

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5904351号
(P5904351)

(45) 発行日 平成28年4月13日(2016.4.13)

(24) 登録日 平成28年3月25日(2016.3.25)

(51) Int.Cl.

F 1

F25B 15/04 (2006.01)

F 25 B 15/04

F25B 15/00 (2006.01)

F 25 B 15/00

F28F 21/06 (2006.01)

F 28 F 21/06

F

請求項の数 1 (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2009-94393 (P2009-94393)

(22) 出願日

平成21年3月16日(2009.3.16)

(65) 公開番号

特開2010-216793 (P2010-216793A)

(43) 公開日

平成22年9月30日(2010.9.30)

審査請求日

平成24年1月19日(2012.1.19)

審判番号

不服2013-25934 (P2013-25934/J1)

審判請求日

平成25年12月30日(2013.12.30)

(73) 特許権者 501258034

藤本 雅久

兵庫県神戸市垂水区塙屋町5丁目17番地

1-403

(72) 発明者 藤本 雅久

兵庫県神戸市垂水区塙屋町5丁目17番地

1-403

合議体

審判長 千壽 哲郎

審判官 佐々木 正章

審判官 鳥居 稔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 吸収冷却器、熱交換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

気化・蒸発器、アンモニアガスタービン及び吸収冷却器等を構成要素として含むアンモニア水サイクルにおいて、径を細くした多数のプラスチックチューブの外面をアンモニア水に対する濡れ性を高め、これを機織りの縦糸の如く緊張状態として管板間に張り渡した縦型シェルアンドチュープタイプの熱交換器として吸収冷却器を組み立て、

径を細くした多数のプラスチックチューブの上部より定量のアンモニア水をそれぞれのプラスチックチューブ上部よりプラスチックチューブ外面を伝ってアンモニア水を膜状に流下させるとともに、プラスチックチューブ内に冷却水を下部より上部へ流し、アンモニア水の気化・吸収特性によりアンモニア水がアンモニアガスを吸収し、アンモニア濃度を上げながら、プラスチックチューブ内を上昇する冷却水により冷却されて温度を下げながら、流下することにより、多数のプラスチックチューブの上下全長にわたり、アンモニア水の温度と冷却水の温度との温度差がほぼ一定となる運用が可能な吸収冷却器。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アンモニア水の特性を最適に利用する吸収冷却器とプラスチック熱交換器を提供することにより、アンモニア水サイクルの熱効率を向上させ、低いレベルの熱エネルギー

ギー（海洋の温度差発電、各種プラントからの排熱及びその他低レベル未利用熱エネルギー等）の有効利用を計ることを目的とするものです。

【背景技術】

【0002】

地球温暖化と近い将来に予想される化石燃料の枯渇は人類にとって深刻な問題であり、また緊急の課題です。

【0003】

この課題を解決する手段の一つとして海洋温度差発電があります。

海洋温度差発電とは海の表層海水と深層海水との温度差による熱エネルギーを利用して電気エネルギーを取り出すシステムです。

熱帯および亜熱帯の海の海水温度は四季を通じて表層海水温度は24～29℃と温かくまた深層海水の温度は海面から約800mでは4～5℃と冷たい。

10

【0004】

この温度差エネルギーの源は太陽エネルギーの入射と海面からの赤外線放射であり、北極と南極付近の高緯度海域の低温海水が赤道付近の低緯度海域の高温海水の下に比重差により潜り込み、数十万年の年月を掛けて形成されたものです。この温度差によるエネルギーの総量は増加しようとしていますが海の自然活動（波浪、海流、潮流等）によって減少しバランス状態にあり、ほとんど変化することなく、今後ともこの状態を継続するものと考えられています。この温度差によるエネルギーの増減量は地球上の人類が消費する全エネルギーよりも桁違いに大きく、人類のエネルギー源を全て海洋温度差発電からのエネルギーに切り替えることも可能な値です。

20

【0005】

すなわち海洋温度差発電システムは化石燃料や核分裂による原子力と異なり枯渇することなく今後数百年先までの主要なエネルギー供給源となる能力を有します。

もちろん現在問題となっている炭酸ガスを排出せず、また海洋温度差エネルギー取得による気象への影響は小さいものと考えられます。なぜなら海洋温度差エネルギーの取得は深層海水と表層海水の混合により低緯度海域の海水温度を低下させる方向にあり、地球温暖化防止対策の一つと成り得るからです。

【0006】

海洋温度差発電は低レベルの熱源を利用するため、他の従来の陸上発電システムとは異なり、サイクル効率の低い（ほぼ一桁低い）ことが、桁違いに容量の大きな熱交換器を必要とし、建設費用を増大させ経済的に成り立たないことが欠点であり、実用機の建設が実現しておりません。海洋温度差発電の実現には大幅な性能アップとコストダウンが必要です。

30

【0007】

現在研究されている海洋温度差発電にはオープンサイクルとクローズドサイクルがありますが、オープンサイクルは表層海水を真空として海水を蒸発させ水蒸気を得てタービン発電機を駆動し、タービン排気を深層海水により凝縮することでサイクルを構成します。

しかし作動流体が水であることから表層海水と深層海水の温度と温度差が低いため風力発電より遥かに大きなタービンが必要なことと、サイクル効率が極端に低いこと、さらに凝縮器の真空維持が難しいこと等により実用化の検討対象とはなり得ません。

40

【0008】

クローズドサイクルでは作動流体としてフロン、プロパンもしくはアンモニア等が採用されます。蒸発器に温かい表層海水を流し、これらの作動流体を蒸発させ、その蒸気でタービンを駆動しエネルギーを取り出します。タービンの排気は凝縮器に冷たい深層海水を流すことにより作動流体を液化凝縮してサイクルを完結します。

【0009】

上記クローズドサイクルの最も単純なものがランキンサイクルです。

[図6]を参照ください。

【0010】

50

ランキンサイクルの性能を改善するためアンモニア水を採用して発明考案されたのがカリーナサイクルとウエハラサイクルです。アンモニア水サイクルとは作動流体の液体側をアンモニア水とし、アンモニア水を加熱しアンモニアガスのみ蒸発させ気体側の作動流体とし、アンモニアタービンでエネルギーを回収した後、低圧、低温となったアンモニアガスを吸収凝縮器で蒸発器からの希アンモニア水に吸収されることによりサイクルを完結する方式です。これら的方式ではアンモニア水の沸騰（蒸発）／吸収特性が重要な役割を果たします。

【0011】

カリーナサイクルは作動流体にアンモニア水を採用して効率改善を図っております。

[図7]を参照ください。

10

【0012】

カリーナサイクルのランキンサイクルとの違いは[図7]に示すごとく、気体側の作動流体はランキンサイクルと同じくアンモニアガスですが、液体側の作動流体をアンモニア水とし蒸発器102からの希アンモニア水を吸収凝縮器103に流入させアンモニアガスの吸収特性により吸収器の熱交換量を低減させて、システム性能の向上を図っております。さらに気液分離器112からの希アンモニア水の熱を回収するための再生器を設けさらなる性能改善を図っております。

【0013】

カリーナサイクルの更なる性能改善を図ったのがウエハラサイクルです。

[図8]のごとくウエハラサイクルでは凝縮器と再生器との間に加熱器を設けタービン抽気により希アンモニア水を加熱昇温することにより性能改善を図るものです。

20

またタービンと凝縮器間に吸収器を設け一旦タービン排気の一部を気液分離器からの濃アンモニア水に吸収させた後、残りのタービン排気とともに凝縮器に流入させる方式を採用しております。従って凝縮器の機能はカリーナサイクルと同様アンモニアガスの吸収機能も持っております。

【0014】

上記と若干手法が異なるのが[特許文献3]で、タービン排気を吸収器に吸収させるまでは同じですが、吸収器が作動流体の蒸気を吸収出来なくなる前にタービンの運転を止めるかもしくは別の吸収器に切り替えて吸収器の吸収能力回復を別系統で実行するもので系統の運用が非常に複雑となるのが難点です。

30

作動流体としてメタノール、アンモニア及び炭酸ガス等が提案されておりますが具体的な構成はわかりませんでした。

【0015】

プラスチック熱交換器は海洋温度差発電を実用化するには低コスト化が必然の課題であるものとして既に[特許文献4]にて提案しております。

マルチウェブパネル方式について検討を重ね量産化の目処を持っており、蒸発器、再生器についてはこの方式を採用するのが当初最適と考えてありました。

ところが本発明による吸収冷却器の技術から派生したプラスチックチューブによるシェルアンドチューブタイプの熱交換器が熱交換性能、量産性等で[特許文献4]の方式に比し遜色無く、実用化を進めるに値する技術として本願に加えることとしました。

40

【0016】

【特許文献1】特公昭62-39660号公報の“動作流体によるエネルギーの発生と動作流体の再生”

【0017】

【特許文献2】特開平08-093633号公報の“エネルギー変換装置”

【0018】

【特許文献3】特開2006-226225号公報の“エネルギー変換方法及びエネルギー変換装置”

【0019】

【特許文献4】特開2008-298417号公報の“プラスチック熱交換器”

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0021】**

一定圧力のアンモニア水の沸騰温度はアンモニア濃度が低くなるに従い高くなります。アンモニア濃度が1.0(100%アンモニア)の場合、沸騰温度は最も低く、アンモニア濃度が低くなるに従い沸騰温度は高くなります。

沸騰する気体のアンモニア濃度は、ほとんどがアンモニアガスで水蒸気成分は無視できる程度の低レベルであり、アンモニアガスタービンでは純粋なアンモニアガスとして取り扱って問題ありません。

アンモニア水は上記の沸騰温度より低くなると水蒸気またはアンモニアガスもしくはその双方に対し強い吸収特性を示します。 10

【0022】

この特性は主に液体アンモニアと水の沸騰温度が異なることと互いの吸収能力に起因します。

この特性を最適に利用するにはアンモニア水の濃度の変化に従いアンモニア水の温度を変化させてアンモニアガスを蒸発もしくは吸収させることです。

上記のアンモニア水の特性を[図9]に示します。

[図9]はP-T-X線図であり。デューリング線図とも呼ばれアンモニアと水の混合溶液の状態(等濃度線)を表示します。濃度(X=1.0)は100%がアンモニアです。 20

縦軸はアンモニアと水の混合溶液の蒸発もしくは吸収(凝縮)圧力(Pa)で自然対数目盛となっております。横軸は混合溶液の蒸発もしくは吸収(凝縮)温度で絶対温度の逆数(-1/T(K))目盛りです。

【0023】

アンモニア水サイクルにおいてカリーナサイクルもウエハラサイクルいずれの場合も上記アンモニア水のアンモニアガス特性をどのように利用しているか考察してみました。

【0024】

これらの方ではアンモニアガスは吸収/凝縮器で冷却されたアンモニア水に吸収されますが、アンモニア水がアンモニアガスを吸収することによる濃度の変化とアンモニア水が冷却液により冷却される温度の変化に対し、上記のアンモニア特性を効果的に利用する構成とはなっておりません。 30

【0025】

これはこれらの吸収/凝縮器ではアンモニア水を吸収もしくは冷却する冷却管群、冷却プレート群等の熱交換エレメント群が水平配置となっており、希アンモニア水は熱交換エレメント群の上部より噴霧もしくは分配機構等により散布させる構成となっているためです。

【0026】

このような構成ではアンモニア水の濃度変化と蒸発温度変化に対し冷却水の温度を対応させることは構成上不可能であります。

【課題を解決するための手段】**【0031】**

本発明は前記課題を解決すべくなされたものです。

【0032】

先ず吸収冷却器について[図2]吸収冷却器ユニットの概念断面図と[図3]吸収冷却器のアンモニアガス吸収を説明するための1部断面図により説明いたします。

11はアンモニア水を冷却するための冷却管(冷却チューブ)であり管内には下部より上部に向かって冷却水が流れ、冷却管(冷却チューブ)の外面を膜状に上部から下部へ流下するアンモニア水液膜17を冷却します。12、13はそれぞれ冷却水上部液室と冷却水下部液室であり、それぞれの水室管板に冷却管(冷却チューブ)11が接続されています。 50

【 0 0 3 3 】

冷却管（冷却チューブ）外面にはアンモニア水膜が管全面を囲うようにと、アンモニア水膜厚さが適度となるようアンモニア水に対する濡れ性と表面粗さを調整する加工が施されています。

冷却管（冷却チューブ）外面の濡れ性向上と粗さ調整には表面に対する化学処理、機械的処理等があり、さらに管外面を濡れ性の高い材料（例えば表面コーティングもしくは円筒状の網）で覆う方法も考えられます。

どの方式を採用するかはコスト、寿命及び量産性を検証した後、決定すればよいと考えます。

【 0 0 3 4 】

10

14はアンモニア水供給槽であり、冷却水上部水室12の下部に設けられており、蒸発器から再生器を経由した希アンモニア水がアンモニア水供給槽14に供給（供給配管は省略）され、底部はアンモニア水流量分配板15で多数の冷却管（冷却チューブ）貫通用の孔が設けられるとともにそれぞれの冷却管（冷却チューブ）への均一で定量のアンモニア水を供給出来るような構成としてあります。[図2]および[図3]では冷却管（冷却チューブ）貫通用の孔の径は冷却管（冷却チューブ）の外径より若干大きめとし、形成される隙間を通ってアンモニア水が流れ、それぞれの冷却管（冷却チューブ）に対し均一な量に調整する機能を持たせるようにしております。

【 0 0 3 5 】

20

冷却管（冷却チューブ）外面を伝って流下するアンモニア水液膜が管全面を囲む構成となつていれば、冷却管（冷却チューブ）外面の表面粗さによる流下抵抗とアンモニア水液膜厚さに加わる重力がバランスして流下速度が決まると言う安定した構成となります。

従って流下速度及び液膜厚さについては厳密に設定する必要はありません。

必要なことは冷却管（冷却チューブ）内を流れる冷却水量とアンモニア水流下液量をそれぞれ計画値の範囲に置くことが、アンモニア水の特性を最適に利用するための必要条件となります。

【 0 0 3 6 】

30

アンモニア水流量分配板15のより確実な均一化を図るためアンモニア水量分配板15を密閉構造とし、アンモニア水流量調整用細管（バイパス流路）を設けてそれぞれの冷却管（冷却チューブ）上部へ供給する手法も採用可能です。

【 0 0 3 7 】

アンモニア水の温度変化とアンモニアガスを吸収して濃度が変化する状況を示すのが[図4]吸収冷却器における各流体の上下温度変化の説明するためのグラフです。

【 0 0 3 8 】

[図4]のグラフで縦軸は吸収冷却器ユニット10の熱交換部の上下の位置関係を示します。

横軸は吸収熱交換される冷却水とアンモニア水の温度とアンモニア水の濃度を示します。

吸収冷却器ユニットはアンモニア蒸気タービン01の排気室に配置されており一定の圧力であるものとすると、先に説明のP-T-X線図の通り、アンモニア水のアンモニア濃度と温度により決まる沸騰温度でアンモニアガスを吸収するか、蒸発するかが、切り替わります。すなわち図の左側が吸収範囲で、右側が沸騰範囲です。

40

図ではアンモニア水と冷却水は対向流で一定の温度差となるよう設定されております。

【 0 0 3 9 】

図中線分ABは吸収冷却器部でのアンモニアガス吸収開始線を示し、線分CDは吸収終了線を示します。アンモニア水は周囲のアンモニアガスを吸収して濃度と温度が上がろうとしますが、温度が上昇すれば吸収作用は停止し、冷却水に冷却され温度が下がって吸収を再開します。この結果アンモニア水は図のように流下しながら温度が徐々に下がり、濃度はアンモニアガスを吸収して徐々に上がることになります。

【 0 0 4 0 】

50

図の左側の垂直線は液体（純粋）アンモニアの沸騰温度を示しており本図では冷却水の入り口温度より低いことを示しております。このような状況は濃アンモニア水の濃度が0.9前後より低い場合で、アンモニア濃度が高い場合は冷却水入り口温度より液体アンモニアの飽和温度の方が低くなります。（ランキンサイクルでは冷却水の温度がアンモニアの飽和温度より低くないとサイクルを構成できません。）

【0041】

以上が〔請求項1〕のより具体的な説明となります。

また本願では従来のごとく吸收器もしくは吸收／凝縮器とせず吸收冷却器としているのは吸收冷却器がアンモニアガスを吸收しながら、アンモニア水が冷却水に冷却され、凝縮機能を持っていないことによります。

10

【0042】

上記構成で解決しなければならない課題は多数の冷却管（冷却チューブ）をどのようにして整列させ、それぞれの冷却管（冷却チューブ）の間隔を保持するかです。

もし冷却管（冷却チューブ）どうしが接触したり間隔が狭くなったりすれば、冷却管（冷却チューブ）外面を膜状に流下するアンモニア水の一部が隣の管に移ったり、隣の管からのアンモニア水が加わったりしてそれぞれの冷却管（冷却チューブ）を流下しアンモニア水流量の均一性が崩れることとなり吸収冷却器としての性能の低下が予想されます。

【0043】

また従来のシェルアンドチューブ型熱交換器のごとく冷却管（冷却チューブ）整列のため管支持板を設ける方式を採用すれば、それぞれの管支持板にアンモニア水分配機能を持たせる必要が生じ低成本／量産性から大きく外れることとなり採用を見合せました。

20

そこで考案したのが〔請求項2〕発明です。

【0044】

冷却水上部液室12のチューブ管板と冷却水下部液室13のチューブ管板間の距離を広げ（図示省略）、多数のチューブが常時引っ張られる状態とすることにより全てのチューブの直線化を実行して多数のチューブを整列させます。

上記実施には弾性率が低く伸度が大きい特性を持っているプラスチックを採用するのが最適であります。他のチューブ材料では弾性率が高く伸度が低いことから実用的ではありません。

【0045】

30

プラスチックチューブを引き延ばす値は1%以下で本発明の吸収冷却器のごとく上下垂直に張り渡される場合はプラスチックチューブの曲がり癖を取り除く程度で十分です。

プラスチックチューブが経年変化により伸びて引っ張り応力が低下しても管板間距離を広げられる構成とすれば対応できます。

【0046】

プラスチックチューブ採用の場合、管板15の剛性を高めることと、プラスチックチューブの接続を確実なものとするため管板15はFRPに金属製の薄板平板等を埋め込んだ複合材とするのが最適と考えます。

【0047】

この構成を採用すればはプラスチックチューブを機織りの縦糸のごとく張り渡し、金属製の薄板をスペーサとし、その間にグラスファイバーと熱硬化性接着剤を流し込み、複合FRPを順次形成して管板を成形する工法の採用が可能となり、熱交換ユニットの量産性が格段に向上いたします。この際プラスチックチューブは管板両端で折り返し管板成形後切断する手法も採用できます。

40

【0048】

次ぎに〔請求項3〕と〔請求項4〕の蒸発器について〔図5〕蒸発器ユニットの概念断面図により説明いたします。

〔図5〕で23は加熱管（加熱チューブ）で水平に配置され管板24に接続されており、高温側水室26に流入した高温海水が加熱管（加熱チューブ）内を流れ、低温側水室27から排出される構成となっております。

50

【0049】

アンモニアガス蒸発部では加熱管（加熱チューブ）23は上部がアンモニアガス蒸気室に解放されたアンモニア水液槽28に収納されており、液槽に満たされたアンモニア水が加熱管（加熱チューブ）23により加熱されアンモニアガスが沸騰蒸発します。

【0050】

アンモニア水の濃度はアンモニアガスが沸騰蒸発することにより低下いたします。それに伴って〔図9〕PTX線図の特性により沸騰温度が高くなります。

加熱管（加熱チューブ）の低温側へ吸収冷却器からの濃アンモニア水を濃アンモニア水供給口29から供給し、アンモニアガスを蒸発させてアンモニア濃度の低下した希アンモニア水を希アンモニア水排出口30から排出する構成といたします。10

【0051】

この結果アンモニア水はアンモニア濃度を下げながら、そして温度を上げながらアンモニア水液槽28を加熱管（加熱チューブ）23の低温側から高温側へ移動することとなります。

【0052】

上記蒸発器02で発生するアンモニアガスの温度は濃アンモニア水側で低く希アンモニア水側で高くなります。いずれにしても純粋なアンモニアの沸騰温度より高く過熱状態となっております。

【0053】

さらに加熱管（加熱チューブ）23の希アンモニア水側を延長してアンモニアガス過熱部22とし、蒸発部21と過熱部22をアンモニア水仕切管板25により仕切り、アンモニアガス温度の平準化と昇温を行うことによりアンモニア水サイクル効率の向上を計る構成といたします。20

【0054】

アンモニアガス過熱部22は蒸発室に対しアンモニアガス仕切Aにより密閉され、蒸発部21の濃アンモニア水側からの低温の濃アンモニアガスが低温蒸発アンモニアガス流入口31から密閉された過熱部22に流入し、蒸発部21の希アンモニア水側からの高温のアンモニアガスがアンモニアガス仕切Bに導かれて高温蒸発アンモニアガス流入口32から過熱部22流入する構成としてあります。

過熱されたアンモニアガスはアンモニアガス流出口33から排出されタービンへ向かいます。30

【発明の効果】**【0060】**

先ず〔請求項1〕と〔請求項3〕の発明による吸収冷却器と蒸発器の効果を説明いたします。

【0061】

吸収冷却器ユニット10の冷却管（冷却チューブ）11を上下に配置し冷却液を下部より上部へ流すとともに、冷却管（冷却チューブ）外面をアンモニア水に対する濡れ性を高めるとともに流下速度調整のため表面粗さを調整し、定量のアンモニア水を冷却管（冷却チューブ）上部より供給して冷却管（冷却チューブ）外面を伝ってアンモニア水が流下する構成とします。40

【0062】

この結果、アンモニア水がアンモニアガスを吸収しながら、冷却管（冷却チューブ）11によって冷却されながら流下することになります。

アンモニア水はアンモニアガスを吸収することにより凝縮エネルギーを得て温度が上がりますが、温度が上がればアンモニア水の沸騰温度を超えることとなり吸収は停止します。冷却管（冷却チューブ）11内を流れる冷却水により温度が下がれば、吸収を再開いたします。この状況を繰り返すことによりアンモニア水はアンモニアガスを吸収しながら、温度を下げながら流下することになります。

【0063】

蒸発器ユニット 20においてはアンモニア水を加熱する加熱管、加熱プレート等の熱交換エレメントを水平に配置し、沸騰したアンモニアガスが熱交換エレメント上部から排出する構成とし、加熱流体の低温側へ濃アンモニア水を流入し、高温側へ移動して後、排出する構成とすれば、アンモニア水はアンモニアガスを蒸発することにより濃度が低下しながら熱交換エレメントの低温側から高温側へ移動しながら徐々に温度が上がります。

【0064】

上記状況を [図9] P-T-X線図により説明いたします。

図でA点は蒸発器ユニット20での蒸発開始点で吸収冷却器03からの濃アンモニア水が供給され、蒸発を開始するポイントです。A点よりアンモニア水は一定圧力でアンモニアガスを蒸発させ濃度を下げながら、また加熱水により温度を上げながら左へ移動しB点に至ります。10

【0065】

蒸発器ユニット20のアンモニアガス蒸発部21でアンモニア水はアンモニアガスを蒸発させることにより濃度を下げながら、温度は上がりながら蒸発終了ポイントのB点に到達いたします。

【0066】

B点で希アンモニア水は蒸発ユニットから排出され、再生器により降温された後、吸収冷却器ユニット20のアンモニア水供給槽14に供給されます。このポイントが吸収開始点のC点です。

【0067】

希アンモニア水はC点からアンモニア水流量分配板15により多数の冷却管（冷却チューブ）11にそれぞれ定量分配され、冷却管（冷却チューブ）11を流下します。アンモニアガスを吸収することにより濃度を上げながら、冷却水により温度を下げながらD点に到達いたします。20

【0068】

D点からアンモニア水ポンプ05により昇圧され、再生器で昇温された後、蒸発器ユニット20の低温側へ流入します。

【0069】

蒸発器ユニット20に流入した濃アンモニア水は加熱管（加熱チューブ）23により昇温を開始します。濃アンモニア水の温度が沸騰温度に到達したポイントが蒸発開始点のA点になります。30

【0070】

図は先ずアンモニア水の濃度を0.9と0.7とし、蒸発終了温度を25.5と吸収終了温度を6.5としてB点とD点を起点として作成したものです。ただこの状態がアンモニア水サイクル効率が高いケースを示しているわけではありません。

【0071】

以上説明したように [請求項1] と [請求項3] の発明により吸収冷却器と蒸発器ではアンモニア水のアンモニアガスに対する蒸発、吸収特性を最大限利用できます。

【0072】

上記によりアンモニア水サイクルのヒートバランスをアンモニア水濃度変化をパラメータとして十数件の試算を実行しアンモニアランキンサイクルと比較したところ、発電量当たりの温海水の取水量が約23%、冷海水の取水量が約55%まで減少させることが可能との計算結果を得ることが出来ました。40

この結果は海水ポンプ動力の節減と取水設備のコストダウンに大いに寄与するものと予想できます。

【0073】

ただサイクル効率については最高で5%弱となり、ランキンサイクルのサイクル効率4%余りに対し約10から15%サイクル効率が改善されました。

このサイクル効率向上の結果は一般に発表されている値より低いものです。この理由はアンモニア水の濃度を低くするとアンモニアガスタービンの入り口と出口の圧力比が低く50

なることと、タービン入り口アンモニアガスの過熱度が高くなることによりタービン排気の湿り度が低下し、タービン出力がほとんど向上しないからです。

【0074】

もう一つの効果は吸收冷却器と蒸発器双方ともアンモニアガスに対する圧力損失が無視できる程度の低さになることです。このことによりタービン出入り口の圧力差が従来の装置に比し高い値を維持できることとなりサイクルの実効率向上につながります。

【0075】

[請求項2]の発明はアンモニアガス吸収器を含む熱交換器に、熱交換エレメントとしてプラスチックチューブを採用し、シェルアンドチューブタイプ熱交換器とするとともにチューブ管板間の距離を調整可能とし、多数のチューブが常時引っ張られる状態とすることによりそれぞれのチューブ間隔が互いに均一に整列保持されるようにしたのですが、このことによる発明の効果は次の通りです。

【0076】

111プラスチックチューブを熱交換エレメントとして採用することにより金属製では調達／製作コストが高くなることにより実質的に不可能な細分化が実行可能となります。このことにより高い熱交換性能（単位容積当たりの熱交換量）で低成本の熱交換器が製作できます。

【0077】

熱交換エレメント細分化による熱交換性能の向上については[特許文献4]特開2008-298417号公報の“プラスチック熱交換器”を参照ください。

もう一つ、細分化したプラスチックチューブを採用すると最適な熱交換設計が容易に可能となり熱交換される流体を乱流状態でなく層流状態で熱交換を実行でき、熱交換器での圧力損失を激減させることができます。このことはシステムの補機動力軽減につながり最終的にサイクルの効率向上につなげることが出来ます。

【0078】

222プラスチックチューブは管板への接続に接着方式の採用が可能となり、信頼性が高く、高い作業性での接続が出来ます。

【0079】

このことは熱交換組立をプラスチックチューブを機織りの縦糸のごとく配置し、金属製の薄板をスペーサとし、その間にグラスファイバーと熱硬化性接着剤を流し込み、複合FRPを順次形成して管板を製作する工法の採用可能となり、熱交換ユニットの量産性が格段に向上いたします。

【0080】

上記により吸収冷却器、蒸発器及び再生器等の製作コストは金属製熱交換エレメントを採用する熱交換器に比し桁違いに低くなることが予想でき海洋温度差発電システムの実現に大きく寄与できるものと考えます。

【0081】

次ぎに[請求項4]の発明による蒸発器の過熱部の効果を説明いたします。

【0082】

蒸発したアンモニアガスはアンモニア水特性により沸騰温度が純粋なアンモニアの飽和温度より高いことにより、アンモニア濃度の変化に従った過熱状態のアンモニアガスを蒸発させます。したがって蒸発器で蒸発したアンモニアガスのエンタルピーはアンモニア濃度が高くエンタルピーの低いアンモニアガスとアンモニア濃度が低くエンタルピーが高いアンモニアガスの混合ガスとなります。

この結果この構成では従来のアンモニア水サイクルの場合に設けられている気液分離器が必要になります。

【0083】

さらに蒸発器高温側を過熱器の構成とすればアンモニアタービンへ供給されるアンモニア蒸気の過熱度をさらに向上させることが出来、サイクル効率を効果的に高めることができます。過熱器設置によるアンモニア水サイクルの効率向上は約10から15%です。

10

20

30

40

50

ただ過熱器の採用はタービン排気のアンモニア蒸気が過熱蒸気の場合に効果は大きいのですが、タービン排気が湿り蒸気の場合過熱器採用による効果は低くなり採否をよく検討する必要があります。

【発明を実施するための最良の形態】

【0090】

本発明の実施の形態を [図 1] アンモニア・水サイクルの系統図により説明いたします。

【0091】

[図 1] で 0 2 はアンモニアガス蒸発器で先に説明の蒸発器ユニット 2 0 を必要容量数蒸発器室に集合配置したものです。 10

【0092】

蒸発器 0 2 で発生したアンモニア蒸気はタービン 0 1 を断熱膨張により回転させ発電機 0 8 により電気エネルギーを発生します。

【0093】

タービン 0 1 でエネルギーを放出して膨張したアンモニアガスはタービン 0 1 下流の排気室に流入し、必要容量数の吸収冷却ユニット 1 0 に吸収されます。排気室には吸収冷却ユニット 2 0 のみが集合配置され、その他の主要な機器はなく、タービン排気室を吸収冷却器 0 3 と称することとします。

【0094】

蒸発器 0 2 でアンモニアガスを蒸発させ濃度が低くなり、温度の高い希アンモニア水と、吸収冷却器 0 3 でアンモニアガスを吸収し濃度が高くなり温度の低い濃アンモニア水は再生器 1 0 で熱交換され、希アンモニア水は吸収冷却器 0 2 の集合配置された吸収冷却器ユニット 1 0 上部のアンモニア水供給槽 1 4 に供給されます。また濃アンモニア水は蒸発器 0 2 の集合配置された蒸発器ユニット 2 0 の低温側へ供給されます。 20

【0095】

蒸発器 0 2 の蒸発器ユニット 2 0 の加熱管（加熱チューブ）2 4 を流れる温熱源水は温熱源水ポンプ 0 6 により表層海水が汲み上げられます。また吸収冷却器 0 3 の吸収冷却器ユニット 1 0 の冷却チューブ 1 1 を流れる冷熱源水は冷熱源水ポンプ 0 7 により深層海水が汲み上げられます。蒸発器 0 2 と吸収冷却器 0 3 で用済みとなった海水は海中へ直接排出されます。 30

【0096】

再生器 0 4 設置によるアンモニア水サイクルの効率向上はありません。再生器 0 4 の目標とする機能は吸収冷却器 0 3 へ供給される希アンモニア水の温度をアンモニア水の沸騰温度より低い値とすることです。

吸収冷却器 0 3 上部のアンモニア水供給槽 0 4 内で希アンモニア水が沸騰するとアンモニア水流分配板上流での機能に悪影響を与える可能性があるからです。

【0097】

プラント構成上、濃アンモニア水もしくは希アンモニア水の貯液タンクが必要であることから再生器 0 4 を希アンモニア水の貯液タンクとして利用することといたします。

【0098】

吸収冷却器 0 3 から再生器 1 0 を経由して蒸発器 0 2 に流入する濃アンモニア水の温度は沸騰温度より低くなります。これは濃アンモニア水の方が希アンモニア水よりタービンを流れるアンモニアガスの分、流量が多いのです。

この対策として蒸発器 0 2 の濃アンモニア水側を前置加熱器と称することと致しますが、前置加熱器 0 5 構成は蒸発部 2 1 と同じ構成であります。

【0099】

アンモニア水サイクル発電プラントの各機器（特に蒸発器 0 2 と吸収冷却器 0 3 ）の配置は次の理由により [図 1] 上下関係の構成とするのが適切と考えられます。すなはち蒸発器 0 2 と吸収冷却器 0 3 はそれぞれ海水圧力に見合った海中に配置します。

【0100】

先ず吸收冷却器 0 3 から蒸発器 0 2 への濃アンモニア水供給ではアンモニア水の海水に対する比重差が寄与して、アンモニア水ポンプ 0 5 の容量を低く出来るとともに、蒸発器 0 2 から吸收冷却器への希アンモニア水の供給には減圧弁の差圧を減じることとなり補機動力の削減が可能なりプラント効率向上に寄与できます。

【 0 1 0 1 】

プラント主要機器を海中に配置することは海面上での波浪の影響を排除するとともに潮流による影響も軽減できプラントの信頼性を向上いたします。

【 0 1 0 2 】

さらに海水圧力とアンモニア水の圧力差が低くなることにより、万一アンモニア水系が漏れる事態となっても漏れ量を大幅に低減するとともに漏れたアンモニア水が海中で薄められることにより海表面へのアンモニアガスの流出はほとんど無視できるレベルまで低減できること期待できます。10

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 1 0 】

以上説明したように本願で提供される吸收冷却器を含む熱交換器は当初目標のアンモニア水サイクルにおいて、アンモニア水特性を最大限利用可能とするとともにプラスチックチューブによる熱交換器での高い熱交換性能と材料調達コストの激減と高い量産性とによる低コスト化の見通しを得ることが出来、海洋温度差発電の実現に大きく寄与できるものと考えます。20

【 0 1 1 1 】

さらに吸収剤が液体で循環系統が構成できれば従来のアンモニア水冷凍機、ヤリチュウム・プロマイド冷却器等の性能改善と低コスト化に寄与できるものと考えます。

【 0 1 1 2 】

加うるにプラスチック熱交換器は高い熱交換性能と材料調達コストの激減と高い量産性とによる低コスト化により従来の熱交換器を凌駕する能力を持っております。

プラスチック熱交換器の適用できない分野は高温熱交換器と紫外線、放射線及び放射能等を遮蔽できない分野となります。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明によるアンモニア・水サイクルの系統図

【 図 2 】 本発明による吸収冷却器ユニットの断面図

30

【 図 3 】 上記吸収冷却器ユニットのアンモニアガス吸収を説明するための一部断面図

【 図 4 】 上記吸収冷却器ユニットにおける各流体の上下温度変化の説明する為のグラフ

【 図 5 】 本発明によるアンモニア水蒸発器ユニットの断面図

【 図 6 】 ランキンサイクル系統図

【 図 7 】 カリーナサイクル系統図

【 図 8 】 ウエハラサイクル系統図

【 図 9 】 P - T - X 線図（アンモニア水の特性を示します。）

【 符号の説明 】

0 1 アンモニア蒸気タービン

40

0 2 蒸発器

0 3 吸収冷却器

0 4 再生器

0 5 アンモニア水ポンプ

0 6 温熱源水ポンプ(HWP)

0 7 冷熱源水ポンプ(CWP)

0 8 発電機

1 0 吸収冷却器ユニット

1 1 冷却管(冷却チューブ)

1 2 冷却水上部液室

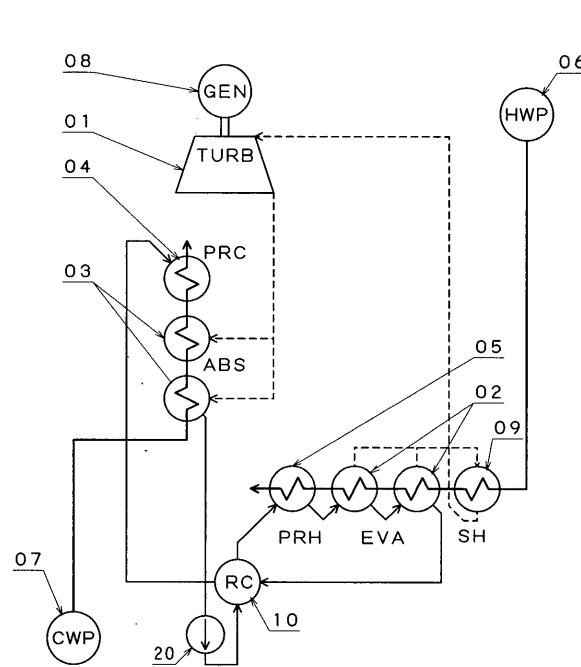
1 3 冷却水下部液室

50

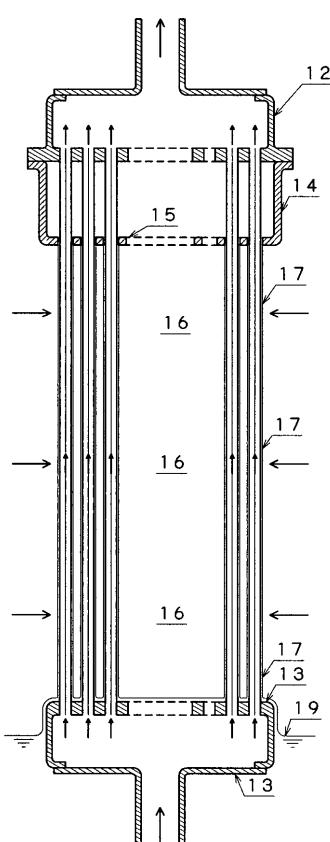
1 4	アンモニア水供給槽	
1 5	アンモニア水流量分配板	
1 6	アンモニアガス吸收部	
1 7	アンモニア水液膜	
1 8	冷却管（冷却チューブ）支持板	
1 9	アンモニア水液面	
2 0	蒸発器ユニット	
2 1	アンモニアガス蒸発部	
2 2	アンモニアガス過熱部	
2 3	加熱管（加熱チューブ）	10
2 4	加熱管（加熱チューブ）管板	
2 5	加熱管（加熱チューブ）仕切管板	
2 6	加熱水高温側水室	
2 7	加熱水低温側水室	
2 8	アンモニア水液槽	
2 9	濃アンモニア水供給口	
3 0	希アンモニア水排出口	
3 1	低温蒸発アンモニアガス流入口	
3 2	高温蒸発アンモニアガス流入口	
3 3	アンモニアガス流出口	20
3 4	アンモニアガス仕切 A	
3 5	アンモニアガス仕切 B	
1 0 1	アンモニア蒸気タービン	
1 0 2	蒸発器	
1 0 3	吸收凝縮器	
1 0 4	凝縮器	
1 0 6	温熱源水ポンプ（HWP）	
1 0 7	冷熱源水ポンプ（CWP）	
1 0 8	発電機	
1 0 9	アンモニア水ポンプ	30
1 1 0	吸收器	
1 1 1	再生器	
1 1 2	気液分離器	
1 1 3	加熱器	
1 1 4	減圧弁	

【図1】

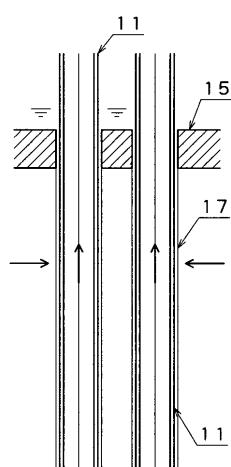
アンモニア水サイクル



【図2】

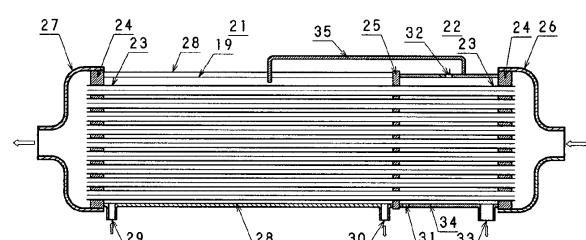


【図3】

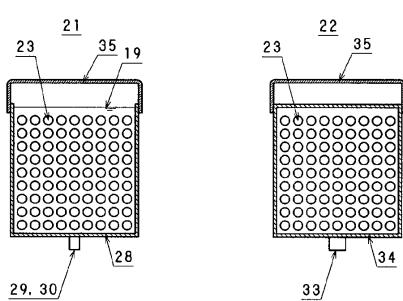
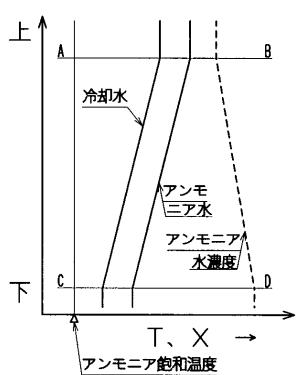


【図5】

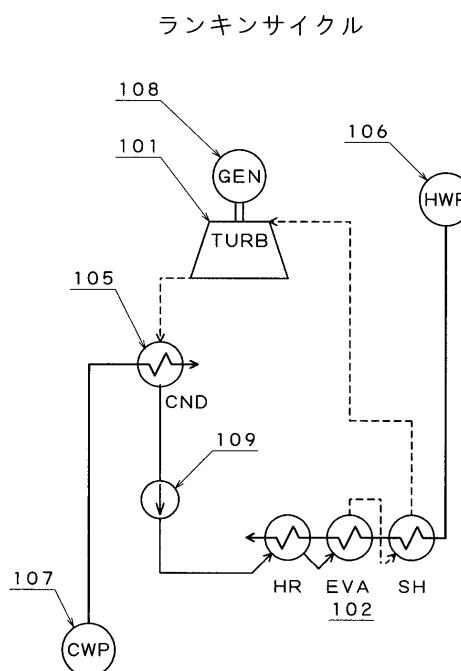
蒸発器



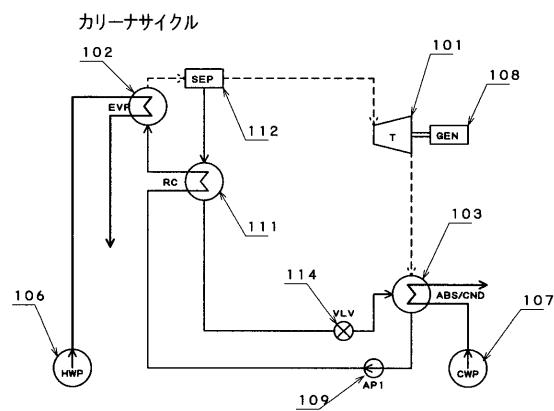
【図4】



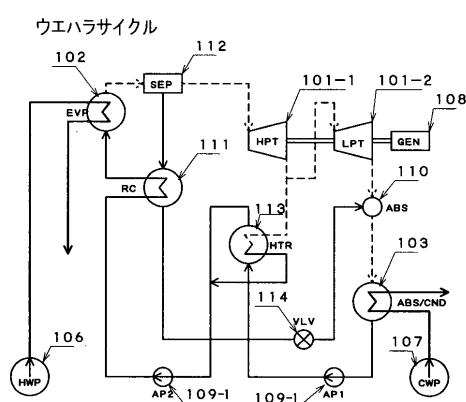
【図6】



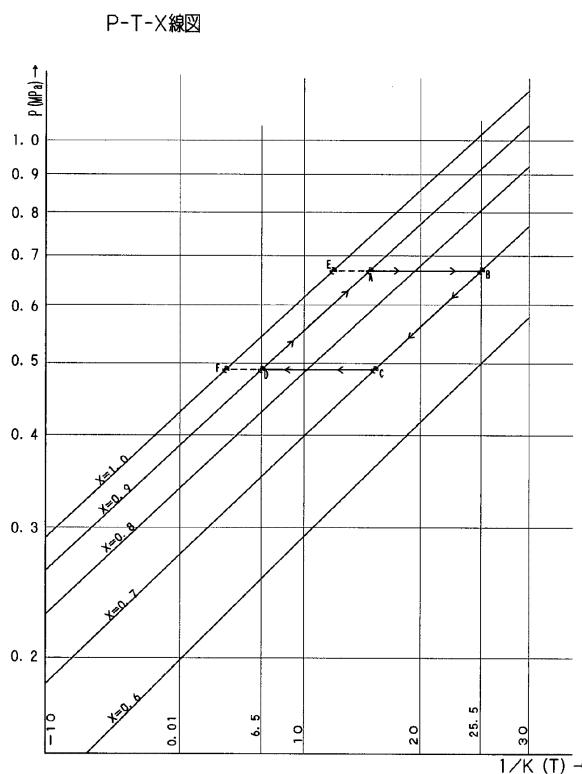
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平5 - 280831 (JP, A)
特開平8 - 94272 (JP, A)
特表2005 - 513401 (JP, A)
特開2008 - 241229 (JP, A)
特開平5 - 52446 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F25B 15/04