

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6812552号
(P6812552)

(45) 発行日 令和3年1月13日 (2021.1.13)

(24) 登録日 令和2年12月18日 (2020.12.18)

(51) Int. Cl.	F I
F 0 3 G 6/00 (2006.01)	F O 3 G 6/00 5 3 1
F 0 2 C 1/05 (2006.01)	F O 2 C 1/05
F 0 1 K 27/02 (2006.01)	F O 1 K 27/02 Z

請求項の数 14 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2019-529080 (P2019-529080)	(73) 特許権者	514030104
(86) (22) 出願日	平成30年7月4日 (2018.7.4)		三菱パワー株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2018/025336		神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
(87) 国際公開番号	W02019/013066	(74) 代理人	100149548
(87) 国際公開日	平成31年1月17日 (2019.1.17)		弁理士 松沼 泰史
審査請求日	令和2年1月9日 (2020.1.9)	(74) 代理人	100162868
(31) 優先権主張番号	特願2017-136191 (P2017-136191)		弁理士 伊藤 英輔
(32) 優先日	平成29年7月12日 (2017.7.12)	(74) 代理人	100161702
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		弁理士 橋本 宏之
		(74) 代理人	100189348
			弁理士 古部 智
		(74) 代理人	100196689
			弁理士 鎌田 康一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽熱発電設備

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

作動媒体を圧縮して圧縮媒体を生成する圧縮機と、
 太陽光を受けて前記圧縮媒体を加熱する受熱器である媒体加熱用受熱器と、
 前記媒体加熱用受熱器で加熱された前記圧縮媒体で駆動するタービンと、
 前記タービンの駆動で発電する発電機と、
 前記タービンから排気された作動媒体である排気媒体で水を加熱して、前記水を蒸気にする排熱回収ボイラと、
 前記排熱回収ボイラからの蒸気で駆動する蒸気タービンと、
 前記蒸気タービンから排気された蒸気を水に戻す復水器と、
 前記復水器内の水を前記排熱回収ボイラに導く給水ラインと、
 前記排熱回収ボイラからの蒸気の熱を蓄える蓄熱体と、
 前記給水ラインから分岐している補助給水ラインと、
 前記補助給水ラインに接続され、前記蓄熱体に接して前記補助給水ラインからの水と前記蓄熱体との間で熱交換させる伝熱管を有し、前記蓄熱体で前記水を加熱して、前記水を蒸気にする蒸気発生器と、
 前記蒸気発生器で発生した蒸気を前記蒸気タービンに導く補助蒸気ラインと、
 前記圧縮機、前記媒体加熱用受熱器、前記タービン及び前記発電機を支持するタワーと、
 、
 を備え、

前記圧縮機は、鉛直方向に延びる圧縮機軸線を中心として回転する圧縮機ロータと、前記圧縮機ロータを覆う圧縮機ケーシングと、を有し、

前記タービンは、鉛直方向に延びるタービン軸線を中心として回転するタービンロータと、前記タービンロータを覆うタービンケーシングと、を有し、

前記圧縮機ロータと前記タービンロータとは、機械的に接続されてガスタービンロータを構成し、

前記発電機は、前記ガスタービンロータと機械的に接続され、鉛直方向に延びる発電機軸線を中心として回転する発電機ロータと、前記発電機ロータを覆う発電機ケーシングと、を有し、

前記圧縮機、前記タービン及び前記発電機は、それぞれ、配列機器を成し、

複数の前記配列機器は、鉛直方向に並んでいる、

太陽熱発電設備。

10

【請求項 2】

作動媒体を圧縮して圧縮媒体を生成する圧縮機と、

太陽光を受けて前記圧縮媒体を加熱する受熱器である媒体加熱用受熱器と、

前記媒体加熱用受熱器で加熱された前記圧縮媒体で駆動するタービンと、

前記タービンの駆動で発電する発電機と、

前記タービンから排気された作動媒体である排気媒体で水を加熱して、前記水を蒸気にする排熱回収ボイラと、

前記排熱回収ボイラからの蒸気で駆動する蒸気タービンと、

前記蒸気タービンから排気された蒸気を水に戻す復水器と、

前記復水器内の水を前記排熱回収ボイラに導く給水ラインと、

前記排熱回収ボイラからの蒸気の熱を蓄え、流動性を有する蓄熱体を有する蓄熱器と、

前記給水ラインから分岐している補助給水ラインと、

前記補助給水ラインに接続され、前記補助給水ラインからの水を加熱して、前記水を蒸気にする蒸気発生器と、

前記蒸気発生器で発生した蒸気を前記蒸気タービンに導く補助蒸気ラインと、

前記蓄熱器と前記蒸気発生器とを接続し、前記蓄熱器からの前記蓄熱体が行ける蓄熱体供給ラインと、

前記圧縮機、前記媒体加熱用受熱器、前記タービン及び前記発電機を支持するタワーと

20

30

を備え、

前記蓄熱器は、前記排熱回収ボイラからの蒸気が行ける蒸気伝熱管と、前記蓄熱体及び前記蒸気伝熱管を収納する蓄熱ケーシングと、を有し、

前記蒸気発生器は、前記蓄熱体供給ラインに接続され、前記蓄熱体供給ラインからの前記蓄熱体が行ける蓄熱体伝熱管と、前記補助給水ラインに接続され、前記補助給水ラインからの水を滞留させ且つ前記蓄熱体伝熱管を覆う蒸気発生ケーシングと、を有し、

前記圧縮機は、鉛直方向に延びる圧縮機軸線を中心として回転する圧縮機ロータと、前記圧縮機ロータを覆う圧縮機ケーシングと、を有し、

前記タービンは、鉛直方向に延びるタービン軸線を中心として回転するタービンロータと、前記タービンロータを覆うタービンケーシングと、を有し、

前記圧縮機ロータと前記タービンロータとは、機械的に接続されてガスタービンロータを構成し、

前記発電機は、前記ガスタービンロータと機械的に接続され、鉛直方向に延びる発電機軸線を中心として回転する発電機ロータと、前記発電機ロータを覆う発電機ケーシングと、を有し、

前記圧縮機、前記タービン及び前記発電機は、それぞれ、配列機器を成し、

複数の前記配列機器は、鉛直方向に並んでいる、

太陽熱発電設備。

40

【請求項 3】

50

請求項 2 に記載の太陽熱発電設備において、
前記蓄熱器は、配列機器を成し、
前記蓄熱器を含む複数の前記配列機器は、鉛直方向に並んでいる、
太陽熱発電設備。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の太陽熱発電設備において、
前記蓄熱器である高温蓄熱器の他に、低温蓄熱器を備え、
前記低温蓄熱器は、前記蒸気タービンから排気された蒸気の一部が流れる蒸気伝熱管と
蓄熱体及び前記低温蓄熱器の前記蒸気伝熱管を収納する蓄熱ケーシングと、を有し、
前記低温蓄熱器の前記蒸気伝熱管は、前記復水器に接続され、
前記高温蓄熱器及び前記低温蓄熱器は、鉛直方向に並んでいる、
太陽熱発電設備。

10

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の太陽熱発電設備において、
前記圧縮機ケーシングは、前記作動媒体が流入する入口を有し、前記排熱回収ボイラは、
前記排気媒体である前記作動媒体を排出する排出口を有し、
前記排熱回収ボイラの前記排出口から排出された前記作動媒体を、前記圧縮機ケーシングの前記入口から前記圧縮機ケーシング内に導く循環ラインを備える、
太陽熱発電設備。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の太陽熱発電設備において、
前記循環ラインに設けられ、前記循環ライン内の圧力を調節する圧力調節機構を備える、
太陽熱発電設備。

20

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の太陽熱発電設備において、
前記排熱回収ボイラは、配列機器を成し、
前記排熱回収ボイラを含む複数の前記配列機器は、鉛直方向に並んでいる、
太陽熱発電設備。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の太陽熱発電設備において、
前記蒸気タービンは、鉛直方向に延びる蒸気タービン軸線を中心として回転する蒸気タービンロータと、前記蒸気タービンロータを覆う蒸気タービンケーシングと、を有し、
前記蒸気タービンは、配列機器を成し、
前記蒸気タービンを含む複数の前記配列機器は、鉛直方向に並んでいる、
太陽熱発電設備。

30

【請求項 9】

請求項 8 に記載の太陽熱発電設備において、
前記蒸気タービンロータは、前記発電機ロータに機械的に接続され、
前記ガスタービンロータと前記発電機ロータとの間で、動力伝達可能な伝達状態と動力伝達が行われない非伝達状態とに、前記ガスタービンロータと前記発電機ロータとの接続状態を切り替えるクラッチを備える、
太陽熱発電設備。

40

【請求項 10】

請求項 9 に記載の太陽熱発電設備において、
前記圧縮機及び前記タービンは、前記発電機を基準にして、鉛直方向上側と鉛直方向下側とのちの一方側に配置され、
前記蒸気タービンは、前記発電機を基準にして、鉛直方向上側と鉛直方向下側とのうち他方側に配置され、
前記蒸気タービンロータと前記発電機ロータとの間で、動力伝達可能な伝達状態と動力

50

伝達が行われない非伝達状態とに、前記蒸気タービンロータと前記発電機ロータとの接続状態を切り替えるクラッチを備える、

太陽熱発電設備。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の太陽熱発電設備において、

前記復水器は、前記蒸気タービンから排気された蒸気が水に戻った後に、前記水が貯えられる貯水部を有し、

前記貯水部は、配列機器を成し、

前記貯水部を含む複数の前記配列機器は、鉛直方向に並んでいる、

太陽熱発電設備。

10

【請求項 12】

請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の太陽熱発電設備において、

前記タービンは、前記圧縮機よりも上方に配置され、

前記排熱回収ボイラは、前記タービンよりも上方に配置されている、

太陽熱発電設備。

【請求項 13】

請求項 1 に記載の太陽熱発電設備において、

前記タワーは、前記配列機器を支えるための複数の構造体を有し、

複数の前記構造体のうち、一の構造体は、前記蓄熱体で形成されている、

太陽熱発電設備。

20

【請求項 14】

請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載の太陽熱発電設備において、

太陽光を反射する反射鏡と、前記反射鏡で反射した太陽光が前記受熱器に向かうよう前記反射鏡の向きを変える鏡駆動機と、を有するヘリオスタットを備える、

太陽熱発電設備。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽光から得られる熱エネルギーで発電を行う太陽熱発電設備に関する。

本願は、2017年7月12日に、日本国に出願された特願2017-136191号に基づき優先権を主張し、この内容をここに援用する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、環境にやさしいクリーンなエネルギーとして、太陽光を集光して得られる熱エネルギーを利用した設備が盛んに開発されている。

【0003】

このような設備の一例として、例えば、以下の特許文献1に記載されている太陽熱発電設備がある。この太陽熱発電設備は、作動媒体としての空気を圧縮して圧縮空気を生成する圧縮機と、太陽光を受けて圧縮空気を加熱する受熱器と、受熱器に太陽光を照射するヘリオスタットと、受熱器で加熱された圧縮空気で駆動するタービンと、タービンの駆動で発電する発電機とを備えている。圧縮機、受熱器、タービン及び発電機は、いずれもタワーに設けられている。圧縮機、タービン及び発電機は、タワー中で、受熱器が設けられている位置よりも上の最上段に設けられている。圧縮機、タービン及び発電機の各ロータは、水平方向に延びている。圧縮機、タービン及び発電機は、タワーの最上段で、水平方向に並んで配置されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-202390号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記特許文献1に記載の太陽熱発電設備では、圧縮機、タービン及び発電機が、タワーの最上段で水平方向に並んで配置されているため、タワーの二次元的な広がりが大きくなり、タワーの占有面積が大きくなる、という問題点がある。さらに、上記特許文献1に記載の技術では、重量物である圧縮機、タービン及び発電機がタワーの最上段に配置され、且つこれらの回転軸が水平方向に延びるよう配置されているため、タワーを構成する構造材の強度を高める必要があり、タワーの設備コストが嵩むという問題点もある。

【0006】

そこで、本発明は、タワーの占有面積を小さくでき、且つタワーの設備コストを抑えることができる太陽熱発電設備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】

【0007】

上記目的を達成するための発明に係る太陽熱発電設備の一態様は、

作動媒体を圧縮して圧縮媒体を生成する圧縮機と、太陽光を受けて前記圧縮媒体を加熱する受熱器である媒体加熱用受熱器と、前記媒体加熱用受熱器で加熱された前記圧縮媒体で駆動するタービンと、前記タービンの駆動で発電する発電機と、前記タービンから排気された作動媒体である排気媒体で水を加熱して、前記水を蒸気にする排熱回収ボイラと、前記排熱回収ボイラからの蒸気で駆動する蒸気タービンと、前記蒸気タービンから排気された蒸気を水に戻す復水器と、前記復水器内の水を前記排熱回収ボイラに導く給水ラインと、前記排熱回収ボイラからの蒸気の熱を蓄える蓄熱体と、前記給水ラインから分岐している補助給水ラインと、前記補助給水ラインに接続され、前記蓄熱体に接して前記補助給水ラインからの水と前記蓄熱体との間で熱交換させる伝熱管を有し、前記蓄熱体で前記水を加熱して、前記水を蒸気にする蒸気発生器と、前記蒸気発生器で発生した蒸気を前記蒸気タービンに導く補助蒸気ラインと、前記圧縮機、前記媒体加熱用受熱器、前記タービン及び前記発電機を支持するタワーと、を備える。前記圧縮機は、鉛直方向に延びる圧縮機軸線を中心として回転する圧縮機ロータと、前記圧縮機ロータを覆う圧縮機ケーシングと、を有する。前記タービンは、鉛直方向に延びるタービン軸線を中心として回転するタービンロータと、前記タービンロータを覆うタービンケーシングと、を有する。前記圧縮機ロータと前記タービンロータとは、機械的に接続されてガスタービンロータを構成する。前記発電機は、前記ガスタービンロータと機械的に接続され、鉛直方向に延びる発電機軸線を中心として回転する発電機ロータと、前記発電機ロータを覆う発電機ケーシングと、を有する。前記圧縮機、前記タービン及び前記発電機は、それぞれ、配列機器を成す。複数の前記配列機器は、鉛直方向に並んでいる。

【0008】

上記目的を達成するための発明に係る太陽熱発電設備の他の態様は、作動媒体を圧縮して圧縮媒体を生成する圧縮機と、太陽光を受けて前記圧縮媒体を加熱する受熱器である媒体加熱用受熱器と、前記媒体加熱用受熱器で加熱された前記圧縮媒体で駆動するタービンと、前記タービンの駆動で発電する発電機と、前記タービンから排気された作動媒体である排気媒体で水を加熱して、前記水を蒸気にする排熱回収ボイラと、前記排熱回収ボイラからの蒸気で駆動する蒸気タービンと、前記蒸気タービンから排気された蒸気を水に戻す復水器と、前記復水器内の水を前記排熱回収ボイラに導く給水ラインと、前記排熱回収ボイラからの蒸気の熱を蓄え、流動性を有する蓄熱体を有する蓄熱器と、前記給水ラインから分岐している補助給水ラインと、前記補助給水ラインに接続され、前記補助給水ラインからの水を加熱して、前記水を蒸気にする蒸気発生器と、前記蒸気発生器で発生した蒸気を前記蒸気タービンに導く補助蒸気ラインと、前記蓄熱器と前記蒸気発生器とを接続し、前記蓄熱器からの前記蓄熱体が流れる蓄熱体供給ラインと、前記圧縮機、前記媒体加熱用受熱器、前記タービン及び前記発電機を支持するタワーと、を備える。前記蓄熱器は、前記排熱回収ボイラからの蒸気が流れる蒸気伝熱管と、前記蓄熱体及び前記蒸気伝熱管を収納する蓄熱ケーシングと、を有する。前記蒸気発生器は、前記蓄熱体供給ラインに接続さ

10

20

30

40

50

れ、前記蓄熱体供給ラインからの前記蓄熱体が流れる蓄熱体伝熱管と、前記補助給水ラインに接続され、前記補助給水ラインからの水を滞留させ且つ前記蓄熱体伝熱管を覆う蒸気発生ケーシングと、を有する。前記圧縮機は、鉛直方向に延びる圧縮機軸線を中心として回転する圧縮機ロータと、前記圧縮機ロータを覆う圧縮機ケーシングと、を有する。前記タービンは、鉛直方向に延びるタービン軸線を中心として回転するタービンロータと、前記タービンロータを覆うタービンケーシングと、を有する。前記圧縮機ロータと前記タービンロータとは、機械的に接続されてガスタービンロータを構成する。前記発電機は、前記ガスタービンロータと機械的に接続され、鉛直方向に延びる発電機軸線を中心として回転する発電機ロータと、前記発電機ロータを覆う発電機ケーシングと、を有する。前記圧縮機、前記タービン及び前記発電機は、それぞれ、配列機器を成す。複数の前記配列機器は、鉛直方向に並んでいる。

10

以上の各態様では、複数の配列機器が鉛直方向に並んで配置されている。このため、本態様では、タワーの占有面積を小さくすることができると共に、タワーを構成する構造物に求められる強度を低くすることができ、タワーの設備コストを抑えることができる。

また、当該態様では、排熱回収ボイラを備えているので、タービンから排気された排気媒体の熱を有効利用することができる。

さらに、当該態様では、蓄熱体に蓄えられた熱で蒸気を発生させることができるので、太陽が照っていないときでも、蒸気タービンに蒸気を供給することができる。

【0009】

ここで、前記態様の太陽熱発電設備において、前記媒体加熱用受熱器は、鉛直方向で前記圧縮機が配置されている領域から前記タービンが配置されている領域までの範囲内に配置されていてもよい。

20

【0010】

本態様では、媒体加熱用受熱器で加熱された媒体をタービンケーシング内に導く配管系統（以下、ラインとする）の長さを短くすることができ、このラインからの熱放出を抑えることができる。

【0011】

また、以上のいずれかの態様の太陽熱発電設備において、第一端と第二端とを有する吊り下げワイヤと、前記吊り下げワイヤにかかる荷重を支えるワイヤ支持機と、前記吊り下げワイヤの前記第二端が接続され、前記吊り下げワイヤを巻き取る巻き取り機と、を備え、前記吊り下げワイヤの前記第一端は、前記圧縮機ケーシング、前記タービンケーシング及び前記発電機ケーシングのうち、いずれの一のケーシングに接続され、前記ワイヤ支持機は、前記一のケーシングよりも上の位置で前記タワーに支持され、前記ワイヤ支持機は、前記吊り下げワイヤの前記第一端と前記第二端との間の部分を受けてもよい。

30

【0012】

本態様では、タービン、排熱回収ボイラ、圧縮機、蒸気タービン、及び発電機を点検又は修理する際、巻き取り機に巻き付いている吊り下げワイヤの巻き付き量を徐々に少なくして、各機器を下方に下げて、順次、機器を外すことで、比較的容易に各機器を点検又は修理することができる。

【0018】

40

前記排熱回収ボイラを備える、前記態様の太陽熱発電設備において、前記圧縮機ケーシングは、前記作動媒体が流入する入口を有し、前記排熱回収ボイラは、前記排気媒体である前記作動媒体を排出する排出口を有してもよい。この場合、前記排熱回収ボイラの前記排出口から排出された前記作動媒体を、前記圧縮機ケーシングの前記入口から前記圧縮機ケーシング内に導く循環ラインを備えてもよい。

【0019】

本態様では、圧縮機が排熱回収ボイラから排気された作動媒体を吸い込むので、圧縮機が吸い込む作動媒体の温度は、圧縮機が作動媒体として外気を吸い込む場合よりも高くなる。さらに、本態様では、圧縮機が排熱回収ボイラから排気された作動媒体を吸い込むので、圧縮機が吸い込む作動媒体の圧力を、圧縮機が作動媒体として外気を吸い込む場合よ

50

りも高くすることができる。

【0020】

よって、本態様では、圧縮機が外気を吸い込む場合よりも、高温且つ高圧の作動媒体をタービンに供給することができる。このため、本態様では、圧縮機が外気を吸い込む場合よりもガスタービン出力を高めることができる。また、本態様では、排熱回収ボイラから排気された高温の作動媒体を圧縮機が吸い込むことにより、排熱回収ボイラから排気された高温の作動媒体の大気放出を抑えることができる。このため、本態様では、例えば、現在問題になっているビル空調用室外機からの排熱等に起因したヒートアイランド現象を抑制することができる。

【0021】

前記循環ラインを備える、以上のいずれかの前記態様の太陽熱発電設備において、前記循環ラインに設けられ、前記循環ライン内の圧力を調節する圧力調節機構を備えてもよい。

【0022】

本態様では、圧縮機に流入する作動媒体の圧力を調節することができる。このため、本態様では、例えば、作動媒体の圧力を調節することで、作動媒体の相が気相になっている温度領域を広くすることができる。

【0023】

前記排熱回収ボイラを備える、以上のいずれかの前記態様の太陽熱発電設備において、前記排熱回収ボイラは、配列機器を成し、前記排熱回収ボイラを含む複数の前記配列機器は、鉛直方向に並んでいてもよい。

【0024】

当該態様では、排熱回収ボイラを追加しても、排熱回収ボイラを含む複数の配列機器が鉛直方向に並んでいるので、タワーの占有面積の増加を抑えることができる。

【0025】

前記排熱回収ボイラを備える、以上のいずれかの前記態様の太陽熱発電設備において、前記排熱回収ボイラは、前記圧縮機からの前記圧縮媒体を前記排気媒体と熱交換させて、前記圧縮媒体を加熱する媒体予熱器を有してもよい。

【0026】

本態様では、圧縮機からの圧縮媒体が排気媒体の熱で加熱される。このため、圧縮媒体を媒体加熱用受熱器のみで加熱する場合よりも、この圧縮媒体を高温にすることができる。

【0029】

前記蒸気タービンを備える前記態様の太陽熱発電設備において、前記蒸気タービンは、鉛直方向に延びる蒸気タービン軸線を中心として回転する蒸気タービンロータと、前記蒸気タービンロータを覆う蒸気タービンケーシングと、を有し、前記蒸気タービンは、配列機器を成し、前記蒸気タービンを含む複数の前記配列機器は、鉛直方向に並んでいてもよい。

【0030】

本態様では、蒸気タービンを追加しても、蒸気タービンを含む複数の配列機器が鉛直方向に並んでいるので、タワーの占有面積の増加を抑えることができる。

【0031】

前記蒸気タービンが前記配列機器を成す、前記態様の太陽熱発電設備において、前記蒸気タービンロータは、前記発電機ロータに機械的に接続され、前記ガスタービンロータと前記発電機ロータとの間で、動力伝達可能な伝達状態と動力伝達が行われない非伝達状態とに、前記ガスタービンロータと前記発電機ロータとの接続状態を切り替えるクラッチを備えてもよい。

【0032】

本態様では、蒸気タービンの駆動で、発電機で発電させることができる。また、本態様では、ガスタービンロータを回転させずに、蒸気タービンロータを回転させることができ

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 3 3 】

前記クラッチを備えている前記態様の太陽熱発電設備において、前記圧縮機及び前記タービンは、前記発電機を基準にして、鉛直方向上側と鉛直方向下側とのちの一方側に配置され、前記蒸気タービンは、前記発電機を基準にして、鉛直方向上側と鉛直方向下側とのうちの他方側に配置され、前記蒸気タービンロータと前記発電機ロータとの間で、動力伝達可能な伝達状態と動力伝達が行われない非伝達状態とに、前記蒸気タービンロータと前記発電機ロータとの接続状態を切り替えるクラッチを備えてもよい。

【 0 0 3 4 】

本態様では、蒸気タービンを回転させずに、ガスタービンロータを回転させると共に発電機ロータを回転させることができる。さらに、本態様では、ガスタービンロータを回転させずに、蒸気タービンロータを回転させると共に発電機ロータを回転させることができる。

10

【 0 0 3 5 】

前記蒸気タービンを備える、以上のいずれかの前記態様の太陽熱発電設備において、前記復水器は、前記蒸気タービンから排気された蒸気が水に戻った後に、前記水が貯えられる貯水部を有し、前記貯水部は、配列機器を成し、前記貯水部を含む複数の前記配列機器は、鉛直方向に並んでいる。

【 0 0 3 6 】

本態様では、復水器を追加しても、復水器の貯水部を含む複数の配列機器が鉛直方向に並んでいるので、タワーの占有面積の増加を抑えることができる。

20

【 0 0 3 7 】

前記貯水部が前記配列機器を成す前記態様の太陽熱発電設備において、複数の前記配列機器のうち、前記貯水部は最も下方に配置されていてもよい。

【 0 0 3 8 】

本態様では、太陽熱発電設備を構成する複数の機器のうちで、運転時に最重量物になり得る復水器の貯水部が最も下方に配置されているので、タワーを構成する構造材に求められる強度の増加を抑えることができる。

【 0 0 3 9 】

前記貯水部が最も下方に配置されている前記態様の太陽熱発電設備において、前記蒸気タービンは、前記圧縮機及び前記タービンよりも下方に配置されていてもよい。

30

【 0 0 4 0 】

本態様では、太陽熱発電設備を構成する複数の機器のうちで、貯水部が最も下方に配置されている復水器と蒸気タービンとの距離を、圧縮機やタービンと復水器との距離よりも短くすることができる。

【 0 0 4 1 】

前記蒸気タービンを備える、以上のいずれかの前記態様の太陽熱発電設備において、前記タービンは、前記圧縮機よりも上方に配置され、前記排熱回収ボイラは、前記タービンより上方に配置されていてもよい。

【 0 0 4 2 】

タービン、圧縮機、排熱回収ボイラのうちで、排熱回収ボイラが最も軽い。このため、本態様では、排熱回収ボイラを最も上に配置することにより、タワーを構成する構造材に求められる強度の増加を抑えることができる。また、タービンから排気される排気媒体は、高温であるため、自然対流で上方する。このため、タービンの上方に排熱回収ボイラを配置することにより、効率的に排気媒体を排熱回収ボイラに導くことができる。

40

【 0 0 4 3 】

前記蒸気タービンを備える、以上のいずれかの前記態様の太陽熱発電設備において、太陽光を受けて、前記排熱回収ボイラから前記蒸気タービンに送られる蒸気を過熱する受熱器である蒸気過熱用受熱器を備え、前記蒸気過熱用受熱器は、前記タワーに支持されていてもよい。

50

【 0 0 4 4 】

本態様では、排熱回収ボイラから蒸気タービンに送られる蒸気を蒸気過熱用受熱器で過熱することができるので、蒸気タービンに供給する蒸気の温度を高めることができる。

【 0 0 4 5 】

前記蒸気タービンを備える、以上のいずれかの前記態様の太陽熱発電設備において、太陽光を受けて、前記給水ラインを流れる水を加熱する受熱器である給水予熱用受熱器を備え、前記給水予熱用受熱器は、前記タワーに支持されていてもよい。

【 0 0 4 6 】

本態様では、給水ラインを流れる水を給水予熱用受熱器で加熱することができるので、排熱回収ボイラに供給する水の温度を高めることができる。

10

【 0 0 4 7 】

前記蒸気タービンを備える、以上のいずれかの前記態様の太陽熱発電設備において、前記排熱回収ボイラからの蒸気の熱を蓄える蓄熱体を備えてもよい。

【 0 0 4 8 】

天候が変動して、排熱回収ボイラからの蒸気の温度が変動しても、排熱回収ボイラからの蒸気と蓄熱体との間での熱の流れにより、蒸気タービンに流入する蒸気の温度を安定化させることができる。

【 0 0 4 9 】

前記蓄熱体を備える態様の太陽熱発電設備において、前記給水ラインの一部は、前記蓄熱体に接していてもよい。

20

【 0 0 5 0 】

本態様では、給水ラインを流れる水を蓄熱体が蓄えている熱で加熱することができる。

【 0 0 5 3 】

前記蓄熱体を備える、以上のいずれかの態様の太陽熱発電設備において、前記蓄熱体は、流動性を有し、蓄熱器を備え、前記蓄熱器は、熱媒体が流れる伝熱管と、前記蓄熱体及び前記伝熱管を収納する蓄熱ケーシングと、を有してもよい。

【 0 0 5 6 】

前記蓄熱器を備える、以上のいずれかの態様の太陽熱発電設備において、前記蓄熱器は、配列機器を成し、前記蓄熱器を含む複数の前記配列機器は、鉛直方向に並んでいてもよい。

30

【 0 0 5 7 】

本態様では、蓄熱器を追加しても、蓄熱器を含む複数の配列機器が鉛直方向に並んでいるので、タワーの占有面積の増加を抑えることができる。

【 0 0 5 8 】

前記蓄熱器が前記配列機器を成す態様の太陽熱発電設備において、前記蓄熱器である高温蓄熱器の他に、低温蓄熱器を備える。この場合、前記低温蓄熱器は、前記蒸気タービンから排気された蒸気の一部が流れる蒸気伝熱管と、蓄熱体及び前記低温蓄熱器の前記蒸気伝熱管を収納する蓄熱ケーシングと、を有し、前記低温蓄熱器の前記蒸気伝熱管は、前記復水器に接続されている。前記高温蓄熱器及び前記低温蓄熱器は、鉛直方向に並んでいてもよい。

40

【 0 0 6 1 】

前記蓄熱体を備える、以上のいずれかの態様の太陽熱発電設備において、前記タワーは、前記配列機器を支えるための複数の構造体を有し、複数の前記構造体のうち、一の構造体は、前記蓄熱体で形成されていてもよい。

【 0 0 6 2 】

本態様では、タワーの構成要素の一部が蓄熱体を成すので、蓄熱体を有する蓄熱器を別途設ける場合よりも、設備の小型化及び設備コストの低減を図ることができる。

【 0 0 6 3 】

前記タワーの一構造体が蓄熱体で形成されている態様の太陽熱発電設備において、前記蓄熱体は、コンクリートを含んでもよい。

50

【 0 0 6 4 】

以上のいずれかの態様の太陽熱発電設備において、太陽光を反射する反射鏡と、前記反射鏡で反射した太陽光が前記受熱器に向うよう前記反射鏡の向きを変える鏡駆動機と、を有するヘリオスタットを備えてもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 6 5 】

本発明の一態様によれば、タワーの占有面積を小さくでき、且つタワーの設備コストを抑えることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 6 】

10

【 図 1 】 本発明に係る第一実施形態における太陽熱発電設備の構成を示す説明図である。

【 図 2 】 本発明に係る第二実施形態における太陽熱発電設備の構成を示す説明図である。

【 図 3 】 本発明に係る第三実施形態における太陽熱発電設備の構成を示す説明図である。

【 図 4 】 図 3 における IV - IV 線断面図である。

【 図 5 】 本発明に係る第四実施形態における太陽熱発電設備の構成を示す説明図である。

【 図 6 】 本発明に係る第五実施形態における太陽熱発電設備の構成を示す説明図である。

【 図 7 】 本発明に係る第五実施形態の変形例における太陽熱発電設備の構成を示す説明図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 6 7 】

20

以下、本発明に係る太陽熱発電設備の各種実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 6 8 】

「 第一実施形態 」

図 1 を参照して、太陽熱発電設備の第一実施形態について説明する。

【 0 0 6 9 】

本実施形態の太陽熱発電設備は、図 1 に示すように、圧縮機 1 1 と、媒体加熱用受熱器 4 6 a と、タービン 1 5 と、排熱回収ボイラ 3 0 と、蒸気過熱用受熱器 4 6 b と、蒸気タービン 2 5 と、復水器 4 0 と、給水ポンプ 4 5 と、発電機 2 1 と、クラッチ 6 0 と、タワー 6 4 と、太陽光 R を目的の方向に反射する複数のヘリオスタット 7 5 と、を備える。

30

【 0 0 7 0 】

圧縮機 1 1 は、作動媒体としての空気を圧縮して圧縮媒体である圧縮空気を生成する。この圧縮機 1 1 は、鉛直方向に延びる圧縮機軸線 A c を中心として回転する圧縮機ロータ 1 2 と、この圧縮機ロータ 1 2 を覆う圧縮機ケーシング 1 3 と、圧縮機ケーシング 1 3 内に外気を導く吸気ケーシング 1 4 と、を有する。

【 0 0 7 1 】

媒体加熱用受熱器 4 6 a は、ヘリオスタット 7 5 からの太陽光 R を受けて圧縮空気を加熱する。この媒体加熱用受熱器 4 6 a は、伝熱管 4 7 a と、この伝熱管 4 7 a を覆う受熱器ケーシング 4 8 a と、を有する。受熱器ケーシング 4 8 a の下方は開口している。伝熱管 4 7 a は、圧縮空気ライン（圧縮媒体ライン）8 2 により、圧縮機 1 1 の吐出口と接続されている。

40

【 0 0 7 2 】

タービン 1 5 は、媒体加熱用受熱器 4 6 a で加熱された圧縮空気で駆動する。このタービン 1 5 は、鉛直方向に延びるタービン軸線 A t を中心として回転するタービンロータ 1 6 と、このタービンロータ 1 6 を覆うタービンケーシング 1 7 と、を有する。タービンケーシング 1 7 の媒体入口は、加熱空気ライン（加熱媒体ライン）8 3 により、媒体加熱用受熱器 4 6 a の伝熱管 4 7 a と接続されている。

【 0 0 7 3 】

ガスタービン 1 0 は、以上で説明した圧縮機 1 1 と、媒体加熱用受熱器 4 6 a と、タービン 1 5 と、を有して構成される。タービンロータ 1 6 と圧縮機ロータ 1 2 とは、機械的

50

に直結され一体回転し、ガスタービンロータ 19 を構成する。また、タービンケーシング 17 と圧縮機ケーシング 13 とは、ガスタービンケーシングを構成する。

【0074】

排熱回収ボイラ 30 は、タービン 15 から排気された高温の作動媒体である排気空気（排気媒体）で水を加熱し、この水を蒸気にする。排熱回収ボイラ 30 は、タービン 15 からの排気空気が内部を流れるボイラケーシング 31 と、このボイラケーシング 31 内に配置されている節炭器 32 及び過熱器 34 と、ボイラケーシング 31 内に一部が配置されている蒸発器 33 と、を有する。

【0075】

蒸気過熱用受熱器 46b は、ヘリオスタット 75 からの太陽光 R を受けて排熱回収ボイラ 30 からの蒸気を過熱する。この蒸気過熱用受熱器 46b は、伝熱管 47b と、この伝熱管 47b を覆う受熱器ケーシング 48b と、を有する。受熱器ケーシング 48b の下方は開口している。伝熱管 47b は、第一主蒸気ライン 84 により、排熱回収ボイラ 30 の過熱器 34 と接続されている。

10

【0076】

蒸気タービン 25 は、排熱回収ボイラ 30 から蒸気過熱用受熱器 46b を経てきた蒸気で駆動する。この蒸気タービン 25 は、鉛直方向に延びる蒸気タービン軸線 A_s を中心として回転する蒸気タービンロータ 26 と、この蒸気タービンロータ 26 を覆う蒸気タービンケーシング 27 と、蒸気タービンケーシング 27 からの蒸気を復水器 40 に導く排気ケーシング 28 と、を有する。蒸気タービンロータ 26 は、ガスタービンロータ 19 と機械的に接続されている。蒸気過熱用受熱器 46b の伝熱管 47b と蒸気タービンケーシング 27 とは、第二主蒸気ライン 86 で接続されている。この第二主蒸気ライン 86 には、ここを流れる蒸気の流量を調節する主蒸気調節弁 87 が設けられている。第一主蒸気ライン 84 と第二主蒸気ライン 86 とは、受熱器バイパスライン 98 で接続されている。この受熱器バイパスライン 98 には、受熱器バイパス弁 98v が設けられている。

20

【0077】

復水器 40 は、蒸気タービン 25 から排気された蒸気を水に戻す。この復水器 40 は、空冷式復水器である。この復水器 40 は、放熱部 41 と、貯水部 44 とを有する。放熱部 41 は、フィン付き伝熱管 42 と、ファン 43 と、を有する。フィン付き伝熱管 42 は、蒸気タービン 25 の排気ケーシング 28 に接続されている。第二主蒸気ライン 86 と、蒸気タービン 25 の排気ケーシング 28 又はフィン付き伝熱管 42 とは、蒸気タービンバイパスライン 99 で接続されている。この蒸気タービンバイパスライン 99 には、蒸気タービンバイパス弁 99v が設けられている。

30

【0078】

復水器 40 の貯水部 44 と排熱回収ボイラ 30 の節炭器 32 とは、給水ライン 80 で接続されている。この給水ライン 80 に給水ポンプ 45 が設けられている。

【0079】

発電機 21 は、タービン 15 及び蒸気タービン 25 の駆動で発電する。発電機 21 は、鉛直方向に延びる発電機軸線 A_g を中心として回転する発電機ロータ 22 と、この発電機ロータ 22 を覆う発電機ケーシング 23 と、を有する。発電機ロータ 22 は、蒸気タービンロータ 26 と直結されている。

40

【0080】

複数のロータ 19, 22, 26 のうち、少なくとも一のロータは、この一のロータのスラスト方向（鉛直方向）の移動を許容しつつ、この一のロータのラジアル方向の移動を規制するラジアル軸受 63 で支持されている。このラジアル軸受 63 は、タワー 64 に設けられている。

【0081】

クラッチ 60 は、ガスタービンロータ 19 と蒸気タービンロータ 26 との間に配置され、両ロータ 19, 26 を機械的に接続する。このクラッチ 60 は、ガスタービンロータ 19 と蒸気タービンロータ 26 との間で動力伝達可能な伝達状態と、ガスタービンロータ 1

50

9と蒸気タービンロータ26との間で動力伝達が行われない非伝達状態とに、ガスタービンロータ19と蒸気タービンロータ26との間の接続状態を切り替える。

【0082】

前述したように、発電機ロータ22は蒸気タービンロータ26と直結されている。よって、このクラッチ60は、ガスタービンロータ19と発電機ロータ22との間で、動力伝達可能な伝達状態と動力伝達が行われない非伝達状態とに、ガスタービンロータ19と発電機ロータ22との接続状態を切り替えるクラッチである、とも言える。

【0083】

ヘリオスタット75は、太陽光Rを反射する反射鏡76と、反射鏡76を支持する支持脚77と、反射鏡76を目的の方向に向ける鏡駆動機78と、を有している。複数のヘリオスタット75は、タワー64の周りに設置されている。

10

【0084】

タワー64は、圧縮機11、媒体加熱用受熱器46a、タービン15、排熱回収ボイラ30、蒸気過熱用受熱器46b、蒸気タービン25、クラッチ60、及び発電機21を支持する。タワー64は、鉛直方向に延びる複数の柱65と、複数の柱65を相互に接続する梁66と、を有する。柱65及び梁66は、例えば、鋼材で形成されている。

【0085】

本実施形態では、圧縮機11、タービン15、排熱回収ボイラ30、蒸気タービン25、発電機21、復水器40の貯水部44は、それぞれ配列機器を成す。複数の配列機器は、鉛直方向に並んでいる。具体的に、本実施形態では、上から下に向かって、排熱回収ボイラ30、タービン15、圧縮機11、蒸気タービン25、発電機21、復水器40の貯水部44の順で並んでいる。これらの複数の配列機器は、いずれも、タワー64を構成する複数の柱65で囲まれた領域内に配置されている。すなわち、配列機器は、タワー64内で、鉛直方向に並んでいる機器である。なお、配列機器は、その一部がタワー64からはみだしてもよい。

20

【0086】

本実施形態の太陽熱発電設備は、さらに、複数の吊り下げワイヤ70と、複数のワイヤ支持機71と、複数の巻き取り機72と、を備える。吊り下げワイヤ70は、第一端70aと第二端70bとを有する。吊り下げワイヤ70の第一端70aは、タービンケーシング17に接続されている。ワイヤ支持機71は、支持ローラ71aと、この支持ローラ71aを回転可能に支持するローラ支持機71bと、を有する。ローラ支持機71bは、柱65の頂部に設けられている。巻き取り機72は、巻き取りドラム72aと、この巻き取りドラム72aを回転可能に維持するドラム支持機72bと、を有する。吊り下げワイヤ70の第二端70bは、巻き取りドラム72aに接続されている。支持ローラ71aは、吊り下げワイヤ70の第一端70aと第二端70bとの間を支持する。吊り下げワイヤ70の第二端70b側は、巻き取りドラム72aに巻き付いている。この巻き取りドラム72aに対する吊り下げワイヤ70の巻き付き量を変えることにより、ワイヤ支持機71から吊り下げワイヤ70の第一端70aまでの距離を変えることができる。つまり、本実施形態では、吊り下げワイヤ70の巻き付き量を変えることで、タービンケーシング17の鉛直方向の位置を変えることができる。

30

40

【0087】

タービン15の排気口は、上向き開口している。このタービン15のタービンケーシング17には、排熱回収ボイラ30が機械的に接続されている。また、タービンロータ16には、圧縮機ロータ12、蒸気タービンロータ26及び発電機ロータ22が機械的に接続されている。このため、タービン15、排熱回収ボイラ30、圧縮機11、蒸気タービン25、及び発電機21は、吊り下げワイヤ70により、ワイヤ支持機71から吊り下げられている。従って、タービン15、排熱回収ボイラ30、圧縮機11、蒸気タービン25、及び発電機21は、吊り下げワイヤ70及びワイヤ支持機71を介して、タワー64に支持されている。復水器40は、タワー64の設置面に設置されている。

【0088】

50

媒体加熱用受熱器 46 a は、鉛直方向で圧縮機 11 が配置されている領域からタービン 15 が配置されている領域までの範囲内に配置されている。また、蒸気過熱用受熱器 46 b は、鉛直方向で排熱回収ボイラ 30 が配置されている領域から蒸気タービン 25 が配置されている領域までの範囲内に配置されている。媒体加熱用受熱器 46 a の受熱器ケーシング 48 a 及び蒸気過熱用受熱器 46 b の受熱器ケーシング 48 b は、タワー 64 に固定されているブラケット 49 から吊り下げられている。

【0089】

次に、以上で説明した太陽熱発電設備の動作について説明する。

【0090】

圧縮機 11 は、空気（作動媒体）を吸い込み、この空気を圧縮して圧縮空気（圧縮媒体）を生成する。この圧縮空気は、媒体加熱用受熱器 46 a の伝熱管 47 a に流入する。複数のヘリオスタット 75 のうちのいずれかのヘリオスタット 75 の鏡駆動機 78 は、反射鏡 76 で反射した太陽光 R が媒体加熱用受熱器 46 a に向かうよう、反射鏡 76 の向きを調節する。この結果、ヘリオスタット 75 の反射鏡 76 で反射された太陽光 R は、媒体加熱用受熱器 46 a の受熱器ケーシング 48 a における開口を介して、媒体加熱用受熱器 46 a の伝熱管 47 a に照射される。伝熱管 47 a 内を流れる圧縮空気は、伝熱管 47 a が受けた太陽光 R の熱により加熱される。

【0091】

媒体加熱用受熱器 46 a で加熱された圧縮空気は、加熱空気ライン 83 を経て、タービンケーシング 17 内に流入する。タービンロータ 16 は、この圧縮空気により回転する。圧縮機ロータ 12 は、タービンロータ 16 に直結されているため、このタービンロータ 16 の回転と一体回転する。

【0092】

タービンケーシング 17 から排気された高温の空気は、排気空気（排気媒体）として排熱回収ボイラ 30 のボイラケーシング 31 内に流入する。また、排熱回収ボイラ 30 の節炭器 32 には、給水ライン 80 から水が供給される。節炭器 32 では、排気空気と水とが熱交換され、水が加熱される。節炭器 32 で加熱された水は、排熱回収ボイラ 30 の蒸発器 33 に流入する。蒸発器 33 では、節炭器 32 からの水と排気空気とが熱交換され、水が加熱されて蒸気になる。この蒸気は、排熱回収ボイラ 30 の過熱器 34 に流入する。過熱器 34 では、この蒸気と排気空気とが熱交換され、蒸気が過熱される。

【0093】

蒸気過熱用受熱器 46 b の伝熱管 47 b には、第一主蒸気ライン 84 を介して、排熱回収ボイラ 30 からの蒸気が流入する。複数のヘリオスタット 75 のうちのいずれかのヘリオスタット 75 の鏡駆動機 78 は、反射鏡 76 で反射した太陽光 R が蒸気過熱用受熱器 46 b に向かうよう、反射鏡 76 の向きを調節する。この結果、ヘリオスタット 75 の反射鏡 76 で反射された太陽光 R は、蒸気過熱用受熱器 46 b の受熱器ケーシング 48 b における開口を介して、蒸気過熱用受熱器 46 b の伝熱管 47 b に照射される。伝熱管 47 b 内を流れる蒸気は、伝熱管 47 b が受けた太陽光 R の熱により過熱される。

【0094】

蒸気過熱用受熱器 46 b で過熱された蒸気は、第二主蒸気ライン 86 を経て、蒸気タービンケーシング 27 内に流入する。蒸気タービンロータ 26 は、この蒸気により回転する。

【0095】

タービンロータ 16 が回転し始め、排熱回収ボイラ 30 のボイラケーシング 31 内に高温の排気空気が流れ始めてから、蒸気タービン 25 の駆動に必要な流量の蒸気が発生するまでに、一定の時間を要する。このため、ガスタービン 10 の起動時、クラッチ 60 は、非伝達状態になり、ガスタービンロータ 19 と蒸気タービンロータ 26 及び発電機ロータ 22 との間で動力伝達が行われない。つまり、ガスタービン 10 の起動時、ガスタービンロータ 19 と蒸気タービンロータ 26 と発電機ロータ 22 とのうち、ガスタービンロータ 19 のみが単独で回転する。排熱回収ボイラ 30 で、蒸気タービン 25 の駆動に必要な流

10

20

30

40

50

量の蒸気が発生し始めると、第二主蒸気ライン 8 6 に設けられている主蒸気調節弁 8 7 が開き、排熱回収ボイラ 3 0 からの蒸気が蒸気タービンケーシング 2 7 に流入する。さらに、排熱回収ボイラ 3 0 で、蒸気タービン 2 5 の駆動に必要な流量の蒸気が発生し始めると、クラッチ 6 0 が伝達状態になり、ガスタービンロータ 1 9 と蒸気タービンロータ 2 6 及び発電機ロータ 2 2 との間で動力伝達が行われる。つまり、ガスタービンロータ 1 9 と蒸気タービンロータ 2 6 と発電機ロータ 2 2 とが一体回転する。この結果、発電機 2 1 で発電が開始される。

【 0 0 9 6 】

以上のように、本実施形態の太陽熱発電設備は、クラッチ 6 0 を備えているため、ガスタービン 1 0 の起動時等において、ガスタービン 1 0 を単独で運転することができる。

10

【 0 0 9 7 】

蒸気タービン 2 5 から排気された蒸気は、復水器 4 0 のフィン付き伝熱管 4 2 内に、蒸気タービン 2 5 からの蒸気が流入する。ファン 4 3 は、フィン付き伝熱管 4 2 の外部からこのフィン付き伝熱管 4 2 に冷却用空気を送る。蒸気タービン 2 5 からの蒸気は、フィン付き伝熱管 4 2 内を流れる過程で、冷却用空気と熱交換されて、冷却され水になる。この水は、貯水部 4 4 に溜まる。貯水部 4 4 に溜まった水は、給水ポンプ 4 5 により昇圧されて、給水ライン 8 0 を介して、排熱回収ボイラ 3 0 の節炭器 3 2 に送られる。

【 0 0 9 8 】

本実施形態では、太陽熱発電設備を構成する複数の配列機器が、タワー 6 4 を構成する複数の柱 6 5 で囲まれた領域内に、鉛直方向に並んで配置されている。このため、本実施形態では、タワー 6 4 の二次元的な広がり小さくすることができ、タワー 6 4 の占有面積を小さくすることができる。さらに、本実施形態では、太陽熱発電設備を構成する複数の機器をタワー 6 4 の最上段に配置する場合よりも、タワー 6 4 を構成する構造材に求められる強度を低くすることができる。しかも、本実施形態では、太陽熱発電設備を構成する複数の機器のうちで、運転時に最重量物となる復水器 4 0 の貯水部 4 4 を、複数の配列機器のうちで最も低い位置に配置し、この貯水部 4 4 をタワー 6 4 の設置面に設置している。このため、本実施形態では、タワー 6 4 を構成する構造材に求められる強度をより低くすることができる。よって、本実施形態では、タワー 6 4 の設備コストを抑えることができる。

20

【 0 0 9 9 】

本実施形態では、媒体加熱用受熱器 4 6 a が、鉛直方向で圧縮機 1 1 が配置されている領域からタービン 1 5 が配置されている領域までの範囲内に配置されている。このため、本実施形態では、媒体加熱用受熱器 4 6 a とタービン 1 5 とを接続する加熱空気ライン 8 3 の長さを短くすることができ、加熱空気ライン 8 3 からの熱放出を抑えることができる。また、本実施形態では、蒸気過熱用受熱器 4 6 b が、鉛直方向で排熱回収ボイラ 3 0 が配置されている領域から蒸気タービン 2 5 が配置されている領域までの範囲内に配置されている。このため、本実施形態では、排熱回収ボイラ 3 0 の過熱器 3 4 と蒸気過熱用受熱器 4 6 b とを接続する第一主蒸気ライン 8 4 の長さ、及び蒸気過熱用受熱器 4 6 b と蒸気タービン 2 5 とを接続する第二主蒸気ライン 8 6 の長さを短くすることができ、これらのラインからの熱放出を抑えることができる。

30

40

【 0 1 0 0 】

また、本実施形態では、タービン 1 5、排熱回収ボイラ 3 0、圧縮機 1 1、蒸気タービン 2 5、及び発電機 2 1 が、吊り下げワイヤ 7 0 により、ワイヤ支持機 7 1 から吊り下げられている。このため、これらの機器を点検又は修理する際、巻き取りドラム 7 2 a に巻き付いている吊り下げワイヤ 7 0 の巻き付き量を徐々に少なくして、各機器を下方に下げて、順次、機器を外すことで、比較的容易に各機器を点検又は修理することができる。

【 0 1 0 1 】

「第二実施形態」

図 2 を参照して、太陽熱発電設備の第二実施形態について説明する。

【 0 1 0 2 】

50

本実施形態の太陽熱発電設備は、図 2 に示すように、第一実施形態の太陽熱発電設備と同様、圧縮機 1 1 と、媒体加熱用受熱器 4 6 a と、タービン 1 5 と、排熱回収ボイラ 3 0 a と、蒸気過熱用受熱器 4 6 b と、蒸気タービン 2 5 と、復水器 4 0 と、給水ポンプ 4 5 と、発電機 2 1 と、太陽光 R を目的の方向に反射する複数のヘリオスタット 7 5 と、タワー 6 4 と、を備える。本実施形態の太陽熱発電設備は、さらに、第一クラッチ 6 1 と、第二クラッチ 6 2 と、給水予熱用受熱器 4 6 c と、高温蓄熱器 5 0 a と、低温蓄熱器 5 0 b と、を備える。

【 0 1 0 3 】

本実施形態の圧縮機 1 1、媒体加熱用受熱器 4 6 a、タービン 1 5、蒸気過熱用受熱器 4 6 b、蒸気タービン 2 5、復水器 4 0、給水ポンプ 4 5、発電機 2 1、ヘリオスタット 7 5 は、第一実施形態の圧縮機 1 1、媒体加熱用受熱器 4 6 a、タービン 1 5、蒸気過熱用受熱器 4 6 b、蒸気タービン 2 5、復水器 4 0、給水ポンプ 4 5、発電機 2 1、ヘリオスタット 7 5 と同一構成である。

【 0 1 0 4 】

本実施形態の排熱回収ボイラ 3 0 a は、第一実施形態の排熱回収ボイラ 3 0 と同様、ボイラケーシング 3 1 と節炭器 3 2 と蒸発器 3 3 と過熱器 3 4 とを有する。本実施形態の排熱回収ボイラ 3 0 a は、さらに、媒体予熱器 3 5 を有する。媒体予熱器 3 5 は、圧縮空気ライン 8 2 中に設けられ、且つボイラケーシング 3 1 内に配置されている。

【 0 1 0 5 】

給水予熱用受熱器 4 6 c は、ヘリオスタット 7 5 からの太陽光 R を受けて給水ライン 8 0 を流れる水を加熱する。この給水予熱用受熱器 4 6 c は、伝熱管 4 7 c と、この伝熱管 4 7 c を覆う受熱器ケーシング 4 8 c と、を有する。受熱器ケーシング 4 8 c の下方は開口している。伝熱管 4 7 c は、給水ライン 8 0 中に設けられている。

【 0 1 0 6 】

高温蓄熱器 5 0 a は、蒸気が内部を流れる蒸気伝熱管 5 1 a と、蓄熱体 5 2 及び蒸気伝熱管 5 1 a を覆う高温蓄熱ケーシング 5 3 a と、を有する。

【 0 1 0 7 】

本実施形態の蓄熱体 5 2 は、例えば、硝酸ナトリウム、亜硝酸ナトリウム、硝酸カリウムの混合物から成る熔融塩である。この熔融塩の融点は、1 3 0 ~ 1 7 0 程度ある。この熔融塩の融点は、本実施形態の太陽熱発電設備内を流れる蒸気の温度よりも低い温度である。このため、本実施形態の蓄熱体 5 2 は、蒸気等との熱交換により加熱されると、流動性を示すようになる。なお、蓄熱体 5 2 は、上記熔融塩に限定されず、例えば、1 5 0 程度以上で流動性を示す物であれば、基本的に如何なるものでもよい。

【 0 1 0 8 】

高温蓄熱器 5 0 a の蒸気伝熱管 5 1 a は、第二主蒸気ライン 8 6 から分岐している高温蒸気ライン 9 2 a に接続されている。高温蒸気ライン 9 2 a には、この高温蒸気ライン 9 2 a を流れる蒸気の流量を調節する高温蒸気調節弁 9 3 が設けられている。また、第二主蒸気ライン 8 6 で、高温蒸気ライン 9 2 a の分岐位置よりも蒸気流れの下流側で且つ第一主蒸気調節弁 8 7 よりも蒸気流れの上流側の位置には、この第二主蒸気ライン 8 6 を流れる蒸気の流量を調節する第二主蒸気調節弁 8 5 が設けられている。また、高温蓄熱器 5 0 a の蒸気伝熱管 5 1 a は、高温蒸気排気ライン 9 4 a にも接続されている。この高温蒸気排気ライン 9 4 a は、復水器 4 0 のフィン付き伝熱管 4 2 又は蒸気タービン 2 5 の排気ケーシング 2 8 に接続されている。また、本実施形態でも、第一主蒸気ライン 8 4 と第二主蒸気ライン 8 6 とは、受熱器バイパスライン 9 8 で接続されている。この受熱器バイパスライン 9 8 には、受熱器バイパス弁 9 8 v が設けられている。なお、ここでは、受熱器バイパスライン 9 8 の第一端を第一主蒸気ライン 8 4 に接続し、受熱器バイパスライン 9 8 の第二端を第二主蒸気ライン 8 6 に接続している。しかしながら、受熱器バイパスライン 9 8 の第一端を第一主蒸気ライン 8 4 に接続し、受熱器バイパスライン 9 8 の第二端を高温蒸気ライン 9 2 a に接続してもよい。

【 0 1 0 9 】

低温蓄熱器 50 b は、蒸気が内部を流れる蒸気伝熱管 51 b と、蓄熱体 52 及び蒸気伝熱管 51 b を覆う低温蓄熱ケーシング 53 b と、を有する。蒸気伝熱管 51 b は、復水器 40 のフィン付き伝熱管 42 又は蒸気タービン 25 の排気ケーシング 28 から分岐している低温蒸気ライン 92 b に接続されている。低温蒸気ライン 92 b には、この低温蒸気ライン 92 b を流れる蒸気の流量を調節する低温蒸気調節弁 93 b が設けられている。蒸気伝熱管 51 b は、低温蒸気排気ライン 94 b にも接続されている。この低温蒸気排気ライン 94 b は、復水器 40 のフィン付き伝熱管 42 又は貯水部 44 に接続されている。

【0110】

蒸気発生器 55 は、蓄熱体 52 が内部を流れる蓄熱体伝熱管 56 と、水を滞留させ且つ蓄熱体伝熱管 56 を覆う蒸気発生ケーシング 57 と、を有する。蓄熱体伝熱管 56 は、高温蓄熱体供給ライン 95 に接続されている。高温蓄熱体供給ライン 95 は、高温蓄熱ケーシング 53 a に接続されている。この高温蓄熱体供給ライン 95 には、高温蓄熱ケーシング 53 a からの蓄熱体 52 を昇圧する高温蓄熱体ポンプ 54 a が設けられている。蒸気発生ケーシング 57 は、給水ライン 80 から分岐している補助給水ライン 88 に接続されている。補助給水ライン 88 には、この補助給水ライン 88 を流れる水の流量を調節する補助給水調節弁 89 が設けられている。また、給水ライン 80 中で、補助給水ライン 88 の分岐位置よりも給水流れの下流側で給水予熱用受熱器 46 c よりも給水流れの下流側の位置には、この給水ライン 80 を流れる水の流量を調節する給水調節弁 81 が設けられている。蒸気発生ケーシング 57 には、補助蒸気ライン 91 が接続されている。この補助蒸気ライン 91 は、第二主蒸気ライン 86 中で、第二主蒸気調節弁 85 よりも蒸気流れの下流側で且つ第一主蒸気調節弁 87 よりも蒸気流れの上流側の位置に接続されている。

【0111】

蒸気発生器 55 の蓄熱体伝熱管 56 は、高温蓄熱体排出ライン 96 に接続されている。この高温蓄熱体排出ライン 96 は、低温蓄熱ケーシング 53 b に接続されている。低温蓄熱ケーシング 53 b には、低温蓄熱体供給ライン 97 が接続されている。低温蓄熱体供給ライン 97 は、高温蓄熱ケーシング 53 a に接続されている。この低温蓄熱体供給ライン 97 には、低温蓄熱ケーシング 53 b からの蓄熱体 52 を昇圧する低温蓄熱体ポンプ 54 b が設けられている。

【0112】

本実施形態でも、圧縮機 11、タービン 15、排熱回収ボイラ 30 a、蒸気タービン 25、発電機 21、復水器 40 の貯水部 44 が、それぞれ配列機器を成す。本実施形態では、さらに、高温蓄熱器 50 a 及び低温蓄熱器 50 b も、配列機器を成す。複数の配列機器は、鉛直方向に並んでいる。具体的に、本実施形態では、上から下に向かって、高温蓄熱器 50 a、排熱回収ボイラ 30 a、タービン 15、圧縮機 11、発電機 21、蒸気タービン 25、低温蓄熱器 50 b、復水器 40 の貯水部 44 の順で並んでいる。これらの複数の配列機器は、いずれも、タワー 64 を構成する複数の柱 65 で囲まれた領域内に配置されている。なお、配列機器は、この領域から部分的にはみだしてもよい。

【0113】

本実施形態では、高温蓄熱器 50 a、排熱回収ボイラ 30 a、タービン 15、圧縮機 11、発電機 21、及び蒸気タービン 25 が、吊り下げワイヤ 70 により、ワイヤ支持機 71 から吊り下げられている。従って、高温蓄熱器 50 a、排熱回収ボイラ 30 a、タービン 15、圧縮機 11、発電機 21、及び蒸気タービン 25 は、吊り下げワイヤ 70 及びワイヤ支持機 71 を介して、タワー 64 に支持されている。復水器 40 は、第一実施形態と同様にタワー 64 の設置面に設置されている。また、低温蓄熱器 50 b は、復水器 40 の貯水部 44 に支持されている。また、蒸気発生器 55 は、本実施形態では、タワー 64 の外部に配置された図示されていない台により支持されている。なお、蒸気発生器 55 は、タワー 64 に支持されてもよい。

【0114】

第一クラッチ 61 は、ガスタービンロータ 19 と発電機ロータ 22 との間に配置され、両ロータ 19、22 を機械的に接続する。この第一クラッチ 61 は、ガスタービンロータ

10

20

30

40

50

１９と発電機ロータ２２との間で、動力伝達可能な伝達状態と動力伝達が行われない非伝達状態とに、ガスタービンロータ１９と発電機ロータ２２との間の接続状態を切り替える。

【０１１５】

第二クラッチ６２は、蒸気タービンロータ２６と発電機ロータ２２との間に配置され、両ロータ２６、２２を機械的に接続する。この第二クラッチ６２は、蒸気タービンロータ２６と発電機ロータ２２との間で、動力伝達可能な伝達状態と動力伝達が行われない非伝達状態とに、蒸気タービンロータ２６と発電機ロータ２２との間の接続状態を切り替える。

【０１１６】

媒体加熱用受熱器４６ａは、本実施形態では、鉛直方向で圧縮機１１が配置されている領域から排熱回収ボイラ３０ａの媒体予熱器３５が配置されている領域までの範囲内に配置されている。なお、媒体加熱用受熱器４６ａは、鉛直方向で圧縮機１１が配置されている領域からタービン１５が配置されている領域までの範囲内に配置されていることが好ましい。また、蒸気過熱用受熱器４６ｂは、鉛直方向で排熱回収ボイラ３０ａが配置されている領域から蒸気タービン２５が配置されている領域までの範囲内に配置されている。また、給水予熱用受熱器４６ｃは、鉛直方向で復水器４０の貯水部４４が配置されている領域から排熱回収ボイラ３０ａが配置されている領域までの範囲内に配置されている。媒体加熱用受熱器４６ａの受熱器ケーシング４８ａ、蒸気過熱用受熱器４６ｂの受熱器ケーシング４８ｂ及び給水予熱用受熱器４６ｃの受熱器ケーシング４８ｃは、タワー６４に固定されているブラケット４９から吊り下げられている。

【０１１７】

次に、以上で説明した本実施形態の太陽熱発電設備の動作について説明する。

【０１１８】

本実施形態の圧縮機１１も、第一実施形態の圧縮機１１と同様、空気（作動媒体）を吸い込み、この空気を圧縮して圧縮空気（圧縮媒体）を生成する。この圧縮空気は、圧縮空気ライン８２を介して、排熱回収ボイラ３０ａの媒体予熱器３５内に流入する。媒体予熱器３５は、タービン１５からの排気空気と圧縮空気とを熱交換させ、圧縮空気を加熱する。媒体予熱器３５で予熱された圧縮空気は、媒体加熱用受熱器４６ａの伝熱管４７ａ内に流入し、ヘリオスタット７５からの太陽光Ｒの熱より加熱される。

【０１１９】

媒体加熱用受熱器４６ａで加熱された圧縮空気は、加熱空気ライン８３を経て、タービンケーシング１７内に流入する。タービンロータ１６は、この圧縮空気により回転する。圧縮機ロータ１２は、タービンロータ１６に直結されているため、このタービンロータ１６と一体回転する。

【０１２０】

タービンケーシング１７から排気された高温の空気は、排気空気として排熱回収ボイラ３０ａのボイラケーシング３１内に流入する。また、排熱回収ボイラ３０ａでは、第一実施形態と同様に、復水器４０から給水ライン８０を介して供給された水が加熱されて蒸気になる。但し、本実施形態では、水が給水ライン８０を流れる過程で、給水予熱用受熱器４６ｃに水が流入し、ここで水が加熱される。この蒸気は、第一主蒸気ライン８４を介して、蒸気過熱用受熱器４６ｂの伝熱管４７ｂ内に流入する。この伝熱管４７ｂ内の蒸気は、ヘリオスタット７５からの太陽光Ｒの熱により過熱される。

【０１２１】

蒸気過熱用受熱器４６ｂで過熱された蒸気は、第二主蒸気ライン８６を経て、蒸気タービンケーシング２７内に流入する。蒸気タービンロータ２６は、この蒸気により回転する。

【０１２２】

本実施形態では、ガスタービン１０の起動時、第一クラッチ６１が伝達状態になっており、ガスタービンロータ１９と発電機ロータ２２との間で動力伝達が行われる。一方、ガ

10

20

30

40

50

スタービン 10 の起動時、第二クラッチ 62 が非伝達状態になっており、蒸気タービンロータ 26 と発電機ロータ 22 との間で動力伝達が行われない。よって、ガスタービン 10 の起動当初、発電機 21 は、ガスタービンロータ 19 の回転のみで発電する。排熱回収ボイラ 30a で、蒸気タービン 25 の駆動に必要な流量の蒸気が発生し始めると、第二主蒸気ライン 86 に設けられている第一主蒸気調節弁 87 が開き、排熱回収ボイラ 30a からの蒸気が蒸気タービンケーシング 27 に流れる。さらに、排熱回収ボイラ 30a で、蒸気タービン 25 の駆動に必要な流量の蒸気が発生し始めると、第二クラッチ 62 が伝達状態になり、蒸気タービンロータ 26 及び発電機ロータ 22 との間で動力伝達が行われる。つまり、ガスタービンロータ 19 と蒸気タービンロータ 26 と発電機ロータ 22 とが一体回転する。この結果、発電機 21 は、ガスタービンロータ 19 及び蒸気タービンロータ 26 の回転で発電する。

10

【0123】

蒸気タービン 25 から排気された蒸気（排気蒸気）の一部は、第一実施形態と同様に、復水器 40 に送られ、この復水器 40 で水になる。また、蒸気タービン 25 から排気された蒸気の一部は、低温蒸気ライン 92b を介して、低温蓄熱器 50b の蒸気伝熱管 51b に流入する。

【0124】

なお、太陽熱発電設備が以上の状態の際、高温蒸気ライン 92a に設けられている高温蒸気調節弁 93 及び補助給水ライン 88 に設けられている補助給水調節弁 89 は全閉状態である。また、第二主蒸気ライン 86 に設けられている第二主蒸気調節弁 85 は全開状態である。さらに、給水ライン 80 に設けられている給水調節弁 81 は全開状態である。

20

【0125】

排熱回収ボイラ 30a から蒸気タービン 25 の駆動に十分な蒸気を蒸気タービン 25 に送っても、蒸気が余る場合には、高温蒸気ライン 92a に設けられている高温蒸気調節弁 93 を開状態にする。この結果、排熱回収ボイラ 30a からの蒸気のうちで、蒸気タービン 25 の駆動に十分な蒸気を除く余剰蒸気が高温蒸気ライン 92a を介して、高温蓄熱器 50a の蒸気伝熱管 51a に流入する。蒸気伝熱管 51a は、この蒸気伝熱管 51a 内の蒸気と蒸気伝熱管 51a 外の蓄熱体 52 とを熱交換させ、高温蓄熱ケーシング 53a 内の蓄熱体 52 を加熱する。この結果、蓄熱体 52 には余剰蒸気の熱が蓄えられる。蒸気伝熱管 51a 内の余剰蒸気は、高温蒸気排気ライン 94a を介して、復水器 40 のフィン付き伝熱管 42 又は蒸気タービン 25 の排気ケーシング 28 に流入する。フィン付き伝熱管 42 又は蒸気タービン 25 の排気ケーシング 28 に流入した余剰蒸気は、フィン付き伝熱管 42 を通る過程で冷却されて水になってから、貯水部 44 に流入する。

30

【0126】

高温蓄熱ケーシング 53a 内の蓄熱体 52 が加熱され始めると、必要に応じて、この蓄熱体 52 は、高温蓄熱体供給ライン 95、蒸気発生器 55、及び高温蓄熱体排出ライン 96 を介して、低温蓄熱ケーシング 53b 内に送られる。また、低温蓄熱ケーシング 53b 内の蒸気伝熱管 51b には、蒸気タービン 25 から排気された蒸気が流入する。蒸気伝熱管 51b 内の蒸気は、低温蓄熱ケーシング 53b 内の蓄熱体 52 と熱交換し、蓄熱体 52 を加熱する。この蒸気は、低温蒸気排気ライン 94b を介して、復水器 40 の貯水部 44 内に流入する。低温蓄熱ケーシング 53b 内の蓄熱体 52 は、低温蓄熱体供給ライン 97 を介して、低温蓄熱体ポンプ 54b により、高温蓄熱ケーシング 53a 内に送られる。すなわち、蓄熱体 52 は、高温蓄熱ケーシング 53a 内と低温蓄熱ケーシング 53b 内との間で循環する。

40

【0127】

ガスタービン 10 の駆動で発電が行われる期間は、太陽が照っている期間のみである。言い換えると、太陽が照っていない期間では、ガスタービン 10 の駆動で発電を行うことはできない。

【0128】

本実施形態では、太陽が照っていない期間でも、発電を行えるようにするため、蓄熱体

50

52を備える。

【0129】

太陽が照らなくなると、給水ライン80に設けられている給水調節弁81を全閉状態にし、補助給水ライン88に設けられている補助給水調節弁89を全開状態にする。さらに、第二主蒸気ライン86に設けられている第二主蒸気調節弁85を全閉状態にする。さらに、高温蓄熱体ポンプ54a及び低温蓄熱体ポンプ54bを駆動し、蒸気で加熱された蓄熱体52を高温蓄熱ケーシング53a内と低温蓄熱ケーシング53b内との間で循環させる。この結果、蒸気発生器55の蓄熱体伝熱管56内には、高温蓄熱ケーシング53a内で加熱された蓄熱体52が高温蓄熱体供給ライン95を介して流入する。また、蒸気発生ケーシング57内には、復水器40の貯水部44に貯められた水が給水ライン80及び補助給水ライン88を介して流入する。蓄熱体伝熱管56は、この蓄熱体伝熱管56内の蓄熱体52と蓄熱体伝熱管56外の水とを熱交換させ、水を加熱し、この水を蒸気にする。この蒸気は、補助蒸気ライン91を介して、蒸気タービンケーシング27内に供給される。蒸気タービンロータ26は、この蒸気により回転する。この結果、発電機21は、蒸気タービン25の駆動のみで発電する。なお、この蒸気タービン25のみで発電する際、第一クラッチ61は非伝達状態になっており、ガスタービンロータ19と発電機ロータ22との間で動力伝達は行われず。一方、第二クラッチ62は伝達状態になっており、蒸気タービンロータ26と発電機ロータ22との間で動力伝達が行われる。よって、蒸気タービン25のみの駆動で発電する際には、ガスタービンロータ19を回転させる必要がなく、蒸気タービン25による発電効率を高めることができる。

10

20

【0130】

蒸気発生器55での蓄熱体52と水との熱交換により、蓄熱体52に蓄えられていた熱の量は、次第に少なくなる。このため、蒸気発生器55から蒸気タービン25へ蒸気を供給し始めてから所定時間経過すると、蒸気タービン25の駆動に十分な蒸気を蒸気発生器55から蒸気タービン25へ送ることができなくなる。よって、蒸気タービン25の駆動に十分な蒸気を排熱回収ボイラ30aからも蒸気発生器55からも蒸気タービン25へ送ることができなくなると、第一主蒸気調節弁87が閉じ、蒸気タービン25の駆動は停止する。

【0131】

太陽が照っている期間、ガスタービン10及び蒸気タービン25が駆動する。しかしながら、太陽が照っている期間、発電機21での発電量に対する外部からの要求が少ない場合がある。この場合、本実施形態では、蒸気タービン25を駆動させず、ガスタービン10のみを駆動させて、このガスタービン10のみの駆動で発電する。

30

【0132】

この場合、給水調節弁81及び補助給水調節弁89を全閉状態にして、排熱回収ボイラ30aや蒸気発生器55に水が供給されないようにする。さらに、第一クラッチ61を伝達状態にして、ガスタービンロータ19と発電機ロータ22との間で動力伝達が行われるようにする。一方、第二クラッチ62を非伝達状態にして、蒸気タービンロータ26と発電機ロータ22との間で動力伝達が行われず。よって、ガスタービン10のみの駆動で発電する際には、蒸気タービンロータ26を回転させる必要がなく、ガスタービン10による発電効率を高めることができる。

40

【0133】

なお、ガスタービン10の駆動のみで発電する場合、給水調節弁81を開けて、排熱回収ボイラ30aに水が供給されるようにしてもよい。この場合、第二主蒸気調節弁85を全閉状態にして、高温蒸気調節弁93を全開状態にする。排熱回収ボイラ30aに供給された水は、この排熱回収ボイラ30aでタービン15から排気された排気空気により加熱されて蒸気になる。この蒸気は、高温蒸気ライン92aを介して、高温蓄熱器50aの蒸気伝熱管51aに流入する。蒸気伝熱管51aは、この蒸気伝熱管51a内の蒸気と蒸気伝熱管51a外の蓄熱体52とを熱交換させ、高温蓄熱ケーシング53a内の蓄熱体52を加熱する。この結果、蓄熱体52には蒸気の熱が蓄えられる。また、高温蓄熱器50a

50

の蒸気伝熱管 5 1 a 内の蒸気は、高温蒸気排気ライン 9 4 a、フィン付き伝熱管 4 2 又は排気ケーシング 2 8、及び低温蒸気ライン 9 2 b を介して、低温蓄熱器 5 0 b の蒸気伝熱管 5 1 b に流入する。蒸気伝熱管 5 1 b は、この蒸気伝熱管 5 1 b 内の蒸気と蒸気伝熱管 5 1 b 外の蓄熱体 5 2 とを熱交換させ、低温蓄熱ケーシング 5 3 b 内の蓄熱体 5 2 を加熱する。この結果、蓄熱体 5 2 にも蒸気の熱が蓄えられる。すなわち、ガスタービン 1 0 の駆動のみで発電する場合も、蓄熱体 5 2 に対する蓄熱動作を実行してもよい。

【 0 1 3 4 】

以上のように、本実施形態では、太陽が照っていない期間でも、発電を行える。さらに、本実施形態では、ガスタービン 1 0 のみ駆動でも、蒸気タービン 2 5 のみの駆動でも、ガスタービン 1 0 及び蒸気タービン 2 5 の両者の駆動でも、発電することが可能である。よって、本実施形態では、外部からの発電量の要求が大きく変化した場合でも、この発電量の要求に対応することができる。

10

【 0 1 3 5 】

また、本実施形態でも、第一実施形態と同様に、太陽熱発電設備を構成する複数の配列機器が、タワー 6 4 を構成する複数の柱 6 5 で囲まれた領域内で、鉛直方向に並んで配置されている。このため、本実施形態でも、タワー 6 4 の占有面積を小さくできると共に、タワー 6 4 を構成する構造材に求められる強度を低くすることができ、タワー 6 4 の設備コストを抑えることができる。

【 0 1 3 6 】

なお、本実施形態で、給水ライン 8 0 の一部を低温蓄熱ケーシング 5 3 b と高温蓄熱ケーシング 5 3 a とのうち、少なくとも一方の蓄熱ケーシングに通してもよい。この場合、給水ライン 8 0 の一部を蓄熱ケーシングに通して、この蓄熱ケーシング内の蓄熱体 5 2 と接触させることで、給水ライン 8 0 を通る水を蓄熱体 5 2 の熱で予熱することができる。

20

【 0 1 3 7 】

また、本実施形態では、複数の配列機器が、上から下に向って、高温蓄熱器 5 0 a、排熱回収ボイラ 3 0 a、タービン 1 5、圧縮機 1 1、発電機 2 1、蒸気タービン 2 5、低温蓄熱器 5 0 b、復水器 4 0 の貯水部 4 4 の順で並んでいる。しかしながら、複数の配列機器の並び順は以上の通りでなくてもよい。

【 0 1 3 8 】

具体的には、複数の配列機器は、例えば、上から下に向って、以下の (1) ~ (7) のいずれかの順で並んでいてもよい。

30

- (1) 高温蓄熱器 5 0 a 蒸気タービン 2 5 発電機 2 1 排熱回収ボイラ 3 0 a タービン 1 5 圧縮機 1 1 低温蓄熱器 5 0 b 貯水部 4 4
- (2) 排熱回収ボイラ 3 0 a タービン 1 5 圧縮機 1 1 蒸気タービン 2 5 発電機 2 1 高温蓄熱器 5 0 a 低温蓄熱器 5 0 b 貯水部 4 4
- (3) 排熱回収ボイラ 3 0 a タービン 1 5 圧縮機 1 1 高温蓄熱器 5 0 a 低温蓄熱器 5 0 b 発電機 2 1 蒸気タービン 2 5 貯水部 4 4
- (4) 圧縮機 1 1 タービン 1 5 排熱回収ボイラ 3 0 a 発電機 2 1 高温蓄熱器 5 0 a 低温蓄熱器 5 0 b 蒸気タービン 2 5 貯水部 4 4
- (5) 高温蓄熱器 5 0 a 低温蓄熱器 5 0 b 発電機 2 1 排熱回収ボイラ 3 0 a タービン 1 5 圧縮機 1 1 蒸気タービン 2 5 貯水部 4 4
- (6) 排熱回収ボイラ 3 0 a タービン 1 5 圧縮機 1 1 発電機 2 1 蒸気タービン 2 5 高温蓄熱器 5 0 a 低温蓄熱器 5 0 b 貯水部 4 4
- (7) 高温蓄熱器 5 0 a 低温蓄熱器 5 0 b 排熱回収ボイラ 3 0 a タービン 1 5 圧縮機 1 1 発電機 2 1 蒸気タービン 2 5 貯水部 4 4

40

【 0 1 3 9 】

本実施形態における複数の配列機器の配列順、及び、以上で例示した複数の配列機器の配列順で共通する点は、貯水部 4 4 が複数の配列機器のうちで最も下方に配置されている点である。これは、第一実施形態の説明で説明したように、太陽熱発電設備を構成する複数の機器のうちで、復水器 4 0 の貯水部 4 4 が運転時に最重量物となるからである。

50

【 0 1 4 0 】

以上のように、復水器 4 0 の貯水部 4 4 を最も下方に配置することが好ましい関係上、基本的に、復水器 4 0 に蒸気を排出する蒸気タービン 2 5 をガスタービン 1 0 より復水器 4 0 に近い側、つまりガスタービン 1 0 より下方に配置することが好ましい。

【 0 1 4 1 】

ガスタービン 1 0 からの排気空気で蒸気を発生させる排熱回収ボイラ 3 0 a は、ガスタービン 1 0 を構成する圧縮機 1 1 やタービン 1 5 よりも軽い。このため、ガスタービン 1 0 を構成する圧縮機 1 1 やタービン 1 5 よりも排熱回収ボイラ 3 0 a を上に配置することが好ましい。さらに、ガスタービン 1 0 のうちで排気空気を排熱回収ボイラ 3 0 a に送るのは、タービン 1 5 である。このタービン 1 5 から排気される排気空気（排気媒体）は、高温であるため自然対流により上昇する。よって、圧縮機 1 1 よりもタービン 1 5 を上に配置し、その上に排熱回収ボイラ 3 0 a を配置することが好ましい。

10

【 0 1 4 2 】

また、発電形態の多様性を図るために、第一クラッチ 6 1 及び第二クラッチ 6 2 を設ける場合には、本実施形態の配列順や以上の（ 1 ）（ 3 ）（ 4 ）（ 6 ）（ 7 ）の例示配列順のように、発電機 2 1 を基準にして、圧縮機 1 1 及びタービン 1 5 を鉛直方向上側と鉛直方向下側とのうちの一方側に配置し、蒸気タービン 2 5 を鉛直方向上側と鉛直方向下側とのうちの他方側に配置することが好ましい。

【 0 1 4 3 】

また、先に説明した第一実施形態や後述する第三及び第四実施形態の太陽熱発電設備での複数の配列機器の配列順を、本実施形態における複数の配列機器の配列順、及び、以上で例示した複数の配列機器の配列順のいずれかにしてもよい。但し、第一実施形態や後述する第三及び第四実施形態の太陽熱発電設備は、高温蓄熱器 5 0 a 及び低温蓄熱器 5 0 b がない。このため、第一実施形態や後述する第三及び第四実施形態の太陽熱発電設備での複数の配列機器の配列順として、本実施形態における複数の配列機器の配列順、及び、以上で例示した複数の配列機器の配列順のいずれかを採用する場合、高温蓄熱器 5 0 a 及び低温蓄熱器 5 0 b を省いた配列順にする。

20

【 0 1 4 4 】

「第三実施形態」

図 3 及び図 4 を参照して、太陽熱発電設備の第三実施形態について説明する。

30

【 0 1 4 5 】

本実施形態の太陽熱発電設備は、第一実施形態の太陽熱発電設備の変形例である。本実施形態の太陽熱発電設備は、図 3 に示すように、第一実施形態の太陽熱発電設備と同様、排熱回収ボイラ 3 0 と、タービン 1 5 と、圧縮機 1 1 と、クラッチ 6 0 と、蒸気タービン 2 5 と、発電機 2 1 と、復水器 4 0 と、媒体加熱用受熱器 4 6 a と、蒸気過熱用受熱器 4 6 b と、給水ポンプ 4 5 と、複数のヘリオスタット 7 5 と、タワー 6 4 a と、を備える。但し、本実施形態のタワー 6 4 a は、第一実施形態のタワー 6 4 と異なる。

【 0 1 4 6 】

本実施形態のタワー 6 4 a は、鉛直方向に延びる仮想軸 A v を中心として円筒状を成している。このタワー 6 4 a は、図 4 に示すように、例えばコンクリートで形成されている第一構造体 6 7 と、この第一構造体 6 7 の外周を囲む鋼板等で形成されている第二構造体 6 8 と、第二構造体 6 8 の外周の一部を覆う断熱材 6 9 と、を備える。第一構造体 6 7 は、タワー 6 4 a の形状と同様に、前述の仮想軸 A v を中心として円筒状を成している。第二構造体 6 8 は、円筒状の第一構造体 6 7 の内周面及び外周面に接するように配置されている。すなわち、鋼板等の第二構造体 6 8 は、第一構造体 6 7 を形成するコンクリートの枠として機能している。断熱材 6 9 は、少なくとも、外周側の第二構造体 6 8 の外周面に接するよう配置されている。なお、断熱材 6 9 は、さらに、内周側の第二構造体 6 8 の内周面に接するよう配置されてもよい。

40

【 0 1 4 7 】

コンクリートは、蓄熱性が高い。このため、コンクリートを蓄熱体として用いる。よっ

50

て、本実施形態のタワー 64a の第一構造体 67 は、蓄熱体で形成されている。

【0148】

本実施形態でも、第一実施形態と同様、排熱回収ボイラ 30、タービン 15、圧縮機 11、蒸気タービン 25、発電機 21、復水器 40 の貯水部 44 のそれぞれは、配列機器を成す。これら配列機器は、円筒状のタワー 64a 内で鉛直方向に並んで配置されている。

【0149】

排熱回収ボイラ 30 の過熱器 34 と蒸気過熱用受熱器 46b とを接続する第一主蒸気ライン 84 の一部、蒸気過熱用受熱器 46b と蒸気タービン 25 とを接続する第二主蒸気ライン 86 の一部、圧縮機 11 と媒体加熱用受熱器 46a とを接続する圧縮空気ライン 82 の一部、媒体加熱用受熱器 46a とタービン 15 とを接続する加熱空気ライン 83 の一部、給水ライン 80 の一部は、いずれも、タワー 64a の第一構造体 67 内を通り、この第一構造体 67 に接している。

10

【0150】

本実施形態では、第一主蒸気ライン 84 を流れる蒸気の温度が蓄熱体である第一構造体 67 の温度より高い場合、蒸気の熱が第一構造体 67 に蓄えられる。逆に、第一主蒸気ライン 84 を流れる蒸気の温度が第一構造体 67 の温度より低い場合、第一構造体 67 に蓄えられた熱により蒸気が過熱される。同様に、第二主蒸気ライン 86 を流れる蒸気の温度が第一構造体 67 の温度より高い場合、蒸気の熱が第一構造体 67 に蓄えられる。逆に、第二主蒸気ライン 86 を流れる蒸気の温度が第一構造体 67 の温度より低い場合、第一構造体 67 に蓄えられた熱により蒸気が過熱される。このため、天候の変動等で、排熱回収ボイラ 30 からの蒸気の温度が変動しても、さらに、蒸気過熱用受熱器 46b からの蒸気の温度が変動しても、蒸気と蓄熱体である第一構造体 67 との間での熱の流れにより、蒸気タービン 25 に供給される蒸気の温度の急激な変動を抑え、予め定められた蒸気条件を保持することができる。このため、本実施形態では、天候の変動等があっても、蒸気タービン 25 の出力を安定化させることができる。

20

【0151】

本実施形態において、圧縮空気ライン 82 を流れる空気の温度が蓄熱体である第一構造体 67 の温度より高い場合、空気の熱が第一構造体 67 に蓄えられる。逆に、圧縮空気ライン 82 を流れる空気の温度が第一構造体 67 の温度より低い場合、第一構造体 67 に蓄えられた熱により空気が加熱される。また、加熱空気ライン 83 を流れる空気の温度は、基本的に第一構造体 67 の温度より高い。このため、この加熱空気ライン 83 を流れる空気の熱の一部が、第一構造体 67 に蓄えられる。以上のように、第一構造体 67 に蓄えられた熱は、主として、第一主蒸気ライン 84 及び第二主蒸気ライン 86 を流れる蒸気の過熱に利用される。本実施形態では、天候の変動等で、媒体加熱用受熱器 46a からの空気の温度が変動しても、この空気と第一構造体 67 との間での熱の流れにより、タービン 15 に流入する空気の急激な温度変動を抑えることができる。この結果、本実施形態では、ガスタービン 10 の出力を安定化させることができる。

30

【0152】

給水ライン 80 を流れる水の温度は、蓄熱体である第一構造体 67 の温度より低い。このため、給水ライン 80 を流れる水は、第一構造体 67 に蓄えられた熱により予熱されてから、排熱回収ボイラ 30 内に流入する。このため、本実施形態では、排熱回収ボイラ 30 で効率的に蒸気を発生させることができる。

40

【0153】

以上のように、本実施形態では、天候の変動等があっても、ガスタービン 10 や蒸気タービン 25 を安定運転することができる。また、本実施形態では、排熱回収ボイラ 30 で効率的に蒸気を発生させることができる。

【0154】

さらに、本実施形態でも、第一実施形態と同様に、太陽熱発電設備を構成する複数の配列機器が、タワー 64a 内で、鉛直方向に並んで配置されている。このため、本実施形態でも、タワー 64a の占有面積を小さくすることができると共に、タワー 64a を構成す

50

る構造材に求められる強度を低くすることができ、タワー 64a の設備コストを抑えることができる。

【0155】

「第四実施形態」

図 5 を参照して、太陽熱発電設備の第四実施形態について説明する。

【0156】

本実施形態の太陽熱発電設備は、第三実施形態の太陽熱発電設備の変形例である。本実施形態の太陽熱発電設備は、図 5 に示すように、第三実施形態の太陽熱発電設備に、蒸気発生器 55a を追加したものである。

【0157】

本実施形態の蒸気発生器 55a は、水が流れる第一伝熱管 58a と、第一伝熱管 58a からの水が流入する蒸気ドラム 59 と、蒸気ドラム 59 内で発生した蒸気が流れる第二伝熱管 58b と、蓄熱体である第一構造体 67 の一部とを有する。第一伝熱管 58a 及び第二伝熱管 58b は、いずれも、第一構造体 67 内を通り、この第一構造体 67 に接している。

【0158】

第一伝熱管 58a は、給水ライン 80 から分岐している補助給水ライン 88 に接続されている。このため、第一伝熱管 58a 内には、復水器 40 の貯水部 44 に貯められた水が給水ライン 80 及び補助給水ライン 88 を介して流入する。補助給水ライン 88 には、この補助給水ライン 88 を流れる水の流量を調節する補助給水調節弁 89 が設けられている。また、給水ライン 80 中で、補助給水ライン 88 の分岐位置よりも給水流れの下流側で且つ排熱回収ボイラ 30 よりも給水流れの下流側の位置には、この給水ライン 80 を流れる水の流量を調節する給水調節弁 81 が設けられている。第二伝熱管 58b には、補助蒸気ライン 91 が接続されている。この補助蒸気ライン 91 は、第二主蒸気ライン 86 中で、主蒸気調節弁 87 よりも蒸气流れの上流側の位置に接続されている。

【0159】

本実施形態でも、第三実施形態と同様に、排熱回収ボイラ 30 の過熱器 34 と蒸気過熱用受熱器 46b とを接続する第一主蒸気ライン 84 の一部、蒸気過熱用受熱器 46b と蒸気タービン 25 とを接続する第二主蒸気ライン 86 の一部、圧縮機 11 と媒体加熱用受熱器 46a とを接続する圧縮空気ライン 82 の一部、媒体加熱用受熱器 46a とタービン 15 とを接続する加熱空気ライン 83 の一部、給水ライン 80 の一部は、いずれも、タワー 64a の第一構造体 67 内を通り、この第一構造体 67 に接している。このため、蓄熱体である第一構造体 67 は、第一主蒸気ライン 84 及び第二主蒸気ライン 86 を流れる蒸気により蓄熱される場合がある。また、第一構造体 67 は、圧縮空気ライン 82 及び加熱空気ライン 83 を流れる空気により蓄熱される場合もある。

【0160】

本実施形態でも、蒸気タービン 25 のみの駆動で発電を行うことができる。蒸気タービン 25 のみの駆動で発電を行う場合、クラッチ 60 を非伝達状態にして、ガスタービンロータ 19 と蒸気タービンロータ 26 及び発電機ロータ 22 との間で動力伝達が行われないようにする。なお、クラッチ 60 が非接続状態でも、蒸気タービンロータ 26 と発電機ロータ 22 とは機械的に直結されているため、蒸気タービンロータ 26 の回転で発電機ロータ 22 は回転する。蒸気タービン 25 のみの駆動で発電を行う場合、さらに、給水調節弁 81 を全閉状態にする一方で、補助給水調節弁 89 を全開状態にする。

【0161】

蒸気発生器 55a の一部を構成する第一伝熱管 58a には、給水ライン 80 及び補助給水ライン 88 を介して、復水器 40 の貯水部 44 からの水が流入する。第一伝熱管 58a は、第一伝熱管 58a 内を流れる水と第一伝熱管 58a 外の蓄熱体である第一構造体 67 とを熱交換させ、水を加熱して、この水を蒸気にする。この蒸気は、蒸気発生器 55a の一部を構成する第二伝熱管 58b 内に流入する。第二伝熱管 58b は、第二伝熱管 58b 内を流れる蒸気と第二伝熱管 58b 外の蓄熱体である第一構造体 67 とを熱交換させ、蒸

10

20

30

40

50

気を過熱する。第二伝熱管 5 8 b 内で過熱された蒸気は、補助蒸気ライン 9 1 及び第二主蒸気ライン 8 6 を介して、蒸気タービンケーシング 2 7 内に流入する。蒸気タービンロータ 2 6 は、この蒸気により回転する。この結果、発電機 2 1 は、蒸気タービンロータ 2 6 の回転に伴う発電機ロータ 2 2 の回転で発電する。

【 0 1 6 2 】

以上のように、蓄熱体である第一構造体 6 7 を蒸気発生器 5 5 a の構成要素にしても、第一構造体 6 7 に蓄熱された熱で蒸気を発生させ、この蒸気で蒸気タービン 2 5 を駆動させることができる。

【 0 1 6 3 】

なお、本実施形態でも、第二実施形態のように、蒸気タービン 2 5 から排気された蒸気の熱も蓄熱体である第一構造体 6 7 に蓄熱させてもよい。

10

【 0 1 6 4 】

また、本実施形態及び第三実施形態のタワー 6 4 a は、鉛直方向に延びる仮想軸 A v を中心として円筒状を成している。しかしながら、タワーは、複数の柱で構成しても、複数の壁で構成してもよい。タワーを複数の柱で構成する場合、各柱を第一構造体 6 7 と第二構造体 6 8 と断熱材 6 9 とで形成する。また、タワーを複数の壁で構成する場合、各壁を第一構造体 6 7 と第二構造体 6 8 と断熱材 6 9 とで形成する。

【 0 1 6 5 】

また、本実施形態でも、第二実施形態の説明で説明したように、発電機 2 1 を基準にして、圧縮機 1 1 及びタービン 1 5 を鉛直方向上側と鉛直方向下側とのちの一方側に配置し、蒸気タービン 2 5 を鉛直方向上側と鉛直方向下側とのうちの他方側に配置してもよい。この場合、ガスタービンロータ 1 9 と発電機ロータ 2 2 との間に第二実施形態で説明した第一クラッチ 6 1 を配置し、発電機ロータ 2 2 と蒸気タービンロータ 2 6 との間に第二実施形態で説明した第二クラッチ 6 2 を配置する。このように、第一クラッチ 6 1 及び第二クラッチ 6 2 を配置することで、本実施形態でも、第二実施形態と同様に、ガスタービン 1 0 のみ駆動でも、蒸気タービン 2 5 のみの駆動でも、ガスタービン 1 0 及び蒸気タービン 2 5 の両者の駆動でも、発電機 2 1 で発電させることが可能になる。

20

【 0 1 6 6 】

「第五実施形態」

図 6 を参照して、太陽熱発電設備の第五実施形態について説明する。

30

【 0 1 6 7 】

本実施形態の太陽熱発電設備は、第一実施形態の太陽熱発電設備の変形例である。本実施形態の太陽熱発電設備は、図 6 に示すように、第一実施形態の太陽熱発電設備と同様、排熱回収ボイラ 3 0 と、タービン 1 5 と、圧縮機 1 1 と、クラッチ 6 0 と、蒸気タービン 2 5 と、発電機 2 1 と、復水器 4 0 と、媒体加熱用受熱器 4 6 a と、蒸気過熱用受熱器 4 6 b と、給水ポンプ 4 5 と、複数のヘリオスタット 7 5 と、タワー 6 4 と、を備える。本実施形態の太陽熱発電設備は、さらに、循環ライン 3 6 と、圧力調節機構 3 6 a と、媒体補給ライン 3 8 と、媒体補給弁 3 9 と、を備える。

【 0 1 6 8 】

圧縮機ケーシング 1 3 は、作動媒体が流入する本体入口 1 3 i を有する。圧縮機 1 1 の吸気ケーシング 1 4 は、この本体入口 1 3 i に接続されている。この吸気ケーシング 1 4 は、作動媒体が流入する吸気入口 1 4 i を有する。タービンケーシング 1 7 は、作動媒体を排気するタービン出口 1 7 o を有する。ボイラケーシング 3 1 は、タービン 1 5 からの作動媒体が流入するボイラ入口 3 1 i と、この作動媒体を排気するボイラ排出口 3 1 o と、を有する。タービン出口 1 7 o とボイラ入口 3 1 i とは接続されている。

40

【 0 1 6 9 】

循環ライン 3 6 は、排熱回収ボイラ 3 0 のボイラ排出口 3 1 o と圧縮機 1 1 の吸気入口 1 4 i とを接続する。この循環ライン 3 6 は、排熱回収ボイラ 3 0 のボイラ排出口 3 1 o から排出された作動媒体を、吸気ケーシング 1 4 を介して圧縮機ケーシング 1 3 内に導く。よって、ガスタービンケーシング、ボイラケーシング 3 1 及び循環ライン 3 6 等を有し

50

て、作動媒体の循環系統が形成される。

【0170】

圧力調節機構36aは、循環ライン36に設けられている。この圧力調節機構36aは、循環ライン36内の圧力を調節する。この圧力調節機構36aは、例えば、ダンパである。

【0171】

媒体補給ライン38は、循環ライン36に接続されている。媒体補給弁39は、この媒体補給ライン38に設けられている。前述の循環系統内の作動媒体の量が少なくなると、媒体補給弁39を開けて、媒体補給ライン38から循環系統内に作動媒体を補給する。

【0172】

第一から第四実施形態における作動媒体は、空気である。本実施形態の作動媒体は、この空気よりも蒸発温度が低い低沸点媒体である。低沸点媒体としては、例えば、CO₂や有機ランキンサイクルに使用される媒体等がある。有機ランキンサイクルに使用される媒体としては、例えば、以下の物質がある。

- ・トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、モノクロロベンゼン、ジクロロベンゼン、パーフルオロデカリン等の有機ハロゲン化合物
- ・ブタン、プロパン、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、デカン等のアルカン
- ・シクロペンタン、シクロヘキサン等の環状アルカン
- ・チオフェン、ケトン、芳香族化合物
- ・R134a、R245fa等の冷媒、
- ・以上を組み合わせたもの

【0173】

本実施形態では、圧縮機11が排熱回収ボイラ30から排気された作動媒体を吸い込むので、圧縮機11が吸い込む作動媒体の温度は、以上の実施形態のように圧縮機11が作動媒体として外気を吸い込む場合よりも高くなる。さらに、本実施形態では、圧縮機11が排熱回収ボイラ30から排気された作動媒体を吸い込むので、圧縮機11が吸い込む作動媒体の圧力を、以上の実施形態のように圧縮機11が作動媒体として外気を吸い込む場合よりも高くすることができる。

【0174】

よって、本実施形態では、以上の実施形態よりも、高温且つ高圧の作動媒体をタービン15に供給することができる。このため、本実施形態では、以上の実施形態よりもガスタービン出力を高めることができる。

【0175】

また、本実施形態では、作動媒体として、空気よりも蒸発温度が低い低沸点媒体を用いている。このため、作動媒体のタービン出口温度が作動媒体として空気を用いている場合と同じでも、圧力調節機構36aで循環ライン36内の圧力を調節することで、作動媒体の相が気相になっている温度域を広くすることができる。よって、気相の作動媒体からエネルギーを得るにあたり、本実施形態では、作動媒体として空気を用いる場合よりも、エネルギー落差を大きくすることができる。このため、本実施形態では、この観点からも、以上の実施形態よりもガスタービン出力を高めることができる。

【0176】

なお、本実施形態において、吸気ケーシング14が循環ラインの一部であるとする、この循環ラインは、圧縮機ケーシング13の本体入口13iに直接接続されていることになる。また、本実施形態において、ボイラケーシング31が循環ラインの一部であるとする、この循環ラインは、タービン出口17oに直接接続されていることになる。また、本実施形態において、排熱回収ボイラ30は、無くてもよい。この場合、タービン出口17oと、吸気ケーシング14の吸気入口14i又は圧縮機ケーシング13の本体入口13iとが、循環ラインにより直接接続されることになる。

【0177】

また、本実施形態の作動媒体は、低沸点媒体でなく空気であってもよい。但し、本実施

10

20

30

40

50

形態において、作動媒体として空気を用いた場合、作動媒体として低沸点媒体を用いることによるメリットを得ることができなくなる。但し、本実施形態では、タービン 15 から排気された高温の作動媒体を圧縮機 11 が吸い込むことにより、タービン 15 から排気された高温の作動媒体の大気放出を抑えることができる。このため、本実施形態で、作動媒体として空気を用いた場合、例えば、現在問題になっているビル空調用室外機からの排熱等に起因したヒートアイランド現象を抑制することができる。

【0178】

また、本実施形態の変形例として、図 7 に示すように、本実施形態の太陽熱発電設備に給水予熱器 37 を追加してもよい。この給水予熱器 37 は、給水ライン 80 を流れる水と循環ライン 36 を流れる作動媒体とを熱交換させ、給水ライン 80 から排熱回収ボイラ 30 の節炭器 32 に流入する水を加熱させる。

10

【0179】

また、本実施形態では、第一実施形態の変形例であるが、第二～第四実施形態も、本実施形態と同様に、循環ラインを追加すると共に、作動媒体を低沸点媒体にしてもよい。

【0180】

「変形例」

以上の各実施形態の太陽熱発電設備は、いずれいれも、蒸気過熱用受熱器 46b を備えている。しかしながら、この蒸気過熱用受熱器 46b は省略されてもよい。また、第二実施形態の太陽熱発電設備は、給水予熱用受熱器 46c を備えている。しかしながら、この給水予熱用受熱器 46c は、省略されてもよい。

20

【0181】

以上の各実施形態の復水器 40 は、いずれも空冷式である。しかしながら、復水器は水冷式であってもよい。

【0182】

第一実施形態、第三実施形態、第四実施形態、及び第五実施形態の排熱回収ボイラ 30 は、第二実施形態の排熱回収ボイラ 30 と同様に、媒体予熱器 35 を有してもよい。

【0183】

以上の各実施形態では、ガスタービン軸線 A_t と蒸気タービン軸線 A_s と発電機軸線 A_g とが同一直線上に位置する。しかしながら、例えば、ガスタービンロータ 19 と発電機ロータ 22 との間にクラッチ又は変速機を設けた場合や、蒸気タービン 25 と発電機ロータ 22 との間にクラッチ又は変速機を設けた場合には、各軸線は互いに平行であるものの、同一直線上に位置しなくなることがある。このため、各軸線は、それぞれが鉛直方向に延び、互いに平行であれば、同一直線上に位置しなくてもよい。

30

【0184】

以上の各実施形態では、タービンケーシング 17 に吊り下げワイヤ 70 の第一端 70a を接続している。しかしながら、機器の配列によっては、圧縮機ケーシング 13、蒸気タービンケーシング 27、発電機ケーシング 23 のうちのいずれかのケーシングに吊り下げワイヤ 70 の第一端 70a を接続してもよい。また、タービンケーシング 17、圧縮機ケーシング 13、蒸気タービンケーシング 27、発電機ケーシング 23 のうちのいずれかのケーシングに複数の第一吊り下げワイヤ 70 の第一端 70a のそれぞれを接続し、他の一のケーシングに複数の第二吊り下げワイヤの第一端のそれぞれを接続して、複数の第一吊り下げワイヤ 70 と複数の第二吊り下げワイヤが共同して、タービン 15 や蒸気タービン 25 等を吊り下げてよい。また、以上の各実施形態では、吊り下げワイヤ 70 を用いて、ガスタービン 10 等をタワー 64、64a から吊り下げ支持している。しかしながら、吊り下げワイヤ 70 を用いるのは、主として、点検又は修理を考慮したためであるため、ガスタービン 10 等をタワー 64、64a で支持できれば、他の方法でガスタービン 10 等を支持してもよい。例えば、タワー 64、64a にブラケットを固定し、このブラケットにガスタービン 10 を取り付けてもよい。

40

【産業上の利用可能性】

【0185】

50

本発明の一態様によれば、タワーの占有面積を小さくでき、且つタワーの設備コストを抑えることができる。

【符号の説明】

【 0 1 8 6 】

1 0 : ガスタービン	
1 1 : 圧縮機	
1 2 : 圧縮機ロータ	
1 3 : 圧縮機ケーシング	
1 3 i : 本体入口	
1 4 : 吸気ケーシング	10
1 4 i : 吸気入口	
1 5 : タービン	
1 6 : タービンロータ	
1 7 : タービンケーシング	
1 7 o : タービン出口	
1 9 : ガスタービンロータ	
2 1 : 発電機	
2 2 : 発電機ロータ	
2 3 : 発電機ケーシング	
2 5 : 蒸気タービン	20
2 6 : 蒸気タービンロータ	
2 7 : 蒸気タービンケーシング	
2 8 : 排気ケーシング	
3 0 , 3 0 a : 排熱回収ボイラ	
3 1 : ボイラケーシング	
3 1 i : ボイラ入口	
3 1 o : ボイラ排出口	
3 2 : 節炭器	
3 3 : 蒸発器	
3 4 : 過熱器	30
3 5 : 媒体予熱器	
3 6 : 循環ライン	
3 6 a : 圧力調節機構	
3 7 : 給水予熱器	
3 8 : 媒体補給ライン	
3 9 : 媒体補給弁	
4 0 : 復水器	
4 1 : 放熱部	
4 2 : フィン付き伝熱管	
4 3 : ファン	40
4 4 : 貯水部	
4 5 : 給水ポンプ	
4 6 a : 媒体加熱用受熱器	
4 7 a : 伝熱管	
4 8 a : 受熱器ケーシング	
4 9 : ブラケット	
4 6 b : 蒸気過熱用受熱器	
4 7 b : 伝熱管	
4 8 b : 受熱器ケーシング	
4 6 c : 給水予熱用受熱器	50

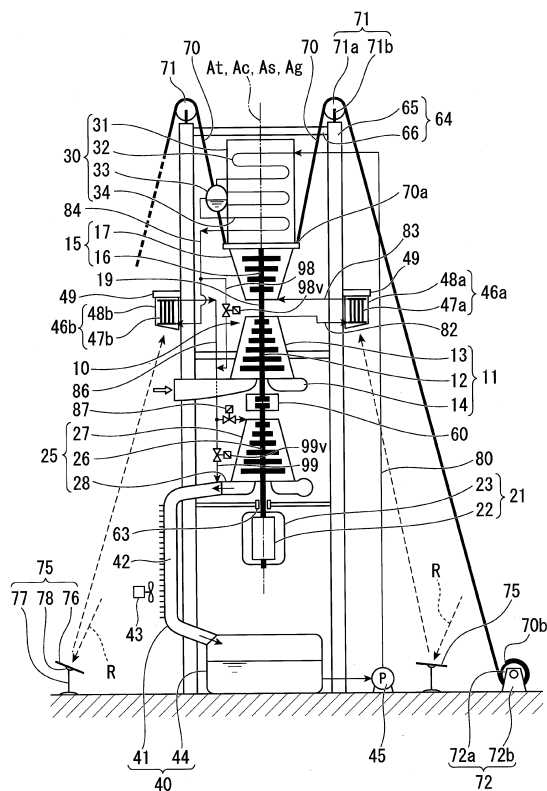
4 7 c : 伝熱管	
4 8 c : 受熱器ケーシング	
5 0 a : 高温蓄熱器	
5 1 a : 蒸気伝熱管	
5 2 : 蓄熱体	
5 3 a : 高温蓄熱ケーシング	
5 4 a : 高温蓄熱体ポンプ	
5 0 b : 低温蓄熱器	
5 1 b : 蒸気伝熱管	
5 3 b : 低温蓄熱ケーシング	10
5 4 b : 低温蓄熱体ポンプ	
5 5 , 5 5 a : 蒸気発生器	
5 6 : 蓄熱体伝熱管	
5 7 : 蒸気発生ケーシング	
5 8 a : 第一伝熱管	
5 8 b : 第二伝熱管	
5 9 : 蒸気ドラム	
6 0 : クラッチ	
6 1 : 第一クラッチ	
6 2 : 第二クラッチ	20
6 3 : ラジアル軸受	
6 4 , 6 4 a : タワー	
6 5 : 柱	
6 6 : 梁	
6 7 : 第一構造体	
6 8 : 第二構造体	
6 9 : 断熱材	
7 0 : 吊り下げワイヤ	
7 0 a : 第一端	
7 0 b : 第二端	30
7 1 : ワイヤ支持機	
7 1 a : 支持ローラ	
7 1 b : ローラ支持機	
7 2 : 巻き取り機	
7 2 a : 巻き取りドラム	
7 2 b : ドラム支持機	
7 5 : ヘリオスタット	
7 6 : 反射鏡	
7 7 : 支持脚	
7 8 : 鏡駆動機	40
8 0 : 給水ライン	
8 1 : 給水調節弁	
8 2 : 圧縮空気ライン	
8 3 : 加熱空気ライン	
8 4 : 第一主蒸気ライン	
8 5 : 第二主蒸気調節弁	
8 6 : 第二主蒸気ライン	
8 7 : 主蒸気調節弁 (第一主蒸気調節弁)	
8 8 : 補助給水ライン	
8 9 : 補助給水調節弁	50

- 9 1 : 補助蒸気ライン
 9 2 a : 高温蒸気ライン
 9 2 b : 低温蒸気ライン
 9 3 : 高温蒸気調節弁
 9 3 b : 低温蒸気調節弁
 9 4 a : 高温蒸気排気ライン
 9 4 b : 低温蒸気排気ライン
 9 5 : 高温蓄熱体供給ライン
 9 6 : 高温蓄熱体排出ライン
 9 7 : 低温蓄熱体供給ライン
 9 8 : 受熱器バイパスライン
 9 8 v : 受熱器バイパス弁
 9 9 : 蒸気タービンバイパスライン
 9 9 v : 蒸気タービンバイパス弁
 R : 太陽光
 A c : 圧縮機軸線
 A t : タービン軸線
 A g : 発電機軸線
 A s : 蒸気タービン軸線
 A v : 仮想軸

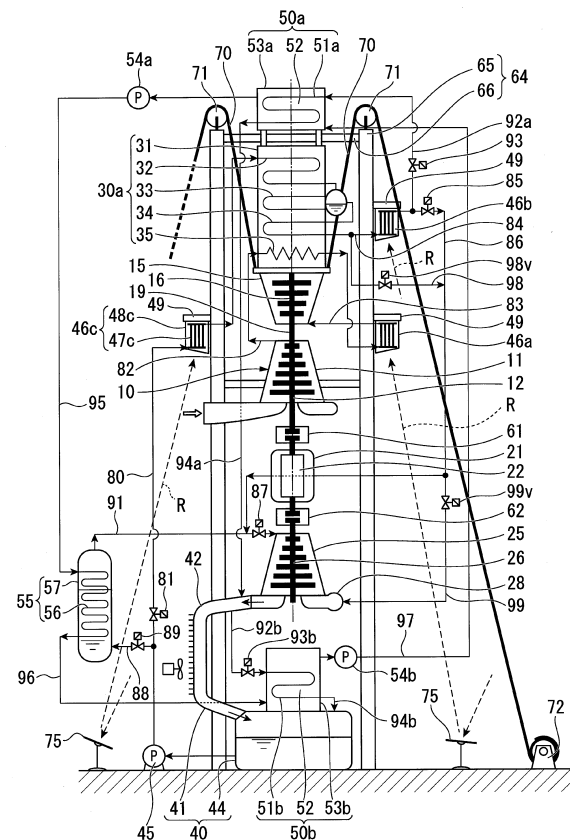
10

20

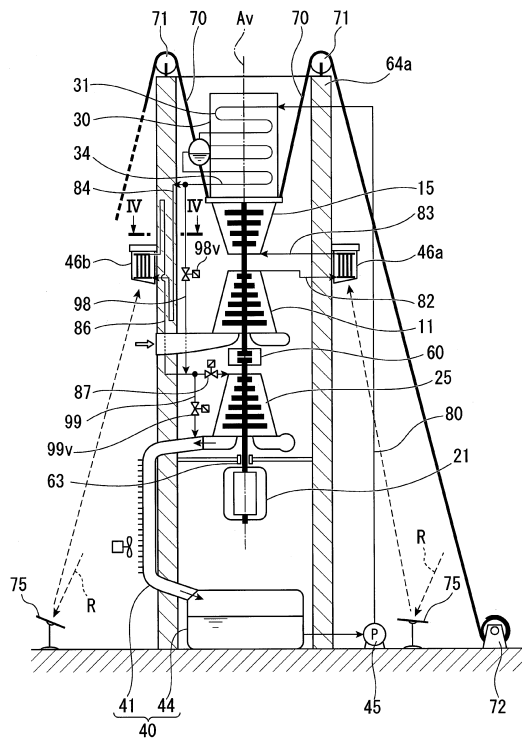
【図 1】



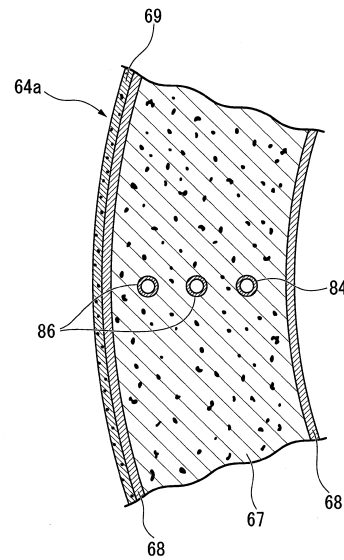
【図 2】



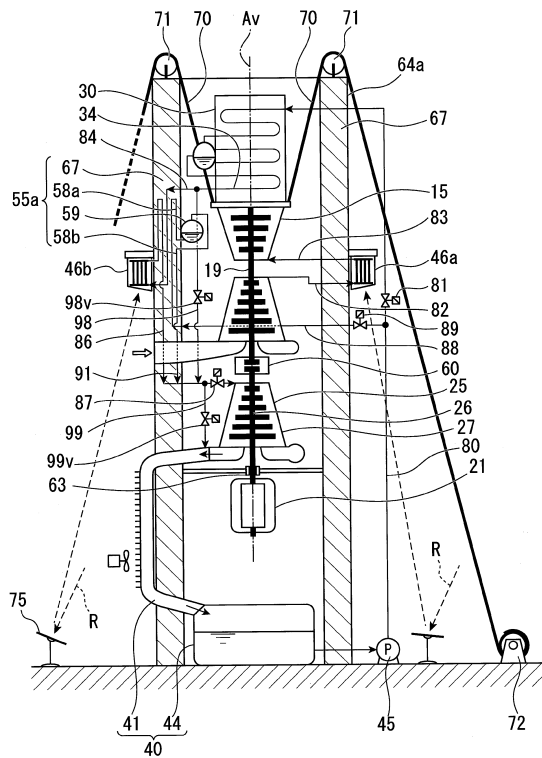
【図 3】



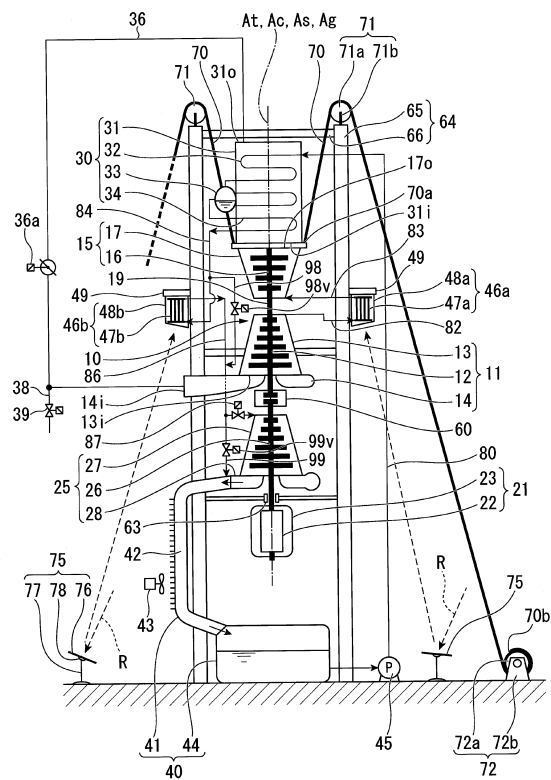
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 宇磨谷 雅英
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 太田 正人
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 永淵 尚之
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 岸部 忠晴
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 丸本 隆弘
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 栗田 真人
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

審査官 沼生 泰伸

- (56)参考文献 独国特許出願公開第3037574 (DE, A1)
特開2014-001641 (JP, A)
国際公開第2010/147003 (WO, A1)
特開2000-161013 (JP, A)
特開2012-092835 (JP, A)
特開2014-080975 (JP, A)
特開2013-133766 (JP, A)
特開2013-096304 (JP, A)
特開昭54-155336 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F03G 6/00
F01K 23/10
F01K 27/02
F02C 1/05