

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-62513

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月5日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

F 0 1 K 21/00

F 0 1 K 21/00

Z

C 0 1 D 3/06

C 0 1 D 3/06

G

C 0 2 F 1/04

C 0 2 F 1/04

A

F 2 2 B 3/00

F 2 2 B 3/00

審査請求 有 請求項の数 4 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号

特願平9-233344

(71) 出願人 397076659

琉球大学長

沖縄県中頭郡西原町字千原1番地

(22) 出願日

平成9年(1997) 8月13日

(72) 発明者 永井 實

沖縄県中頭郡中城村奥間65-2

(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外8名)

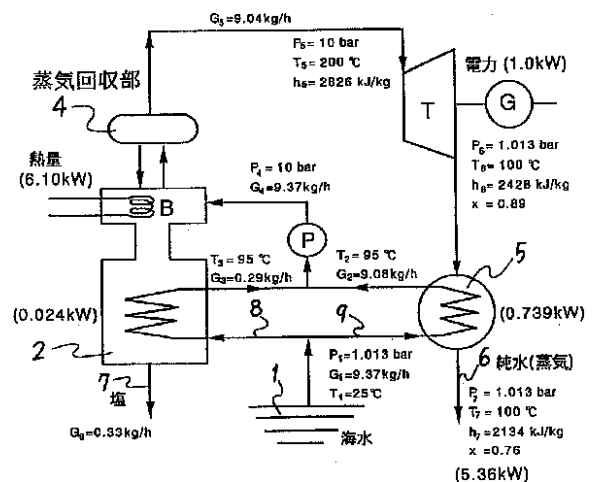
(54) 【発明の名称】 海水沸騰方法および海水濃縮用温度成層ボイラ

(57) 【要約】

【課題】 温廃水ゼロ発電「一石三鳥」システムに必要な水蒸気発生ボイラであり、発電と同時に海水淡水化並びに製塩装置を兼ね備えたシステムに関し、海水から真水蒸気を確実に発生して蒸気タービンなどの駆動に利用でき、しかも塩と淡水を効率的に製造可能とすることを目的とする。

【解決手段】 適当な熱源により海水を沸騰させる海水沸騰手段と、発生した真水蒸気を回収して動力源とする手段と、塩を析出生成ないし海水濃縮を行なう手段とを有していることを特徴とする海水濃縮用ボイラである。

本発明の基本構成の模式図



発電サイクル効率  $\eta = 0.164$

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 適当な熱源により海水を沸騰させ、真水蒸気を発生して回収利用するとともに、塩の析出生成ないし海水濃縮を行なうことを特徴とする海水沸騰方法。

【請求項 2】 適当な熱源により海水を沸騰させる海水沸騰手段と、発生した真水蒸気を回収して動力源とする手段と、真水蒸気を除去した後の海水から塩を析出生成ないし海水濃縮を行なう手段とを有していることを特徴とする海水濃縮用ボイラ。

【請求項 3】 上部に燃烧炉、海水沸騰部、下部に下方ほど低温となる温度成層部を有し、燃烧炉外壁、海水沸騰部および気液界面はいずれもポーラス材で被覆され、もしくはその内部に位置するように調整された構造となっていることを特徴とする海水濃縮用温度成層ボイラ。

【請求項 4】 前記の温度成層部が新鮮海水により冷却され、温度差を維持することにより、下方ほど塩が速やかに析出する構造とし、冷却後の海水が前記の海水沸騰部に供給される構造となっていることを特徴とする請求項 3 に記載の海水濃縮用温度成層ボイラ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、温廃水ゼロ発電「一石三鳥」システムに必要な水蒸気発生ボイラであり、発電と同時に海水淡水化並びに製塩装置を兼ね備えたシステムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の蒸気タービン発電システムは、周知のように真水を作動媒体とし、ボイラ燃烧室を高温熱源、復水器冷却用海水を低温熱源とする一種の熱機関であり、その熱効率は、いわゆるカルノー効率を上限として高々 40%程度にとどまるものであった。

【0003】すなわち、例えば出力 1 万 kW の発電システムでは、常時 1 万 5 千 kW 程度の廃水を海水温廃水として環境に多量に排出するものであった。

【0004】一方、海水淡水化システム及び製塩に関する従来技術は、それぞれ単独のシステムとして多量の熱エネルギーあるいは電気エネルギー等を消費するシステムであり、この二つのシステムと上記蒸気タービン発電システムを一体化して一種のゼロエミッションシステムとする試みはまだ実現されていない。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】発電装置と海水淡水化及び製塩装置を一体化するこの「一石三鳥」システムの実現に至る最大の技術的課題は、海水沸騰ボイラの構成にあると考えられる。すなわち、発生水蒸気中への塩分混入をいかに小さく抑えるか、また、飽和濃度以上に濃縮した海水から、塩をいかに速やかに析出させ、かつ連続的にボイラ外へ取り出すかがクリアすべき課題であった。

【0006】本発明の技術的課題は、このような問題に

着目し、海水から真水蒸気を確実に発生して蒸気タービンなどの駆動に利用でき、しかも塩と淡水を効率的に製造可能とすることにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の技術的課題は次のような手段によって解決される。請求項 1 は、適当な熱源により海水を沸騰させ、真水蒸気を発生して回収利用するとともに、塩の析出生成ないし海水濃縮を行なうことを特徴とする海水沸騰方法である。

【0008】このように、海水を沸騰させて真水蒸気を発生するため、この蒸気を利用して蒸気タービンなどの駆動源として利用でき、駆動後の蒸気を冷却すると、淡水を得ることができる。また、海水を真水蒸気と塩分とに分離できるため、自然塩の製造も可能となる。

【0009】請求項 2 は、例えば燃烧炉などのような適当な熱源により海水を沸騰させる海水沸騰手段と、発生した真水蒸気を回収して動力源とする手段と、真水蒸気を除去した後の海水から塩を析出生成ないし海水濃縮を行なう手段とを有している海水濃縮用ボイラである。海水沸騰手段としては、各種のボイラが利用できる。

【0010】このように、海水沸騰手段から真水蒸気を発生して蒸気タービンなどの駆動エネルギーとして利用でき、加えて、真水蒸気を除去した後の海水から濃縮塩分ないし塩を効率的に得ることができ、多機能のボイラが実現できる。

【0011】請求項 3 は、上部に燃烧炉、海水沸騰部、下部に下方ほど低温となる温度成層部を有し、燃烧炉外壁、海水沸騰部および気液界面はいずれもポーラス材で被覆され、もしくはその内部に位置するように調整された構造となっている海水濃縮用温度成層ボイラである。

【0012】このように、上部に燃烧炉と海水沸騰部を有しているため、海水を沸騰させて真水蒸気を効率的に発生分離できる。また、下部に下方ほど低温となる温度成層部を有しているため、塩分の析出ないし海水濃縮を効果的に行なうことができる。さらに、燃烧炉外壁、海水沸騰部および気液界面がポーラス材で被覆されているため、真水蒸気中に塩分が混入するのを効果的に防止できる。

【0013】請求項 4 は、請求項 3 に記載の温度成層部が新鮮海水により冷却され、温度差を維持することにより、下方ほど塩が速やかに析出する構造とし、冷却後の海水が前記の海水沸騰部に供給される構造となっている海水濃縮用温度成層ボイラである。

【0014】このように、温度成層部が新鮮海水により冷却され、温度差を維持する構造なため、下方ほど速やかに、かつ効率的に塩を析出させることができる。また、温度成層部を冷却して予熱された海水が海水沸騰部に供給されるため、効率的なボイラが得られる。

## 【0015】

【発明の実施の形態】次に本発明による海水沸騰方法お

よび海水濃縮用温度成層ボイラが実際上どのように具体化されるか実施形態を説明する。図 1 は本発明による海水沸騰方法および海水濃縮用温度成層ボイラの基本構成の模式図である。

【0016】図において、1 は海水、2 は塩析出部、B は燃焼炉などによって周囲の海水を沸騰させるボイラ部、4 は蒸気回収部であり、海水 1 はポンプ P によって、ボイラ部 B に供給される。そして、海水の沸騰によって発生した真水蒸気は、蒸気回収部 4 に集められて、蒸気タービン T の駆動に利用され、発電機 G で発電を行なう。

【0017】蒸気タービン駆動後の蒸気は、復水器 5 を経て、海水で冷却され、回収口 6 から純水（蒸気）として回収され、利用される。

【0018】また、ボイラ部 B で蒸気と分離された塩分が高濃度の海水は、塩析出部 2 に溜められ、みぞれ状の塩となって、排出口 7 から排出され、天然塩やミネラルとして利用される。

【0019】図示のシステムでは、海水 1 は、直接にボイラ部 B に供給されるのではなく、一旦予熱されてから、供給される。すなわち、管路 8 で塩析出部 2 に供給されて、高温の塩分を冷却することで加温されてから、供給される。また、管路 9 で復水器 5 に供給されて、高温の蒸気を冷却して淡水を得ることで加温されてから、供給される。

【0020】なお、図示のシステムでは、発電出力 1 . 0 kW のシステムを想定し、海水、水蒸気、熱量等の収支計算を行ってあり、その結果を図示表示してある。また、蒸気タービンに供給される蒸気は、予めポンプで加圧される。

【0021】図 2 は、図 1 の基本構成に基づいて製作された海水濃縮用温度成層ボイラの小型モデルを示す断面図である。ボイラ部 B は、断熱材からなるボイラ本体 1 0 の中に熱を供給して、海水 1 から流入して来た海水を沸騰させる。

【0022】なお、図はテスト機のため、加熱手段として電熱ヒータ 1 1 を用いているが、実際には炉筒煙管型などの燃焼炉がボイラ本体 1 0 の中を貫通する構造が採用される。あるいは、コイル状の熱交換器をボイラ本体 1 0 中に内蔵する。

【0023】こうして海水を沸騰蒸発させることによって得た蒸気は、図 1 のように、蒸気タービンなどの駆動源として利用される。一方、ボイラ本体 1 0 の下方は、図 1 のようにして導かれた新鮮海水によって冷却され、低温部において、濃縮海水からの塩の析出を促進させる。

【0024】蒸気タービンなどの駆動に利用された後の蒸気は、冷却器 1 2 で冷却され、淡水として利用される。

【0025】ボイラ本体 1 0 の内部は、加熱ヒータ 1 1

の周りを、多孔質（ポラス）材 1 3 で覆い、かつ気液界面（沸騰界面）も多孔質材料内に維持することによって、泡立ち沸騰を極力抑さえ、水蒸気中に塩分が混入することを防止している。

【0026】以上のように、本発明のボイラは、上部に燃焼炉などの加熱手段、海水沸騰部、下部に下方ほど低温となる温度成層部を有することを特徴とする。また燃焼炉外壁、海水沸騰部及び気液界面はいずれもポラス材で被覆され、もしくはその内部に位置するように調整され、泡立ち沸騰を抑えることによって、発生水蒸気に塩分が混入することを極力防止している。

【0027】ポラス材 1 3 は、加熱ヒータ 1 1 の上側は、真水蒸気が通過できる程度の比較的細かなポラスを有する材料が適している。これに対し、加熱ヒータ 1 1 の下側のポラス材 1 3 は、水分が減少して濃縮された海水が通過して下降できる程度の比較的目の粗いポラスを有する材料が適している。なお、多孔質材 1 3 としては、石綿、スチールウール、多孔質セメント、多孔質の煉瓦や自然の石などが使用できる。

【0028】下方の温度成層部は、ボイラに流入する新鮮海水により冷却され温度差を維持することにより、下方ほど速やかに塩が析出することを特徴とする。ボイラ下部に沈殿した塩は、バルブ操作によりみぞれ状の高濃度塩として連続的にボイラ外へ取り出される。

【0029】

【発明の効果】請求項 1 によると、海水を沸騰させて真水蒸気を発生するため、この蒸気を利用して蒸気タービンなどの駆動源として利用でき、駆動後の蒸気を冷却すると、淡水を得ることができる。また、海水を真水蒸気と塩分とに分離できるため、天然塩の製造も可能となる。

【0030】請求項 2 によると、海水沸騰手段から真水蒸気を発生して蒸気タービンなどの駆動エネルギーとして利用でき、加えて、真水蒸気を除去した後の海水から濃縮塩分ないし塩を効率的に得ることができ、多機能のボイラが実現できる。

【0031】請求項 3 によると、上部に燃焼炉と海水沸騰部を有しているため、海水を沸騰させて真水蒸気を効率的に発生分離できる。また、下部に下方ほど低温となる温度成層部を有しているため、塩分の析出ないし海水濃縮を効果的に行なうことができる。さらに、燃焼炉外壁、海水沸騰部および気液界面がポラス材で被覆されているため、真水蒸気中に塩分が混入するのを効果的に防止できる。

【0032】請求項 4 によると、温度成層部が新鮮海水により冷却され、温度差を維持する構造なため、下方ほど速やかに、かつ効率的に塩を析出させることができる。また、温度成層部を冷却して予熱された海水が海水沸騰部に供給されるため、効率的な海水濃縮用ボイラが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による海水沸騰方法および海水濃縮用温度成層ボイラの基本構成の模式図である。

【図 2】 図 1 の基本構成に基づいて製作された海水濃縮用温度成層ボイラの小型モデルを示す断面図である。

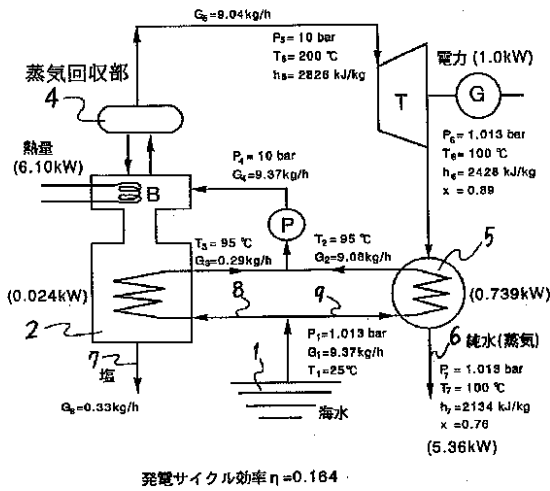
【符号の説明】

- B ボイラ部
- P ポンプ
- T 蒸気タービン

- G 発電機
- 1 海水
- 2 塩析出部
- 4 蒸気回収部
- 5 復水器
- 10 ボイラ本体
- 11 加熱手段(ヒータ)
- 13 多孔質(ポラス)材

【図 1】

本発明の基本構成の模式図



【図 2】

本発明の海水沸騰ボイラの小型モデル

