

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-544928

(P2009-544928A)

(43) 公表日 平成21年12月17日(2009.12.17)

(51) Int.Cl.
F25C 1/00 (2006.01)F I
F25C 1/00 Z

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2009-521826 (P2009-521826)
 (86) (22) 出願日 平成19年7月24日 (2007.7.24)
 (85) 翻訳文提出日 平成21年3月22日 (2009.3.22)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/016765
 (87) 国際公開番号 W02008/013870
 (87) 国際公開日 平成20年1月31日 (2008.1.31)
 (31) 優先権主張番号 60/832,777
 (32) 優先日 平成18年7月24日 (2006.7.24)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 11/731,717
 (32) 優先日 平成19年3月30日 (2007.3.30)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 504133590
 エニス、ベン エム.
 アメリカ合衆国、ネバダ州 89052、
 ヘンダーソン、パニニ ドライブ 123
 1
 (71) 出願人 505199463
 リーバーマン、ポール
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 90
 503-1121、トーランス、マイルド
 レッド アベニュー 19815
 (74) 代理人 100101281
 弁理士 辻永 和徳

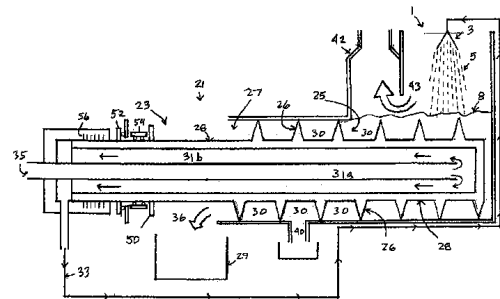
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脱塩方法及び連続的らせん形スラッシュ回収システムを使用した脱塩システム

(57) 【要約】

本発明は冷凍温度のためのソースとして圧縮空気エネルギーを使用した、冷凍結晶化技術を使用した脱塩方法およびシステムに関する。圧縮空気がターボエキパンダーにより解放された時に、冷却空気が副生成物として生成される。ここで冷却空気は室内に導入され、ここで冷たい室壁で熱交換された予め冷却された海水液滴の噴霧雲が循環され、室内の冷却空気に暴露される。ついで液滴が室の底部に落ち、それらは共晶温度よりも少し高い温度で堆積され、氷/塩水スラッシュ混合物を形成する。スクリー状のらせん形のブレードを使用するスラッシュの除去機構は、室からの氷粒子の連続的な回収を提供する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

以下を含む、海水を脱塩して氷を連続的に回収するシステム：

空気を圧縮するための圧縮機、

圧縮空気を膨張させて冷却空気を共生成するためのエキスパンダー、

氷粒子がその中で形成可能である室であって、少なくとも一つのノズルを有し、このノズルを通して海水が該室中へ液滴として噴霧されることができ、エキスパンダーからの冷却空気が該室の中に導入されることができ、海水の冷却空気への曝露により純水からなる氷粒子がその中で形成可能である室、

前記室からの氷粒子の回収を助け、それにより海水の不純物から氷粒子中の純水を分離するのを助ける、前記室の底部に位置し、横長の出口室中を横に延びる軸上の回転可能なブレード要素。

10

【請求項 2】

前記ブレード要素が前記室の底部から外方向へ出口室を通して横に延びるらせん形スクリュウ状の要素を備え、前記ブレード要素は出口室の内部円筒状周面と実質的に同面に延びる均一直径を有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記室から前記出口室下流の底部に沿って排水管が設けられる、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記出口室内の排水管のさらに下流に、氷粒子を出口室から回収する手段を備えた出口点が設けられた、請求項 3 に記載のシステム。

20

【請求項 5】

前記手段が下へ揺動して氷粒子を出口室の下へ落とすトラップ扉を備える、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記出口室が実質的に密封され、システムが活性化される前に前記室内部の圧力を増加できる、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 7】

前期出口室の末端に排気管が設けられ、前記室内部の圧力の一部を解放することを許容し、出口室内部表面の少なくとも一部が真ちゅう製である、請求項 6 に記載のシステム。

30

【請求項 8】

前記室に近接して側室が設けられ、この室から冷却空気が外へ循環し、同時に、より小さな氷粒子を前記室の底部に落下させる、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記側室は前記出口室と同じ方向に延在し、前記側室内で落下する氷粒子が前記ブレード要素上に堆積する、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記室の壁には海水が前記室内の壁の温度調整を助け、海水の冷却も助けるために使用される少なくとも一つの管または空洞が提供される、請求項 1 に記載のシステム。

40

【請求項 11】

前記室の壁には前記圧縮機からの加熱空気がその中を循環できる少なくとも一つの管または空洞が提供され、前記室内の壁の温度調整を助け、前記圧縮空気の冷却も助ける、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記ブレード要素には海水がその中を循環する少なくとも一つの管または空洞が提供され、前記ブレード要素の温度調整を助け、海水の冷却も助ける、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記室に導入される冷却空気の温度が海水の共晶温度未満であり、前記氷粒子が前記室の

50

底部にスラッシュの形態で堆積し、前記室の底部のスラッシュの温度が海水の共晶温度より上である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 1 4】

システムが以下の少なくとも一つを含む、請求項 1 に記載のシステム：

- 1) 海水が上方から下方へ前記室内部に噴霧され、冷却空気が前記室内部で上方へ流れるように導入されるようにシステムが構成されていること、
- 2) 海水が上方から下方へ前記室内部に噴霧され、冷却空気が前記室内部で海水と同方向で下方へ流れるように導入されるようにシステムが構成されていること。

【請求項 1 5】

以下を含む海水の脱塩方法：

- 圧縮空気エネルギーを生成するために空気を圧縮すること、
- 圧縮空気をエキパンダーで解放し、冷却空気を共生成すること、
- 室に冷却空気を導入すること、前記室内に少なくとも一つのノズルで液滴の形の海水を噴霧すること、
- 前記海水液滴を前記室内で冷却空気に曝露し、それによって純水からなる氷粒子を形成し、それら氷粒子を前記室の底部に落下させること、
- 前記室の底部に位置する横長の出口室内で横方向に延在するシャフト上で回転可能ならせん形スクリー状ブレード要素を作動させ、前記室から氷粒子を回収し、それによって海水内不純物から氷粒子内に純水を分離するのを助けること。

【請求項 1 6】

前記ブレード要素が前記出口室の内部円筒面と実質的に同じ面を有して延在し、前記出口室は前記システムが活性化される前に前記室内部の圧力を増加できるように実質的に密封され、前記ブレード要素およびノズルが活性化される前に前記室は実質的に密封され、前記冷却空気は予め定められた安定状態の温度に前記室の温度を低下可能である、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

排気口が前記出口室の末端に設けられて、前記室内部圧力の一部が解放されることを許容し、システム活性化後に前記排気口が僅かに開き、ブレード要素の働きによってスラッシュ混合物が出口室に沿って長手方向に移動される、請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

スラッシュ混合物が前記室の底部でブレード要素環状路を満たし始めた時に、室内部での圧力維持を補助する空気不浸透性層を実質的に提供し、同時に前記スラッシュ混合物が出口室に沿って横方向外側へ押される、請求項 1 7 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記ブレード要素が回転してスラッシュを混合する時に、前記液体塩水は前記室から下流の出口室の底部に沿って設けられた排水管を経て実質的に排出される、請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記ブレード要素が回転する時に、氷粒子を含むスラッシュが排水管の先まで更に下流へ横方向へ移動し、出口点を通って落下して、前記出口室から回収される、請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 1】

側室が前記室に隣接して設けられ、前記室内の冷却空気が前記側室を通過して前記室から循環して排出し、同時に、前記室内の小さな氷粒子が前記室の底部に堆積することが許容される、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 2 2】

海水の共晶温度より低い温度で前記冷却空気を導入し、前記室の底部にて氷 / 塩水スラッシュ混合物を前記共晶温度より高い温度に保つことを含む、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 2 3】

次のステップのうちの少なくとも一つを含む、請求項 1 5 に記載の方法：

1) 上方から前記海水を前記室内へ噴霧し、前記冷却空気を前記室内で上方へ流れるように導入すること、

2) 前記海水が上方から下方へ前記室内に噴霧され、前記冷却空気を前記室内で前記海水が噴霧される方向と同方向下向きで噴霧されるように導入すること。

【請求項 2 4】

前記室の壁内部及び／又はブレードの少なくとも一つの管又は空洞を通して海水を循環させて前記室の壁及び／又はブレードを暖めるのを補助し、前記室及び／又はブレード内部の低温度を前記海水が噴霧される前に予冷するために利用する、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記室の壁内の少なくとも一つの管又は空洞を通して圧縮機から加熱空気を循環させて前記室の壁を暖めるのを補助し、前記室内部の低温度が前記エキスパンダーへ循環する時に加熱空気を予冷する、請求項 1 5 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は脱塩システムの技術分野、特に結晶化室の底部で氷／塩水混合物を生産するために圧縮空気エネルギーシステムを使用した脱塩方法およびシステムに関し、らせん形スラッシュ回収システムが提供されて、氷粒子を連続的に結晶化室から回収可能にするものである。

【背景技術】

【0002】

米国においては、国の大部分の地域で入手可能な新鮮な飲料水の適切な供給が可能である。給水が不足している地域においてさえ、入手可能な場所から必要である場所へ水を輸送するための努力が払われてきた。たとえば、飲用目的だけでなく、農業用及び灌漑用の目的でも十分な量の水が利用となるように、大量の水がコロラド川からカリフォルニア上水路を経て、南カリフォルニア地方の人口密度が高く乾燥した地域に現在運搬されている。水を供給し輸送する他の手段として、公共施設網や湖、貯水池、河川、氷河、等からの配管路を経たものも存在する。

【0003】

それにもかかわらず、新鮮な飲料水が容易に入手できない、もしくは、必要な場所への水の運搬が不便か費用的に許されない地理的な場所が米国および世界全体にわたって多く存在する。これらの地域には、山岳領域、農村地帯、島、等が含まれる。乾燥もしくは不毛気候のような海岸線に近い大人口中心地で、十分な海水はあるものの、その人口を支えるための飲料水が充分ではない場所もある。

【0004】

したがって、新鮮な飲料水を海水から作り出す脱塩システム及び脱塩方法が過去に開発された。どの脱塩システムにおいても鍵は、ベースの水から塩および他の不純物を始めとする汚染物質を分離し、新鮮飲料水を生産する能力である。単純さのために、「海水」という用語は、本願明細書においては実際に海からの水であろうと他のいかなる水源からの水であるかを問わず、浄化の必要があるすべて汚染水について用いられる。

【0005】

成功の程度は異なるが、1) たとえば煮沸によって海水を水蒸気に転換する、加熱又は他の手段を利用する熱的方法、2) 水と塩を分離する材料の比較的薄い浸透層を使用する膜による方法、及び3) 凍結プロセス及び新鮮な飲料水を生産するために海水の状態図を利用する凍結結晶化プロセスを含む、少なくとも三つの異なる型の脱塩システムが現在利用されている。

【0006】

本発明は、この凍結結晶化プロセスの変形に関連して利用される。凍結結晶化プロセスが他のプロセスと異なる点は、海水がたとえば冷媒を介して海水を低温に暴露し、海水を

10

20

30

40

50

凍結し、純水からできた固形氷晶の形成を助け、残留する原料水に含まれる塩汚染物から分離可能なことである。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、既存の脱塩方法とシステムには欠点があるので、新鮮な飲料水が海水から連続的に生産可能な非常に効率的で経済的な脱塩システムが必要である。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

本発明は、結晶化室の底部で圧縮空気エネルギーシステムを使用して海水を凍結し、スラッシュ状の氷 / 塩水混合物を形成する脱塩システムを利用して、氷晶の連続的回収を容易にする。好ましくは、脱塩システムは圧縮空気エネルギーシステムを組み入れ、そこでは圧縮空気は解放され、副産物として冷却空気を生成し、そして冷却空気は結晶化室に導入され、結晶化室に噴霧される海水液滴を瞬間的に凍結するために用いられる。従来の凍結結晶化法におけるように、脱塩目的で海水の温度を低下させるために冷媒を使用のではなく、本発明では、圧縮空気エネルギーを解放して、膨張させた清潔な冷却空気を使用し、直接海水液滴と混合し、凍結氷粒子を生成して海水を脱塩する。

10

【 0 0 0 9 】

脱塩システムは、一般に次の工程を含む：

1 . - 8 0 もしくは - 1 7 5 ° F の低温と一気圧より僅かに高い圧力下で、冷却空気の体積流を生成し、断熱結晶化混合室にこの冷却空気を導入する。この冷却空気は、圧縮空気を膨張させるためのターボエキスパンダーを使用することによって生成し、または共同で電気と副産物として冷却空気を生成するターボエキスパンダーおよび発電機により生成可能である。

20

2 . 液滴雲として結晶化室に噴霧可能な海水の体積流を生成し、冷却空気と混合して海水液滴の温度を、正常な海水では約 - 2 1 . 2 もしくは - 6 . 2 ° F である共晶温度もしくは僅かに高い温度まで低下させる。この点に関して、海水が結晶化室に噴霧される前に予め冷却するようにシステムを調整することができる。これは結晶化室を囲むパイプ及び / 又は空洞に海水を流すことによって達成され、結晶化室内の低温は海水が結晶化室に導入される前に、熱交換を経て海水を冷却するために用いられる。

3 . 海水液滴が冷却空気と混ざり始め、熱交換により瞬間的に凍結すると、純水氷晶の形成が開始され、各液滴のまわりの塩水溶液から分離し始める。数秒未満で、氷の形成が開始され、濃縮塩水から分離して、多くの氷が形成されるにつれて、塩水はより濃縮される。次にこれら部分的に凍結された氷粒子は結晶化室の底部に落下し始め、それらはそこで集まって氷 / 塩水スラッシュ混合物を形成する。

30

4 . 本システムは、好ましくはスラッシュ混合物の温度を共晶温度より僅かに高く維持し、その結果、混合物は湿ってスラッシュ状であり、凍結もしくは塩結晶を形成することがない。本発明が、十分な量のスラッシュが生成するたびに凍結結晶化プロセスを止めることなく、連続的に結晶化室の底部から回収するように設計しているのは、このスラッシュ状の氷 / 塩水混合物である。

【 0 0 1 0 】

40

本発明の脱塩システムは好ましくは結晶化混和室を含み、海水および冷却空気はこの結晶化室内で混合される。海水は、好ましくは加圧されてノズル列を通過し、海水液滴の噴霧液滴を形成する。前記混和室に冷却空気を噴射し、海水液滴を冷却空気に曝露して、冷却空気によって循環し、氷晶が各液滴内で形成され始める。

【 0 0 1 1 】

効率的に結晶化室の温度を制御するために、結晶化室の壁は好ましくは結晶化室のまわりを囲む管及び / 又は空洞を備え、海水がその全体にわたり分配されるようにする。これは結晶化室の温度調整を助けるが、海水が結晶化室に入る前に凍結温度に近い温度に予備冷却することも助けるので、海水が一度結晶化室に入ると、海水はより急速に凍結する。圧縮機からの廃熱はまた同様の効果、すなわち前記結晶化室を囲むパイプ及び / 又は空洞

50

を通して分配され、前記結晶化室の壁に氷粒子が付着したり集まったりするのを防止するのを助ける効果を得るために用いられる。これも熱交換器として作用し、前記圧縮機からの加熱空気は予め冷却され、その後ターボエキスパンダーに送られて膨張し冷却空気を生成する。

【 0 0 1 2 】

海水がその共晶温度（約 - 2 1 . 2 ）近くに冷却されて、固形氷（凍結新鮮水）と液体塩水（水溶媒中の高濃縮塩溶質）に分離するので脱塩が起こり、氷晶の形成によってその構造から塩水が強制的に排出される。この点で、海水の凍結は好ましくは2つの段階で起こる：（1）冷却された結晶化壁を囲む管または空洞を通して送られる濾過海水の冷却（強い冷却効果）、及び（2）前記結晶化室内で冷却空気内を通過する飛翔中の海水液滴の冷却（液滴の冷却を伴う短い滞留時間）。

10

【 0 0 1 3 】

スラッシュ混合物は好ましくは次の方法で前記結晶化室から回収される：

連続的に作動可能な、前記結晶化室の底部に位置する水平配向らせん形スクリー状ブレード要素を使用して、連続的な氷回収システムが開発された。このメカニズムは、回転して前記結晶化室の底部に形成された氷粒子を主結晶化室の底部の出口室の開口を通して横方向に移動させるブレードを有する。このためには氷粒子が硬い氷の塊としてではなく、スラッシュを形成し、それがブレードに付着しないよう、そして、それが容易に横方向に押されることが必要とされる。

20

【 0 0 1 4 】

本発明によって解決される問題の1つは、どのようにスラッシュ混合物を主結晶化室の開口を通して連続的に動かせ続けるかであり、同時に主結晶化室内の圧力をどのように維持してスラッシュを強制的に排出するかである。圧力が主結晶化室に加えられても結晶化室が密封されていないと、空気は単に開口を通過し、内部圧力は高くない。

【 0 0 1 5 】

問題は、次のように解決される：スラッシュは好ましくは実際上空気不浸透に形成される、すなわち、スラッシュは好ましくは湿っており、小さな氷粒子とその氷粒子に付着した液状の塩水を含み、一貫してスラッシュ状の物質を形成する。このように、前記ブレードの働きによって前記スラッシュが開口へ向かって横方向に力を加えられ、結晶化室内の気圧が増加するにつれて、スラッシュはブレード内の環状容積を充たし、その結果スラッシュが通過するにつれてスラッシュは出口室を密封し、出口点を通る加圧空気の流出を防げる。前記ブレードはまた出口室と同じ面（flush）で端周囲を封止していることが好ましく、これはブレードの外形と同じ面で固くフィットする、たとえば真ちゅう製の、封じ込め壁（containment wall）の使用で達成され得る。そのように、ブレード、空隙または間隙をスラッシュで充填することによって、底部の出口室は効果的に密封され得るが、スラッシュが出口点を通して出て行くのを妨害することは無い。

30

【 0 0 1 6 】

本発明によって解決される追加の問題は作業の開始に関連し、スラッシュがまだ完全にブレードを充填しておらず、前記主結晶化室において空隙や間隙を満たす圧力が必要な場合に関する。この問題は運転開始時の構成により解決され、出口室を封止し、回収すべき氷粒子のためのトラップ扉を閉じ、閉じ込めた空気を外へ出すことができる小さな排気口を有する。このようにして、前記システムを作動開始すると、前記主結晶化室内の圧力が上昇し、維持され、スラッシュが流れ初めて、ブレード内の空隙または間隙を満たすことが充分可能となる。次に、一旦スラッシュが空隙および間隙を満たすと、すなわち、開口のまわりに空気不浸透な障壁を造ると、トラップ扉が開けられ氷粒子が出口室から、すなわち出口点を通して流出されることが可能となるが、同時に、スラッシュは前記開口内のブレードまわりを囲んだままであって、出口室を封止している。スラッシュは好ましくは開口を経る空気の通過を防ぎ、同時に、スラッシュは出口室を通過して横下方に出口点へ動くことが可能であり、ここで氷粒子は氷晶収集容器内及び/又はコンベヤに落下可能で、氷粒子はそこで回収され、溶かされる。

40

50

【 0 0 1 7 】

側室が好ましくは前記主結晶化室の横に設けられ、前記主結晶化室内の冷却空気はこの側室を通過して出て行く。側室の形状によって好ましくは前記主結晶化室の底部で冷却空気を「方向変換」し、空気が横道を移動し、前記側室を上方へ通過し外へ出るが、その一方で、海水液滴は前記主結晶化室の底部に堆積する。これは、好ましくは小さな海水液滴の前記主結晶化室の底部への堆積を引き起こし、より多くのスラッシュが横下方へ開口に向かって押出されることを助け、同時に空気流が液滴の落下を妨害することの防止を助ける。

【 0 0 1 8 】

前記ブレードが回転し、前記スラッシュが前記出口室を横方向に移動するにつれ、塩水は好ましくは氷粒子から分離し始めて、集合し、前記開口の好ましくは下流にある出口室の底部に位置する排水管を流下する。前記ブレードは氷生成を破壊し易く、塩水水溶液の排水を容易にする。排水管の下流位置は、液状の塩水が分離せずに、早まってスラッシュから流出せずに、混合されて、前記主結晶化室開口の近くのスラッシュの一部が残留し、前記スラッシュは空気不浸透なままで前記開口を密封することを好ましくは確実にする。

【 0 0 1 9 】

前記ブレードはスラッシュを出口室を通して出口点に向けて動かし続け、より多くの塩水がスラッシュ混合物から排出され、スラッシュ混合物は好ましくは大部分が純粹の氷粒子と、塩水があった場所の小さい僅かなエアポケットおよび気泡から成り始める。すなわち、前記スラッシュが出口点に到着する頃には、混合物は好ましくは大部分が「乾いた」状態で、氷粒子に混入している液状の塩水は極く少量もしくは全くない。この時点で、氷粒子は前記ブレードによって出口室を通過して押動され、氷粒子はトラップ扉が位置する出口点を通して氷収集容器内またはコンベヤ上へ落下し、前記コンベヤは氷粒子が溶かされて純水になり得る場所へ運搬する。

【 0 0 2 0 】

氷塊は水でできており、したがって、低温であるので、溶けて生成される新鮮水は冷水となる。そこから、新鮮な冷水が飲用の目的で分配可能であり、また他目的のために使用可能であり、たとえば空調システムによる後の使用のために貯蔵されることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の連続的氷回収システムの側断面図であり、右側には結晶化室を示し、海水液滴を噴霧するための噴霧器と冷却空気用の注入器、及び氷を回収するための、下側の水平開口を通して結晶化室の底部に沿って水平に延びるらせん形スクリー状ブレードを有する連続回転軸を備えている。

【 図 2 】 図 2 は図 1 に示した連続的氷回収システムの平断面図であり、図 5 で示されるような主結晶化室のまわりに延在するパイプを通して加熱圧縮空気を供給するターボ圧縮機を示す。

【 図 3 】 図 3 は図 1 の主結晶化室およびブレードの断面図であり、堆積した氷晶塊および濃縮ブラインがブレードのまわりで生成する様子を示している。塩水はそれ自体、重力によって氷 / スラッシュ塚の底部に流下することに留意されたい。

【 図 4 】 図 4 は図 1 に示す連続的氷回収システムの異なる運転開始構成を示し、前記出口室の側部に沿って、また終端に位置するブレード用の真鍮収納壁を有する。前記壁は、ブレードの長さ方向に沿って複数ブレードと同一面で固くフィットし、複数ブレードまわりの出口室内の空気を捕捉するように設計され、ブレード終端には固体障壁を設けた。この実施態様も捕捉された空気が排気可能な通気管（上部）を有し、後述のとおりトラップ扉（底部に示す）は運転開始期間の間は閉じたままであり得るが、端容積充填の後には開扉可能となる。前記主結晶化室の下流には回収すべき塩水のため排水管が位置している。

【 図 5 】 図 5 は、図 1 の主結晶化室および側室の断面図を示し、結晶化室の壁を通して海水及び / 又は加熱圧縮空気を循環させるために、前記壁のまわりに延在するパイプ及び / 又は空洞を備えている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

発明の詳細な説明

図1に示すように、本発明の脱塩システムは好ましくは断熱された結晶化混合室 1 を含み、海水および冷却空気はこの結晶化室内で混合される。この結晶化室 1 および側室 4 2 は、図 1 において縮尺通りではない。結晶化室 1 の下側の区分は、本発明のスラッシュ回収システムを含み、これは更に以下に詳細に議論される。

【 0 0 2 3 】

結晶化室 1 の上部には、好ましくは結晶化室 1 内に海水液滴 5 の噴霧を生成可能なノズルもしくはノズル列 3 が存在する。ノズル 3 は、好ましくは結晶化室 1 に液滴雲 5 として噴霧可能な海水の体積流を生成する。脱塩システムは好ましくは海水がノズル 3 を経て結晶化室 1 に移る前に、前記海水を加圧して濾過する。

10

【 0 0 2 4 】

好適な実施態様は冷却空気を生成するために圧縮空気エネルギーシステムを使用し、前記冷却空気は結晶化室 1 に導入されて、液滴 5 の瞬間凍結に使用される。冷却空気は、落下している海水液滴 5 と相互作用するように結晶化室 1 の上部に導入されることが好ましく、液滴 5 の温度は共晶温度もしくはそれよりわずかに暖かい温度まで減少させることが好ましい。この共晶温度は、通常の海水では約 - 2 1 . 2 、または約 - 6 . 2 ° F である。図 5 に示すように、冷却空気の体積流は上部入口 4 から、好ましくは - 8 0 もしくは - 1 7 5 ° F の低温で一気圧より僅かに高い気圧下で結晶化室 1 内に導入可能である。

20

【 0 0 2 5 】

この冷却空気は空気を圧縮するターボ圧縮機 9 と圧縮空気を膨張させるターボエキスパンダー 7 を使用して生成可能で、それ自体で、または電気および冷却空気を生成する発電機と連動して副生成物としての生成が可能である。圧縮空気はまた、ターボエキスパンダー 7 を使用することによって貯蔵も解放も可能である。従来の凍結結晶化法の場合と同様に、脱塩目的のために海水の温度を下げる冷媒を使用するのはなく、本発明では圧縮空気エネルギーを解放し、膨張させることから誘導される清浄な冷却空気を使用する。冷却空気を結晶化室 1 に導入して、海水液滴 5 を冷却空気に曝露し冷却空気によって循環すると、各液滴 5 内で氷晶の形成が開始される。

【 0 0 2 6 】

この点で、各海水液滴 5 の体積サイズおよび海水と冷却空気の温度は好ましくは予め決定され、また結晶化室 1 の外形寸法および構造が決定される。また、好ましくは得られる混合物が凍結および脱塩目的のための最適温度に急速に達することを確実にするために、海水噴霧と冷却空気が結晶化室 1 に注入される方法が予め定められる。冷却空気は上向きに注入して対向流を作ること、下向きに注入して共流シナリオを作ることとも可能であるが、図 5 に示すように、海水液滴 5 と同じ方向に下向きに注入することが好ましい。

30

【 0 0 2 7 】

効率的に結晶化室 1 の温度を制御するために、図 5 に示すように、結晶化室の壁 1 1 は、吸い込んだ温暖海水及び / 又は圧縮機 9 からの加熱圧縮空気によって加熱され、氷が壁 1 1 に集まって付着しないようにすることが好ましい。結晶化室の壁 1 1 の温度を制御するために起こる熱交換に加えて、吸い込んだ海水が前記壁を通過するときに、後述する通り、前記壁は海水が結晶化室 1 へ噴霧される前に海水を予冷することを助け、圧縮空気が結晶化室の温度を制御するために用いられる場合には、前記壁は圧縮空気がターボエキスパンダー 7 によって膨張させられる前に空気を予冷することを助ける。

40

【 0 0 2 8 】

好ましくは、海水を使う場合、海水は濾過され、加圧され、管 1 5 へ供給されるが、図 5 に示す通り、海水は結晶化室 1 の周囲を囲む管 1 3 を経て分配されることが好ましい。前記管 1 3 も使用可能で、分割部材を有する二重壁システム間の空洞によって結晶化室の壁 1 1 を形成することも可能である。このように、結晶化室 1 の温度制御に加えて、海水は熱伝達によって予冷却することが可能であり、一旦海水が結晶化室 1 に入れば、より急速に結氷する。結晶化室 1 に入る前の海水の温度は、蒸留水の凝固点 (0 又は 3 2 ° F

50

）と同等もしくは僅かに低いことが好ましい。

【 0 0 2 9 】

圧縮機 9 からの廃熱が、また、同様の効果のために使用可能である。すなわち、結晶化室 1 のまわりで、氷粒子が前記壁 1 1 に付着し集まるのを防止することが望ましく、従って、圧縮機 9 からの廃熱を使用する一つの道は加熱圧縮空気もしくは廃熱によって作られる温水を結晶化室 1 のまわりに延在する管 1 3 及び / 又は空洞内で分配することである。これも熱交換器として作用するので、加熱空気がターボエキスパンダー 7 へ送られる前に、圧縮機 9 からの加熱空気を予冷却することが可能であり、従って、ターボエキスパンダー 7 によって解放される空気は、より効率的に、より低温になり得る。

【 0 0 3 0 】

低温の結晶化室 1 を囲む管 1 3 を圧縮空気が通過するまでには、熱伝達によって熱圧縮空気が冷却される。冷却された圧縮空気は、ターボエキスパンダー 7 によって膨張させられて、主結晶化室 1 に導入される超冷却空気を作る。このように、空気は加圧され、冷却され、ターボエキスパンダー 7 を通過してさらに冷却され、その結果主結晶化室 1 内の海水液滴 5 を凍結する超冷却空気の連続流が生ずる。これにより、圧縮空気は配管内で、実質的に「タンクのない」システム内で貯蔵可能となる。

【 0 0 3 1 】

前記海水及び / 又は加熱空気の温暖な温度は、氷が結晶化室の壁に集まらないように助け、結晶化室内部温度を制御し、内部の一貫した温度を維持する。同時に、結晶化室内の低温からの、結晶化室を囲む配管及び / 又は空洞への熱伝達は海水及び / 又は加熱空気を冷却するのを助け、海水を結晶化室内へ噴射する前に予冷するのを助成し及び / 又は加熱空気をターボエキスパンダーによって冷却して、結晶化室 1 へ導入する前に冷却することを助ける。海水の予備冷却の多くは海水が管 / 空洞内にあるときに起こり、海水および圧縮空気から熱を結晶化室壁および結晶化室空気に移す優れた手段がそこに存在することが好ましい。

【 0 0 3 2 】

図 5 は結晶化室 1 の上半分のまわりに分配される加熱圧縮空気を示し、一方暖かい海水が結晶化室 1 の下半分のまわりに分配されることを示す。しかしながら、他の実施態様においては、加熱空気は下半分のまわりに分配されることが可能で、海水は上半分のまわりに分配されることが可能である。

【 0 0 3 3 】

海水がその共晶温度（約 - 2 1 . 2 ）近くに冷却されて、固形氷（凍結新鮮水）と液状塩水（水溶媒中の高濃縮塩溶質）に分離するので脱塩が起こり、氷晶の形成によってその構造から塩水が強制的に排出される。この点で、海水の凍結は好ましくは 2 つの段階で起こる：（ 1 ）冷却した結晶化壁 1 1 を囲む管 1 3 及び / 又は空洞を通して送られる濾過海水の冷却（強い冷却効果）、及び（ 2 ）前記結晶化室 1 内の冷却空気を通過する飛翔中の海水液滴 5 の冷却（液滴 5 の冷却を伴う短い滞留時間）。

【 0 0 3 4 】

冷却空気を通る液滴 5 の下向き飛行の間、各液滴は中央へ向かって内部方向に低温になり始め、ついには、液滴のシェル内で氷晶の形成が開始される。典型的には、凍結は外側から内側へ向けて起こる、しかし経時により、形成される氷構造は塩水を外側へ強制的に移動し、すなわち塩水を排除する。濃縮塩水コアのまわりに形成されるすべての氷シェルが内部応力および断片を発達させ、濃縮液体塩水を氷シェルの外部に強制的に移動させることも観察された。これらのコーティングされた氷晶が互いに衝突すると、塩水溶液は新たに形成した氷晶複合体を囲むことを強いられる。塩水によって囲まれる氷のマクロ構造が完全に分離するまで、このプロセスは続く。

【 0 0 3 5 】

一例においては、直径 4 , 0 0 0 ミクロンより大きな液滴 5 は、未だ凍っていない内部のコア部分を有することがあって、直径 2 0 0 ミクロン未満の液滴は完全にその中央まで凍っている可能性がある。全ての液滴が同一寸法である場合であっても、同一寸法の各液

10

20

30

40

50

滴において、数や寸法が変化する顕微鏡学的な核のまわりで氷が形成するプロセスによっては、幾つかが遅れて凍結し幾つかが早く凍結することが観察された。

【 0 0 3 6 】

液滴 5 が凍結して固体氷粒子および液状塩水の二相溶液を形成することが重要で、液滴が飛行中に共晶温度もしくは共晶温度近くに達することが望ましい。他方、前記結晶化室を通過する際に液滴があまりに低温（共晶温度より低温）になる場合、各液滴内の新鮮水は固体の塩結晶及び固形塩と共に凍結することがあり、その場合、塩を新鮮水から分離することはより困難となる。例えば、海水噴霧が様々な液滴直径から成る場合、より小さな液滴が結晶化室 1 の底部に届く頃にはその共晶温度より低温になって完全に凍結することが起こり得る。

10

【 0 0 3 7 】

従って、本発明の一つの重要な態様は、結晶化室 1、特に結晶化室 1 の底部が、非常な低温で凍結した小さな液滴が共晶温度より高い温度で維持され、その結果、氷塊ではなくスラッシュ状の氷 / 塩水混合物を形成することを許容する、予め定められた温度で維持されることである。結晶化室 1 内部の温度を制御することによって、これらの氷粒子は濃縮塩水と一緒に集まり始め、純粋な氷晶および塩水を含む湿ったスラッシュ状の混合物を形成することが可能である。

【 0 0 3 8 】

これらのシステム及び方法を用いて、適当な温度が結晶化室 1 内側で維持されることを確実にし、適当な氷粒子を形成するためには以下の要因が考慮されることが好ましい： 1) 冷却空気の温度、 2) 海水液滴の温度、 3) 液滴の寸法、 4) 下降液滴に対する冷却空気の方向、 5) 液滴に対する冷却空気の速度、 6) 液滴が冷却空気に曝露される時間、それは結晶化室の高さの関数である、 7) 結晶化室内の圧力、及び、 8) 結晶化室 1 に導入される前の結晶化室壁を囲んでいる配管及び / 又は空洞内の海水及び / 又は圧縮空気の温度。

20

【 0 0 3 9 】

後述の通り、氷粒子と塩水の分離はスラッシュ状混合物を混ぜることによって起こり得るが、塩水は氷粒子から離れて重力によって排水することが可能なので、氷粒子は塩水から回収可能である。この点で、スラッシュ混合物は好ましくは次の方法で結晶化室 1 から回収される：

30

【 0 0 4 0 】

図 1 に示すように、結晶化室 1 の下端で連続的に回転・作動可能な円筒状の軸 2 8 を有する水平配向らせん形スクリー状ブレード要素 2 3 を用いた連続的氷回収システム 2 1 を開発した。ブレード要素 2 3 は好ましくは軸 2 8 の回転時に回転するらせん形ブレード 2 6 を有し、ブレード 2 6 は、主結晶化室 1 の底部の出口室 2 7 内で、結晶化室 1 の底部で形成される氷粒子が円筒状開口 2 5 を経て横方向に動くようにする。円筒状開口 2 5 の形は、図 3 に示される。氷粒子は硬い氷ではなくてスラッシュをより多く形成することが要求され、ブレード要素 2 3 に付着せず、出口室 2 7 内の出口点 3 6 に向けて横へ容易に押出され、そこで氷粒子は容器 2 9 もしくはコンベヤ 3 1 上へ落下可能で、結晶化室 1 から回収される。

40

【 0 0 4 1 】

確実に氷粒子がブレード要素 2 3 上に集まらぬようにするために、結晶化室の場合と同様に、軸 2 8 には、取り込み海水が通過可能な内部空洞及び / 又は配管システム 3 1 を備えられていることが好ましい。このことは、ブレード要素 2 3 を相対的に、温め氷粒子がブレード 2 6 又は軸 2 8 上に集まって付着するのを防止し、余分なエネルギー使用の必要がなく、海水の温度制御を助ける。好適な実施態様においては、海水は当初海水源から入口点 3 5 へ送液され、空洞又は配管システム 3 1、シャフト 2 8 内部を最初に中央内部配管 3 1 a を通して分配され、次いで外側の空洞 3 1 b を通過して循環し、配管路 3 3 に至り、そして前述のとおり、結晶化室壁 1 1 まわりに巻きつく管 1 3 内へ進む。このように、ブレード要素 2 3 によって提供される熱伝達効果は、結晶化室隔壁 1 1 によって提供さ

50

れる熱伝達効果を増すために用いることが可能である。

【0042】

これらの本発明の態様も水滴5及び氷粒子が余りに低温となること、つまり、塩が不都合に氷と共に凍結することの防止を助ける。液滴が主結晶化室1内で落下する時、すなわち結晶化室1の上部から底部まで落下する時、温度はこの方法により制御調整され、海水液滴5が共晶温度よりも充分低い温度に当初曝されるが、結晶化室1の底部では少し共晶温度より少し上のレベルに暖められ、氷粒子が適切に形成され、塩水が分離されることも好ましい。この態様において、氷粒子の均質性は、氷が適切に形成され、塩水から分離され、氷が結晶化室1から容易に回収できるために重要である。

【0043】

本発明によって解決される課題の一つは、氷/塩水スラッシュ8が出口室27の底部開口25を通過して連続的に移動し続けると同時に、結晶化室1内の圧力を維持して強制的にスラッシュを外へ送出すことである。圧力が主結晶化室1に加えられるが、結晶化室1が密封されていないと、空気は単に開口25を通過し、内部圧力は増加しない。

【0044】

この問題は、次のよう解決される：まず、システムによって実際上空気不浸透な、すなわち適切な均質性を有するスラッシュ8が形成されることが好ましい。すなわち、スラッシュは小さい氷粒子から構成され、一定量の液体塩水が氷粒子に付着して、スラッシュ様の均質物を形成することが好ましい。また、図4に示すように、底部開口25及び出口室27は終端が密封されているのが好ましく、開口25及び出口室27の内面は好ましくは真ちゅう製で、それらがブレード26の外縁と相対的に同一面を作り、かつ堅くフィットする構成であることが好ましい。そのように、スラッシュ8がブレード26の働きによって出口室27を横方向に通るように強制されて、結晶化室1内の大気圧が増加すると、スラッシュ8はブレード26内に存在する空隙又は間隙30を含む環状体積を満たし始める。このように、スラッシュ8が出口室27を通過する時、スラッシュ8は開口25を密封可能で、出口点36が開口して（氷粒子が出口室27から回収可能であって）も、出口点36を通る加圧空気の排出を防ぐことができる。スラッシュ8の前のいかなる過剰捕捉空気も、出口室27の終端に位置する通気口44を経て排気可能であり、スラッシュの出口点36へ向けての移動を助ける。

【0045】

好ましくは圧力が主結晶化室1に導入され、スラッシュ8をブレード要素23内に存在する空隙又は間隙30内に強制的に移入することが分かる。従って、出口室27は縁辺まわりを封止していることが好ましく、これはブレード26の外形と同じ面で堅くフィットする真ちゅう製の封じ込め壁の使用や、図4に示すように、出口室27の終端48を密封することによって達成され得る。そのように、ブレード要素23内の空隙又は間隙30を満たすことによって、スラッシュ8が出口点36から出て行くことを妨げることなく、開口25は効果的に密封可能となる。

【0046】

本発明によって解決される追加の問題は作業の開始に関連する。スラッシュ8がまだ完全にブレード26の空隙又は間隙を充填していないと、空隙又は間隙30を満たす圧力が必要になる。この問題は、図4に示すような、以下を含む運転開始構成で解決される：1) 出口室27の終端を密封するための、ブレード要素23の終端に据え付けて静置する追加の真ちゅう製の封じ込め壁、2) 氷粒子が通過可能である、出口室27内の出口点36に設けたピボット式扉を有するトラップ扉38、及び、3) 出口室27の終端に位置する圧力作動通気口44。

【0047】

システムが最初に作動する時、トラップ扉36は閉止可能となり、結晶化室1内の圧力は増加可能かつ維持可能となるが、スラッシュ8前のトラッピング空気を回避するに十分な少量の空気が通気口44を経て排気されることが好ましく、これによりスラッシュ8はブレード要素23内で移動して、空隙又は間隙30を満たし始められる。次に、一旦スラ

10

20

30

40

50

ッッシュ 8 が空隙及び間隙 30 を充填すると、すなわち、開口 25 のまわりで空気不浸透な障壁を創成すると、トラップ扉 38 が開けられ氷粒子が出口室 27 から、すなわち、出口点 36 を通って流出開始可能となるが、同時に、スラッシュ 8 は前記開口 25 内のブレード要素 23 まわりを囲んだままであって、その内部の空隙及び間隙 30 を封止している。スラッシュ 8 は好ましくは開口 25 を経る空気の通過を防ぎ、その一方で同時に、出口室 27 を通過して横下方に出口点 36 へ動くことが可能であり、ここで氷粒子は氷晶収集容器 29 内又はコンベヤ 31 に落下可能で、氷粒子はそこで回収され、溶かされる。

【0048】

注：操作の開始時に、海水の流れを封止構造に移入するのに先だって封じ込め構造を低温定常状態温度にする為に、海水の流れをシステムへ移入する前に、冷却空気が図 1 に示す通り、ブレード要素 23 および主結晶化室 1 及び脇の遠心室 42 の全体にわたって循環させられる。出口室 27 の終端の通気口 44 は、主結晶化室 1 及び側室 42 内の圧力によって駆動されて開かれる。例えば、前記二室に 30 - p s i a の空気が導入される時、通気口は約 13 p s i g (27 . 67 p s i a) に設定され得る。海水が前記主結晶化室に入り、スラッシュ 8 が形成され、ブレード要素 23 に沿って移動を始めた後、空気の流出は次第にブレードの環状体積を満たしているスラッシュ 8 によって制限され、通気口 44 が閉じられる。移動スラッシュ 8 の前のトラッピング空気は約 13 - p s i g に設定することができ、その圧力を超えると排気される。全ての閉止空気が通気口 44 によって抜き取られ、スラッシュ 8 が進んだ後、スラッシュ 8 の定常状態流がトラップ扉 38 を開けることによって進む。

10

20

【0049】

気流が 30 p s i a (15 . 3 p s i g) の圧力に達すると、30 - p s i a > 27 . 67 - p s i a なので 13 . 00 - p s i g (27 . 67 - p s i a) に設定された通気口が開くことに留意されたい。ブレード要素 23 上を流れ、通気口 44 から排出される冷却空気の流れによって、ブレード表面は後の操作のために必要な定常状態低温の近くに冷却されることが好ましい。スラッシュ 8 がトラップ扉 38 に到達し始めるまで、トラップ扉 38 は閉じたままであることが好ましい。スラッシュ 8 がブレード要素 23 上に集まり始める時、空気流は通気口 44 からまだ流出し続ける。しかしながら、体積内のスラッシュ増加が、結晶化室 1 内の 30 - p s i a から、閉じ込められた体積部分を離隔する時点があり、この時通気弁 44 が閉じられる。13 . 00 - p s i g 通気弁の閉止は、底部トラップ扉 38 に好ましくは合図を送って揺り動かして開け、出口点 36 を経て氷晶を流出させる。

30

【0050】

一実施態様では、図 2 に示すように、開始時にはターボ圧縮機 9 へ供給する空気源から 90 p s i a の圧力をほぼ 90 p s i a として流してターボエキスパンダーの回転を始めることが好ましい。ターボエキスパンダー 7 は初めゆっくり回転して僅かに冷却され、ある程度加圧された空気を排出する。ターボエキスパンダー 7 の回転の加速はまた、共通軸を通じてターボ圧縮機 9 も加速する。前記ターボ圧縮機 9 の加速は 200 - p s i a をターボエキスパンダー 7 へ送り、30 - p s i a を結晶化室 1 に送る定常状態に達するまで、ターボエキスパンダー 7 への供給圧力を徐々に大きくする。

40

【0051】

結晶化室 1 においては、ターボエキスパンダー 7 とターボ圧縮機 9 がこの定常状態に達するまでは、ノズル 3 を経た海水供給もブレード要素 23 の回転も行われなことが好ましく、冷却空気はブレード要素 23 まわりの閉じた容積を満たして、結晶化室 1 の 30 - p s i a を有する遠心室から排出される。海水ポンプの作動により噴霧ノズル 3 は活性化し、海水は (1) 大きな粒子及び懸濁した中性密度油を除去する粗フィルタ及び (2) 微粒子を除去する精密濾過用フィルタを通過する。海水はスプレーノズル 3 に送られる前に、結晶化室 1 のまわりのブレード要素 23 及び配管 13 を通過して循環することが好ましい。海水の取り込みは、浮遊油の取り込みを避けるために海または海洋の表面下で行われることが好ましい。

50

【 0 0 5 2 】

スプレーノズル 3 が作動すると同時に、ブレード要素 2 3 用のモーターも作動することが好ましい。図 1 及び 2 に示すように、軸 2 8 を駆動して回転させるモーター駆動歯車 5 0 を備えていることが好ましい。ブレード要素 2 3 を実質的に固定した位置に回転可能に維持するために垂直と水平の両方向に、追加のスラスト軸受 5 2、5 3 が備えられていることがまた好ましい。これらの軸受は、さまざまな移動に対する対処を、ブレード要素 2 3 を造る鋼の収縮および膨張と同様に補助する。軸 2 8 の終端には、ローラーまたは真鍮板等でできた一連の軸受け 5 6 があることが好ましく、これらもまた、軸 2 8 を結晶化室 1 に対して適当な中心合わせ位置および方向に保つのを助ける。ブレード要素 2 3 の働きは氷粒子を攪拌して分離を促進し、氷粒子の平衡相を準安定状態にすることである。

10

【 0 0 5 3 】

図 5 には最良の態様が示され、図 1 にも示すが、側室 4 2 が結晶化室 1 に続いて設けられていることが好ましく、底部の近くには開口 4 3 があってここを経て主結晶化室 1 内の冷却空気が排出可能である。これによって、好ましくは冷却空気が図 1 に示すように主結晶化室 1 の底部で「方向変換」し、横に移動し側室 4 2 を通過して上方へ進み、外へ出る。相対的に大きな液滴は主結晶化室 1 の底部に堆積可能であるが、他の空気流に含まれる小さな液滴（直径 2 0 ミクロン未満）が前記主結晶化室を通過して、側室 4 2 へ進むので、開口 4 3 では空気流の U ターンが行われることが好ましい。この U ターンによって、好ましくは小さな冷凍液滴が空気流から下方に押し下げられ、主結晶化室 1 の底部に存在するスラッシュ 8 上に堆積する。これによってまた、スラッシュ 8 の多くを横方向に開口 2 5 へ向けて押し進めるのを補助し、空気流が液滴が落下するのを妨害することを妨げるのを助ける。

20

【 0 0 5 4 】

ブレード要素 2 3 が回転し、スラッシュ 8 が開口 2 5 を横方向に通過すると、塩水は好ましくは氷粒子から分離し始めて、図 1 に示すとおり、集合して好ましくは主結晶化室の開口の下流の出口室 2 7 の底部に位置する排水管 4 0 を流下する。このプロセスの間、氷粒子が形成されて純水から構成され、一方、約 2 3 % の塩と 7 7 % の水を含み得る塩水は液体として残り、氷から分離して氷粒子を通過して排水管 4 0 を流下する。このことによって、純水は塩水から分離可能となることが確実になる。必要に応じて、ミネラル及び塩が塩水から抽出可能である。

30

【 0 0 5 5 】

ブレード要素 2 3 は氷生成を破壊する傾向があり、塩水水溶液の排水を容易にする。ブレード 2 6 の攪拌動作も、準安定化合物が急速に転化して固体の氷と塩水との平衡混合物になることを容易にする。現存のスラッシュ 8 を共晶温度よりもわずかに温かく維持して、塩水相が凍結せずに「純水」氷から分離できない氷形態の形成を保証することは重要である。

【 0 0 5 6 】

塩水排水管 4 0 が好ましくは主結晶化室 1 の下流で、主結晶化室開口 2 5 を過ぎた出口室 2 7 内に位置することに留意するのも重大である。このことにより、塩水がスラッシュ 8 から分離してスラッシュ 8 が早めに流出することを防止し、スラッシュと混合して主結晶化室開口 2 5 の近くでスラッシュの一部が残留し、スラッシュ 8 が開口 2 5 を密封することを確実にする。このように、塩水が外へ流出する前に、スラッシュ 8 は主結晶化室 1 の底部で開口 2 5 の密封を補助し続ける。

40

【 0 0 5 7 】

この点で、排水管が主結晶化室 1 の中央に位置する場合、たとえば塩分が分離して結晶化室 1 の中央へ排水しそうになると、スラッシュ 8 はブレード 2 6 のまわりの空隙又は間隙 3 0 を充たす機会を得る前にその液状の均質性を失いがちな点に留意されたい。これは前記混合物にて小さなエアポケットが早期に形成される結果をもたらし、それによって空気が開口 2 5 を通過し、結晶化室 1 の圧力が失われる可能性がある。

【 0 0 5 8 】

50

ブレード要素 23 が出口室 27 を通って出口点 36 へ向かってスラッシュ 8 を移動し続け、塩分の大半がスラッシュ 8 から排出されると、前記スラッシュ混合物は、塩分があった少量の小さなエアポケットおよび気泡と共に、大部分が純粋な氷粒子から構成され始める。すなわち、各氷晶をコーティングする塩水のために前記スラッシュが「湿った」ままであっても、スラッシュが開口 25 を通過して、塩水が分離して排水管 40 を経て落下し始めると、出口室 27 のスラッシュ混合物 8 はより乾いた状態になり、それが出口点 36 に達する頃には、ほとんど塩分が無くなる。

【0059】

排水管 40 は主結晶化室 1 からの下流にあるので、スラッシュ 8 は開口 25 を通過するときには「湿った」ままであって、密封可能、すなわち、密封が塩水の排水による影響を受けないことが好ましい。しかしながら、スラッシュ 8 が出口点 36 に達する頃には、混合物は好ましくはほとんど「乾いた」状態で、氷粒子中に混入している塩水は極く少量もしくは全くないことが好ましい。出口点 36 での氷粒子が若干の小さなエアポケットおよび気泡を含み得る場合であっても、これは出口点 36 の上流側にある開口 25 のまわりの密封に影響を及ぼさない。

【0060】

この時点で、氷粒子はブレード要素 23 によって出口室 27 を通過して押動され、氷粒子はトラップ扉 38 が位置する出口点 36 を通過して氷収集容器 29 内またはコンベヤ 31 上へ落下し、前記コンベヤは氷粒子を溶かして純水にする場所へ運搬する。

【0061】

貯水槽の底部で新鮮水を生成するために、回収された大量の氷粒子を溶かすことが可能である。この場合、プラス 15 程度の比較的暖かい温度の新鮮水は、氷粒子上に洗浄液のように噴霧され、氷をすすぎ、氷を溶かす。代替的に、もしくは洗浄水とともに、局部的な暖かい空気が貯水槽に移され、氷粒子を溶かすことを補助して冷却された新鮮な飲料水を形成し得る。氷を回収して溶かす他の手段も設けることが可能である。

【0062】

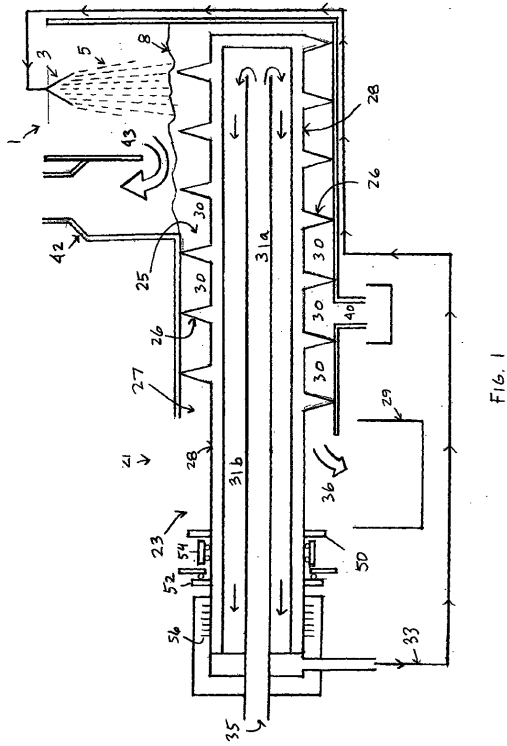
氷質塊は氷でできており、したがって、低温であるので、溶けて生成される新鮮水は冷却された水となる。そこから、新鮮な冷水が飲用の目的で分配可能であれ、または他目的のために使用可能で、たとえば空調システムによる後の使用のために貯蔵されることができる。

10

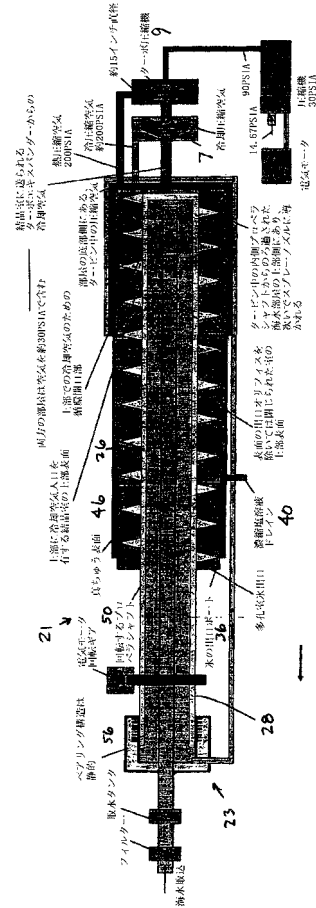
20

30

【図 1】



【図 2】



【図 3】

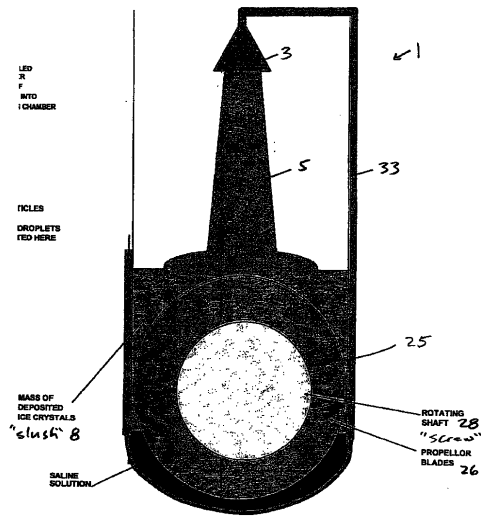
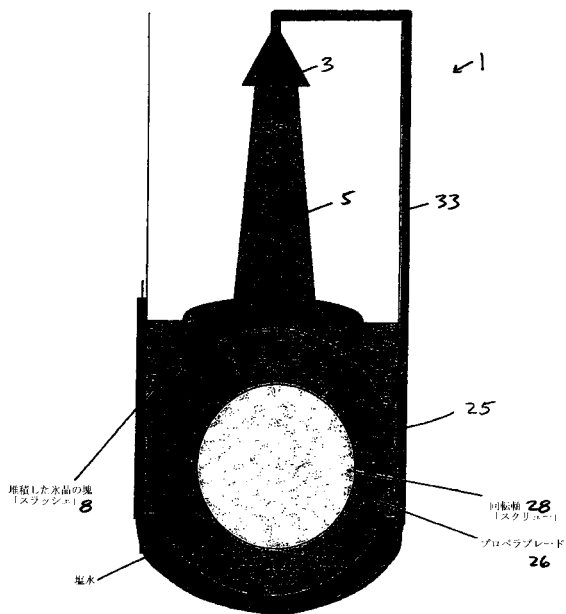


Fig. 3

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 07/16765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(8) - F25B 27/00 (2007.10)

USPC - 210/652; 62/434

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC(8): F25D 15/00; F25B 41/00 (2007.10)

USPC: 210/652; 62/434

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

IPC (8): B01D 61/00; B01D 15/08, 00, 04; B01J 49/00; F25D 15/00; F25B 41/00-see keyword below (2007.10)

USPC: 210/ 649, 651, 652, 659, 663, 664, 677, 691; 62/119, 123, 122, 431, 440-see keyword below [13 December 2007 (13.12.2007)]

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

PubWEST (USPT, PGPB, EPAB, JPAB); DialogPRO (Engineering); Google Scholar

Search Terms Used: Desalinating, sea, water, ice, chill air, compressor, blade, chamber, pure water, shaft, impurities, circulate, tube, cavity, heated, temperature, co-generate, pre-chill, expander, nozzle, hose, drain, slush, helical

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3,440,147 A (RANNENBERG) 22 April 1989 (22.04.1989), Fig. 1 see entire document	1-25
Y	US 3,342,039 A (BRIDGE et al.) 19 September 1967 (19.09.1967) Fig. 2, Fig. 10 see entire document	1-25
Y		2-13, and 15-25
A	US 4,112,702 A (SMIRNOV et al.) 12 September 1978 (12.09.1978) Fig. 1 see entire document	1-25
A	US 4,948,514 (MacGREGOR et al.) 14 August 1990 (14.08.1990), see entire document	1-25
A	US 4,749,394 (EHRSAM) 07 June 1988 (07.06.1988), see entire document	1-25
A	US 3,443,393 (GOLDBERG) 13 May 1969 (13.05.1969), see entire document	1-25
A	US 3,404,536 (ARONSON) 08 October 1968 (08.10.1968), see entire document	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

* 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

13 December 2007 (13.12.2007)

Date of mailing of the international search report

31 JAN 2008

Name and mailing address of the ISA/US

Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents

P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450

Facsimile No. 571-273-3201

Authorized officer:

Lee W. Young

PCT Helpdesk: 571-272-4300

PCT OSP: 571-272-7774

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 エニス, ベン エム.

アメリカ合衆国、ネバダ州 89052、ヘンダーソン、パニニ ドライブ 1231

(72)発明者 リーバーマン、ポール

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 90503、トーランス、マイルドレッド アベニュー 19815