

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4734658号
(P4734658)

(45) 発行日 平成23年7月27日(2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年5月13日(2011.5.13)

(51) Int.Cl. F I
FO3G 7/05 (2006.01) F O 3 G 7/05 5 O 1
FO1K 25/10 (2006.01) F O 1 K 25/10 R

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2007-530889 (P2007-530889)	(73) 特許権者	504209655 国立大学法人佐賀大学 佐賀県佐賀市本庄町1番地
(86) (22) 出願日	平成17年8月19日 (2005.8.19)	(74) 代理人	100099634 弁理士 平井 安雄
(86) 国際出願番号	PCT/JP2005/015144	(72) 発明者	池上 康之 佐賀県佐賀市本庄町1番地 国立大学法人 佐賀大学内
(87) 国際公開番号	W02007/020707	(72) 発明者	岩崎 君夫 佐賀県佐賀市本庄町1番地 国立大学法人 佐賀大学内
(87) 国際公開日	平成19年2月22日 (2007.2.22)	審査官	井上 茂夫
審査請求日	平成20年6月20日 (2008.6.20)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 教材用温度差発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の高温流体と液相の作動流体とを熱交換させて当該作動流体を蒸発させる蒸発器と、蒸発した前記作動流体の保有する熱エネルギーを動力に変換する原動機と、当該原動機で駆動されて発電する発電機と、前記原動機で使用済の作動流体を所定の低温流体と熱交換させて凝縮させる凝縮器と、当該凝縮器を出た液相の作動流体を前記蒸発器へ送込むポンプとを少なくとも備え、作動流体を前記各流体と熱交換させて相変化させる過程を繰り返す動力サイクルからなる温度差発電装置において、

前記蒸発器が、少なくとも外殻容器の一部を、外部から作動流体の蒸発過程が視認可能な略透明材質製とされてなり、

前記原動機が、気相の作動流体により一段の羽根車を回転させる蒸気タービンとされ、と共に、透明材質のハウジング内に前記羽根車が収納されて、外部から羽根車の回転状態を視認可能とされてなり、また、前記ハウジングに隣接して発電機ケースが配設され、

前記発電機が、前記羽根車と軸で連結されて前記発電機ケース内に配設され、羽根車の回転により電力を発生可能とされ、且つ当該電力発生状態をランプの点灯で示され、

前記凝縮器が、少なくとも外殻容器の一部を、外部から作動流体の凝縮過程が視認可能な略透明材質製とされてなり、

前記作動流体が、少なくともサイクル作動時における沸点が水の沸点より低く、且つ凝固点が水の凝固点より低い性質を有して、アンモニアより低圧で相変化を生じさせられるフッ素系液体であり、

前記高温流体が、加熱されて前記作動流体のサイクル作動時における沸点以上とされた水であり、

前記低温流体が、冷却されて前記作動流体のサイクル作動時における沸点に比べて十分低い温度とされた水であることを

特徴とする教材用温度差発電装置。

【請求項 2】

前記請求項 1 に記載の教材用温度差発電装置において、

水を所定量貯溜しつつ所定の高温熱源で加熱して前記高温流体とし、前記蒸発器に供給すると共に、蒸発器で熱交換を終えた高温流体を回収する高温流体タンクと、

水を所定量貯溜しつつ所定の低温熱源で冷却して前記低温流体とし、前記凝縮器に供給すると共に、凝縮器で熱交換を終えた低温流体を回収する低温流体タンクとを備え、

前記高温流体及び低温流体となる水が、互いに異なり、且つ作動流体とも異なる所定色にそれぞれ着色され、

前記高温流体タンク及び低温流体タンクが、少なくとも外殻容器の一部を、外部から各流体の貯溜状態が視認可能な略透明材質製とされてなり、

前記蒸発器が、外部から高温流体の流れも視認可能な構造とされ、

前記凝縮器が、外部から低温流体の流れも視認可能な構造とされることを

特徴とする教材用温度差発電装置。

【請求項 3】

前記請求項 2 に記載の教材用温度差発電装置において、

前記高温流体が暖色系の所定色に着色され、

前記低温流体が寒色系の所定色に着色され、

前記高温流体タンクと低温流体タンクが上下に並べて配置されることを

特徴とする教材用温度差発電装置。

【請求項 4】

前記請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の教材用温度差発電装置において、

前記蒸発器と原動機との間の作動流体流路にバルブが設けられ、作動流体の原動機への流入量を調整可能とされることを

特徴とする教材用温度差発電装置。

【請求項 5】

前記請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の教材用温度差発電装置において、

前記蒸発器及び / 又は凝縮器が、プレート式熱交換器とされ、各プレートの伝熱部分を少なくとも透明板状体とされてなることを

特徴とする教材用温度差発電装置。

【請求項 6】

前記請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の教材用温度差発電装置において、

前記蒸発器を出た高温流体の少なくとも一部及び / 又は前記高温流体タンクから所定量取水された高温流体を所定の減圧空間内で蒸発させる内部視認可能な蒸発手段、及び前記凝縮器を出た低温流体の少なくとも一部及び / 又は前記低温流体タンクから所定量取水された低温流体を冷却用媒体として導入する内部視認可能な凝縮手段を少なくとも有してなり、前記蒸発手段で蒸発させた水分を前記凝縮手段で冷却し凝縮させて蒸留水を得る造水装置を備えることを

特徴とする教材用温度差発電装置。

【請求項 7】

前記請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の教材用温度差発電装置において、

前記凝縮器と低温流体タンクとの間で、凝縮器を出た作動流体を一時的に所定量貯溜しつつ、前記凝縮器を出た低温流体の少なくとも一部及び / 又は前記低温流体タンクから所定量取水された低温流体を冷却用媒体として作動流体の近傍に導入、流通させ、貯溜された作動流体を冷却する作動流体タンクを備えることを

特徴とする教材用温度差発電装置。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は所定の温度差を有する高温源と低温源を用いて作動流体を加熱、冷却させつつ循環させ、相変化を繰返す作動流体に仕事を行わせて発電動力を得る温度差発電装置に関し、特に、安全な作動流体を適切な温度帯で用いてシステム各部のコンパクト化を図りつつ、作動流体の相変化状態や仕事を行う状態を視認可能として発電装置の動作の理解を進めやすく、教材として最適な教育用の温度差発電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

環境問題やエネルギー問題が緊急の国際的課題として取りざたされる中、海洋表層における高温の温海水と海洋深層における低温の冷海水との温度差を利用して電力を得る海洋温度差発電は、資源枯渇がなく持続可能なエネルギーシステムであり、地球温暖化等環境悪化につながる排出物を発生しないなどの特長を有し、研究者のみならず、国内外の多方面から注目を集めている。

【0003】

海洋温度差発電システムは、従来、蒸発器、発電機と連結したタービン、凝縮器及びポンプ等から構成され、海洋の表層から採取した温海水を蒸発器に流通させるとともに、海洋の深層から汲上げた冷海水を凝縮器に流通させて、両者間の温度差により作動流体を蒸発させると共に凝縮させ、その間にタービンを駆動して発電を行う。この海洋温度差発電においては高温源（温海水）と低温源（冷海水）との温度差が小さいために、流通させる海水の量が膨大なものとなり、また各熱交換機器の伝熱面も十分な面積を確保する必要があった。

【0004】

このような海洋温度差発電システムとして用いられる従来の温度差発電装置の一例として、特開平7-91361号公報に記載されるものがある。

前記従来の温度差発電装置は、蒸気動力サイクルとして一般的なランキンサイクル同様に蒸発器、タービン、凝縮器及びポンプを有する他に、凝縮器の前段側に膨張後の気相作動流体を液相作動流体に一部吸収させる吸収器と、蒸発器で加熱された作動流体のうち、液相の作動流体を蒸発器で熱交換する前の低温液相の作動流体と熱交換させる再生器と、複数段配設されたタービンの中間から抽気された高温気相の作動流体を低温液相の作動流体と熱交換させる加熱器とを備える構成である。

【特許文献1】特開平7-91361号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来の温度差発電装置は、前記特許文献に示される構成となっており、一般的なランキンサイクルを用いたものに比べて熱効率を高めることができるものの、装置は非常に大きなものとなり、装置全体が一つの動力サイクルをなして稼働している状況を把握するのは、専門の技術者以外には困難であった。

海洋温度差発電の普及や技術的発展には、学生や一般の学習者等の非専門家にも海洋温度差発電への理解を進めることが重要であり、こうした非専門家に対する教育に際しては、印刷物や資料映像のみの教材ではなく、実際に操作したり蒸発や凝縮の現象を観察できる教材が望ましいが、前記従来の温度差発電装置は、大型でその稼働状態を把握しにくいという点で教材としては難があるという課題を有していた。この他、非専門家が海洋温度差発電を体験的及び観察的に学習できる教材となり得る装置は従来存在せず、システム全体を一目で把握可能な程度にコンパクトで、且つ動作状態がわかりやすく初学者の理解を助ける模擬的な装置が求められている。

【0006】

ただし、こうした海洋温度差発電のモデル装置を、前記特許文献に記載の装置など、海

10

20

30

40

50

洋温度差発電用の実際の装置のようにアンモニアを使用するものとして製作しようとする
と、アンモニアへの対応で各部が高耐圧構造となりコスト高となるなど難しい面があり、
作動流体としてアンモニアに代る安全且つ使用が容易な流体も求められていた。

【0007】

本発明は前記課題を解消するためになされたもので、発電に係るサイクル中の熱交換器
等各機器を安全且つ簡略で観察が容易な構造として、高温熱源と低温熱源との温度差に基
づく動力サイクルの稼働と電力の発生仕組みを装置の運用を経て観察者に容易に理解さ
せることができ、教材として優れると共に、装置全体のコンパクト化、低コスト化が図れ
、様々な箇所で教材として活用できる温度差発電装置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】

【0008】

本発明に係る教材用温度差発電装置は、所定の高温流体と液相の作動流体とを熱交換さ
せて当該作動流体を蒸発させる蒸発器と、蒸発した前記作動流体の保有する熱エネルギーを
動力に変換する原動機と、当該原動機で駆動されて発電する発電機と、前記原動機で使
済の作動流体を所定の低温流体と熱交換させて凝縮させる凝縮器と、当該凝縮器を出た液
相の作動流体を前記蒸発器へ送込むポンプとを少なくとも備え、作動流体を前記各流体と
熱交換させて相変化させる過程を繰返し行う動力サイクルからなる温度差発電装置にお
いて、前記蒸発器が、少なくとも外殻容器の一部を、外部から作動流体の蒸発過程が視認
可能な略透明材質製とされてなり、前記原動機が、気相の作動流体により一段の羽根車を回
転させる蒸気タービンとされると共に、透明材質のハウジング内に前記羽根車が収納され
て、外部から羽根車の回転状態を視認可能とされてなり、また、前記ハウジングに隣接し
て発電機ケースが配設され、前記発電機が、前記羽根車と軸で連結されて前記発電機ケ
ース内に配設され、羽根車の回転により電力を発生可能とされ、且つ当該電力発生状態をラ
ンプの点灯で示され、前記凝縮器が、少なくとも外殻容器の一部を、外部から作動流体の
凝縮過程が視認可能な略透明材質製とされてなり、前記作動流体が、少なくともサイクル
作動時における沸点が水の沸点より低く、且つ凝固点が水の凝固点より低い性質を有して
、アンモニアより低圧で相変化を生じさせられるフッ素系液体であり、前記高温流体が、
加熱されて前記作動流体のサイクル作動時における沸点以上とされた水であり、前記低温
流体が、冷却されて前記作動流体のサイクル作動時における沸点に比べて十分低い温度と
された水であるものである。

【0009】

このように本発明によれば、アンモニアの代りに、より低圧で相変化の各現象が再現で
きる液体を作動流体として用い、少なくとも一部を略透明の材質製とされる蒸発器と凝縮
器で作動流体をそれぞれ高温流体及び低温流体と熱交換させて動力サイクルを実行させる
ことにより、動力サイクルとしての実際の動作を確実なものとしつつ、取扱いを簡便なも
のとし、また、装置全体を低コストでコンパクトに構成でき、合わせて蒸発や凝縮の現象
を容易に観察できることとなり、非専門家でも実際に動作させて観察者に対し温度差発
電装置の動作理解を促すことができ、教材用装置として好適である。

【0010】

また、本発明に係る教材用温度差発電装置は必要に応じて、水を所定量貯溜しつつ所定
の高温熱源で加熱して前記高温流体とし、前記蒸発器に供給すると共に、蒸発器で熱交換
を終えた高温流体を回収する高温流体タンクと、水を所定量貯溜しつつ所定の低温熱源で
冷却して前記低温流体とし、前記凝縮器に供給すると共に、凝縮器で熱交換を終えた低
温流体を回収する低温流体タンクとを備え、前記高温流体及び低温流体となる水が、互
いに異なり、且つ作動流体とも異なる所定色にそれぞれ着色され、前記高温流体タンク
及び低温流体タンクが、少なくとも外殻容器の一部を、外部から各流体の貯溜状態が視
認可能な略透明材質製とされてなり、前記蒸発器が、外部から高温流体の流れも視認可
能な構造とされ、前記凝縮器が、外部から低温流体の流れも視認可能な構造とされる
ものである。

【0011】

このように本発明によれば、高温流体タンクと低温流体タンクを設けると共に、高温流

10

20

30

40

50

体と低温流体に着色し、蒸発器や凝縮器で高温流体と低温流体をも視認可能とすることにより、作動流体だけでなく高温流体と低温流体の装置内流通状態も把握しやすくなり、温度差発電装置の仕組みと動作をより容易に理解可能となる。

【0012】

また、本発明に係る教材用温度差発電装置は必要に応じて、前記高温流体が暖色系の所定色に着色され、前記低温流体が寒色系の所定色に着色され、前記高温流体タンクと低温流体タンクが上下に並べて配置されるものである。

このように本発明によれば、高温流体タンクと低温流体タンクが上下に並べられて海洋温度差発電の場合の水供給源となる海洋を模すと共に、高温流体が暖色系とされて温海水を模し、且つ低温流体が寒色系とされて冷海水を模すことにより、装置全体から海洋温度差発電のイメージを想起させやすく、観察者に対し温度差発電の仕組みのより一層の理解を促せる。

【0013】

また、本発明に係る教材用温度差発電装置は必要に応じて、前記蒸発器と原動機との間の作動流体流路にバルブが設けられ、作動流体の原動機への流入量を調整可能とされるものである。

【0014】

このように本発明によれば、原動機としての蒸気タービンにおける羽根車の回転状態を外部から確認可能にすると共に、蒸発器と原動機との間にバルブを設けることにより、実際に作動流体で羽根車が回転している様子を視認しながら、バルブの開度調整で作動流体の流入量を増減させて羽根車の回転を変化させられ、作動流体が仕事を行う様子を理解しやすくなり、温度差発電装置全体の理解の一助とすることができる。

【0015】

また、本発明に係る教材用温度差発電装置は必要に応じて、前記蒸発器及び/又は凝縮器が、プレート式熱交換器とされ、各プレートの伝熱部分を少なくともガラス板とされるものである。

このように本発明によれば、蒸発器及び/又は凝縮器の伝熱部分が略透明のガラス板とされ、外部から伝熱部分で隔てられた部位も視認可能となることにより、作動流体の相変化状態をより一層把握しやすくなり、作動流体の蒸発及び/又は凝縮過程の理解を深められる。

【0016】

また、本発明に係る教材用温度差発電装置は必要に応じて、前記蒸発器を出た高温流体の少なくとも一部及び/又は前記高温流体タンクから所定量取水された高温流体を所定の減圧空間内で蒸発させる内部視認可能な蒸発手段、及び前記凝縮器を出た低温流体の少なくとも一部及び/又は前記低温流体タンクから所定量取水された低温流体を冷却用媒体として導入する内部視認可能な凝縮手段を少なくとも有してなり、前記蒸発手段で蒸発させた水分を前記凝縮手段で冷却し凝縮させて蒸留水を得る造水装置を備えるものである。

【0017】

このように本発明によれば、高温流体を蒸発させる蒸発手段と、低温流体を用いて蒸気から蒸留水を得る凝縮手段とを備える造水装置を併設し、高温流体と低温流体を利用して造水のプロセスを温度差発電と並行して実行可能とすることにより、海洋温度差発電と並行して行われることの多い海水淡水化のプロセスを、高温流体を温海水に見立てると共に、低温流体を冷海水に見立てて模擬的に実行できることとなり、淡水化の過程を視覚的に把握しやすく、海水温度差を利用した海水淡水化手法の理解も促せる。

【0018】

また、本発明に係る教材用温度差発電装置は必要に応じて、前記凝縮器と低温流体タンクとの間で、凝縮器を出た作動流体を一時的に所定量貯溜しつつ、前記凝縮器を出た低温流体の少なくとも一部及び/又は前記低温流体タンクから所定量取水された低温流体を冷却用媒体として作動流体の近傍に導入、流通させ、貯溜された作動流体を冷却する作動流体タンクを備えるものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

このように本発明によれば、凝縮器の後段側に作動流体タンクを配設し、凝縮器を出た作動流体を低温流体で冷却しつつ一時的に所定量貯溜し、最終的にさらに後段側へ送出すようにすることにより、凝縮器で液相となった作動流体の再蒸発を確実に抑えられると共に、凝縮器から気相の作動流体が凝縮しない状態で流出した場合にも、作動流体を低温流体との熱交換でさらに冷却することで完全に凝縮させてその圧力を低下させられ、タービン出口圧力を下げられることとなり、タービン効率を高めることができる。さらに、作動流体を所定量貯溜していることから、作動流体の送出圧力を発生させるポンプの動作に伴う作動流体の流量変化に対し緩衝機能を有することとなり、流量変化の影響を小さくすることができる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る温度差発電装置の概略系統図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態に係る温度差発電装置の正面図である。

【 図 3 】 本発明の一実施形態に係る温度差発電装置の平面図である。

【 図 4 】 本発明の一実施形態に係る温度差発電装置における凝縮器の側面図である。

【 図 5 】 本発明の一実施形態に係る温度差発電装置におけるタービンの正面図及び底面図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 2 1 】

1	温度差発電装置	
1 0	蒸発器	
1 1	シェル	
1 1 a、1 1 b	配管	
1 1 c、1 1 d	配管	
1 1 e	内部空間	
1 2	熱交換部	
2 0	タービン	
2 1	ハウジング	
2 1 a	ノズル部	30
2 1 b	管	
2 2	羽根車	
2 3	発電機	
2 3 a	発電機ケース	
2 4	表示部	
2 5	手動バルブ	
2 6	自動バルブ	
2 7	ランプ	
3 0	凝縮器	
3 1	プレート	40
3 2	スペーサ	
3 3	サイドプレート	
3 3 a、3 3 b	配管	
3 3 c、3 3 d	配管	
4 0	作動流体タンク	
4 1	内側容器	
4 2	外側容器	
5 0	作動流体ポンプ	
6 0	高温流体タンク	
6 1	ヒータ	50

6 2、7 2	ポンプ	
7 0	低温流体タンク	
7 1	冷凍機	
8 0	造水装置	
8 1	蒸発部	
8 2	凝縮部	
8 3	バルブ	
8 4	真空ポンプ	
8 5	低温流体供給ポンプ	
8 6	水タンク	10
9 0	制御部	
9 1	操作部	

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の一実施形態を図1ないし図5に基づいて説明する。図1は本実施の形態に係る温度差発電装置の概略系統図、図2は本実施形態に係る温度差発電装置の正面図、図3は本実施形態に係る温度差発電装置の平面図、図4は本実施形態に係る温度差発電装置における凝縮器の側面図、図5は本実施形態に係る温度差発電装置におけるタービンの正面図及び底面図である。

【0023】

前記各図において本実施の形態に係る温度差発電装置1は、作動流体と高温流体とを熱交換させ、作動流体の蒸気を得る蒸発器10と、この蒸発器10で得られた蒸気により動作する前記原動機としてのタービン20と、このタービン20を出た蒸気を凝縮させて液相とする凝縮器30と、凝縮器30から出た作動流体を一時貯溜する作動流体タンク40と、作動流体を蒸発器10に送出する作動流体ポンプ50と、高温流体を貯溜する高温流体タンク60と、低温流体を貯溜する低温流体タンク70と、高温流体と低温流体をそれぞれ導入されて蒸留水を製造する造水装置80と、発電装置各部への各流体の流入出を制御して自動運転を可能にする制御部90とを備える構成である。このうち、作動流体ポンプ50については、一般的な蒸気動力サイクルで用いられるのと同様の公知の装置であり、説明を省略する。

【0024】

前記蒸発器10は、最外殻をなして他の機器と配管で接続される中空のシェル11と、このシェル11内部に配置され、高温流体と作動流体を熱交換させる管状の熱交換部12とを備え、簡易なシェルアンドチューブ型熱交換器とされる構成である。

前記シェル11は、透明材質製の略箱状の中空容器であり、一側部に高温流体を流入させる配管11a、他側部に高温流体を流出させる配管11bをそれぞれ接続され、高温流体を所定量貯溜可能とされると共に、下部に作動流体を流入させる配管11c、上部に作動流体を流出させる配管11dをそれぞれ接続され、これら配管11c、11dを内部の熱交換部12と連通させる構成である。シェル11に作動流体を流入させる配管11cは作動流体ポンプ50出口側に接続され、また、作動流体を流出させる配管11dはタービン20入口側に接続される。このシェル11の内部空間11eは外部に対し保温状態となっている他、シェル11内は外側から作動流体の蒸発過程が視認可能な状態となっている。

【0025】

前記熱交換部12は、ガラス製の管であり、上下端部をそれぞれ作動流体流入出用の配管11c、11dと接続一体化されており、シェル11の内部空間11eに対して水密状態で隔離される構成である。この熱交換部12内で、作動流体ポンプ50からの送給圧力を受けつつ、高温流体との熱交換で温められる作動流体は、熱交換部12を上昇しつつ蒸発して気相となる。この気相となった作動流体は熱交換部12上部からシェル11外の配管11dへ流出し、後段側のタービン20へ向う仕組みとなっている。

なお、使用する作動流体は、海洋温度差発電システムで通常用いられているアンモニアに代り、低圧で相変化を生じさせられる低沸点フッ素系液体であるハイドロフルオロエーテル、フロリナート（登録商標）等を用いる。

【 0 0 2 6 】

前記タービン 2 0 は、透明材質のハウジング 2 1 内に羽根車 2 2 が収納される構成であり、ハウジング 2 1 内のノズル部 2 1 a から噴出する気相作動流体が羽根車 2 2 に衝突して羽根車 2 2 を回転させる機構となっている。また、ハウジング 2 1 に隣接して発電機ケース 2 3 a が配設され、発電機ケース 2 3 a 内には羽根車 2 2 と連結される小型の発電機 2 3 が配設され、羽根車 2 2 の回転により電力を発生可能となっている。このタービン 2 0 は回転状態観察目的が主であるため、羽根車 2 2 は一段のみで、作動流体蒸気が高い圧力に達しなくても十分回転させられる小型の装置とされる。

10

【 0 0 2 7 】

羽根車 2 2 の回転数は併設されたセンサ（図示を省略）を経て表示部 2 4 で表示される一方、制御部 9 0 に伝達されて他の表示画面等にも表示される。さらに、発電機 2 3 で得られた電力により点灯して電力発生状態を示すランプ 2 7 も、タービン 2 0 近傍に配設されている。

このタービン 2 0 においては、発電機ケース 2 3 a 内の発電機 2 3 の配設部分まで、作動流体の一部が羽根車 2 2 側から軸封部分を越えて到達するが、発電機 2 3 への悪影響はなく、むしろ作動流体として洗浄効果のあるフッ素系液体を使用していることから、副次的に発電機 2 3 のブラシの長寿命化が図れることとなる。なお、作動流体はその特性上、起動時など羽根車 2 2 が所定温度まで昇温する間に多少凝縮して液化するため、ハウジング 2 1 及び発電機ケース 2 3 a の下部には作動流体液排出用の管 2 1 b を配設し、凝縮器 3 0 の作動流体流路に合流させている。

20

このタービン 2 0 の前段側には手動開閉可能な手動バルブ 2 5 と、モータにより駆動される自動バルブ 2 6 がそれぞれ設けられ、作動流体の流入量を現場で、もしくは遠隔で調整可能となっている。

【 0 0 2 8 】

前記凝縮器 3 0 は、一般的なプレート式熱交換器とされ、導入された気相の作動流体をプレート 3 1 を介して低温流体と熱交換させて凝縮させる公知の構成であり、詳細な説明を省略する。この凝縮器 3 0 では、各プレート 3 1 を透明のガラスやポリカーボネート製とされる他、凝縮器 3 0 をなすスペーサ 3 2 やサイドプレート 3 3 は内部を視認可能な透明樹脂製とされてなり、気相の作動流体が低温流体との熱交換で凝縮する状態を外部から視認可能となっている。

30

【 0 0 2 9 】

凝縮器 3 0 の下部には低温流体を流入させる配管 3 3 a と凝縮した作動流体を流出させる配管 3 3 d がそれぞれ接続され、上部には低温流体を流出させる配管 3 3 b と気相の作動流体を流入させる配管 3 3 c がそれぞれ接続される構造となっており、作動流体を流入させる配管 3 3 c はタービン 2 0 出口側と接続され、また、作動流体を流出させる配管 3 3 d は後段側の作動流体タンク 4 0 に接続される構成である。

【 0 0 3 0 】

前記作動流体タンク 4 0 は、凝縮器 3 0 の後段側で液相の作動流体と凝縮器 3 0 で凝縮しきれなかった極わずかの気相作動流体とを前記低温流体で冷却しつつ一時的に貯溜し、作業流体の再蒸発を防いだ状態で、最終的に後段側へ送出すものである。タンク内部は二重構造となっており、作動流体を貯溜する内側容器 4 1 が周囲を低温流体を貯溜する外側容器 4 2 で囲まれた状態であり、また各容器は透明材質製とされて外部から作動流体及び低温流体の貯溜状態が視認可能な構成である。

40

【 0 0 3 1 】

この作動流体タンク 4 0 は、作動流体を所定量貯溜することで、この後段側で作動流体の送出圧力を発生させる作動流体ポンプ 5 0 の動作に伴う作動流体の流量変化の影響を小さくする働きも有する。また、凝縮器 3 0 から出た残りの気相分も含めて作動流体をさ

50

らに冷却することでタービン20出口圧力を下げられ、タービン効率を高めることができる。

【0032】

前記高温流体タンク60は、透明材質製の略箱状の中空容器であり、水を所定量貯溜しつつヒータ61等の高温熱源で加熱して、作動流体沸点より高温の温水、すなわち高温流体とし、蒸発器10に供給すると共に、蒸発器10で熱交換を終えた高温流体を回収するものであり、外部から高温流体の貯溜状態を視認可能な構成である。この高温流体タンクの後段には、高温流体を蒸発器10へ送出すポンプ62が配設される。

【0033】

前記低温流体タンク70は、透明材質製の略箱状の中空容器であり、水を所定量貯溜しつつ冷凍機71等の低温熱源で冷却して、作動流体沸点より十分低温の冷水、すなわち低温流体とし、凝縮器30に供給すると共に、凝縮器30で熱交換を終えた低温流体を回収するものであり、外部から低温流体の貯溜状態を視認可能な構成である。この低温流体タンク70の後段には、低温流体を凝縮器30へ送出すポンプ72が配設される。

これら高温流体タンク60と低温流体タンク70は上下に並べて配置され、海洋温度差発電の場合の水供給源となる海洋、すなわち、表層側に高温流体に相当する温海水が、深層側に低温流体に相当する冷海水が存在する状態を模したもとなっている。

【0034】

前記高温流体及び低温流体となる水は、高温流体が暖色系の所定色、例えば赤に着色される一方、低温流体が寒色系の所定色、例えば青に着色されるなど、それぞれ互いに異なる所定色に着色され、高温流体が暖色系の色とされて海洋表層の温海水を模し、低温流体が寒色系の色とされて海洋深層の冷海水を模したもとなっている。これにより、高温流体の流通する高温流体タンク60及び蒸発器10の系統と、低温流体の流通する低温流体タンク70、凝縮器30、及び作動流体タンク40の系統とが明確に識別可能となっている。

【0035】

前記造水装置80は、前記蒸発手段としての蒸発部81と、この蒸発部81で得られた水蒸気を凝縮させて不純物を含まない水を得る前記凝縮手段としての凝縮部82と、蒸発部81及び凝縮部82に対し水を導入したり、得られた蒸留水又は残りの水を排出したりする複数の管路並びにポンプ(図示を省略)とを備える構成である。この造水装置80の前段側の高温流体流路にはバルブ83が設けられ、造水装置80で造水動作を行うか否か切替え可能となっている。

【0036】

前記蒸発部81は、接続された真空ポンプ84で内部空間を大気圧以下に減圧される減圧容器内で、蒸発器10を出た高温流体の一部をフラッシュ蒸発させて水蒸気を得る公知の構成であり、詳細な説明を省略する。また、前記凝縮部82は、前記凝縮器30同様の透明ガラス製プレートを用いたプレート式熱交換器とされ、導入された作動流体を低温流体タンク70から所定量取水された低温流体である冷水と熱交換させて蒸気を冷却し凝縮させて蒸留水を得る公知の構成であり、詳細な説明を省略する。これら蒸発部81及び凝縮部82においても、高温流体が蒸発する状態や、蒸気が冷水との熱交換で凝縮する状態を、外部から視認可能となっている。なお、凝縮部82で得られた蒸留水は、水タンク86に一時的に貯溜された後、取出される。

【0037】

前記制御部90は、発電装置各部への各流体の流入出や高温流体及び低温流体の各温度を調整制御して、装置の自動運転を実行するものであり、タッチパネル式の表示部を兼ねた操作部91を備える構成である。特に操作部91に対する操作で、タービン20前段側の自動バルブ26をはじめ、高温流体を高温流体タンク60から蒸発器10へ送出すポンプ62、低温流体を低温流体タンクから凝縮器30へ送出すポンプ72、高温流体タンク60の高温熱源としてのヒータ61、低温流体タンク70の低温熱源としての冷凍機71、及び造水装置80の前段側のバルブ83他を、それぞれ所望の状態に遠隔操作可能とな

10

20

30

40

50

っている。

この制御部 90 は、操作部 91 同様の操作インタフェースをネットワークを通じて外部に提供しており、ネットワークを介して外部のクライアントコンピュータから発電装置の遠隔操作も行える仕組みとなっている。

【 0038 】

次に、本実施の形態に係る温度差発電装置の動作状態について説明する。前提として、海洋表層を模した高温流体タンク 60 から高温流体を、また、海洋深層を模した低温流体タンク 70 で低温流体を、それぞれ温度管理を行いつつ所定量貯溜する一方、各ポンプ 62、72 で所定流量を蒸発器 10 又は凝縮器 30 にそれぞれ導入しているものとする。

【 0039 】

蒸発器 10 では、シェル 11 側部の配管 11a から導入されて所定量貯溜状態となっている高温流体と、下部の配管 11c から熱交換部 12 内へ導入される液相の作動流体とを、熱交換部 12 を介して熱交換させる。ここで加熱された作動流体は、昇温に伴い蒸発して気相となる。このように作動流体を高温流体と熱交換させて蒸発させている様子は、蒸発器 10 外部から容易に確認できる。生じた気相の作動流体は、熱交換部 12 上部から蒸発器 10 外の配管 11d へ流出する。また、高温流体は所定時間貯溜された後、蒸発器 10 外の配管 11b へ流出することとなる。

【 0040 】

蒸発器 10 を出た高温気相の作動流体は、各バルブ 25、26 を経てタービン 20 に達し、羽根車 22 を回転させることで、発電機 23 が駆動され、温度差分の熱エネルギーが使用可能なエネルギー、すなわち電力に変換される。こうしてタービン 20 で膨張して仕事を行った気相作動流体は、圧力及び温度を低減させた状態でタービン 20 を出て、凝縮器 30 に導入される。

【 0041 】

凝縮器 30 では、配管 33c から内部に導入された気相の作動流体が、内部の空間に進み、別途配管 33a から導入された低温流体とプレート 31 を介して熱交換し、冷却された気相の作動流体は凝縮して液相になる。このように作動流体を低温流体と熱交換させて凝縮させている様子は、凝縮器 30 外部から容易に確認できる。

【 0042 】

凝縮器 30 内で十分温度を低下させて液相となった作動流体は、一部気相分の残った気液混相状態で外部の配管 33d に流出し、後段側の作動流体タンク 40 に流入する。未凝縮分の気相の作動流体は、タンク内で最終的に全て凝縮して液相の作動流体に変化する。この作動流体タンク 40 内に存在する液相の作動流体は、システム内で最も低い温度及び圧力となっている。この作動流体タンク 40 に達した液相の作動流体は、作動流体ポンプ 50 を経由して、再び蒸発器 10 へ向け進むこととなる。

【 0043 】

こうして作動流体は、蒸発器 10 内に戻り、前記同様に蒸発器 10 での熱交換以降の各過程を繰返すこととなる。この作動流体に対し、凝縮器 30 や作動流体タンク 40 での熱交換に使用された低温流体は、作動流体からの熱を受けて所定温度まで昇温している。この低温流体は、作動流体タンク 40 外へ排出された後、最終的に低温流体タンク 70 へ戻る。低温流体は低温流体タンク 70 に貯溜されている間、低温熱源である冷凍機 71 による冷却で元の十分低温の状態が回復する。一方、蒸発器 10 での作動流体との熱交換に伴い温度が下がった高温流体も、熱交換後に高温流体タンク 60 へ戻り、高温流体タンク 60 に貯溜されている間、高温熱源であるヒータ 61 による加熱で元の高温の状態が回復する。

【 0044 】

この温度差発電装置 1 を動作させている間、海水淡水化システムを模した造水装置 80 を作動させることで、海水淡水化と同様の過程も観察可能となる。すなわち、造水装置 80 の真空ポンプ 84 や低温流体供給ポンプ 85 を作動させると共に、造水装置 80 の前段側のバルブ 83 を開放状態として、海洋表層の海水を模した高温流体を造水装置 80 の蒸

10

20

30

40

50

発部 8 1 内に導入すると、高温流体がフラッシュ蒸発して水蒸気が得られ、さらにこの水蒸気が凝縮部 8 2 に達して海洋深層の海水を模した低温流体と熱交換して冷却され、凝縮により蒸留水が得られることとなる。この造水装置 8 0 の蒸発部 8 1 における高温流体が蒸発する状態や、凝縮部 8 2 における水蒸気が凝縮する状態を、造水装置 8 0 外部から容易に確認できる。

【 0 0 4 5 】

このように、本実施の形態に係る温度差発電装置においては、一般的な海洋温度差発電装置で作動流体として用いられるアンモニアの代りに、より低圧で相変化の各現象が再現できるフッ素系の液体を作動流体として用いると共に、装置をなす蒸発器 1 0 やタービン 2 0、凝縮器 3 0 等の各機器の外殻を透明材質製とし、作動流体をそれぞれ高温流体及び低温流体と熱交換させて動力サイクルを実行させる各過程を各機器の外側から視認可能とすることから、動力サイクルとしての実際の動作を確実なものとしつつ、取扱いを簡便なものとし、また、装置全体を低コストでコンパクトに構成でき、合わせて蒸発や凝縮の現象を容易に観察できることとなり、非専門家でも実際に動作させて観察者に対し温度差発電装置の動作や仕組みの理解を促すことができる。

10

【 0 0 4 6 】

なお、前記実施の形態に係る温度差発電装置において、蒸発器 1 0 は簡略なシェルアンドチューブ型熱交換器、凝縮器 3 0 は簡略なプレート式熱交換器とする構成としているが、これに限らず、逆の組合せや、いずれか一種の熱交換器を用いる構成とすることもできる。また、十分な熱交換能力を有しつつコンパクトに構成できるものであれば、前記以外の全く別種類の熱交換器を蒸発器 1 0 や凝縮器として用いてもかまわない。

20

【 0 0 4 7 】

また、前記実施の形態に係る温度差発電装置においては、高温流体の供給源として高温流体タンク 6 0、低温流体の供給源として低温流体タンク 7 0 をそれぞれ配設し、各タンクにそれぞれ高温熱源や低温熱源を併用して高温流体や低温流体の温度管理も合わせて行わせる構成としているが、これに限らず、装置外に簡易に使用できる温水源と冷水源等の熱源があれば、各タンクで温度管理を行わず、高温流体又は低温流体の貯溜のみとすることもできる。さらに、装置外に温度変動なく十分な供給能力のある温水源や冷水源が存在する場合、高温流体タンク 6 0 と低温流体タンク 7 0 のいずれか一方又は両方を使用せず、高温流体や低温流体を外部から直接供給することもできる。

30

【 0 0 4 8 】

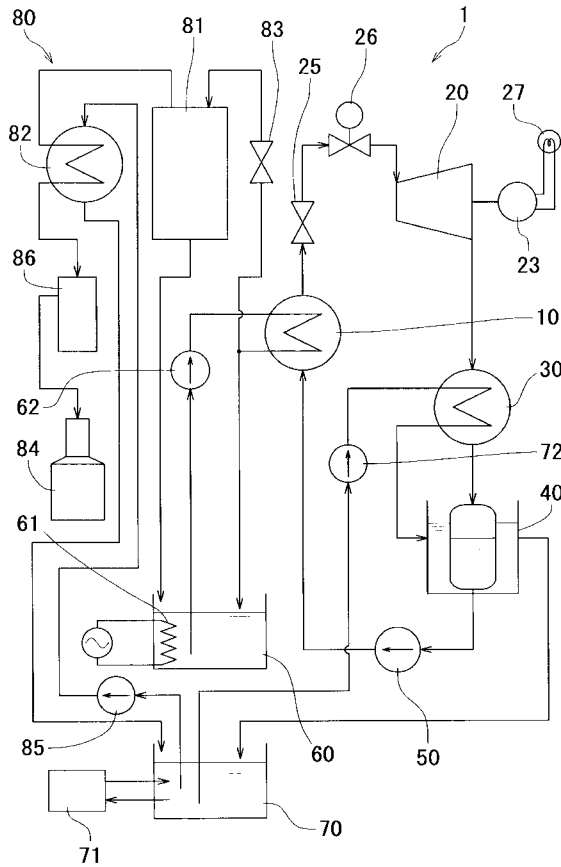
また、前記実施の形態に係る温度差発電装置においては、温度差発電の観察と共に、造水装置 8 0 を用いて海水淡水化同様のプロセスを観察できる構成としているが、この他、発電機 2 3 で得られた電力と、造水装置 8 0 で得られた水とを用いて電気分解を行い、水素と酸素を発生させる電気分解装置や、これで得られた水素と酸素とを反応させて電力を得る燃料電池システムを追加で備える構成とすることもでき、温度差発電から派生した各種プロセスについても実際に操作及び観察可能とすることで理解を深められる。

【 0 0 4 9 】

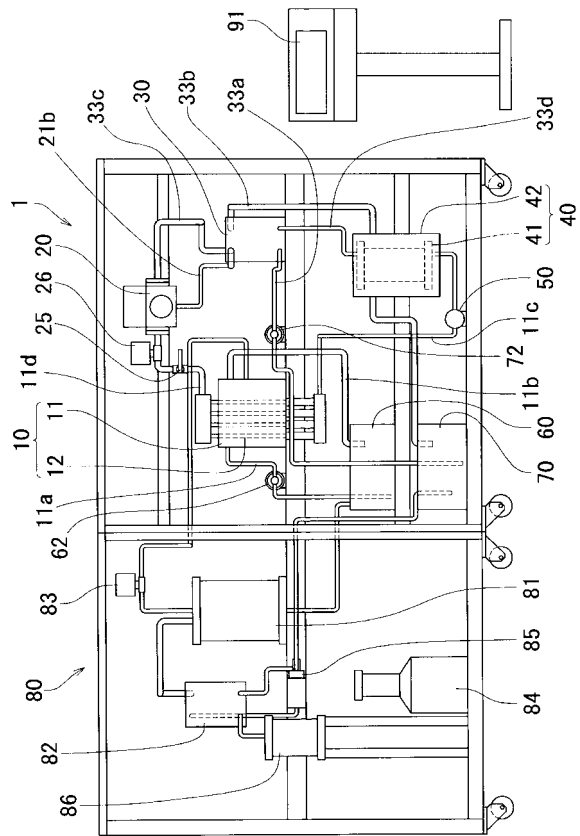
さらに、前記実施の形態に係る温度差発電装置においては、制御部 9 0 を用いて各部を制御し、自動運転可能とする構成としているが、これに限らず、制御部 9 0 を設けず、各ポンプやバルブ等を手動で操作調整して装置を運用する構成とすることもでき、観察者に観察と共に装置を動かすための各操作を行わせることで、装置の仕組みについての理解をより一層深められることとなる。

40

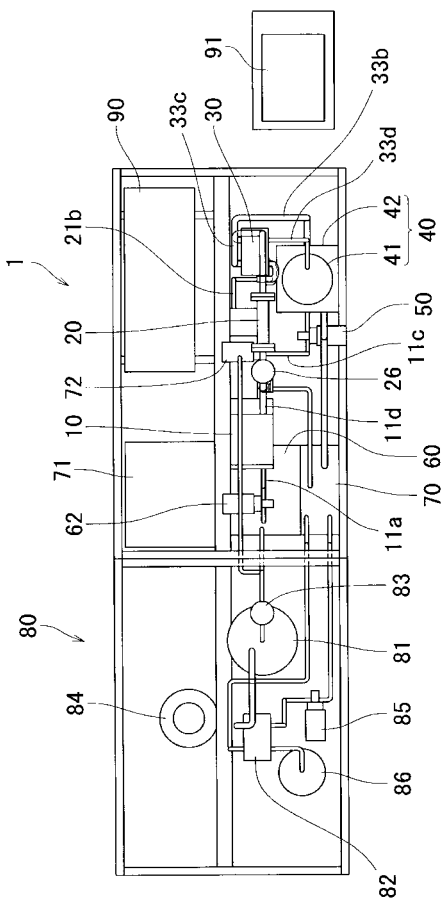
【図 1】



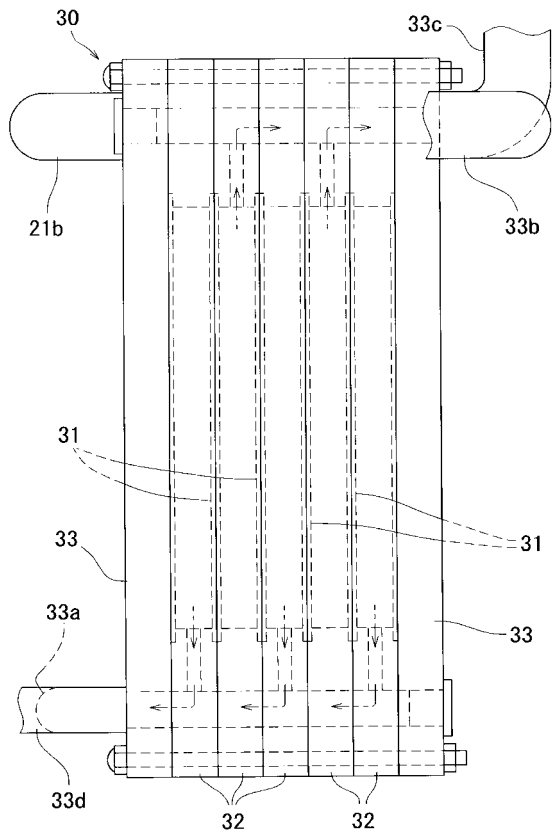
【図 2】



【図 3】

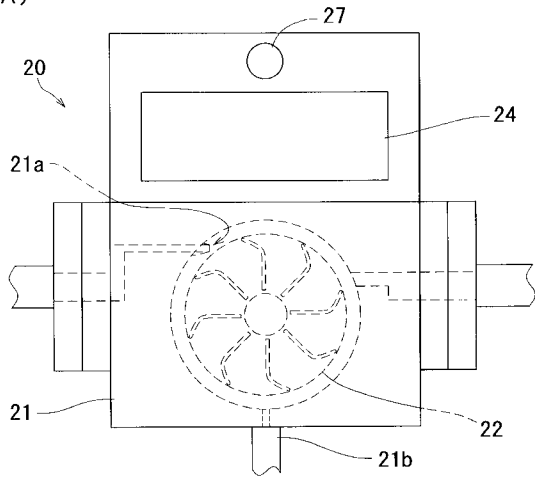


【図 4】

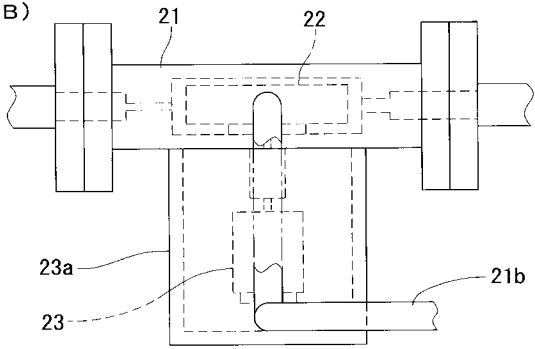


【 図 5 】

(A)



(B)



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-214139(JP,A)
登録実用新案第3107977(JP,U)
特開平04-318207(JP,A)
特開2003-106686(JP,A)
特開昭60-219474(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F03G 7/05

F01K 25/10