

明 細 書

発明の名称：

作動媒体特性差発電システム及び該発電システムを用いた作動媒体特性差
発電方法

技術分野

[0001] 本発明は、再生可能エネルギーから取り出した熱エネルギーを、作動媒体を介して運動エネルギーに変換し、該運動エネルギーを電気エネルギーへと変換する発電装置及び発電方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、再生可能エネルギーである、海水・河川水・湖水等の水を熱源とする熱、太陽熱、地熱、空気（大気）熱等の自然界に存する熱エネルギーを、作動媒体を介して最終的に電気エネルギーに変換する発電システムや発電方法が種々開発されている。

[0003] このような自然界の熱エネルギーを利用した発電システムにおいては、流体から成る作動媒体を循環させるサイクルとして、ランキンサイクルやカリナサイクル等の熱サイクルが用いられている。これらの熱サイクルにおいては、自然界の熱エネルギーを温熱源として作動媒体を加熱し蒸発させるプロセスと、気体となった作動媒体を熱機関で使用して熱エネルギーを運動エネルギーへ変換し更には電気エネルギーに変換するプロセスと、使用済みの作動媒体を冷熱源により冷却し凝縮させるプロセスを含む。

[0004] よって、冷熱源媒体は、使用済み作動媒体と熱交換することによって、該作動媒体から熱エネルギーを得ることになる。この冷熱源媒体が得た熱エネルギーをも有効利用して電気エネルギーを生成することができれば、自然界の熱エネルギーをロスなく電気エネルギーへ変換することができるため、そのようなシステムや方法が望まれている。

[0005] 例えば、下記特許文献 1 には、冷熱源媒体を作動媒体の加熱剤として捉え、冷熱源媒体が使用済み作動媒体から得た熱エネルギーを再び作動媒体に与

える発電システムや発電方法が開示されている。

- [0006] また、下記特許文献2には、二種類の熱サイクルを用い、一方の熱サイクルの使用済み作動媒体の熱エネルギーを他方の熱サイクルの作動媒体、つまり一方の作動媒体の冷熱源媒体に伝達し、該冷熱源媒体によっても発電を可能とする発電システムや発電方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：特表2015-523491号公報
特許文献2：特表2016-510379号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 上記特許文献1に開示の発電システム及び発電方法によれば、使用済み作動媒体が保有する熱エネルギーを再利用することができるが、そのためには冷熱源媒体（加熱剤）を温熱源によって更に加熱しなければ、作動媒体に有効な熱エネルギーを伝達することができない問題点を有している。
- [0009] よって、燃焼等により人工的に生成した熱エネルギーを温熱源として用いる場合には、生成する熱エネルギーを節約することができるとしても、温熱源として自然界の熱エネルギーを用いる場合には、特に有効な熱エネルギーの利用とはならない。
- [0010] これに対して、上記特許文献2に開示の発電システム及び発電方法によれば、一方の熱サイクルの使用済み作動媒体が保有する熱エネルギーを冷熱源媒体たる他方の熱サイクルの作動媒体に伝達し、当該熱エネルギーをそのまま他方の熱サイクルで活用することができる利点を有する。
- [0011] しかしながら、上記特許文献2に開示の発電システム及び発電方法においては、一方の熱サイクルにおいて水素と酸素を燃焼させることが必須要件となっており、換言すれば、結局、新たな熱エネルギーを人工的に生成することが必須要件となるという問題点を有している。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明は、二つの熱サイクルと三つの作動媒体を複合的に用い、各作動媒体の特性を活かして、一方の熱サイクルの作動媒体から他方の熱サイクルの作動媒体への熱エネルギーの伝達を効果的に行い、この付与された熱エネルギーを二種類の作動媒体が協働して運動エネルギーに変換し、ひいては電気エネルギーへと変換することができる高効率の発電システム及び発電方法を提供する。

[0013] 要述すると、本発明に係る発電システムは、自然界に存する熱エネルギーを作動媒体の温熱源とし、下記のA乃至Dの構成を備えたことを特徴とする作動媒体特性差発電システムであって、

A：第一作動媒体を流通させる第一作動媒体ラインと、第二作動媒体を流通させる第二作動媒体ラインとを有する、

B：上記第一作動媒体ライン上に上記第一作動媒体と温熱源媒体間で熱交換を行うための第一熱交換器と、該第一熱交換器にて加熱された上記第一作動媒体から運動エネルギーを取り出す第一熱機関と、該第一熱機関にて取り出された運動エネルギーを電気エネルギーに変換する第一発電機を備える、

C：上記第二作動媒体ライン上に上記第二作動媒体と温熱源媒体間で熱交換を行うための第二熱交換器と、該第二熱交換器にて加熱された上記第二作動媒体と混合される第三作動媒体を供給する第三作動媒体供給手段と、上記第二作動媒体と上記第三作動媒体を混合する混合手段と、上記第二作動媒体と上記第三作動媒体の混合流体から運動エネルギーを取り出す第二熱機関と、該第二熱機関にて取り出された運動エネルギーを電気エネルギーに変換する第二発電機を備える、

D：上記第一作動媒体ライン上の上記第一熱機関の下流側と上記第二作動媒体ライン上の上記第二熱機関の下流側の双方に、上記第一熱機関から排出された上記第一作動媒体と、上記第二熱機関から排出された上記第二作動媒体と上記第三作動媒体の混合流体間で熱交換を行うための第三熱交換器を備え、該第三熱交換器に上記第三作動媒体を排出するための第三作動媒体排出手

段を備える。

[0014] 好ましくは、上記第二作動媒体ライン上の上記混合手段と上記第二熱機関間に、上記第二作動媒体と上記第三作動媒体の混合流体を圧縮する圧縮機を備えることにより、確実に上記第二熱機関にて上記第二作動媒体と上記第三作動媒体の混合流体から運動エネルギーを取り出すことができる。

[0015] また、上記第一熱機関及び上記第二熱機関の双方を外燃機関とすることにより、燃焼を伴わず、上記各作動媒体の熱エネルギーを運動エネルギーへ変換する構成とすることができる。

[0016] また、上記第一熱交換器に流入する温熱源媒体の温熱源と、上記第二熱交換器に流入する温熱源媒体の温熱源とを共通にすることにより、効率良く自然界の熱エネルギーを利用することができると共にシステム全体をコンパクトにすることができる。

[0017] 好ましくは、上記第一発電機は、シリンダーとピストンの一方に永久磁石帯域を備え、同他方に起電コイル帯域を備え、上記第一熱機関を内包した構成とする。同様に、上記第二発電機は、シリンダーとピストンの一方に永久磁石帯域を備え、同他方に起電コイル帯域を備え、上記第二熱機関を内包した構成とする。これにより、高効率で熱エネルギーを最終的に電気エネルギーへと変換することができると共にシステムのコンパクト化を図ることができる。

[0018] さらに好ましくは、上記第一発電機と上記第二発電機を一つの共通の発電機とすることにより、システムのコンパクト化を図ることができる。

[0019] 本発明に係る発電方法は、既述した発電システムを用いた作動媒体特性差発電方法であって、上記第一作動媒体として上記第一熱交換器に流入する温熱源媒体の温度よりも低い沸点を有する流体を用い、上記第二作動媒体として上記第二熱交換器に流入する温熱源媒体の温度よりも高い沸点を有する流体を用いると共に、上記第三作動媒体として上記第二作動媒体の凝固点よりも低い沸点を有する流体を用いる。

[0020] 例えば、上記第一作動媒体としてペンタン又はイソブタン又はアンモニア

又はアンモニア・水混合液又は代替フロンを用い、上記第二作動媒体として水を用いると共に、上記第三作動媒体として空気を用いる。

[0021] また、上記第二作動媒体と上記第三作動媒体を混合する混合手段において、上記第三作動媒体中に上記第二作動媒体の小滴を噴霧することにより、上記第三作動媒体が保有する熱エネルギーの一部を上記第二作動媒体の小滴内に蒸発潜熱として確実に保持させつつ上記第三作動媒体を高密度にする。

[0022] 好ましくは、上記第三作動媒体中への上記第二作動媒体の小滴の噴霧により低下した圧力を補完した後に上記第二作動媒体と上記第三作動媒体の混合流体を上記第二熱機関へ供給することにより、上記第二作動媒体と上記第三作動媒体の混合流体の熱エネルギーを有効に利用できる。

[0023] より好ましくは、上記低下した圧力の補完は、上記混合手段から上記第二熱機関への供給過程で行う。

[0024] また、上記第二熱機関への供給過程で上記第二作動媒体と上記第三作動媒体の混合流体と共にさらに上記第二作動媒体を供給することにより、上記第三作動媒体をより高密度にすることができる。

発明の効果

[0025] 本発明に係る発電システム及び発電方法によれば、二つの熱サイクルと三つの作動媒体を複合的に用い、各作動媒体の特性を活かして、一方の熱サイクルの作動媒体から他方の熱サイクルの作動媒体への熱エネルギーの伝達を効果的に行い、この熱エネルギーが例え低レベルであっても、当該熱エネルギーを二種類の作動媒体が協働して運動エネルギー、ひいては電気エネルギーへと変換することができる。

[0026] よって、各作動媒体に付与する熱エネルギーを自然界の熱エネルギーのみで賄うと共に、付与された熱エネルギーを無駄なく利用することができ、環境負荷を与えることなく低コスト且つ安全に電気エネルギーを得ることができる。

[0027] また、温熱源として、例えば海水を用いれば、近年上昇している海水の温度を下げ、ひいては海水の温度上昇に伴う台風やモンスーンなどの異常発生

を減らして、地球環境の改善にも貢献することができる。

図面の簡単な説明

- [0028] [図1]実施例1に係る作動媒体特性差発電システムの概略図である。
- [図2]実施例2に係る作動媒体特性差発電システムの概略図である。
- [図3]実施例3に係る作動媒体特性差発電システムの概略図である。
- [図4]実施例4に係る作動媒体特性差発電システムの概略図である。
- [図5]第二作動媒体と第三作動媒体の混合手段の概略図である。
- [図6A]気体圧シリンダー構造の発電機における第一作動媒体供給時の状態を示す縦断面図である。
- [図6B]気体圧シリンダー構造の発電機における第二作動媒体と第三作動媒体の混合気体供給時の状態を示す縦断面図である。
- [図6C]気体圧シリンダー構造の発電機における第一作動媒体排出時の状態を示す縦断面図である。
- [図6D]気体圧シリンダー構造の発電機における第二作動媒体と第三作動媒体の混合気体排出時の状態を示す縦断面図である。
- [図7A]気体圧シリンダー構造の発電機における第二作動媒体と第三作動媒体の混合気体供給時の状態を示す縦断面図である。
- [図7B]気体圧シリンダー構造の発電機における第二作動媒体の追加供給時の状態を示す縦断面図である。
- [図7C]気体圧シリンダー構造の発電機における第二作動媒体と第三作動媒体の混合気体（追加した第二作動媒体を含む）の排出時の状態を示す縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、本発明に係る最良の形態を図1乃至図7に基づき説明する。

[0030] <作動媒体特性差発電システムの基本構成>

本発明に係る作動媒体特性差発電システムは、自然界に存する熱エネルギーを作動媒体の温熱源とすることを前提とするものである。ここで、自然界に存する熱エネルギーとは、海水・河川水・湖水等の水を熱源とする熱、太

陽熱、地熱、空気（大気）熱等をいう。つまり自然界に存する、比較的短期間に再生可能な熱エネルギーをいう。

[0031] 本発明に係る作動媒体特性差発電システムは、図1乃至図4に示すように、第一作動媒体W1を流通させる第一作動媒体ラインL1と、第二作動媒体W2を流通させる第二作動媒体ラインL2とを有する。これら第一・第二作動媒体ラインL1・L2は、既知のダクト、チューブ等から成る配管であり、当該第一・第二作動媒体ラインL1・L2によって、後述するように二つの熱サイクルを利用して発電を行う。

[0032] なお、図1乃至図4においては、ハッチングを付した矢印にて第一作動媒体W1の流通を示し、黒塗りの矢印にて第二作動媒体W2の流通を示し、白抜きの矢印にて第三作動媒体W3の流通を示し、グレー塗りの矢印にて第二作動媒体W2と第三作動媒体W3の混合流体の流通を示している。

[0033] 第一作動媒体ラインL1上の構成及び第二作動媒体ラインL2上の構成について詳述する。まず、第一作動媒体ラインL1上には、第一作動媒体W1と温熱源媒体h間で熱交換を行うための第一熱交換器1Aと、該第一熱交換器1Aにて加熱された第一作動媒体W1から運動エネルギーを取り出す第一熱機関2Aと、該第一熱機関2Aにて取り出された運動エネルギーを電気エネルギーに変換する第一発電機3Aとを備える構成となっている。

[0034] これに対して、第二作動媒体ラインL2上には、第二作動媒体W2と温熱源媒体h間で熱交換を行うための第二熱交換器1Bと、該第二熱交換器1Bにて加熱された第二作動媒体W2と混合される第三作動媒体W3を供給する第三作動媒体供給手段5と、第二作動媒体W2と第三作動媒体W3を混合する混合手段6と、該第二作動媒体W2と第三作動媒体W3の混合流体(W2+W3)から運動エネルギーを取り出す第二熱機関2Bと、該第二熱機関2Bにて取り出された運動エネルギーを電気エネルギーに変換する第二発電機3Bを備える構成となっている。

[0035] なお、第一作動媒体ラインL1上の第一熱機関2Aと、第二作動媒体ラインL2上の第二熱機関2Bの双方を外燃機関、例えば既知の蒸気タービン等

の外燃構造のタービン、既知のフリーピストン、既知のロータリー等とするのが好ましい。外燃機関は、燃焼を伴わなくとも、作動媒体自身の膨張に基づいて運動エネルギーを取り出すことができ、自然界に存する熱エネルギーのみを有効に活用することができるためである。ただし、第一熱機関 2 A 及び／又は第二熱機関 2 B を内燃機関とすることを本発明は排除しない。

[0036] また、第一作動媒体ライン L 1 上の第一熱機関 2 A の下流側と、第二作動媒体ライン L 2 上の第二熱機関 2 B の下流側の双方に、第一熱機関 2 A から排出された第一作動媒体 W 1 と、第二熱機関 2 B から排出された第二作動媒体 W 2 と第三作動媒体 W 3 の混合流体間で熱交換を行うための第三熱交換器 1 C を備え、該第三熱交換器 1 C に第三作動媒体 W 3 を排出するための第三作動媒体排出手段 1 O を備える構成となっている。

[0037] また、第一作動媒体ライン L 1 上の第三熱交換器 1 C と第一熱交換器 1 A 間には、液体の状態の第一作動媒体 W 1 を流通させるための第一ポンプ 4 A を備えると共に、第二作動媒体ライン L 2 上の第二熱交換機 1 B と混合手段 6 間には、液体の状態の第二作動媒体 W 2 を流通させるための第二ポンプ 4 B を備える構成となっている。なお、好ましくは、第二ポンプ 4 B を加圧ポンプとし、第二作動媒体 W 2 を加圧した後に混合手段 6 へ供給する。

[0038] ここで、各作動媒体 W 1 ・ W 2 ・ W 3 について説明する。第一作動媒体 W 1 としては、第一熱交換器 1 A に流入する温熱源媒体 h の温度よりも低い沸点を有する流体を用いる。よって、第一作動媒体 W 1 は第一熱交換器 1 A で加熱されて蒸発し、気体として第一熱機関 2 A に供給される。また、第二作動媒体 W 2 としては、第二熱交換器 1 B に流入する温熱源媒体 h の温度よりも高い沸点且つ低い融点を有する流体を用いる。よって、第二作動媒体 W 2 は第二熱交換器 1 B で加熱された後も液体のまま、混合手段 6 に供給される。また、第三作動媒体 W 3 としては、第二作動媒体 W 2 の凝固点よりも低い沸点を有する流体を用いる。よって、第三作動媒体 W 3 は少なくとも第二作動媒体 W 2 が液体である温度のときには気体である。

[0039] 第一作動媒体 W 1 としては、既知のバイナリー発電システムに用いられる

流体を用いることができ、例えばペンタン又はイソブタン又はアンモニア又はアンモニア・水混合液又は代替フロンを用いる。また、第二作動媒体W2としては、例えば、水を用いると共に、第三作動媒体としては、例えば、空気（大気）を用いることができる。

[0040] 前述した混合手段6は、図5に示すように、密閉空間6aを有し、当該密閉空間6a内で、第三作動媒体供給手段5を介して供給される第三作動媒体W3と、第二作動媒体供給手段7を介して供給される第二作動媒体W2とを混合する。

[0041] 好ましくは、第二作動媒体供給手段7はノズル等の噴霧手段を備え、液体としての第二作動媒体W2の小滴を、気体としての第三作動媒体W3に噴射することにより、第三作動媒体W3に第二作動媒体W2を混合し混合気体とする。すなわち、第三作動媒体W3内に混合された第二作動媒体W2の小滴は該第三作動媒体W3と気液接触して同第三作動媒体W3の熱エネルギーを奪って蒸発潜熱として保持しつつ当該第三作動媒体W3内に存することとなる。このとき、第三作動媒体W3は体積が減り、高密度化する。

[0042] また、より好ましくは、混合手段6には差圧補完手段9、つまり、第三作動媒体W3内への第二作動媒体W2の混合により減った圧力（差圧）を補完する手段を備える。該差圧補完手段9としては、有圧扇、ファン、ブロウ等の既知の送風機又は既知のコンプレッサーを用いることができる。

[0043] また、第二作動媒体ラインL2上においては、混合手段6と第二熱機関2B間に圧縮機8を備え、第二作動媒体W2と第三作動媒体W3の混合気体を適切な圧力に調整し、第二熱機関2Bへと供給する構成となっている。ただし、本発明にあっては、混合手段6により、第二作動媒体W2を内在した第三作動媒体W3を高密度とすることができ、過大な加圧をせずとも第二熱機関2Bにて有効に運動エネルギーを取り出すことができる。なお、本発明にあっては、混合手段6において適切な圧力に調整することができれば、圧縮機8を省略することも実施に応じ任意である。

[0044] 上記した基本構成を備えた本発明に係る作動媒体特性差発電システムは、

第一作動媒体ラインL 1と第二作動媒体ラインL 2による二つの熱サイクルと、第一作動媒体W 1、第二作動媒体W 2及び第三作動媒体W 3の三つの作動媒体を複合的に用いる。

[0045] そして、各作動媒体W 1・W 2・W 3の特性を活かして、第一作動媒体ラインL 1を流通する第一作動媒体W 1から第二作動媒体ラインL 2を流通する第二作動媒体W 2への熱エネルギーの伝達を効果的に行い、この付与された熱エネルギーを第二作動媒体W 2と第三作動媒体W 3が協働して第二熱機関2 Bにて運動エネルギーに変換し、ひいては第二発電機3 Bによって電気エネルギーへと変換することができる。

[0046] <作動媒体特性差発電システムの詳細構成>

図1は本発明に係る作動媒体特性差発電システムの実施例1を示しており、同様に図2は実施例2を、図3は実施例3を、図4は実施例4をそれぞれ示している。これら各実施例においては、自然界に存する熱エネルギーの内、海水等の水を熱源とする熱エネルギーを第一熱交換器1 Aと第二熱交換器1 Bの共通の温熱源Hとし、効率良く自然界の熱エネルギーを利用することができると共にシステム全体をコンパクト化している。しかしながら、本発明はこれに限るものではなく、その他の自然界に存する熱エネルギー、例えば太陽熱、地熱、空気熱を温熱源Hとして活用することができると共に、第一熱交換器1 Aにおける温熱源Hと、第二熱交換器1 Bにおける温熱源Hとして異なる自然界の熱エネルギーを利用しても良い。以下、各実施例に基づき、詳細構成について説明する。

[0047] <実施例1>

実施例1の作動媒体特性差発電システムは、既述した基本構成をそのまま備えるものである。なお、第三作動媒体W 3として、大気（空気）を用いることを想定しており、第三作動媒体供給手段5は、大気を取り入れて混合手段6へと供給し、第三作動媒体排出手段10は、第三作動媒体W 3を第三熱交換機1 Cからそのまま大気へ放出する。

[0048] また、第一発電機3 A、第二発電機3 Bとしては、タービン発電機等の既

知の発電機を用いることができる他、後述する実施例 3 の気体圧シリンダー構造を有する発電機とすることもできる。

[0049] 第一発電機 3 A を気体圧シリンダー構造を有する発電機とする場合、左気体圧室と右気体圧室に第一作動媒体 W 1 を交互に供給し、同様に第二発電機 3 B を気体圧シリンダー構造を有する発電機とする場合、左気体圧室と右気体圧室に第二作動媒体 W 2 と第三作動媒体 W 3 の混合気体 (W 2 + W 3) を交互に供給する。

[0050] <実施例 2>

実施例 2 の作動媒体特性差発電システムは、実施例 1 のシステムのように第一作動媒体ライン L 1 上と第二作動媒体ライン L 2 上にそれぞれ別個に第一発電機 3 A と第二発電機 3 B を備える構成に代えて、これら第一・第二発電機 3 A・3 B を兼ねる一つの共通の発電機 (第一発電機兼第二発電機: 3 A + 3 B) 3 C を備える構成となっている。

[0051] 当該発電機 3 C は既知の発電機を用いることができ、第一作動媒体 W 1 の熱エネルギーから変換された運動エネルギーと、第二作動媒体 W 2 と第三作動媒体 W 3 の混同気体の熱エネルギーから変換された運動エネルギーを利用して電気エネルギーを得る。好ましくは、実施例 3 にて説明する気体圧シリンダー構造を有する発電機を用いれば、効率良く発電することができる。

[0052] また、本実施例にあつては、第二作動媒体 W 2 を第二作動媒体供給手段 7 により混合手段 6 のみならず、圧縮機 8 へも供給する構成となっている。当該構成は既述の実施例 1 にも、後述の実施例 3 や実施例 4 にも当然に適用できる。

[0053] また、本実施例にあつては、第三作動媒体 W 3 を大気とせず、それ以外の常温では気体で第二作動媒体 W 2 の凝固点よりも低い沸点を有する流体を用いることを前提として、第三作動媒体ライン L 3 を備える構成となっている。この第三作動媒体ライン L 3 は既述の実施例 1 にも、後述の実施例 3 や実施例 4 にも適用できることは勿論である。なお、第三作動媒体ライン L 3 も既知のダクト、チューブ等から成る配管である。

[0054] <実施例 3>

実施例 3 の作動媒体特性差発電システムは、実施例 1・2 よりも更に効率化とシステムのコンパクト化を図るため、第一・第二発電機 3 A・3 B と、第一・第二熱機関 2 A・2 B と、圧縮機 8 の機能を兼ね備えた発電機（第一・第二発電機兼第一・第二熱機関兼圧縮機： $2A + 2B + 3A + 3B + 8$ ）3 D を備える構成となっている。つまり、発電機に熱機関の機能を内包し、さらに圧縮機の機能を内方する構成とし、その発電機を第一発電機 3 A と第二発電機 3 B を兼ね備えたものとすることができる。

[0055] 発電機 3 D について詳述すると、図 6 A 乃至図 6 D に示すように、当該発電機 3 D は、シリンダー 1 1 の左端壁 1 2 と接する左気体圧室 1 4 内の気体圧と、同右端壁 1 3 と接する右気体圧室 1 5 内の気体圧とをシリンダー 1 1 内のピストン（フリーピストン）1 6 に交互に印加して同ピストン 1 6 を軸線方向へ往復移動する気体圧シリンダー構造を有している。

[0056] また、ピストン 1 6 の左気体圧室 1 4 と接する左受圧面 1 7 と右気体圧室 1 5 と接する右受圧面 1 8 間に永久磁石帯域 1 9 を形成すると共に、シリンダー 1 1 の左右端壁 1 2, 1 3 間の筒壁に左右気体圧室 1 4, 1 5 に亘る起電コイル帯域 2 1 を形成し、永久磁石帯域 1 9 を有するピストン 1 6 の軸線方向への往復移動により起電コイル帯域 2 1 における発電を誘起する構成を有する。なお、上記とは逆に、ピストン 1 6 側に起電コイル帯域を備え、シリンダー 1 1 側に永久磁石帯域を備える構成とすることも実施に応じ任意である。

[0057] なお、ピストン 1 6 は永久磁石から成る複数のリング 1 6 a を一体且つ同軸芯に積層した構造の永久磁石筒体 1 6 ' を筒形ヨーク 2 0 に外挿し、該筒形ヨーク 2 0 の筒孔 2 3 の両端開口面を受圧端板 2 4 で閉鎖した筒形ピストン構造にする。リング 1 6 a の積層数の増減によりピストン 1 6 （永久磁石帯域 1 9）の長さを増減できる。

[0058] また、永久磁石筒体 1 6 ' の極性は既知の電磁誘導原理に従い、永久磁石の磁力線が起電コイル帯域 2 1 の起電コイルに対し効果的に作用する配置と

する。なお、起電コイル帯域 21 を形成する起電コイルは上記極配置に従い複数の単位起電コイル群で形成する場合を含む。また、受圧端板 24 の外周面にシリンダー 11 の内周面との気密封鎖を図る環状シール 25 を設ける。なお、具体的には図示しないが、永久磁石筒体 16' の両端外周面に環状シール 25 を設けてもよい。好ましくは、受圧端板 24 をセラミック板、繊維板、石材板、コンクリート板、カーボン板、金属板等から成る耐熱板で形成する。

[0059] そして、左気体圧室 14 内への左供給口 26 を通じた第一作動媒体 W1 の供給と、右気体圧室 15 内への右供給口 27 を通じた第二作動媒体 W2 及び第三作動媒体 W3 の混合気体の供給とを交互に行い、該第一作動媒体 W1 の気体圧と、第二作動媒体 W2 と第三作動媒体 W3 の混合気体の気体圧が協働してピストン 16 を軸線方向へ往復移動する構成とする。なお、第一作動媒体 W1 はピストン 16 が右方への移動を終了した時に左排出口 28 から排出され、第二作動媒体 W2 と第三作動媒体 W3 の混合気体はピストン 16 が左方への移動を終了した時に右排出口 29 から排出される。

[0060] したがって、発電機 3D によって第一作動媒体 W1 から運動エネルギーを得て該運動エネルギーを電気エネルギーへと変換することができる。同様に第二作動媒体 W2 と第三作動媒体 W3 の混合気体から運動エネルギーを得て該運動エネルギーを電気エネルギーへと変換することができる。そのため、発電機 3D は基本構成の第一・第二発電機 3A・3B と第一・第二熱機関 2A・2B とを兼ねることができる。

[0061] さらに、図 6B に示すように、左供給口 26 から左気体圧室 14 へ供給した第一作動媒体 W1 によってピストン 16 が右方へ移動している時、すなわちピストン 16 によって右気体圧室 15 の体積が減少していく時に、当該右気体圧室 15 に右供給口 27 から第二作動媒体 W2 と第三作動媒体 W3 の混合気体を供給すれば、当該第二作動媒体 W2 と第三作動媒体 W3 の混合気体がピストン 16 によって圧縮される。よって発電機 3D は基本構成の圧縮機 8 を兼ねることができる。なお、圧縮機 8 を省略するときは、具体的には図

示しないが、ピストン 16 の右方への移動が終了した時に右気体圧室 15 に右供給口 27 から第二作動媒体 W2 と第三作動媒体 W3 の混合気体を供給すれば良い。

[0062] また、図 7 A 乃至図 7 C に示すように、発電機 D の右気体圧室 15 に追加供給口 27' を設けて第二作動媒体 W2 を追加供給すれば、さらに効率良くピストン 16 を移動させることができる。

[0063] すなわち、図 7 A に示すように、右供給口 27 から供給された第二作動媒体 W2 と第三作動媒体 W3 の混合気体が圧縮され、その後、図 7 B に示すように、ピストン 16 が左方への移動を開始し追加供給口 27' を通過した時に該追加供給口 27' から第二作動媒体 W2 を追加供給すれば、第二作動媒体 W2 と第三作動媒体 W3 の混合気体を追加の第二作動媒体 W2 が補完しピストン 16 の左方への移動を持続させる。

[0064] 換言すると、このとき第三作動媒体 W3 は第二作動媒体 W2 の凝縮点で不凝縮の気体又は第二作動媒体 W2 の凝固点で不凝縮の気体であるから、第二作動媒体 W2 が凝縮点又は凝固点において放出する凝縮熱又は凝固熱を第三作動媒体 W3 が回収し、該熱回収により第三作動媒体 W3 を膨張させてその気体圧をピストン 16 へ印加し当該ピストン 16 の移動を持続する。

[0065] その後、追加された第二作動媒体 W2 を含む第三作動媒体 W3 との混合気体は、図 7 C に示すように、右排出口 29 から排出される。

[0066] また、具体的には図示しないが、追加供給口 27' を設けた右気体圧室 15 は、圧縮機 8 の機能を兼ね備え得る部分であるから、右供給口 27 から第二作動媒体 W2 と第三作動媒体 W3 の混合気体を供給すると同時に追加供給口 27' から第二作動媒体 W2 を追加供給すれば、実施例 2 のように、第二作動媒体供給手段 7 によって圧縮機 8 へも第二作動媒体 W2 を供給する構成とすることができる。

[0067] <実施例 4>

実施例 4 の作動媒体特性差発電システムは、実施例 3 のシステム構成と同様であるが、第一作動媒体 W1 と第二作動媒体 W2 を温熱源 H 兼温熱源媒体

hたる海水等と直接熱交換させる構成となっている。すなわち、第一熱交換器 1 A 及び第二熱交換器 1 B を温熱源 H 内に設置するものである。したがって、システム構成をさらにコンパクトにすることができる。

[0068] <作動媒体特性差発電方法>

既述した本発明に係る作動媒体特性差発電システムを用いた発電方法について、図 1 乃至図 4 をもとに詳述する。既述のとおり、第一作動媒体 W 1 としては、第一熱交換器 1 A に流入する温熱源媒体 h の温度よりも低い沸点を有する流体を、第二作動媒体 W 2 としては、第二熱交換器 1 B に流入する温熱源媒体 h の温度よりも高い沸点且つ低い融点を有する流体を、第三作動媒体 W 3 としては、第二作動媒体 W 2 の凝固点よりも低い沸点を有する流体を用いる。例示として、第一作動媒体 W 1 としてペンタン又はイソブタン又はアンモニア又はアンモニア・水混合液又は代替フロンを、第二作動媒体 W 2 として水を、第三作動媒体 W 3 として空気（大気）を用いることができる。

[0069] まず、第一作動媒体ライン L 1 上では、第一作動媒体 W 1 が第一熱交換器 1 A にて温熱源媒体 h と熱交換して加熱され、蒸発する。気体となった第一作動媒体 W 1 は第一熱機関 2 A へと供給され、保有する熱エネルギーを当該第一熱機関 2 A にて運動エネルギーへと変換し、該運動エネルギーが第一発電機 3 A にて電気エネルギーへと変換される。

[0070] 第一熱機関 2 A から排出された第一作動媒体 W 1、すなわち使用済みの第一作動媒体 W 1 は、後述する使用済みの第二作動媒体 W 2 及び第三作動媒体 W 3 の混合気体（W 2 + W 3）と第三熱交換器 1 C にて熱交換して冷却され、凝縮する。すなわち、使用済みの第二作動媒体 W 2 と第三作動媒体 W 3 の混合気体（第二作動媒体 W 2 は液体又は固体となる場合はある）は第一作動媒体 W 1 の冷熱源媒体である。そして、液体となった第一作動媒体 W 1 は第一ポンプ 4 A によって再び第一熱交換器 1 A へと供給され、循環する。

[0071] これに対して、第二作動媒体ライン L 2 上では、第二作動媒体 W 2 が第二熱交換器 1 B にて温熱源媒体 h と熱交換し、加熱される。第二作動媒体 W 2 は、既述の如く、温熱源媒体 h の温度よりも高い沸点且つ温熱源媒体 h の温

度より低い融点を有する流体であるため、第二熱交換器 1 B を通過した後も液体のままであり、第二ポンプ 4 B によって流通され、第二作動媒体供給手段 7 を介して混合手段 6 へと供給される。また、第二ポンプ 4 B を加圧ポンプとすれば、第二作動媒体 W 2 を加圧した後に混合手段 6 へ供給することができる。

[0072] 図 5 に示すように、混合手段 6 の密閉空間 6 a 内では第二作動媒体 W 2 が第二作動媒体供給手段 7 により微細な小滴となって噴霧され、第三作動媒体供給手段 5 によって同密閉空間 6 a に供給された第三作動媒体 W 3 と混合される。第三作動媒体 W 3 は、既述の如く、第二作動媒体 W 2 の凝固点よりも低い沸点を有する流体であるから、上述のように第二作動媒体 W 2 が液体のときには気体である。そのため、第三作動媒体 W 3 に第二作動媒体 W 2 の小滴を噴霧すると、第二作動媒体 W 2 を内在し高密度化した第三作動媒体 W 3 から成る混合気体が生成される。

[0073] この際に第三作動媒体 W 3 は第二作動媒体 W 2 の小滴により熱エネルギーが減少し圧力も低下するが、減少した熱エネルギーは蒸発潜熱として第二作動媒体 W 2 の小滴が保有する。換言すると、第二作動媒体 W 2 の小滴は第三作動媒体 W 3 から奪った熱エネルギーを蒸発潜熱として保持しつつ同第三作動媒体 W 3 内に存する状態となる。なお、本発明にあっては、第三作動媒体 W 3 内において第二作動媒体 W 2 の小滴の一部が気化して、湿り蒸気となる場合を排除しない。

[0074] 上記のように混合された第二作動媒体 W 2 と第三作動媒体 W 3 の混合気体は、好ましくは差圧補完手段 9 によって差圧（混合により低下した圧力）を補完され、圧縮機 8 へと供給される。又は圧縮機 8 を省略するときは第二熱機関 2 B へと供給される。差圧補完手段 9 としては、既述の如く、有圧扇、ファン、ブロワ等の既知の送風機又は既知のコンプレッサーを用いることができるが、特に差圧補完手段 9 として送風機を用いれば、圧縮機 8 又は第二熱機関 2 B への供給過程で差圧を補完できるため、差圧補完と供給とを効率的に行うことができる。

- [0075] 圧縮機 8 へ供給された第二作動媒体 W 2 と第三作動媒体 W 3 の混合気体は適切な圧力に調整され、第二熱機関 2 B にて熱エネルギーを運動エネルギーへと変換され、該運動エネルギーを第二発電機 3 B にて電気エネルギーへと変換される。
- [0076] 第二熱機関 2 B においては、第二作動媒体 W 2 を内在し高密度となっている第三作動媒体 W 3 が効果的に膨張し、熱エネルギーを運動エネルギーへ変換する。すなわち、第二熱機関 2 B において、第二作動媒体 W 2 は凝固熱又は凝縮熱を放出し、該放出した凝固熱又は凝縮熱を第三作動媒体 W 3 が回収して効果的に膨張する。したがって、固体又は液体となった第二作動媒体 W 2 を内在した第三作動媒体 W 3 が極低温度となって第二熱機関 2 B から排出される。したがって、上述のとおり、第三熱交換器 1 C においては、第一作動媒体 W 1 の冷熱源媒体として有効に利用することができる。
- [0077] 第三熱交換器 1 C で使用済み第一作動媒体 W 1 によって加熱された、第二作動媒体 W 2 と第三作動媒体 W 3 の混合気体は気液分離し、液体の状態の第二作動媒体 W 2 は再び第二熱交換器 1 B へと供給され、気体の状態の第三作動媒体 W 3 は第三作動媒体排出手段 1 O により排出される。排出される第三作動媒体 W 3 は、実施例 1・3・4 の発電システムで説明したように、大気に放出しても良いし、実施例 2 の発電システムで説明したように、第三作動媒体ライン L 3 を介して、第三作動媒体供給手段 5 へ流通させても良い。
- [0078] また、実施例 2 の発電システムで説明したように、第二作動媒体 W 2 を第二作動媒体供給手段 7 により混合手段 6 のみならず、圧縮機 8 へも供給することができる。この場合、混合手段 6 で生成された第二作動媒体 W 2 と第三作動媒体 W 3 の混合気体の圧力を補完できると共に、当該混合気体における第三作動媒体 W 3 をさらに高密度化し、第二熱機関 2 B で確実に運動エネルギーを取り出すことができる。
- [0079] さらに、実施例 2 の発電システムのように、第一・第二発電機 3 A・3 B を兼ねる一つの共通の発電機（第一発電機兼第二発電機）3 C を用いたり、実施例 3・4 の発電システムのように、第一・第二発電機 3 A・3 B と、第

一・第二熱機関 2 A・2 B と、圧縮機 8 の機能を兼ね備えた発電機（第一・第二発電機兼第一・第二熱機関兼圧縮機）3 D を用いたりすれば、より効率的な発電が可能となる。

[0080] 本発明は、二つの熱サイクルと三つの作動媒体を複合的に用い、各作動媒体の特性差に着目し、一方の熱サイクルの作動媒体から他方の熱サイクルの作動媒体への熱エネルギーの伝達を効果的に行い、この付与された熱エネルギーを二種類の作動媒体が協働して運動エネルギー、ひいては電気エネルギーへと変換することができる。

[0081] したがって、各作動媒体に付与する熱エネルギーを自然界の熱エネルギーのみで賄うと共に、付与された熱エネルギーが低レベルであっても無駄なく活用することができる。すなわち、気温との乖離の少ない比較的低温度の熱エネルギーを温熱源とすることができ、熱エネルギーのロスを極力抑えつつ発電することができる。

産業上の利用可能性

[0082] 本発明に係る発電システム及び発電方法は、低コストで安全にしかも環境負荷を与えることのない電力供給を可能とする。よって化石燃料や原子力を利用した発電システムや発電方法の代替として、産業上の利用可能性が頗る高いものである。

符号の説明

[0083] 1 A …第一熱交換器、1 B …第二熱交換器、1 C …第三熱交換器、2 A …第一熱機関、2 B …第二熱機関、3 A …第一発電機、3 B …第二発電機、3 C …発電機（第一発電機兼第二発電機）、3 D …発電機（第一・第二発電機兼第一・第二熱機関兼圧縮機）、4 A …第一ポンプ、4 B …第二ポンプ、5 …第三作動媒体供給手段、6 …混合手段、6 a …密閉空間、7 …第二作動媒体供給手段、8 …圧縮機、9 …差圧補完手段、10 …第三作動媒体排出手段、11 …シリンダー、12 …左端壁、13 …右端壁、14 …左気体圧室、15 …右気体圧室、16 …ピストン、16' …永久磁石筒体、16 a …リング、17 …左受圧面、18 …右受圧面、19 …永久磁石帯域、20 …筒形ヨーク

、 2 1 …起電コイル帯域、 2 3 …筒孔、 2 4 …受圧端板、 2 5 …環状シール
、 2 6 …左供給口、 2 7 …右供給口、 2 7 ´ …追加供給口、 2 8 …左排出口
、 2 9 …右排出口、 L 1 …第一作動媒体ライン、 L 2 …第二作動媒体ライン
、 L 3 …第三作動媒体ライン、 W 1 …第一作動媒体、 W 2 …第二作動媒体、
W 3 …第三作動媒体、 H …温熱源、 h …温熱源媒体。