

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6064548号
(P6064548)

(45) 発行日 平成29年1月25日(2017.1.25)

(24) 登録日 平成29年1月6日(2017.1.6)

(51) Int.Cl.			F I		
FO1D	17/00	(2006.01)	FO1D	17/00	C
FO1K	27/02	(2006.01)	FO1K	27/02	D
FO4B	49/06	(2006.01)	FO4B	49/06	321A
FO1K	25/10	(2006.01)	FO1K	25/10	P

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2012-259726 (P2012-259726)	(73) 特許権者	000000099
(22) 出願日	平成24年11月28日(2012.11.28)		株式会社 I H I
(65) 公開番号	特開2014-105643 (P2014-105643A)		東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(43) 公開日	平成26年6月9日(2014.6.9)	(74) 代理人	100175802
審査請求日	平成27年9月28日(2015.9.28)		弁理士 寺本 光生
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100167553
			弁理士 高橋 久典
		(72) 発明者	高橋 俊雄
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
			社 I H I 内
		(72) 発明者	脇阪 裕寿
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
			社 I H I 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 廃熱発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

廃熱エネルギーを回収して作動媒体を蒸発させる蒸発器と、前記蒸発器からの前記作動媒体の供給により発電を行うタービン発電機と、前記タービン発電機から排出された前記作動媒体を凝縮する凝縮器と、前記凝縮器で凝縮された前記作動媒体を前記蒸発器に向けて送出するポンプと、を備える廃熱発電装置において、

前記タービン発電機の単位時間あたりの発電量を計測する計測部と、

前記計測部の計測結果に基づいて前記ポンプの駆動を制御する制御部と、を有し、

前記制御部は、前記発電量の変化の傾きに基づいて前記ポンプの駆動を制御する、ことを特徴とする廃熱発電装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記発電量の変化の傾きが予め設定された負の傾き以下となった場合に前記ポンプの駆動を停止させる、ことを特徴とする請求項1に記載の廃熱発電装置。

【請求項3】

前記制御部は、前記発電量が第1の閾値以上となった場合に前記ポンプの単位時間あたりの前記作動媒体の送出量を時間経過に対する第1の傾きで低減させる、ことを特徴とする請求項1または2に記載の廃熱発電装置。

【請求項4】

前記制御部は、前記発電量が前記第1の閾値よりも大きい第2の閾値以上となった場合に前記ポンプの単位時間あたりの前記作動媒体の送出量を時間経過に対し前記第1の傾き

よりも負側に大きい第2の傾きで低減させる、ことを特徴とする請求項3に記載の廃熱発電装置。

【請求項5】

前記制御部は、前記発電量が前記第2の閾値よりも大きい第3の閾値以上となった場合に前記ポンプの駆動を停止させる、ことを特徴とする請求項4に記載の廃熱発電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、廃熱発電装置に関し、特にバイナリー発電を行う廃熱発電装置に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

従来から工場や焼却施設等で放出される廃熱エネルギーを回収して発電が行われており、この発電によって得られた電気エネルギーが再利用されることで省エネルギーが図られているが、近年では、従来殆ど回収されていなかった低温廃熱の廃熱エネルギーをも回収して発電を行うことで、更なる省エネルギーを実現させる取り組みが行われている。このような低温廃熱から電気エネルギーを回収するために、低沸点作動媒体を用いたランキンサイクルの廃熱発電装置が提案されている（例えば特許文献1）。

【0003】

特許文献1には、蒸気発生器を備え、排熱源からの排熱媒体を蒸気発生器に導入し、発生した作動媒体蒸気を膨張機に導き、該膨張機で発電機を駆動して発電すると共に、吐出される作動媒体蒸気を凝縮器に導き低熱源からの低熱媒体により作動媒体蒸気を冷却・凝縮し、該凝縮した作動媒体液を蒸気発生器に供給するように構成した排熱発電装置において、蒸気発生器に供給する作動媒体液流量を増減して該蒸気発生器の蒸気吐出口又は相当する部分の作動媒体蒸気の過熱度を所定の目標値に制御する作動媒体蒸気過熱度制御手段を設けるものが開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-309046号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記従来技術には、次のような問題がある。

通常、廃熱発電装置は、廃熱から最も多くの発電を行うように内部サイクルが制御されており、上記従来技術では、圧力センサ及び温度センサの計測結果から導出される作動媒体蒸気の過熱度を所定の目標値に制御するようにしている。ところが、廃熱エネルギーは供給側（工場や焼却施設等）の都合により変動し易いものであり、圧力センサ及び温度センサは、この廃熱エネルギーの変動に対して敏感ではないため、例えば蒸発器への廃熱媒体の供給が急停止した場合、ポンプによる蒸発器への作動媒体の送込が継続されて、蒸発器からタービン発電機に液体のまま作動媒体が供給され、タービン発電機のインペラの侵食（エロージョン）を生じさせてしまうことがある。

40

【0006】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、廃熱エネルギーの急激な変動に適切に対応して動作できる廃熱発電装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するために、本発明は、廃熱エネルギーを回収して作動媒体を蒸発させる蒸発器と、前記蒸発器からの前記作動媒体の供給により発電を行うタービン発電機と、前記タービン発電機から排出された前記作動媒体を凝縮する凝縮器と、前記凝縮器で凝

50

縮された前記作動媒体を前記蒸発器に向けて送出するポンプと、を備える廃熱発電装置において、前記タービン発電機の単位時間あたりの発電量を計測する計測部と、前記計測部の計測結果に基づいて前記ポンプの駆動を制御する制御部と、を有する、という構成を採用する。

この構成を採用することによって、本発明では、タービン発電機の単位時間あたりの発電量に基づいて制御を行うことで、作動媒体の温度や圧力よりも廃熱エネルギーの変動を比較的直ぐにポンプの制御に反映させることができるため、廃熱エネルギーの急激な変動に適切に対応することができる。

【0008】

また、本発明においては、前記制御部は、前記発電量の変化の傾きに基づいて前記ポンプの駆動を制御する、という構成を採用する。

10

この構成を採用することによって、本発明では、廃熱エネルギーの急激な変動を発電量の変化の傾きから速やかに察知することができるため、廃熱エネルギーの急激な変動に適切に対応することができる。

【0009】

また、本発明においては、前記制御部は、前記発電量の変化の傾きが予め設定された負の傾き以下となった場合に前記ポンプの駆動を停止させる、という構成を採用する。

この構成を採用することによって、本発明では、発電量の変化の傾きが設定より下がった場合、発電が困難な状態であると判断できるため、ポンプの駆動を停止させる。

【0010】

20

また、本発明においては、前記制御部は、前記発電量が第1の閾値以上となった場合に前記ポンプの単位時間あたりの前記作動媒体の送出量を時間経過に対する第1の傾きで低減させる、という構成を採用する。

この構成を採用することによって、本発明では、発電量が第1の閾値を超えた場合、ポンプの駆動を徐々に落とすように制御することで、タービン発電機の性能を超えた発電を抑えるようにすることができる。

【0011】

また、本発明においては、前記制御部は、前記発電量が前記第1の閾値よりも大きい第2の閾値以上となった場合に前記ポンプの単位時間あたりの前記作動媒体の送出量を時間経過に対し前記第1の傾きよりも負側に大きい第2の傾きで低減させる、という構成を採用する。

30

この構成を採用することによって、本発明では、発電量が第2の閾値を超えた場合、ポンプの駆動をより速く低下させるように制御することで、確実にタービン発電機の性能を超えた発電を抑えることができる。

【0012】

また、本発明においては、前記制御部は、前記発電量が前記第2の閾値よりも大きい第3の閾値以上となった場合に前記ポンプの駆動を停止させる、という構成を採用する。

この構成を採用することによって、本発明では、発電量が第3の閾値を超えた場合、ポンプの駆動を停止させるように制御することで、より確実にタービン発電機の性能を超えた発電を抑えることができる。

40

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、廃熱エネルギーの急激な変動に適切に対応して動作できる廃熱発電装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態における廃熱発電装置の構成図である。

【図2】本発明の実施形態における発電量の変化に基づくポンプの制御を説明するためのグラフである。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 5 】

以下、図面を参照して、本発明の一実施形態について説明する。

図 1 は、本発明の実施形態における廃熱発電装置 G の構成図である。

図 1 に示す通り、本実施形態の廃熱発電装置 G は、蒸発器 1、膨張タービン発電機 2 (タービン発電機)、凝縮器 3、リザーバタンク 4 (貯蔵装置)、ポンプ 5 を備えるランキンサイクルを利用した発電装置であり、工場や焼却施設等から放出される低温廃熱 (本実施形態では温水、以下、熱源と称する場合がある) の廃熱エネルギーを用いて発電を行う。

【 0 0 1 6 】

また、廃熱発電装置 G は、AC - DC 変換器 6 及び DC - AC 変換器 7 を備え、廃熱エネルギーを電気エネルギー (三相交流電力) として回収するものである。この廃熱発電装置 G は、例えば工場等の施設に設けられ、商用電力と同仕様の三相交流電力を発電する。この三相交流電力は、施設の各部に給電されて消費される。すなわち、この廃熱発電装置 G は、施設の全体的なエネルギー効率を向上させるために施設内に備え付けられるものである。

10

【 0 0 1 7 】

蒸発器 1 は、工場等から放出される低温廃熱を回収して作動媒体の蒸気を生成するものである。蒸発器 1 は、熱源との間の熱交換によって作動媒体を気化させる一種の熱交換器である。この蒸発器 1 では、熱源 (例えば温水) が流通する流路と作動媒体が流通する流路とが隣接するように設けられており、高温側である熱源の熱が低温側である作動媒体に効率良く伝導する。このような蒸発器 1 は、ポンプ 5 から供給された液体状態の作動媒体を気化させ、気化状態の作動媒体を膨張タービン発電機 2 に供給する。

20

【 0 0 1 8 】

本実施形態の作動媒体としては、沸点 (大気圧条件下における沸点) が 35 程度の媒体を用い、且つ運転中の装置内部の圧力が最大で 1 MPa (G) (ゲージ圧で 1 MPa) 以下であるのが望ましい。その理由は、例えば約 100 以下の低温廃熱の廃熱エネルギーを利用した発電を可能とすべく低温廃熱から蒸気の生成を可能にするとともに、装置全体の圧力を低く抑えることで膨張タービン発電機 2 の内部圧力を低く抑えるためである。

【 0 0 1 9 】

膨張タービン発電機 2 の内部圧力が低く抑えられると、膨張タービン発電機 2 のケーシングや蒸発器 1 及び凝縮器 3 にも高い圧力がかからないため、安全でかつコストを低く抑えて製造することも可能となるという相乗的な効果も得られる。ここで、上記の作動媒体としては、ハイドロフルオロエーテル (HFE)、フルオロカーボン、フルオロケトン、パーフルオロポリエーテル等を用いることができる。

30

【 0 0 2 0 】

膨張タービン発電機 2 は、このような蒸発器 1 から供給された気化状態の作動媒体を用いて三相交流電力を発電する。この膨張タービン発電機 2 は、図示するようにタービン 2 a、発電機 2 b を備えている。タービン 2 a は、蒸発器 1 から供給される作動媒体によって駆動される回転機械である。すなわち、このタービン 2 a は、作動媒体を蒸発器 1 から受け入れる受入口と、作動媒体を凝縮器 3 に排出する排出口と、軸 (タービン軸) が発電機 2 b と結合するタービンインペラ等を備えるものであり、蒸発器 1 からの作動媒体の供給によってタービンインペラを回転させる。

40

【 0 0 2 1 】

発電機 2 b は、タービン 2 a の回転動力によって駆動されて三相交流電力を発電する回転機械である。すなわち、この発電機 2 b は、タービン 2 a のタービン軸と軸結合すると共に略円筒状のロータ (界磁) と、当該ロータの外周に円環状に備えられたステータ (電機子巻線) 等から構成されている。このような発電機 2 b は、ロータ (界磁) がタービン 2 a によって回転駆動されることによって、ステータ (電機子巻線) に起電力が発生する。なお、この発電機 2 b が出力する三相交流電力は、周波数あるいはノ及び出力電圧が商用電力 (系統電力) の仕様とは異なっている。

50

【 0 0 2 2 】

凝縮器 3 は、膨張タービン発電機 2 を介した後の蒸気を冷却水等の冷却媒体にて冷却して凝縮させるものである。凝縮器 3 は、冷却水との間の熱交換によって作動媒体を凝縮（液体化）させる一種の熱交換器である。このような凝縮器 3 は、作動媒体を液体状態にしたものをリザーバタンク 4 に供給する。リザーバタンク 4 は、凝縮器 3 で凝縮された作動媒体を一時的に蓄えるタンクである。ポンプ 5 は、凝縮器 3 で凝縮されてリザーバタンク 4 に一時的に蓄えられた作動媒体を加圧して蒸発器 1 に向けて送出する。なお、このポンプ 5 は、例えば電動機によって回転駆動される。

【 0 0 2 3 】

AC - DC 変換器 6 及び DC - AC 変換器 7 は、発電機 2 b が発電した三相交流電力を商用電力（系統電力）の仕様に適合した三相交流電力（例えば 50 / 60 Hz , 200 V 級）に変換するためのものである。このような AC - DC 変換器 6 及び DC - AC 変換器 7 のうち、前段の AC - DC 変換器 6 は、発電機 2 b から入力された三相交流電力を直流電力に変換して DC - AC 変換器 7 に出力する。後段の DC - AC 変換器 7 は、上記直流電力を商用電力（系統電力）の仕様に適合した三相交流電力に変換する。

【 0 0 2 4 】

本実施形態の廃熱発電装置 G は、AC - DC 変換器 6 及び DC - AC 変換器 7、すなわち電源回生コンバータを介して、膨張タービン発電機 2 の単位時間（例えば秒単位）当りの発電量（以下、単に発電量と称する場合がある）を計測する計測装置（計測部）8 と、計測装置 8 の計測結果に基づいてポンプ 5 の駆動を制御する制御装置 9 と、を備えている。計測装置 8 は、DC - AC 変換器 7（AC - DC 変換器 6 でもよい）に接続され、その計測結果を制御装置 9 に出力する構成となっている。なお、計測装置 8 は、発電量のノイズ（例えば μ sec オーダーのノイズ）を拾うことのないようノイズフィルターを有する。

【 0 0 2 5 】

制御装置 9 は、電源回生コンバータの制御で確認している発電量（絶対量）を確認し、予め設定された閾値（具体的には後述する第 1 の閾値 T 1、第 2 の閾値 T 2、第 3 の閾値 T 3、図 2 参照）に応じて、ポンプ 5 の駆動を制御する。

また、制御装置 9 は、発電量の変化の傾きを確認し、予め設定された条件以上の傾きになった場合（具体的には後述する予め設定された負の傾き S 以下になった場合）、ポンプ 5 の駆動を急速に停止させる。

なお、本実施形態の制御装置 9 は、通常時は温度センサ 9 a 及び圧力センサ 9 b の計測結果に基づいて従来通り廃熱の状態でも多くの発電を行うように内部サイクルを制御する。

【 0 0 2 6 】

次に、このように構成された廃熱発電装置 G の動作について図 2 を参照して説明する。

図 2 は、本発明の実施形態における発電量の変化に基づくポンプ 5 の制御を説明するためのグラフである。なお、図 2 において、縦軸は発電量を、横軸は時間を示す。

【 0 0 2 7 】

最初に、廃熱発電装置 G の発電動作（主動作）について説明すると、本実施形態の廃熱発電装置 G では、作動媒体が蒸発器 1 膨張タービン発電機 2 凝縮器 3 リザーバタンク 4 ポンプ 5 蒸発器 1 の順で循環しつつ作動媒体が液体と気体に状態変化することによって膨張タービン発電機 2 における発電が行われる。

【 0 0 2 8 】

すなわち、熱源の熱によって蒸発器 1 で蒸発した作動媒体は、膨張タービン発電機 2 に供給された後に凝縮器 3 で冷却水によって凝縮されて、リザーバタンク 4 に一時貯溜された後、再びポンプ 5 を介して蒸発器 1 に送出される。このような作動媒体の循環的な状態変化の過程において、作動媒体の作用によって膨張タービン発電機 2 で発電が行われる。そして、当該膨張タービン発電機 2 で発生した三相交流電力は、AC - DC 変換器 6 及び DC - AC 変換器 7 を経ることによって商用電力（系統電力）の仕様に適合した三相交流電力に変換されて外部に供給される。

【 0 0 2 9 】

図 2 に示すように、制御装置 9 は、通常時、温度センサ 9 a 及び圧力センサ 9 b の計測結果に基づいて過熱度を算出し、当該過熱度を所定の目標値となるようポンプ 5 の駆動を制御することにより、従来通り廃熱の状態でも多くの発電を行うように内部サイクルを制御する。また、制御装置 9 は、非常時には、膨張タービン発電機 2 の単位時間当たりの発電量に基づいて、次のような制御を行う。すなわち、本実施形態では、過熱度に基づく制御よりも、発電量に基づく制御の方が、優先度が高く設定されている。

【 0 0 3 0 】

制御装置 9 は、発電量が第 1 の閾値 T 1 以上となった場合（符号 P 1 で示す）、ポンプ 5 の単位時間当たりの作動媒体の送出量を第 1 の傾きで低減させる。具体的に、制御装置 9 は、発電量が閾値 T 1 になると、ポンプ 5 の回転速度を徐々に落とすような負の加速度の減速状態とする。この制御により、蒸発器 1 における作動媒体の蒸発量が抑えられ、結果、膨張タービン発電機 2 における発電量を低下させることができる。なお、発電量が閾値 T 1 未満となった場合には、制御装置 9 は、通常の過熱度制御にモードを切り替える。

10

【 0 0 3 1 】

また、制御装置 9 は、発電量が第 1 の閾値 T 1 よりも大きい第 2 の閾値 T 2 以上となった場合（符号 P 2 で示す）、ポンプ 5 の単位時間当たりの作動媒体の送出量を第 1 の傾きよりも負側に大きい第 2 の傾きで低減させる。具体的に、制御装置 9 は、発電量が次の閾値 T 2 になると、ポンプ 5 の回転速度をより速く落とすような負の加速度の減速状態とする。なお、発電量が閾値 T 1 未満となった場合には、同様に制御装置 9 は、通常の過熱度制御にモードを切り替える。

20

【 0 0 3 2 】

また、制御装置 9 は、発電量が第 2 の閾値 T 2 よりも大きい第 3 の閾値 T 3 以上となった場合には、ポンプ 5 の駆動を停止させる。すなわち、制御装置 9 は、最終的な限界閾値である第 3 の閾値 T 3 を超える場合、ポンプ 5 を即停止する。このようにすることで、廃熱エネルギーが過大に供給された場合であっても、膨張タービン発電機 2 が限界を超えて駆動してしまうことを防止できる。また、制御装置 9 は、第 3 の閾値 T 3 の手前側で、第 1 の閾値 T 1 及び第 2 の閾値 T 2 を設けてポンプ 5 の駆動の減速制御を行うことで、廃熱量が多く、発電しすぎる状態であっても、膨張タービン発電機 2 の性能を超えた発電を抑えることができるため、装置が安全に発電できる状態を保てるようになる。

30

【 0 0 3 3 】

また、制御装置 9 は、所定の閾値 T 1 , T 2 , T 3 未満であっても、発電量の変化の傾きが予め設定された負の傾き S 以下となった場合（符号 P 3 で示す）にポンプ 5 の駆動を停止させる。すなわち、膨張タービン発電機 2 の単位時間当たりの発電量は、作動媒体の温度や圧力よりも廃熱エネルギーの変動に比較的敏感であり、発電量の変化の傾きを確認することで、廃熱エネルギーの急激な変動を、当該発電量の変化の傾きから速やかに察知することができる。このため、制御装置 9 は、発電量の変化の傾きが設定より下がった場合は、発電が困難な状態（温水の供給が急停止した等）であると判断し、ポンプ 5 の駆動を即停止する。これにより、例えばポンプ 5 が作動媒体を蒸発器 1 に送り続けて、膨張タービン発電機 2 に液体状態の作動媒体が供給されることによる、タービンインペラの侵食（エロージョン）の発生を防止することができる。

40

【 0 0 3 4 】

なお、発電量は、作動媒体の温度や圧力よりも廃熱エネルギーの変動に比較的敏感であるため、発電量の下限を設定して、上述したような閾値制御を行って温水の供給停止状態に対応させてもよいが、当該下限の閾値まで発電量が低下するまでは、例えば十数秒のタイムラグ（なお、温度、圧力の場合は数十秒以上のタイムラグ）が生じることとなる。この点、上述したように、発電量の変化の傾きに基づいてポンプ 5 の駆動を制御すれば、廃熱エネルギーの変動を比較的直ぐにポンプ 5 の制御に反映させることができるため、廃熱エネルギーの急激な変動に適切に対応することができる。例えば上述のように供給側の都合で熱源となる温水の供給が急停止した状態等であっても、その廃熱エネルギーの急激な

50

変動に適切に対応してポンプ5の駆動を速やかに停止させ、膨張タービン発電機2に液体状態の作動媒体が供給されないようにすることができる。

【0035】

このように、上述の本実施形態によれば、廃熱エネルギーを回収して作動媒体を蒸発させる蒸発器1と、蒸発器1からの作動媒体の供給により発電を行う膨張タービン発電機2と、膨張タービン発電機2から排出された作動媒体を凝縮する凝縮器3と、凝縮器3で凝縮された作動媒体を蒸発器1に向けて送出するポンプ5と、を備える廃熱発電装置Gにおいて、膨張タービン発電機2の単位時間あたりの発電量を計測する計測装置8と、計測装置8の計測結果に基づいてポンプ5の駆動を制御する制御装置9と、を有する、という構成を採用することによって、作動媒体の温度や圧力よりも廃熱エネルギーの変動を比較的直ぐにポンプ5の制御に反映させることができるため、廃熱エネルギーの急激な変動に適切に対応して動作できる廃熱発電装置Gが得られる。

10

【0036】

以上、図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。上述した実施形態において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

【0037】

例えば、上記実施形態では、発電量の変化の傾きが予め設定された負の傾き以下となった場合にポンプ5の駆動を停止させると説明したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、例えば発電量の変化の傾きが予め設定された正の傾き以上となった場合（急激に高温の熱源が供給された場合等）にポンプ5の駆動を停止させるようにしてもよい。

20

【0038】

また、例えば、上記実施形態では、予め設定された閾値に基づいて発電量を制御すると説明したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、例えばデマンド制御を行う必要がある場合、閾値を変更することで、目標の発電をほぼ一定に保つこともできる。

【0039】

また、例えば、上記実施形態では、温水となった廃熱エネルギーを電気エネルギーとして回収したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば熱源として廃ガスを用いてもよい。また、熱源は、廃ガスや廃温水などの廃熱に限定されない。

30

【0040】

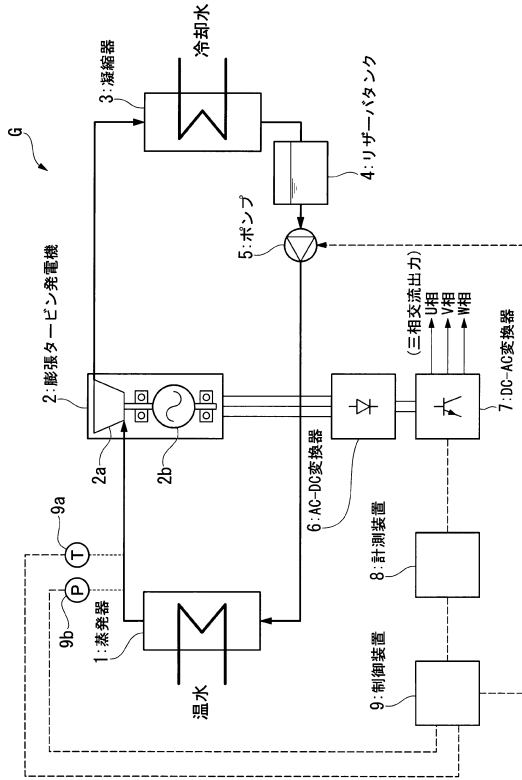
また、例えば、上記実施形態では、本発明は、遠心式膨張タービン発電機、斜流式膨張タービン発電機等のラジアルタービン発電機を発電装置として用いる場合にも適用可能である。

【符号の説明】

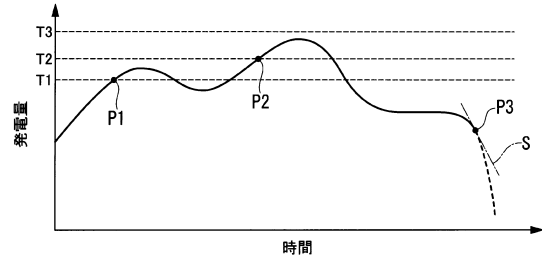
【0041】

1...蒸発器、2...膨張タービン発電機（タービン発電機）、3...凝縮器、5...ポンプ、8...計測装置（計測部）、9...制御装置（制御部）、G...廃熱発電装置、S...負の傾き、T1...第1の閾値、T2...第2の閾値、T3...第3の閾値

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 町田 晃一

東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内

審査官 米澤 篤

(56)参考文献 特開2008-312330(JP,A)

特開昭59-49303(JP,A)

特開2011-214430(JP,A)

特開平9-32508(JP,A)

特開平8-82203(JP,A)

特開2009-221961(JP,A)

特開平11-36818(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 17/00

F01K 23/02 - 23/10

F01K 25/10

F01K 27/02

H02P 9/04

F04B 49/06