

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5555276号  
(P5555276)

(45) 発行日 平成26年7月23日 (2014. 7. 23)

(24) 登録日 平成26年6月6日 (2014. 6. 6)

(51) Int. Cl.

F 1

F O 1 K 23/10 (2006. 01)

F O 1 K 23/10

U

F O 2 C 3/10 (2006. 01)

F O 2 C 3/10

F O 2 C 6/18 (2006. 01)

F O 2 C 6/18

A

F O 2 C 7/143 (2006. 01)

F O 2 C 7/143

F O 3 G 6/00 (2006. 01)

F O 1 K 23/10

W

請求項の数 3 (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-86211 (P2012-86211)  
 (22) 出願日 平成24年4月5日 (2012. 4. 5)  
 (65) 公開番号 特開2013-217215 (P2013-217215A)  
 (43) 公開日 平成25年10月24日 (2013. 10. 24)  
 審査請求日 平成24年4月5日 (2012. 4. 5)

(73) 特許権者 000000974  
 川崎重工業株式会社  
 兵庫県神戸市中央区東川崎町 3 丁目 1 番 1 号  
 (74) 代理人 100087941  
 弁理士 杉本 修司  
 (72) 発明者 谷村 和彦  
 兵庫県明石市川崎町 1 番 1 号 川崎重工業株式会社内  
 (72) 発明者 田中 良造  
 兵庫県明石市川崎町 1 番 1 号 川崎重工業株式会社内  
 (72) 発明者 杉本 隆雄  
 兵庫県神戸市中央区東川崎町 3 丁目 1 番 1 号 川崎重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ランキンサイクルエンジンを備えるガスタービンエンジン装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 作動媒体を圧縮する圧縮機と、  
 前記圧縮された第 1 作動媒体を外部からの熱源によって加熱する加熱器と、  
 前記第 1 作動媒体から動力を取り出すタービンと、  
 前記圧縮機に設けられて、前記圧縮機の低圧圧縮部で圧縮された第 1 作動媒体を冷却して前記圧縮機の高圧圧縮部に供給する中間冷却器と、  
 前記タービンから排出される排ガスの排出通路に設けられて、前記タービンから排出された高温の排ガスを加熱媒体として、前記圧縮機から前記加熱器へ向かう前記第 1 作動媒体を予熱する再生器と  
 を有するガスタービンエンジンと、  
 前記排出通路における前記再生器の下流に設けられて、前記再生器を通過した前記排ガスを加熱媒体とする排熱ボイラと、  
 前記中間冷却器および前記排熱ボイラを熱源とし、前記中間冷却器の有機物からなる冷却媒体を第 2 作動媒体とするランキンサイクルエンジンと、  
 を備え、  
前記排熱ボイラに設けられたボイラドラムが、前記低圧圧縮部からの第 1 作動媒体を前記中間冷却器と共に冷却し、かつ、前記排熱ボイラに流入した前記第 2 作動媒体の一部を、前記低圧圧縮部からの第 1 作動媒体を加熱媒体として加熱して蒸発させる、  
 ガスタービンエンジン装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 において、前記中間冷却器から前記排熱ボイラに流入する第 2 作動媒体が過熱ガスであるガスタービンエンジン装置。

**【請求項 3】**

請求項 1 または 2 において、前記加熱器として、太陽光を熱源として前記第 1 作動媒体を加熱するソーラー式加熱器を備えるガスタービンエンジン装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ガスタービンエンジンの排熱を利用して駆動されるランキンサイクルエンジンを備える複合型のガスタービンエンジン装置に関する。

10

**【背景技術】****【0002】**

近年、環境問題やエネルギー問題の一解決策として、電力需要者の近くに比較的小規模な発電設備を設置して電力供給を行う分散型のエネルギー供給システムが提案されている。分散型エネルギー供給システムの一翼を担う電源の一つとして、中・小型ガスタービンエンジンを利用することが考えられている（例えば、特許文献 1）。分散型電源では、特に効率を向上させることが重要な課題となる。

**【先行技術文献】****【特許文献】**

20

**【0003】**

【特許文献 1】特開 2007 - 159225 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかし、中・小型ガスタービンの効率を向上させる方法として、高温化や高圧力比化はサイズ上の制約から困難である。また、ガスタービンの排熱を、作動ガスの予熱に利用する再生サイクル化や、蒸気タービンの熱源として利用するコジェネレーションシステム化によって、システム全体の効率を総合的に向上させることが従来から行われているが、再生サイクルに適した低圧力比のエンジン開発や、コジェネレーションシステムに利用する低出力・高効率の蒸気タービンの開発によってさらなる高効率化を図ることはきわめて困難である。

30

**【0005】**

そこで、本発明の目的は、上記の課題を解決するために、ガスタービンエンジンの排熱を極めて有効に利用することにより高い効率を得られる複合型のガスタービンエンジン装置を提供することにある。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

上記目的を達成するために、本発明に係るガスタービンエンジン装置は、第 1 作動媒体を圧縮する圧縮機と、前記圧縮された第 1 作動媒体を外部からの熱源によって加熱する加熱器と、前記第 1 作動媒体から動力を取り出すタービンと、前記圧縮機に設けられて、前記圧縮機の低圧圧縮部で圧縮された第 1 作動媒体を冷却して前記圧縮機の高圧圧縮部に供給する中間冷却器と、前記タービンからの排ガスを加熱媒体とする排熱ボイラと、前記中間冷却器および前記排熱ボイラを熱源とし、前記中間冷却器の冷却媒体を第 2 作動媒体とするランキンサイクルエンジンとを備えている。

40

**【0007】**

この構成によれば、ガスタービンエンジンのタービンからの排熱のみならず、圧縮機を通過する作動媒体の熱も利用してランキンサイクルエンジンを駆動するので、エンジン装置全体としてきわめて高い効率を得ることができる。

**【0008】**

50

本発明の一実施形態において、前記第 2 作動媒体が有機物であることが好ましく、また、前記中間冷却器から前記排熱ボイラに流入する第 2 作動媒体が過熱ガスであることが好ましい。この構成によれば、水に比べて沸点の低い有機媒体を用いることにより、中間冷却器を通過した第 2 作動媒体を容易に過熱ガスとすることが可能であり、その結果、排熱ボイラは過熱器として機能する。したがって、第 2 作動媒体として水を用いた場合よりも大きな出力を得ることができ、エンジン装置全体として一層高い効率が得られる。

【 0 0 0 9 】

本発明の一実施形態において、前記加熱器として、太陽光を熱源として前記第 1 作動媒体を加熱するソーラー式加熱器を備えていてもよい。この構成によれば、自然エネルギーである太陽光を利用して、環境への負荷を抑制しながらエンジン装置の効率を高めることができる。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明に係るガスタービンエンジン装置によれば、以上のように、ガスタービンエンジンの排熱を極めて有効に利用することにより高い効率が得られる複合型のガスタービンエンジンを得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明の一実施形態に係るガスタービンエンジン装置の概略構成を示すブロック図である。

20

【図 2】図 1 のガスタービンエンジン装置の構成概念を説明するためのグラフである。

【図 3】図 1 のガスタービンエンジン装置による効果を説明するためのグラフである。

【図 4】図 1 のガスタービンエンジン装置の変形例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下、本発明の好ましい実施形態を図面に基づいて説明する。図 1 は本発明の一実施形態にかかるガスタービンエンジン装置（以下、単に「エンジン装置」という。）E を示す概略構成図である。このエンジン装置 E は、ガスタービンエンジンユニット G U およびランキンサイクルエンジンユニット R U を備えており、各エンジンユニット G U , R U それぞれが発電機 G E 1 , G E 2 のような負荷を駆動する。

30

【 0 0 1 3 】

ガスタービンエンジンユニット G U は、第 1 作動媒体 M 1 を圧縮する圧縮機 1、圧縮機 1 で圧縮された第 1 作動媒体 M 1 を加熱する加熱器である燃焼器 3、およびこの燃焼された第 1 作動媒体 M 1 から動力を取り出す第 1 タービン 5 を有している。本実施形態では、第 1 作動媒体 M 1 として空気を使用している。

【 0 0 1 4 】

圧縮機 1 は、低圧圧縮部 1 a と高圧圧縮部 1 b とからなり、これら低圧圧縮部 1 a と高圧圧縮部 1 b との間に、低圧圧縮部 1 a で圧縮された第 1 作動媒体 M 1 を冷却する排熱ボイラ 7 および中間冷却器 9 が、この順で直列に設けられている。排熱ボイラ 7 については後に詳しく説明する。これら排熱ボイラ 7 および中間冷却器 9 によって、低圧圧縮部 1 a で圧縮された第 1 作動媒体 M 1 を冷却することにより、高圧圧縮部 1 b の圧縮仕事が低減され、効率が向上する。なお、低圧圧縮部 1 a から高圧圧縮部 1 b へ向かう第 1 作動媒体 M 1 は、排熱ボイラ 7 を通さずに、中間冷却器 9 のみによって冷却してもよい。

40

【 0 0 1 5 】

圧縮機 1 から排出された高圧の第 1 作動媒体 M 1 は、燃焼器に流入する前に再生器 1 1 を通過して予熱された後に、燃焼器 3 へ送られる。再生器 1 1 は、第 1 タービン 5 からの排ガス E G を外部へ排出する通路を形成する排気ダクト 1 3 内の上流部に設けられており、高温の排ガス E G の熱を利用して、圧縮機 1 から燃焼器 3 へ向かう第 1 作動媒体 M 1 を予熱する。排気ダクト 1 3 における再生器 1 1 の下流に、排熱ボイラ 7 が設けられている。再生器 1 1 を加熱媒体として通過した排ガス E G は、さらに排熱ボイラ 7 を加熱媒体と

50

して通過した後外部へ排出される。

【0016】

ランキンサイクルエンジンユニットRUは、中間冷却器9を通過する第1作動媒体M1の熱および排熱ボイラ7で発生する熱を熱源として加熱されて気体となった第2作動媒体M2によって、第2タービン15を駆動する。第2タービン15から排出された第2作動媒体M2は、凝縮器17によって凝縮された後に再び中間冷却器9および排熱ボイラ7を通過して、第2タービン15に供給される。

【0017】

排熱ボイラ7は、蒸気発生器21およびボイラドラム23によって構成されている。凝縮器17を通過した第2作動媒体M2は、中間冷却器9とエコノマイザ25とに分岐して流入する。エコノマイザ25は、排気ダクト13内の下流部に配置されて、排ガスEGの熱によって第2作動媒体M2を予熱する。一方、中間冷却器9では、上述のように、ガスタービンユニットGUの低圧圧縮部1aで圧縮された第1作動媒体M1が被冷却媒体、すなわち加熱媒体として作用し、この第1作動媒体M1の熱によってランキンサイクルエンジンユニットRUの第2作動媒体M2が予熱される。

【0018】

本実施形態のランキンサイクルエンジンユニットRUは、第2作動媒体M2として有機物を用いるオーガニック・ランキンサイクルエンジンとして構成されている。具体的には、この例では、石油系の有機媒体、例えば、ブタンやペンタンを用いている。このように、第2作動媒体M2は、低沸点の有機媒体であるので、中間冷却器9で容易に蒸発し、過熱ガスとして排出される。

【0019】

中間冷却器9またはエコノマイザ25でそれぞれ予熱された第2作動媒体M2は、排熱ボイラ7の蒸気発生器21に流入する。蒸気発生器21は、排気ダクト13における予熱用のエコノマイザ25の上流側に配置されており、排ガスEGの熱によって第2作動媒体M2を加熱して蒸発させる。蒸気となった第2作動媒体M2は、ボイラドラム23から過熱器27に流入する。過熱器27は、排気ダクト13における蒸気発生器21の上流側で、かつ再生器11の下流側の位置に配設されており、蒸気となった第2作動媒体M2をさらに加熱して第2タービン15に送給する。なお、エコノマイザ25および過熱器27は省略してもよい。

【0020】

上記の過程において、排熱ボイラ7に流入する第2作動媒体M2の一部は、上述のように、ボイラドラム23内で、圧縮機1の低圧圧縮部1aからの第1作動媒体M1によって加熱されるので、蒸気量を増大させることが可能となる。これにより、ランキンサイクルエンジンユニットRUにおいてきわめて大きな出力を得ることができ、エンジン装置E全体としても高い効率が得られる。

【0021】

このように、ガスタービンエンジンユニットGUの2つの排熱源を組み合わせるにあたっては、例えば、図2に示すように、ガスタービンエンジンユニットGU単体としての効率最適点（低圧圧縮部1aと高圧圧縮部1b間における中間冷却器9を設ける位置）をはずすことにより、ランキンサイクルエンジンユニットRUの蒸発過程で蒸気発生量を制限する要因となるピンチポイントを効率的に回避できるようガスタービンエンジンユニットGUの設計を調整して、エンジン装置E全体としての効率を最大化することが可能である。図2の例では、低圧圧縮部1aによる圧力比が、ガスタービンエンジンユニットGU単体の効率が最大となる値よりも大きくなるように設定している。

【0022】

つまり、図3に示すように、第2作動媒体M2を中間冷却器9で予熱した場合（実線）、加熱媒体として、排ガスEGに、中間冷却器9を流れる第1作動媒体M1の流量が加わるため、加熱媒体側の交換熱量に対する温度変化（低下）量が小さくなる。これにより、ピンチポイントに至るまでに交換可能な熱量が、第2作動媒体M2を中間冷却器9で予熱

10

20

30

40

50

しない場合（破線）に比べて大幅に増大し、蒸気発生量も増大する。

【 0 0 2 3 】

また、本実施形態の変形例として、図 4 に示すように、圧縮機 1 で圧縮された第 1 作動媒体 M 1 を加熱する加熱器として、燃焼器 3 の上流側に追加して、太陽光 S L を熱源として利用するソーラー式加熱器 3 1 を設けてもよい。このように構成して、自然エネルギーである太陽光 S L を利用して第 1 作動媒体 M 1 を再度加熱することにより、エンジン装置 E の効率がさらに向上する。なお、ランキンサイクルエンジンユニット R U は、第 2 作動媒体 M 2 として水を用いる通常の蒸気タービンとして構成してもよい。

【 0 0 2 4 】

以上のように、本実施形態に係るエンジン装置 E では、ガスタービンエンジンユニット G U の第 1 タービン 5 からの排熱のみならず、圧縮機 1 を通過する第 1 作動媒体 M の熱も利用してランキンサイクルエンジンユニット R U を駆動するので、エンジン装置 E 全体としてきわめて高い効率を得ることができる。

10

【 0 0 2 5 】

以上のとおり、図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を説明したが、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、種々の追加、変更または削除が可能である。したがって、そのようなものも本発明の範囲内に含まれる。

【 符号の説明 】

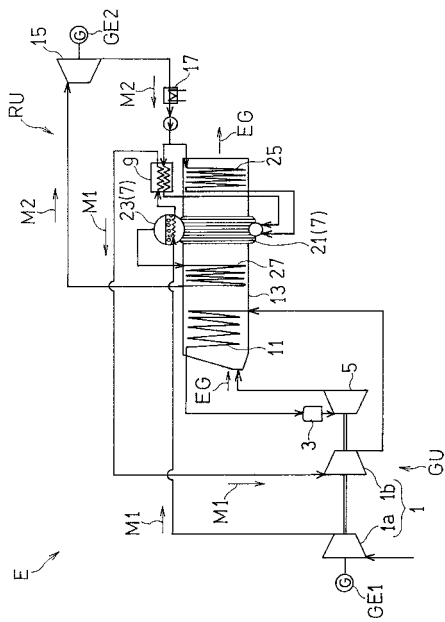
【 0 0 2 6 】

- 1 圧縮機
- 3 燃焼器（加熱器）
- 5 第 1 タービン
- 7 排熱ボイラ
- 9 中間冷却器
- 1 1 再生器
- 1 3 排気ダクト
- 3 1 ソーラー式加熱器
- E ガスタービンエンジン装置
- E G 排ガス
- G U ガスタービンエンジンユニット
- R U ランキンサイクルエンジンユニット
- M 1 第 1 作動媒体
- M 2 第 2 作動媒体

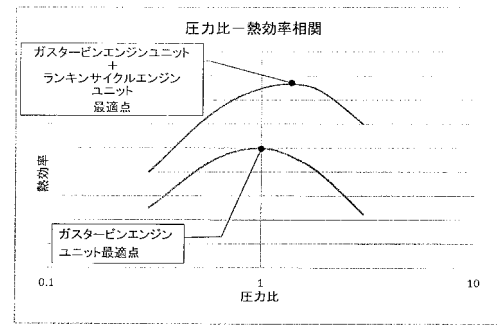
20

30

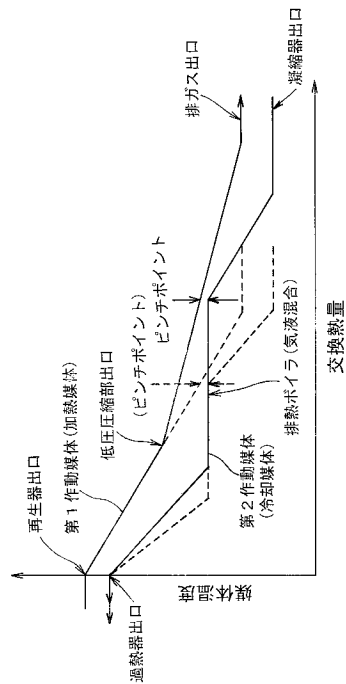
【 図 1 】



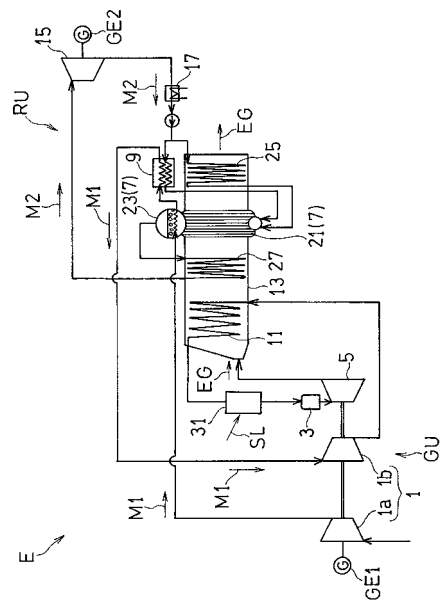
【 図 2 】



【圖 3】



【 図 4 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 0 3 G 6/00 5 0 1

(72)発明者 森下 浩志  
兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社内

(72)発明者 カーステン・クステラー  
ドイツ国, 5 2 0 7 0 アーヘン, ユーリヒャー ストラーセ 3 3 8, ベー・ウント・ペー・ア  
ゲマ・ゲーエムペーハー内

(72)発明者 ディーター・ボーン  
ドイツ国, 5 2 0 7 0 アーヘン, ユーリヒャー ストラーセ 3 3 8, ベー・ウント・ペー・ア  
ゲマ・ゲーエムペーハー内

(72)発明者 レネ・ブラウン  
ドイツ国, 5 2 0 7 0 アーヘン, ユーリヒャー ストラーセ 3 3 8, ベー・ウント・ペー・ア  
ゲマ・ゲーエムペーハー内

審査官 石黒 雄一

(56)参考文献 米国特許第04942736(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

|         |                       |
|---------|-----------------------|
| F 0 1 K | 2 3 / 0 0 - 2 7 / 0 2 |
| F 0 2 C | 1 / 0 0 - 9 / 5 8     |
| F 2 3 R | 3 / 0 0 - 7 / 0 0     |
| F 0 2 G | 1 / 0 0 - 5 / 0 4     |
| F 0 3 G | 1 / 0 0 - 7 / 1 0     |