却部 32 を設けて

10

20

30

40

50

、枢軸を中心に冷却部 3 2 を回転することによって貯水槽 3 1 の開口部を開閉する構造のものでよい。

【0055】

ペルチェモジュールの冷却および製氷の機能を補助するために、別機器として、冷却部 3 2 がコンプレッサおよび冷媒の凝縮器を備え、貯水槽 3 1 が冷却器を備えるようにしてもよい。

【0056】

製氷の際には、貯水槽 3 1 内を海水で満たし、冷却部 3 2 に電力を供給してペルチェモジュールを機能させ、これとともに、排熱部 3 3 の排気ファンを作動させる。

【0057】

海水 3 5 が氷になるときには、貯水槽 3 1 内では、水の部分から塩分が除去され、液体の部分に、塩分が凝縮されることになる。製氷装置 3 0 が海水 3 5 の冷却を続けると、塩分が凝縮された部分も凍結することになる。

【0058】

このため、製氷装置 3 0 は、溜められた海水 3 5 の全体が凍らない程度まで製氷を行う。海水を溶液、水を溶質、塩を溶媒とすると、塩分濃度の 3.5% の海水では、溶質の水は 96.5% を占めるので、その溶質の値に近い割合まで、水分の凍結を行うことができる。

【0059】

製氷装置 3 0 から取り出された氷は、図 1 において破線の矢印 F で示すように移動されて淡水生成装置 4 0 に搬入される。一方、貯水槽 3 1 に残った未凍結の海水は、貯水槽 3 1 から取り出されて図示していない別の貯水槽に一時的に溜められる。

【0060】

この一時的に溜められている海水の温度は低いため、次の新たな海水の製氷の際に、貯水槽 3 1 に溜めた新たな海水 3 5 を冷却するために補助的に用いることができる。例えば、貯水槽 3 1 内に蛇行する配管を設けて、その配管に、一時的に溜められている低温の海水を通すことにより、冷却部 3 2 のペルチェモジュールを機能させる前に、新たな海水を冷却するようにしてもよい。

【0061】

〔淡水生成装置〕

淡水生成装置 4 0 は、氷を解凍して水にする装置である。この解凍の際、製氷装置 3 0 の排気部 3 3 の排熱ファンによる排熱を図 1 において矢印 C および D で示すように利用する。この場合、製氷装置 3 0 の排気部 3 3 と淡水生成装置 4 0 とを金属で直接に連結して伝導させると、製氷装置 3 0 の排気部 3 3 の排熱を淡水生成装置 4 0 での淡水のために効率よく利用することができる。

【0062】

また、上記の通り、淡水生成装置 4 0 では氷を解凍する際に排冷気を得られる。この排冷気は、淡水生成装置 4 0 から冷却装置 5 0 および製氷装置 3 0 に供給されて、発電装置 1 0 の低温部 1 3 に供給される海水および製氷装置 3 0 の貯水槽 3 1 に溜められる海水の冷却に活用される。これにより、発電装置 1 0 における発電効率や製氷装置 3 0 における海水の冷却効率が高められる。

【0063】

上記の実施の態様の塩分除去システムによると、発電装置 1 0 の低温部 1 3 を冷却するための海水 2 が冷却されて、高温部 1 2 と低温部 1 3 との間の温度差を大きくすることができる。このため、ペルチェモジュールの発電効率を高めることができる。

【0064】

また、製氷装置 3 0 の製氷の際に淡水生成装置 4 0 からの排冷気を用いることができるため、製氷効率を高めることができる。

【0065】

従来の海水淡水化装置の造水コストは極めて高いのに対して、本実施の形態の塩分除去

10

20

30

40

50

システムによる発電装置の運用コストは、太陽熱と海水の温度差を利用するので発生しない。

【0066】

また、本実施の形態の塩分除去システムによると、製氷・解凍工程での排熱と排冷気とを繰り返し再利用して発電効率を高めることができ、これにより製氷・解凍効率も高めることができるため、設置後の造水コストが極めて低くて済む。これらの結果、発電装置での余剰電力を他のシステムに活用したり電力会社に販売したりすることも可能になる。

【0067】

[他の実施の形態]

上記の実施の形態では、製氷装置30の駆動のために、太陽熱と海水との温度差を利用した発電装置10によって発電した電力を用いた。このような発電方式に代えて、他の自然エネルギーを利用した発電装置、例えば、太陽光発電装置、風力発電装置等を用いてもよい。

10

【0068】

上記の実施の形態では、発電装置10および充電装置20の代わりに、製氷装置30は、商用電源から電力の供給を受けてもよい。この場合には、商用電源から製氷装置30までの間に、ACDCコンバータを設けてもよい。

【0069】

また、上記の実施の形態では、淡水生成装置40から冷却装置50まで配管41を配置して、淡水生成装置40の冷気を冷却装置50まで導くことによって発電装置10の低温部13に供給する海水を冷却した。

20

【0070】

これは、淡水生成装置40からの冷気を用いて低温部13に供給する海水を冷却するための構造をわかり易くする説明するための一例を示したにすぎず、この例に限定されるものではない。例えば、配管41を使用せずに、発電装置10の低温部13に海水を供給する配管51を淡水生成装置40内を通過させ、その際に淡水生成装置40内の冷気によって配管51内を通過する海水を冷却するようにしてもよい。

【符号の説明】

【0071】

1 塩分除去システム

30

10 発電装置

11 発電部

12 高温部

13 低温部

13 in 取水口

13 out 排出口

14 引出線

20 充電装置

30 製氷装置

31 貯水槽

40

32 冷却部

33 排熱部

35 海水

36 断熱材

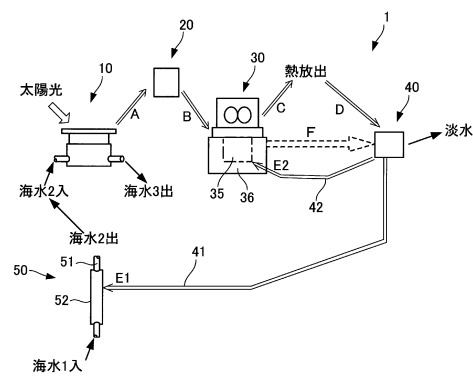
40 淡水生成装置

41, 42, 51 配管

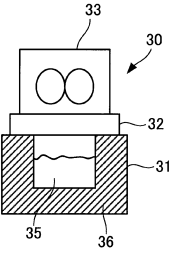
50 冷却装置

52 冷却管

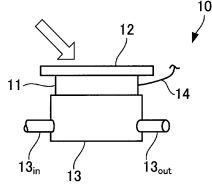
【図 1】



【図 3】



【図 2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-311262 (JP, A)
特開平01-119387 (JP, A)
特開平01-143684 (JP, A)
特開平06-177437 (JP, A)
特開2005-270859 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F 1/22
F25C 1/00
H01L 35/00 - 37/04