

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6320228号
(P6320228)

(45) 発行日 平成30年5月9日(2018.5.9)

(24) 登録日 平成30年4月13日(2018.4.13)

(51) Int. Cl.		F I	
FO2C	1/05 (2006.01)	FO2C	1/05
FO2C	7/08 (2006.01)	FO2C	7/08 B
FO2C	6/14 (2006.01)	FO2C	6/14
FO1K	27/00 (2006.01)	FO1K	27/00 Z
FO3G	6/04 (2006.01)	FO3G	6/04

請求項の数 6 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-156841 (P2014-156841)	(73) 特許権者	514030104 三菱日立パワーシステムズ株式会社 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
(22) 出願日	平成26年7月31日(2014.7.31)	(74) 代理人	110001829 特許業務法人開知国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2016-33360 (P2016-33360A)	(72) 発明者	三島 信義 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
(43) 公開日	平成28年3月10日(2016.3.10)	(72) 発明者	長田 俊幸 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
審査請求日	平成29年1月11日(2017.1.11)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽熱空気タービン発電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空気を吸入して昇圧させる圧縮機と、集光器で集めた太陽光の熱により前記圧縮機で昇圧された圧縮空気を加熱して昇温させる受熱器と、前記受熱器で加熱された圧縮空気を導入して前記圧縮機と発電機とを駆動する空気タービンと、前記圧縮機の下流側かつ前記受熱器の上流側に設けられ、前記空気タービンからの排気を加熱媒体として前記圧縮機で昇圧された圧縮空気を加熱する再生熱交換器と、前記圧縮機の下流側かつ前記再生熱交換器の上流側に設けられ、前記圧縮機で昇圧された圧縮空気を前記再生熱交換器の側と前記空気タービンの入口側であるバイパス側とに分配する分配装置とを備えた太陽熱空気タービン発電システムにおいて、

加熱媒体として前記再生熱交換器へ流入する前記空気タービンからの排気流量を調節することで、前記空気タービンの入口の空気温度を一定値になるように制御する制御装置と

前記空気タービンの排気を前記再生熱交換器に導く再生熱交換器流入系統と、
前記空気タービンの排気の前記再生熱交換器への流入をバイパスさせる再生熱交換器バイパス系統と、
前記再生熱交換器バイパス系統に流入する排気流量を調節する流量調節弁とを備え、
前記制御装置は、前記流量調節弁の開度を制御する制御装置であることを特徴とする太陽熱空気タービン発電システム。

【請求項2】

請求項 1 に記載の太陽熱空気タービン発電システムにおいて、
 前記圧縮機が吸入する前記空気を冷却する空気冷却器と、
 前記空気冷却器に冷水を循環させる冷水循環ポンプと、
 前記冷水を冷却するターボ冷凍機と、
 前記空気冷却器に流れる前記冷水の流量を制御する調整弁と、
 前記調整弁の開度を制御する空気冷却器出口空気温度制御装置と、
 前記空気タービンの入口の空気温度を検出する第 1 温度センサと、
 前記空気冷却器の出口空気温度を検出する第 2 温度センサと、
 大気温度を検出する第 3 温度センサとを備え、

前記空気冷却器出口空気温度制御装置は、前記第 1 乃至第 3 温度センサが検出した前記
 空気タービンの入口の空気温度と前記空気冷却器の出口空気温度と大気温度とを読み込み
 、前記空気タービンの入口の空気温度が一定値となるように、前記空気冷却器の出口の空
 気温度を制御することを特徴とする太陽熱空気タービン発電システム。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載の太陽熱空気タービン発電システムにおいて、

前記分配装置は、前記圧縮機で昇圧された圧縮空気の流量を前記再生熱交換器の側と前
 記空気タービンの入口側であるバイパス側とに分配する 3 方空気流量切換え弁と、前記 3
 方空気流量切換え弁の開度を制御する分配制御装置とを備え、

前記分配制御装置は、前記第 1 温度センサが検出した前記空気タービンの入口の空気温
 度と前記発電機の出力とを読み込み、前記空気タービンの入口の空気温度をプログラム制
 御するように、前記 3 方空気流量切換え弁の開度を制御することを特徴とする太陽熱空気
 タービン発電システム。

20

【請求項 4】

請求項 3 に記載の太陽熱空気タービン発電システムにおいて、

タワーの頂上部に配置された前記受熱器と反射装置を有する前記集光器とからなる太陽
 熱集熱装置と、

前記太陽熱集熱装置の前記反射装置の反射位置を制御する太陽熱集熱制御装置と、

前記太陽熱集熱装置の出口の空気温度を検出する第 4 温度センサと、

前記空気タービンの入口側であるバイパス側の空気温度を検出する第 5 温度センサとを
 備え、

30

前記太陽熱集熱制御装置は、前記第 1 温度センサと前記第 4 温度センサと前記第 5 温度
 センサとが検出した前記空気タービンの入口の空気温度と前記太陽熱集熱装置の出口の空
 気温度と前記空気タービンの入口側であるバイパス側の空気温度とを読み込み、前記空気
 タービンに導入する熱量を加減するように、前記反射装置の反射位置を制御することを特
 徴とする太陽熱空気タービン発電システム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の太陽熱空気タービン発電システムにおいて、

前記発電機を前記空気タービンの駆動用電動機とするために、所内電力系統に設けられ
 、前記所内電力系統からの電力を可変周波数電源に変換して前記発電機に供給するインバ
 ータ装置と、

40

前記太陽熱集熱装置の入口側に設けた太陽熱集熱装置入口バタフライ弁と、

前記太陽熱集熱装置の出口側に設けた太陽熱集熱装置出口バタフライ弁とを備え、

前日の運転終了後に前記太陽熱集熱装置入口バタフライ弁と前記太陽熱集熱装置出口バ
 タフライ弁とを閉止することで太陽熱集熱装置の系統内にホットバンキングした高温空
 気を、前記空気タービンに導入して低速回転させ、

その後、前記インバータ装置で変換した所定の周波数電源を前記発電機に供給し、前記
 発電機を電動機として駆動させることを特徴とする太陽熱空気タービン発電システム。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の太陽熱空気タービン発電システムにおいて、

前記太陽熱集熱装置の出口側に一端側が接続され他端側が大気に開放された圧力逃がし

50

調整弁と、

前記圧力逃がし調整弁の開度を制御する圧力逃がし制御装置と、

前記太陽熱集熱装置の出口側の空気圧力を検出する圧力センサとを備え、

前記圧力逃がし制御装置は、前記圧力センサが検出した前記太陽熱集熱装置の出口側の空気圧力を読み込み、前記空気圧力が予め設定した圧力以上に増加した場合に、前記圧力逃がし調整弁を開動作させて大気へ前記空気を放出することを特徴とする太陽熱空気タービン発電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽熱空気タービン発電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

太陽熱を利用した太陽熱発電システムとして、導入した空気を圧縮して圧縮流体を生成する圧縮機と、圧縮流体を太陽熱により更に加熱して高温圧縮流体とする太陽集光受熱器と、高温圧縮流体を導入して出力を得るガスタービンと、ガスタービンと連結された発電機とを備えたものがある（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

上述した太陽熱発電システムを構成する太陽集光受熱器は、高温配管の長さを最短とするためタワーの上に太陽熱ガスタービンと共に配置されている。このため、タワーの製作コストが増大するという問題がある。圧縮機をタービンと分離して配置することでタワーの積載重量を低減し、タワー製作コストを抑制できる太陽熱ガスタービン及び太陽熱ガスタービン発電装置がある（例えば、特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-7149号公報

【特許文献2】特開2010-275997号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載の太陽熱発電システムは、太陽の光が十分に得られない場合には、太陽集光受熱器とタービンとの間に配置された補助燃焼器により化石燃料を噴射燃焼させて、タービンに供給される圧縮流体を所定の温度まで昇温させることが必要になる。このため、補助燃焼器用の化石燃料供給設備が必要になるので、建設コストが上昇するとともに、化石燃料を消費するため発電コストが高くなる。

【0006】

特許文献2に記載の太陽熱ガスタービン発電装置は、圧縮機1と圧縮機駆動用電動機7を地上に設置し、受熱器2とタービン3と発電機4と再熱器5とを纏めて集熱器タワーTの頂上に設置している。このため、タワーTの積載重量は、特許文献1の場合より低減されるが、タービン3と発電機4とがタワーTに積載される構成であるので、タービン3の運転が不安定となり、タワーTの基礎の建設コストの増加や運転時の振動対策が懸念されるといった課題が残る。また、圧縮機1の動力がタービン軸から直接供給されない軸構成となるため、圧縮機1を駆動する大型の電動機7が必要になり設備費の増加を招くという課題が生じる。

【0007】

本発明は上述した事柄に基づいてなされたものであって、その目的は、建設コストと発電コストを低減すると共に、化石燃料を使用しない太陽熱空気タービン発電システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0008】

上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。本願は、上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、空気を吸入して昇圧させる圧縮機と、集光器で集めた太陽光の熱により前記圧縮機で昇圧された圧縮空気を加熱して昇温させる受熱器と、前記受熱器で加熱された圧縮空気を導入して前記圧縮機と発電機とを駆動する空気タービンと、前記圧縮機の下流側かつ前記受熱器の上流側に設けられ、前記空気タービンからの排気を加熱媒体として前記圧縮機で昇圧された圧縮空気を加熱する再生熱交換器と、前記圧縮機の下流側かつ前記再生熱交換器の上流側に設けられ、前記圧縮機で昇圧された圧縮空気を前記再生熱交換器の側と前記空気タービンの入口側であるバイパス側とに分配する分配装置とを備えた太陽熱空気タービン発電システムにおいて、加熱媒体として前記再生熱交換器へ流入する前記空気タービンからの排気流量を調節することで、前記空気タービンの入口の空気温度を一定値になるように制御する制御装置と、前記空気タービンの排気を前記再生熱交換器に導く再生熱交換器流入系統と、前記空気タービンの排気の前記再生熱交換器への流入をバイパスさせる再生熱交換器バイパス系統と、前記再生熱交換器バイパス系統に流入する排気流量を調節する流量調節弁とを備え、前記制御装置は、前記流量調節弁の開度を制御する制御装置であることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、建設コストと発電コストを低減すると共に、化石燃料を使用しない太陽熱空気タービン発電システムを提供できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態の構成を示す概念図である。

【図2A】本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態を構成する圧縮機の起動の態様を説明するための特性図である。

【図2B】従来のガスタービンを構成する圧縮機の起動の態様を説明するための特性図である。

【図3A】本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態における1日の天候変化に対する機器の動作を説明するために、大気温度、タービン入口高温空気温度、及び直達日射強度の特性を示す特性概念図である。

30

【図3B】本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態における1日の天候変化に対する機器の動作を説明するために、冷水バイパス流量及び再生熱交バイパス空気量の特性を示す特性概念図である。

【図3C】本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態における1日の天候変化に対する機器の動作を説明するために、発電機出力、太陽熱集熱装置側空気量、及び太陽熱集熱装置バイパス側空気量の特性を示す特性概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の太陽熱空気タービン発電システムの実施の形態を説明する。

本発明の太陽熱空気タービン発電システムの実施の形態を構成する主要機器は、太陽熱集熱器、別名、太陽熱受熱器がタワーの頂上の高い位置に設置される以外は、地上に設置される。

【0012】

すなわち、タワー上に設置された太陽受熱器へ向かって、太陽からの直達日射光を反射して太陽熱受熱器へ反射する多数の反射鏡と、圧縮機と、空気タービンと発電機を直結した太陽熱空気タービン発電機と、圧縮機の吸い込み空気を冷却する冷却機と、圧縮機出口空気をさらに過熱する再生熱交換器と、太陽熱空気タービン発電機を起動時に電動機として使うためのインバータ装置とを備えている。太陽熱空気タービン発電機が出力する電力

50

により、1日の天候の変化に影響されず、有害な化石燃料の燃焼ガスを大気に一切排出せずに、経済的で安価な電気を太陽熱から安定的に生成できる。

【0013】

太陽熱空気タービン発電機の発生電力の一部を所内電力系統から取り出し、冷水冷却機、例えばターボ冷却機等を駆動して冷水を生成し、この冷水を空気冷却器に流すことで、圧縮機の吸い込み空気を冷却する。

【0014】

圧縮機出口の中圧中温空気を太陽熱受熱器側と太陽熱受熱器をバイパスする側とに分配する3方空気分配装置を使用することで、天候の変化に対応して圧縮機出口空気の流出先を分配する。日の出からの時間経過とその日の天候によりこの分配空気の運用を制御する。また、天気の変化により次々刻々変わる大気温度や直達日射強度に対応して、3方冷水流量調整弁にて空気冷却器への冷水通過流量を制御して圧縮機入口の空気温度の低下量を制御することで、間接的に、空気タービン入口高温空気温度を一定制御する。

【0015】

さらに、圧縮機出口の中温空気をさらに加熱して高温空気とするために、再生熱交換器を圧縮機出口に設け、空気タービンの排気空気により、圧縮機出口の中温空気を加熱する。

【0016】

空気タービンの排気空気は、再生熱交換器流入系統と再生熱交換器バイパス系統とに流入し、再生熱交換器バイパス系統に設けた3方バイパス空気流量調整弁により、バイパス空気流量を調整する。このことにより、天気の変化に影響されないで空気タービン入口温度を間接的に一定温度に制御して、空気タービンの電気出力と安全運転を達成する。

【0017】

太陽集熱温度や集熱量が最大許容値を超えそうになったら、または、空気タービン入口温度が制御計画値を超過した場合は、集熱率調整制御装置を動かして太陽光反射装置の反射角度を変えて太陽熱受熱器への反射光をそらせることで、太陽熱集熱量を減らし、空気タービン入口温度を一定に保ち、空気タービンの許容出力超過運転を予防する。

【0018】

以下、図面を用いて詳細に説明する。

【0019】

図1は本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態の構成を示す概念図である。図1において、太陽熱空気タービン発電システムは、ガスタービン発電・圧縮装置100と、空気タービン入口温度制御装置200と、太陽熱集熱装置300と、ターボ冷凍装置400と、所内電気系統500とを備えている。

【0020】

ガスタービン発電・圧縮装置100は、ターボ冷凍装置400から供給される空気を圧縮する圧縮機1と、太陽熱集熱装置300から供給される高温空気により駆動される空気タービン2と、空気タービン2により駆動される場合は発電を行い、系統からインバータ装置64を介して受電する場合には電動機として機能する発電機3とを備えている。圧縮機1と空気タービン2とは同一の回転軸で直結し、空気タービン2と発電機3とは、軸連結器28を介して回転軸の脱着を行う。軸連結器28としては、クラッチまたはトルクコンバータが用いられる。本実施の形態においては、例えばスリーエスクラッチを用いた例を説明する。

【0021】

空気タービン入口温度制御装置200は、圧縮機1の出口に一端を接続された圧縮機出口配管44と、圧縮機出口配管44の他端が接続され圧縮機からの圧縮空気を昇温する再生熱交換器45と、再生熱交換器45で昇温された圧縮空気を太陽熱集熱装置300へ送る再生熱交換器出口配管46と、空気タービン2の排気口に一端側を接続する空気タービン排気空気配管56と、空気タービン排気空気配管56の他端側に設けた分岐部の一方に接続され、再生熱交換器45をバイパスして排気を大気に放出する再生熱交換器バイパス

10

20

30

40

50

配管 5 7 と、空気タービン排気空気配管 5 6 の他端側に設けた分岐部の他方に接続され、排気を加熱媒体として再生熱交換器 4 5 へ送る空気タービン排気側再生熱交換器入口配管 5 8 と、再生熱交換器バイパス配管 5 7 に設けられ、再生熱交換器 4 5 をバイパスする排気の流量を調節する再生熱交換器バイパス弁 3 5 とを備えている。

【 0 0 2 2 】

また、圧縮機出口配管 4 4 には、圧縮機出口空気温度を検出する温度センサ 2 2 が、再生熱交換器出口配管 4 6 には、再生熱交換器出口空気温度を検出する温度センサ 2 3 が、空気タービン排気空気配管 5 6 には、空気タービン出口空気温度を検出する温度センサ 2 1 がそれぞれ設けられている。温度センサ 2 1 乃至 2 3 が検出した温度信号は、それぞれ後述する再生熱交換器出口空気温度制御装置 9 0 へ入力される。

10

【 0 0 2 3 】

また、空気タービン入口温度制御装置 2 0 0 は、圧縮空気の流量を再生熱交換器 4 5 側とバイパス側である空気タービン側 2 とに分配制御する 3 方圧縮空気分配バタフライ弁 3 8 と、空気タービン 2 の入口に一端を接続した空気タービン入口高温空気配管 5 5 と、空気タービン入口高温空気配管 5 5 の他端にその一端側を接続し、その他端側を 3 方圧縮空気分配バタフライ弁 3 8 を介して圧縮機出口配管 4 4 に接続する太陽熱集熱装置バイパスバタフライ弁出口配管 5 4 とを備えている。

【 0 0 2 4 】

また、空気タービン入口高温空気配管 5 5 には、空気タービン入口空気温度を検出する温度センサ 1 8 が、太陽熱集熱装置バイパスバタフライ弁出口配管 5 4 には、太陽熱集熱装置バイパス空気温度を検出する温度センサ 2 0 がそれぞれ設けられている。温度センサ 2 0 が検出した温度信号は、後述する圧縮空気分配制御装置 3 7 と太陽熱集熱量制御装置 9 1 へ入力され、温度センサ 1 8 が検出した温度信号は、後述する圧縮空気分配制御装置 3 7、再生熱交換器出口空気温度制御装置 9 0、太陽熱集熱量制御装置 9 1、及び空気冷却器出口空気温度制御装置 1 7 へ入力される。

20

【 0 0 2 5 】

また、空気タービン入口温度制御装置 2 0 0 は、3 方圧縮空気分配バタフライ弁 3 8 を制御することで圧縮機 1 からの圧縮空気の太陽集熱装置側とバイパス側への分配量を調整する圧縮空気分配制御装置 3 7 と、再生熱交換器バイパス弁 3 5 の開度を制御することで空気タービン 2 の入口空気温度を一定温度に調整する再生熱交換器出口空気温度制御装置 9 0 とを備えている。

30

【 0 0 2 6 】

太陽熱集熱装置 3 0 0 は、再生熱交換器出口配管 4 6 に設けられた太陽熱集熱装置入口バタフライ弁 4 7 と、タワー 3 0 の頂上部に設置した太陽熱受熱器 2 9 と、一端側を太陽熱集熱装置入口バタフライ弁 4 7 の出口側に接続し、他端側を太陽熱受熱器 2 9 の入口側に接続したタワー入口空気配管 4 8 と、太陽 3 1 から出る直達日射光 3 3 を反射鏡にて反射させ、直達日射光反射光 3 4 として太陽熱受熱器 2 9 に集光して空気を昇温する太陽熱反射装置 3 2 と、直射日光による日射量を測定する直達日射計 3 9 とを備えている。

【 0 0 2 7 】

また、太陽熱集熱装置 3 0 0 は、一端側を太陽熱受熱器 2 9 の出口側に接続したタワー出口空気配管 4 9 と、タワー出口空気配管 4 9 の他端側に設けた分岐部の一方に一端側を接続し、他端側を太陽熱集熱装置バイパスバタフライ弁出口配管 5 4 に接続したタワー出口空気タービン側空気配管 5 0 と、タワー出口空気タービン側空気配管 5 0 に設けられた太陽熱集熱装置出口バタフライ弁 5 2 と、タワー出口空気配管 4 9 の他端側に設けた分岐部の他方に接続され、異常昇圧した空気を大気に放出する高圧タワー出口空気圧力逃がし配管 5 1 と、高圧タワー出口空気圧力逃がし配管 5 1 に設けられ、配管内の空気が異常昇圧したときの圧力逃がし装置である空気圧力逃がし調整弁 2 7 とを備えている。直達日射計 3 9 が測定した直射日光による日射量信号は、熱交換器出口空気温度制御装置 9 0 へ入力される。

40

【 0 0 2 8 】

50

また、タワー出口空気タービン側空気配管50には、太陽熱集熱装置出口空気温度を検出する温度センサ19と配管内の空気圧力を検出する圧力センサ25とが設けられている。圧力センサ25が検出した太陽集熱出口空気圧力信号は後述する空気圧力逃がし制御装置26へ入力される。温度センサ19が検出した温度信号は、圧縮空気分配制御装置37と後述する太陽熱集熱量制御装置91へ入力される。

【0029】

また、太陽熱集熱装置300は、空気タービン2に入力する燃量を調整するために、太陽熱反射装置32の反射角度を制御する太陽熱集熱量制御装置91と、タワー出口空気タービン側空気配管50の内部の空気が異常昇圧したときに空気圧力逃がし調整弁27を制御する空気圧力逃がし制御装置26とを備えている。

10

【0030】

ターボ冷凍装置400は、コイル内を冷水が流れる冷却コイルと風洞とを備えた空気冷却器4と、空気冷却器4の空気入口に一端側を接続し、他端側に大気吸い込み口40を設けた空気冷却器入口風洞41と、空気冷却器4の空気出口に一端側を接続し、他端側を圧縮機1の出口に接続した空気冷却器出口風洞42と、空気冷却器出口風洞42に設けられ圧縮機1の起動時には絞り運転のために半開にされ、定格回転数到達後には全開にされる圧縮機入口バタフライ弁43とを備えている。

【0031】

また、空気冷却器入口風洞41には、空気冷却器入口空気温度を検出する温度センサ24が、空気冷却器出口風洞42には、空気冷却器出口空気温度を検出する温度センサ16

20

【0032】

また、ターボ冷凍装置400は、空気冷却器4の冷却コイルの冷水出口側に一端側を接続した冷水戻り配管10と、冷水戻り配管10に設けられた冷水循環ポンプ入口弁11と、冷水戻り配管10の他端側を入口に接続し冷水を循環する冷水循環ポンプ5と、一端側を冷水循環ポンプ5の出口に接続し、チェック弁12と出口弁13とを設けたターボ冷凍機戻り冷水配管14と、ターボ冷凍機戻り冷水配管14の他端側を入口に接続し、冷水を冷却するターボ冷凍機6と、ターボ冷凍機6の出口に一端側を接続するターボ冷凍機出口冷水配管15とを備えている。また、ターボ冷凍機戻り冷水配管14にはターボ冷凍機入口冷水温度を検出する温度センサ84が、ターボ冷凍機出口冷水配管15にはターボ冷凍機出口冷水温度を検出する温度センサ83が、それぞれ設けられている。温度センサ84と温度センサ83が検出した温度信号は、それぞれ後述する空気冷却器出口空気温度制御装置17へ入力される。

30

【0033】

また、ターボ冷凍装置400は、ターボ冷凍機出口冷水配管15の他端側に入口を接続した3方冷水流量調整弁7と、3方冷水流量調整弁7の一方の出口に一端側を接続し、他端側を空気冷却器4の冷却コイルの冷水入口側に接続した冷水供給配管8と、3方冷水流量調整弁7の他方の出口に一端側を接続し、他端側を冷水戻り配管10の他端側に接続した冷水バイパス配管9とを備えている。

40

【0034】

また、ターボ冷凍装置400は、空気冷却器4の出口空気の温度を所定の温度に調整するために、3方冷水流量調整弁7の開度を制御する空気冷却器出口空気温度制御装置17を備えている。

【0035】

所内電気系統500は、発電機3の出力端に一端側を接続した発電機出口主回路70と、発電機出口主回路70の他端側を接続したインバータバイパス遮断器66と、発電機出口主回路70の他端側を接続したインバータ出口遮断器65と、インバータ出口遮断器65の上流側に配置され系統からの電力を可変周波数電源に変換して発電機3を空気タービン2の駆動電動機とするインバータ装置64と、インバータ装置64の上流側に配置され

50

、系統からの電力とインバータ装置 6 4 との接続 / 遮断を行うインバータ入口遮断器 6 3 と、インバータ装置 6 4 をバイパスして通常運転時に系統と発電機 3 とを接続するインバータバイパス遮断器 6 6 と、一端側をインバータ入口遮断器 6 3 の上流側とインバータバイパス遮断器 6 6 の上流側とに接続し、他端側を主変圧器 6 2 の低圧側に接続する主変圧器低圧側回路 7 1 と、発電機 3 の出力電圧を系統電圧まで昇圧する主変圧器 6 2 と、主変圧器 6 2 の高圧側に配置され発電機 3 と外部系統 7 5 との接続 / 遮断を行う主回路遮断器 6 1 と、主回路遮断器 6 1 の上流側に配置され外部系統 7 5 との接続 / 遮断を行う系統連絡遮断器 6 0 とを備えている。

【 0 0 3 6 】

また、所内電気系統 5 0 0 は、系統連絡遮断器 6 0 と主回路遮断器 6 1 との間の回路に接続され所内電力と外部系統 7 5 との接続 / 遮断を行う所内変圧器遮断器 6 7 と、一端側を所内変圧器遮断器 6 7 の下流側に接続し、他端側を所内変圧器 6 9 の高圧側に接続する所内変圧器高圧側回路 6 8 と、系統電圧を所内電源の電圧まで降圧する所内変圧器 6 9 と、所内変圧器 6 9 の低圧側に接続された所内補機回路 8 0 と、所内補機回路 8 0 からの電力とターボ冷凍装置 4 0 0 のターボ冷凍機 6 との接続 / 遮断を行うターボ冷凍機遮断器 8 1 とを備えている。

【 0 0 3 7 】

次に、太陽熱空気タービン発電システムにおける各熱媒体の流れと動作を図 1 を用いて説明する。

ターボ冷凍装置 4 0 0 において、大気吸い込み口 4 0 から取り入れた空気は、空気冷却器入口風洞 4 1 を通過して、空気冷却器 4 に流入して、冷却コイルを流れる流水により冷却される。空気冷却器入口空気温度は温度センサ 2 4 で検出し、冷却された空気の温度である空気冷却器出口空気温度は温度センサ 1 6 で検出する。

【 0 0 3 8 】

ターボ冷凍機 6 には、外部系統 7 5 から所内変圧器 6 9 により降圧した所内補機回路 8 0 の電力がターボ冷凍機遮断器 8 1 を介して供給される。ターボ冷凍機 6 には、冷水循環ポンプ 5 により空気冷却器 4 の冷水戻り配管 1 0 から排出された暖められた冷水が供給される。ターボ冷凍機 6 は電気エネルギーによりこの冷水を冷却し、ターボ冷凍機出口冷水配管 1 5 を介して 3 方冷水流量調整弁 7 へ送り出す。3 方冷水流量調整弁 7 は、この冷水を冷水供給配管 8 側と冷水バイパス配管 9 側とに分配して、空気冷却器 4 に入る冷水流量とバイパスする冷水流量とを調整することで、温度センサ 1 6 が検出する空気冷却器出口空気温度を制御する。

【 0 0 3 9 】

空気冷却器出口空気温度制御装置 1 7 は、温度センサ 2 4 が検出した空気冷却器入口空気温度信号と、温度センサ 1 8 が検出した空気タービン入口空気温度信号と、温度センサ 1 6 が検出した空気冷却器出口空気温度信号と、温度センサ 8 3 が検出したターボ冷凍機出口冷水温度信号と、温度センサ 8 4 が検出したターボ冷凍機入口冷水温度信号とを読み込み、空気タービン 2 の入口空気温度が大気温度の変化に対応して、変動することなく一定値となるような、制御指令信号を算出する。この指定信号を 3 方冷水流量調整弁 7 へ出力することで、冷水流量の分配制御を行う。

【 0 0 4 0 】

ターボ冷凍装置 4 0 0 の空気冷却器 4 で冷却された空気は、空気冷却器出口風洞 4 2 と圧縮機入口バタフライ弁 4 3 を介して圧縮機 1 へ供給される。圧縮機 1 の起動時には、空気圧縮機入口バタフライ弁 4 3 を半閉し絞り運転することで圧縮機入口圧力を下げる。これは、図示しない制御装置により圧縮機 1 の入口圧力と出口圧力とを検出し、その圧力比が、圧縮機 1 のサージングラインに抵触しないように行う。圧縮機 1 の回転数が定格回転数に達した後は、空気圧縮機入口バタフライ弁 4 3 を全開する。

【 0 0 4 1 】

空気タービン入口温度制御装置 2 0 0 において、空気圧縮機入口バタフライ弁 4 3 を出た冷却空気は圧縮機 1 に入り圧縮されて、中圧中温空気となり圧縮機出口配管 4 4 を流下

10

20

30

40

50

し、3方圧縮空気分配バタフライ弁38により多くが再生熱交換器45に流入し、一部が太陽熱集熱装置バイパスバタフライ弁出口配管54
54側へ流入する。

【0042】

再生熱交換器45に流入した中圧中温の圧縮空気は、空気タービン2から排出された低圧高温空気を加熱媒体として熱交換して加熱される。再生熱交換器45で加熱された圧縮空気は再生熱交換器出口配管46を通過して太陽熱集熱装置300へ送られる。

【0043】

空気タービン2から排出された低圧高温空気は、空気タービン排気空気配管56を介して空気タービン排気側再生熱交換器入口配管58と再生熱交換器バイパス配管57とに流入する。空気タービン排気側再生熱交換器入口配管58に流入した低圧高温空気は、再生熱交換器45に流入し、圧縮空気と熱交換した後に大気へ排出される。一方、再生熱交換器バイパス配管57に流入した低圧高温空気は、再生熱交換器バイパス弁35の開度に応じた流量が直接大気へ排出される。

10

【0044】

再生熱交換器バイパス弁35の開度を制御する再生熱交換器出口空気温度制御装置90は、直達日射計39で検出した直射日光による日射量信号と、温度センサ18で検出した空気タービン入口空気温度信号と、温度センサ21で検出した空気タービン出口空気温度信号と、温度センサ22が検出した圧縮機出口空気温度信号と、温度センサ23が検出した再生熱交換器出口空気温度信号とを読み込み、直達日射信号が変化した場合であっても、空気タービン入口空気温度が変動することなく一定の値で保持されるような再生熱交換器バイパス弁35の開度指令信号を算出する。算出した指令信号で再生熱交換器バイパス弁35を制御することで、直達日射信号が急変しても、空気タービン入口空気温度を一定値で制御することができる。

20

【0045】

太陽熱集熱装置300において、再生熱交換器45で加熱された加熱空気は再生熱交換器出口配管46と太陽熱集熱装置入口バタフライ弁47を通過した後、タワー入口空気配管48を通過してタワー30の頂上に設置された太陽熱受熱器29に導かれる。太陽熱受熱器29には、太陽熱反射装置32の反射鏡が太陽31から出る直達日射光33を反射させて、直達日射光反射光34を集光させている。このことにより、太陽熱受熱器29の加熱空気が更に昇温する。

30

【0046】

太陽熱反射装置32の反射角度を制御する太陽熱集熱量制御装置91は、温度センサ18で検出した空気タービン入口空気温度信号と、温度センサ19で検出した太陽熱集熱装置出口空気温度信号と、温度センサ20が検出した太陽熱集熱装置バイパス空気温度信号とを読み込み、空気タービン2に導入する熱量を加減するための指令信号を算出する。太陽熱集熱温度や周熱量が最大許容値を超えそうになった場合、または空気タービン入口空気温度が制御計画値を超過した場合には、太陽熱受熱器29への反射光をそらせて、太陽熱集光量を減らす。

【0047】

太陽熱受熱器29で昇温された中圧高温空気は、タワー出口空気配管49を介してタワー出口空気タービン側空気配管50と高圧タワー出口空気圧力逃がし配管51とに流入する。

40

【0048】

高圧タワー出口空気圧力逃がし配管51には、配管内の空気が異常昇圧したときに、大気へ放出する空気圧力逃がし調整弁27が設けられている。空気圧力逃がし調整弁27を制御する空気圧力逃がし制御装置26は、圧力センサ25が検出した太陽集熱出口空気圧力信号が、所定の運転可能設定圧力を越えた場合に、空気圧力逃がし調整弁27へ開指令を出力することで、圧力逃がし動作を行う。この結果、異常昇圧した空気は大気へ放出される。

50

【 0 0 4 9 】

タワー出口空気タービン側空気配管 5 0 に流入した中圧高温空気は、太陽熱集熱装置出口バタフライ弁 5 2 を介して太陽熱集熱装置バイパスバタフライ弁出口配管 5 4 から流入した中圧中温空気と合流し、空気タービン入口高温空気配管 5 5 を介して空気タービン 2 に流入する。この結果、空気タービン 2 は圧縮機 1 と発電機 3 とを駆動する動力を発生させる。

【 0 0 5 0 】

空気タービン入口温度制御装置 2 0 0 の 3 方圧縮空気分配バタフライ弁 3 8 を制御する圧縮空気分配制御装置 3 7 は、電力系統（中央給電所）からの負荷指令と発電機 3 の発電出力とを比較して偏差を算出する偏差演算装置 3 6 から偏差信号を入力し、この偏差信号と温度センサ 1 8 で検出した空気タービン入口空気温度信号と、温度センサ 1 9 で検出した太陽熱集熱装置出口空気温度信号と、温度センサ 2 0 が検出した太陽熱集熱装置バイパス空気温度信号とを読み込み、空気タービン 2 に導入する熱量を加減するために、太陽熱集熱装置側とバイパス側とへの圧縮機 1 からの出口空気の分配量を算出する。算出した分配量になるように 3 方圧縮空気分配バタフライ弁 3 8 へ指令信号を出力する。

10

【 0 0 5 1 】

例えば、負荷指令の方が発電出力より大きい場合には、太陽熱集熱装置側の分配量を増加し、バイパス側の分配量を減少させる。また、負荷降下の場合など、負荷指令より発電出力の方が大きい場合には、太陽熱集熱装置側の分配量を減少し、バイパス側の分配量を増加させる。このような制御が実行されることにより、系統負荷指令に対応して、発電機出力が安定的に追従し、高効率な発電運用が達成できる。

20

【 0 0 5 2 】

太陽熱集熱装置 3 0 0 の太陽熱集熱装置入口バタフライ弁 4 7 と太陽熱集熱装置出口バタフライ弁 5 2 とは、夜間等、太陽熱発電ができないときに、全閉状態にする。このことにより、昼間に生成された中圧中温 / 高温の空気が、タワー入口空気配管 4 8 とタワー出口空気配管 4 9 とタワー出口空気タービン側空気配管 5 0 との内部に封入（ホットバンキング）される。そして、翌日の起動に際しては、まず、太陽熱集熱装置出口バタフライ弁 5 2 を開操作して、封入されていた中圧中温 / 高温の空気を空気タービン 2 に導入し、中圧高温空気配管系等の水分除去を目的に空気タービン 2 を低回転で回転させる暖機運転を行う。この暖機運転のときには、軸連結器 2 8 を非連結位置として、発電機 3 は回転させない。

30

【 0 0 5 3 】

次に、本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態を構成する圧縮機の起動方法について図 2 A と図 2 B を用いて説明する。図 2 A は、本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態を構成する圧縮機の起動の態様を説明するための特性図、図 2 B は従来のガスタービンを構成する圧縮機の起動の態様を説明するための特性図である。

【 0 0 5 4 】

図 2 A と図 2 B において、横軸は時間を、縦軸は圧縮機の回転数をそれぞれ示している。一般に、圧縮機の回転数を一般的な定格回転数である数千回転に上げるためには、大きな動力を必要とする。この動力を確保する方式により圧縮機の起動方法が異なる。

40

【 0 0 5 5 】

図 2 B に示す従来のガスタービンを構成する圧縮機の場合、ガスタービン圧縮機軸に起動用電動機を設け、N 1 で示す約 2 0 % 回転数まで、圧縮機の回転数を上げた後に、N 2 で示す数千回転になる 1 0 0 % 定格回転数まで回転数を上げる。このときの必要な動力は大きい。

【 0 0 5 6 】

一般的なガスタービンではガスタービン起動時の燃料パーズ運転を行うために、起動電動機で圧縮機を約 2 0 % 回転数程度まで上げて数分間運転する。その後、化石燃料を燃焼器又は補助燃焼器で焚いて高温ガスを作り、高温ガスと起動電動機（途中の例えば 7 0 %

50

回転数で自動的に除外される)との協働で100%定格回転数まで圧縮機の回転数を上げる。図2Bにおいて、時刻t11は、起動電動機と高温ガスとの協働での回転数上昇開始時刻を、時刻t12は、100%定格回転数到着時刻をそれぞれ示す。したがって、起動開始から時刻t11までの間、圧縮機は起動用電動機のみにより回転駆動され、時刻t11からt12までの間は、高温ガスと起動電動機で圧縮機は回転駆動される。

【0057】

一方、本発明の実施の形態においては、図2Aに示すように、圧縮機1の起動は、ホットバンキングした中圧高温空気を、太陽熱集熱装置出口バタフライ弁52を開操作することで、空気タービン2に流入させて行う。その後、時刻t1のときに、系統電力をインバータ装置64で周波数変換させて発電機3に送り、発電機を電動機として用いることで、圧縮機1を定格回転数N2まで昇速させる。図2Aにおいて、時刻t2は、100%定格回転数到着時刻を示す。

10

【0058】

図1に戻り、圧縮機1の起動をより詳細に説明する。

起動日の前日の夜間における状態は、太陽熱集熱装置300において、太陽熱集熱装置入口バタフライ弁47と太陽熱集熱装置出口バタフライ弁52とを全閉して、昼間に生成された中圧中温/高温の空気をホットバンキングしている。一方、所内電気系統500は、系統連絡遮断器60と所内変圧器遮断器67とが投入されて、所内変圧器69を介して所内補機回路80が充電されている。主回路遮断器61と、インバータ入口遮断器63と、インバータ出口遮断器65とインバータバイパス遮断器66とは、それぞれ遮断されている。

20

【0059】

起動に際しては、まず、太陽熱集熱装置出口バタフライ弁52を開操作して、封入されていた中圧中温/高温の空気を空気タービン2に導入し、空気タービン2を低回転で回転させる。このときには、軸連結器28を非連結位置として、発電機3は回転させない。

【0060】

次に、所内電気系統500において、主回路遮断器61とインバータ入口遮断器63とを投入し、インバータ装置64に系統からの電力を供給し、周波数変換した電力を生成する。その後、インバータ出口遮断器65を投入し、周波数変換した電力は、発電機出口主回路70を介して発電機3に供給される。このことにより、発電機3は所定の低回転で駆動する。この後、発電機3の回転数と空気タービン2の回転数の差が小さくなったときに軸連結器28を連結位置として空気タービン軸と発電機軸とを連結させる。

30

【0061】

インバータ装置64は、供給する電力を低速回転相当の周波数から徐々に上昇させることで、電動機として使用する発電機3の回転数すなわち、空気タービン2と圧縮機1の回転数を上昇させる。発電機回転軸と繋がった空気タービン軸を介して圧縮機1の回転数を上げて太陽熱集熱装置300へ圧縮空気を送る。即ち、化石燃料を燃焼して燃焼ガスエネルギーを生み出す必要がなくなり、同時にタービン起動用補助燃焼器も必要なくなり、起動時の空気タービン排気系統のパーシ運転も必要なくなる。また、空気タービン起動用電動機も必要なくなる。

40

【0062】

電力系統から電力エネルギーを取り入れ定格回転数まで発電機3を電動機として活用し太陽熱集熱装置300に空気を送るが、太陽熱入熱の増加に伴い、太陽熱集熱装置300からの高温空気量と高温空気温度が上昇するにつれて、空気タービン2の出力が増加する。このことにより、太陽熱空気タービンの発電機3の運転が、受電運転(系統から発電機3へ)から、徐々に送電運転(発電機3から系統へ)に切り替わる。

【0063】

ここで、所内電気系統500は、インバータ入口遮断器63とインバータ出口遮断器65と主回路遮断器61とを遮断し、インバータバイパス遮断器66を投入する。この後、発電機3の発電した電力と系統電力とを同期検定して、主回路遮断器61を投入すること

50

で、系統へ再並列して発電運転を継続する。

【0064】

次に、本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態における1日の天候変化に対する機器の動作を図3A乃至図3Cを用いて説明する。図3Aは本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態における1日の天候変化に対する機器の動作を説明するために、大気温度、タービン入口高温空気温度、及び直達日射強度の特性を示す特性概念図、図3Bは本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態における1日の天候変化に対する機器の動作を説明するために、冷水バイパス流量及び再生熱交換器バイパス空気量の特性を示す特性概念図、図3Cは本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態における1日の天候変化に対する機器の動作を説明するために、発電機出力、太陽熱集熱装置側空気量、及び太陽熱集熱装置バイパス側空気量の特性を示す特性概念図である。

10

【0065】

図3A乃至図3Cにおいて、横軸は時間を示している。図3Aの縦軸の(a)は実線で示す大気温度を、(b)は一点鎖線で示すタービン入口空気温度を、(c)は破線示す直達日射強度をそれぞれ示している。また、図3Bの縦軸の(d)は実線で示す冷水バイパス流量を、(e)は破線で示す再生熱交換器バイパス空気流量をそれぞれ示している。また、図3Cの縦軸の(f)は実線で示す発電機出力を、(g)は破線で示す太陽熱集熱装置側空気流量を、(h)は一点鎖線で示す太陽熱集熱装置バイパス側空気流量をそれぞれ示している。

20

【0066】

図3A乃至図3Cは、ある1日の日の出から日没までに大気温度や直達日射強度が変化した場合に、発電機出力や、空気タービン入口温度が変化せず、発電機出力が一定して確保される運転例を示している。

【0067】

図3Aの特性線(a)に示す大気温度は、午前9時から上昇して最高温度に到達するが、午前中に一旦低下しその後最高温度に復活している。この大気温度の挙動に際して、図3Bの特性線(d)に示す冷水バイパス流量が、ターボ冷凍装置400の空気冷却器出口空気温度制御装置17によって制御される3方冷水流量調整弁7により通常量から増加される。このことにより、空気冷却器4の出口空気の温度が増加して、大気温度の低下を補償している。この結果、図3Aの特性線(b)に示すタービン入口空気温度と図3Cの特性線(f)に示す発電機出力とを変化させずに、運転することができる。

30

【0068】

図3Aの特性線(c)に示す直達日射強度は、午前6時すぎから上昇して午前9時に最高値に到達するが、午後、例えば雲が通過した場合、一旦急激に低下しその後最高値に復活している。この直達日射強度の挙動に際して、図3Bの特性線(e)に示す再生熱交換器バイパス空気流量が、空気タービン入口温度制御装置200の熱交換器出口空気温度制御装置90によって制御される再生熱交換器バイパス弁35により通常量から急激に減少される。このことにより、再生熱交換器45の出口空気の温度が増加して、直達日射強度の低下を補償している。この結果、図3Aの特性線(b)に示すタービン入口空気温度と図3Cの特性線(f)に示す発電機出力とを変化させずに、運転することができる。

40

【0069】

図3Cの特性線(h)に示す太陽熱集熱装置バイパス側空気流量と、特性線(g)に示す太陽熱集熱装置側空気流量は、午前6時すぎの空気タービン2の起動から上昇して、図3Cの特性線(f)に示す発電機出力が最高値(定格)に到達する午前9時にそれぞれ最高値になる。その後、図3Cの特性線(h)に示す太陽熱集熱装置バイパス側空気流量は、空気タービン入口温度制御装置200の圧縮空気分配制御装置37によって制御される3方圧縮空気分配バタフライ弁38により最高値から徐々に減少し、最終的には0になり、全量が太陽熱集熱装置側空気流量となる。これは、図3Aの特性線(b)に示すタービン入口空気温度を発電機出力の上昇に応じたプログラム制御するためになされている。

50

【 0 0 7 0 】

一方、図 3 C の特性線 (g) に示す太陽熱集熱装置側空気流量は、午後 1 5 時前の図 3 C の特性線 (f) に示す発電機出力の降下に伴って減少していく。この発電機出力の降下の際、図 3 C の特性線 (h) に示す太陽熱集熱装置バイパス側空気流量は、空気タービン入口温度制御装置 2 0 0 の圧縮空気分配制御装置 3 7 によって制御される 3 方圧縮空気分配バタフライ弁 3 8 により 0 から徐々に増加し、一定値まで増加する。その後、一定値から徐々に減少し、最終的には 0 になる。これも、図 3 A の特性線 (b) に示すタービン入口空気温度を発電機出力の下降に応じたプログラム制御するためになされている。

【 0 0 7 1 】

上述した本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態によれば、建設コストと発電コストを低減すると共に、化石燃料を使用しない太陽熱空気タービン発電システムを提供できる。

10

【 0 0 7 2 】

また、上述した本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態によれば、毎日の日の出から日没までの天候状態により次々刻々変わる大気温度や直達日射強度に対応すると共に、系統からの負荷要求信号に追従するように圧縮空気の流量を制御する制御装置を設けたので、安定した運転のできる太陽熱空気タービン発電システムを提供できる。

【 0 0 7 3 】

また、上述した本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態によれば、発電用の化石燃料コストが不要となり、蒸気タービン発電設備も必要としないので発電設備が簡素化され、建設コストと発電コストを低減し経済性が向上する。

20

【 0 0 7 4 】

また、上述した本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態によれば、窒素酸化物ガスや二酸化炭素ガスを毎日の起動時に大気中に一切排出することがなく、天候の変化に関わらず、太陽熱から安価で安定した電力を提供することができる。

【 0 0 7 5 】

また、上述した本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態によれば、タワー 3 0 の頂上部には、太陽熱受熱器 2 9 のみが設置され、それ以外の構成機器は、地上部に設置されるのでタワー 3 0 に大きな機器荷重が負荷されない。このことにより、タワー 3 0 とその基礎を簡略化することが可能となり、この結果、建設コストを低減することができる。

30

【 0 0 7 6 】

また、上述した本発明の太陽熱空気タービン発電システムの一実施の形態によれば、圧縮機 1 と空気タービン 2 との起動方法として以下の手順を実行する。

(1) 夜間、太陽熱集熱装置の系統内に中圧高温空気をホットバンキングする。

(2) 翌日の起動に際して前日の残存高温空気を空気タービン 2 に導入して、低速回転数まで昇速する。

(3) インバータ装置 6 4 で発電機 3 を電動機として駆動し、空気タービン 2 の回転数の近傍まで昇速した後、軸連結器 2 8 で空気タービン軸と発電機軸とを連結する。

(4) インバータ装置 6 4 で周波数を上昇させることで、定格速度まで到達させる。

40

このような起動方法を採用するので、圧縮機 1 と空気タービン 2 とを完全停止状態から回し始めるときの電力供給が不要になる。この結果、起動用の所内動力の消費量を下げることができる。

【 0 0 7 7 】

なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

【 符号の説明 】

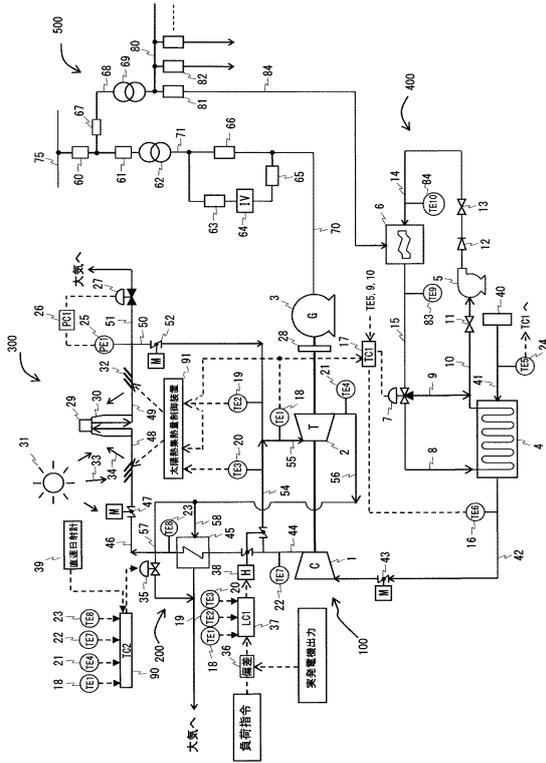
【 0 0 7 8 】

1 空気圧縮機

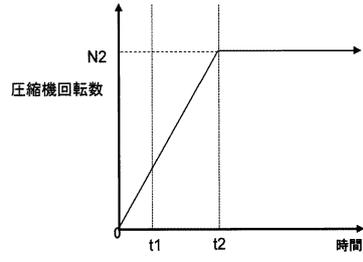
50

2	空気タービン	
3	発電機	
4	空気冷却器	
5	冷水循環ポンプ	
6	ターボ冷凍機	
7	3方冷水流量調整弁	
16	温度センサ(空気冷却器出口空気温度)	
17	空気冷却器出口空気温度制御装置	
18	温度センサ(空気タービン入口空気温度)	
19	温度センサ(太陽熱集熱装置出口空気温度)	10
20	温度センサ(太陽熱集熱装置バイパス空気温度)	
21	温度センサ(空気タービン出口空気温度)	
22	温度センサ(空気圧縮機出口空気温度)	
23	温度センサ(再生熱交換器出口空気温度)	
24	温度センサ(空気冷却器入口空気温度)	
25	圧力センサ(太陽熱集熱装置出口空気圧力)	
26	高温空気圧力逃がし制御装置	
27	空気圧力逃がし調整弁	
28	軸連結器	
29	太陽熱受熱器	20
30	タワー	
32	太陽熱反射装置	
33	直達日射光	
34	直達日射光反射光	
35	再生熱交換器バイパス弁	
36	偏差演算装置	
37	圧縮空気分配制御装置	
38	3方圧縮空気分配バタフライ弁	
39	直達日射計	
43	圧縮機入口バタフライ弁	30
45	再生熱交換器	
47	太陽熱集熱装置入口バタフライ弁	
52	太陽熱集熱装置出口バタフライ弁	
60	系統連絡遮断器	
61	主回路遮断器	
62	主変圧器	
64	インバータ装置	
67	所内変圧器遮断器	
68	所内変圧器高圧側回路	
69	所内変圧器	40
70	発電機出口主回路	
71	主変圧器低圧側回路	
75	外部系統	
80	所内補機回路	
90	再生熱交出口空気温度制御装置	
91	太陽熱集熱量制御装置	

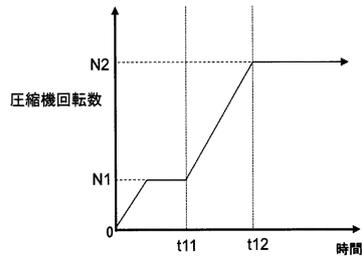
【図1】



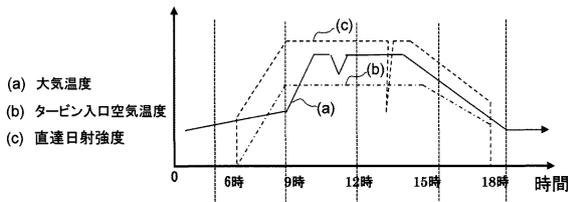
【図2A】



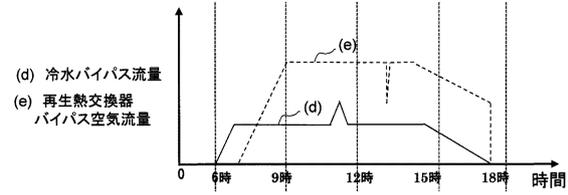
【図2B】



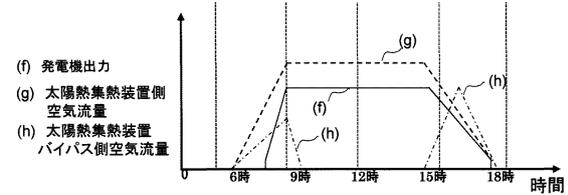
【図3A】



【図3B】



【図3C】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 3 G 6/00 (2006.01) F 0 3 G 6/00 5 0 1
F 0 2 C 7/143 (2006.01) F 0 2 C 7/143

(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

審査官 北村 亮

(56)参考文献 特開2013-194715(JP,A)
米国特許第04167856(US,A)
特開2002-004945(JP,A)
特開2010-281272(JP,A)
特開2010-275996(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 C 1 / 0 5
F 0 1 K 2 7 / 0 0
F 0 2 C 6 / 1 4
F 0 2 C 7 / 0 8
F 0 2 C 7 / 1 4 3
F 0 3 G 6 / 0 0
F 0 3 G 6 / 0 4