

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-96366

(P2023-96366A)

(43)公開日 令和5年7月7日(2023.7.7)

(51)国際特許分類

F I

F 0 2 C 3/34 (2006.01)

F 0 2 C 3/34

F 0 2 C 3/30 (2006.01)

F 0 2 C 3/30

D

F 2 3 R 3/00 (2006.01)

F 2 3 R 3/00

B

F 0 2 C 7/141(2006.01)

F 0 2 C 7/141

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全8頁)

(21)出願番号 特願2021-212068(P2021-212068)

(22)出願日 令和3年12月27日(2021.12.27)

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(74)代理人 110001379

弁理士法人大島特許事務所

(72)発明者 佐藤 大輔

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式

会社本田技術研究所内

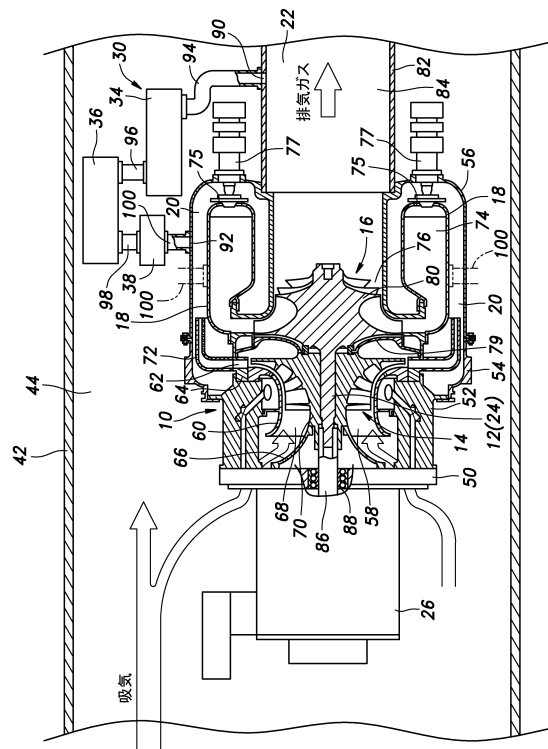
(54)【発明の名称】 ガスタービンの排気ガス再循環装置

(57)【要約】

【課題】ガスタービンにおいて、冷却装置を大型化することなく、再循環排気ガスを要求される温度にまで冷却すること。

【解決手段】ガスタービン10の燃焼室74から排出される排気ガスの一部を燃焼室74に供給する排気再循環通路20の途中に、空冷クーラ34と、ガスタービン10の潤滑油による油冷クーラ36とを設ける。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ガスタービンの排気ガス再循環装置であって、

前記ガスタービンの燃焼器から排出される排気ガスの一部を前記燃焼器に供給する排気再循環通路と、

前記排気再循環通路の途中に設けられ、前記排気再循環通路を流れる排気ガスを空気との熱交換によって冷却する空冷クーラと、

前記排気再循環通路の途中に設けられ、前記排気再循環通路を流れる排気ガスを前記ガスタービンの潤滑油との熱交換によって冷却する油冷クーラとを有するガスタービンの排気ガス再循環装置。

10

**【請求項 2】**

前記空冷クーラは前記油冷クーラよりも上流側に配置されている請求項 1 に記載のガスタービンの排気ガス再循環装置。

**【請求項 3】**

前記ガスタービンを外囲し、前記ガスタービンとの間にファンダクトを画定するシェルと、

前記ファンダクト内に冷却風を発生するべく所定の駆動源により駆動される送風ファンとを有し、

前記空冷クーラは前記冷却風により前記排気ガスを冷却する請求項 1 又は 2 に記載のガスタービンの排気ガス再循環装置。

20

**【請求項 4】**

前記空冷クーラ及び前記油冷クーラは、前記ガスタービンの外側にて、前記ガスタービンの周方向に沿って配列されている請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載のガスタービンの排気ガス再循環装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ガスタービンの排気ガス再循環装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

ガスタービンにおいて、ガスタービンから排出される排気ガス中の $\text{NO}_x$ を低減するために、排気ガスの一部を吸気系に供給する排気ガス再循環装置が知られている。ガスタービンの排気ガス再循環装置では、吸気系に供給する排気ガス（以下、再循環排気ガスと言うことがある）がガスタービンの燃焼プロセスに悪影響を与えないように、再循環排気ガスを冷却装置によって冷却することが行われている（例えば、特許文献 1、2）。

30

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特許第 5715753 号公報

【特許文献 2】特許第 5787838 号公報

40

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

ガスタービンから排出される排気ガスは高温であるため、再循環排気ガスを、ガスタービンの燃焼プロセスに悪影響を与えない温度にまで冷却するためには、大型の冷却装置が必要になる。しかし、大型の冷却装置を設けると、排気ガス再循環装置のコスト及び重量が増加し、スペース効率も低下する。

**【0005】**

本発明は、以上の背景に鑑み、冷却装置を大型化することなく、再循環排気ガスを要求される温度にまで冷却することを課題とする。

50

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

上記課題を解決するために本発明のある態様は、ガスタービン(10)の排気ガス再循環装置であって、前記ガスタービンの燃焼器(18)から排出される排気ガスの一部を前記燃焼器に供給する排気再循環通路(32)と、前記排気再循環通路の途中に設けられ、前記排気再循環通路を流れる排気ガスを空気との熱交換によって冷却する空冷クーラ(34)と、前記排気再循環通路の途中に設けられ、前記排気再循環通路を流れる排気ガスを前記ガスタービンの潤滑油との熱交換によって冷却する油冷クーラ(36)とを有する。

**【0007】**

この態様によれば、空冷クーラだけである場合、或いは油冷クーラだけである場合に比して冷却装置を大型化することなく、再循環排気ガスが要求される温度にまで冷却される。

10

**【0008】**

上記の態様において、好ましくは、前記空冷クーラは前記排気再循環通路を流れる排気ガスの流れを見て前記油冷クーラよりも上流に配置されている。

**【0009】**

この態様によれば、油冷クーラには空冷クーラによって冷却された排気ガスが流れるから、油冷クーラが空冷クーラより上流側にある場合に比して油冷クーラの冷却負荷が低減される。これにより、油冷クーラの小型化が図られると共にガスタービンの潤滑油が過剰に高温になることが回避される。

20

**【0010】**

上記の態様において、好ましくは、前記ガスタービンを外囲し、前記ガスタービンとの間にファンダクト(44)を画定するシェル(42)と、前記ファンダクト内に冷却風を発生するべく所定の駆動源により駆動される送風ファン(48)とを有し、前記空冷クーラは前記冷却風により前記排気ガスを冷却する。

**【0011】**

この態様によれば、空冷クーラによる排気ガスの冷却効率が向上し、空冷クーラの小型化が図られる。或いは、空冷クーラによる排気ガスの温度低下量が大きくなり、油冷クーラの小型化が図られる。

**【0012】**

上記の態様において、好ましくは、前記空冷クーラ及び前記油冷クーラは、前記ガスタービンの外側にて、前記ガスタービンの周方向に沿って配列されている。

30

**【0013】**

この態様によれば、ガスタービンの外方に設けられる空冷クーラ及び油冷クーラの配置のための占有スペース、特に径方向スペースが、空冷クーラ及び油冷クーラがガスタービンの径方向に沿って配列されている場合に比して小さくて済む。

**【発明の効果】****【0014】**

以上の態様によれば、冷却装置を大型化することなく、再循環排気ガスを要求される温度にまで冷却することができる。

40

**【図面の簡単な説明】****【0015】**

**【図1】**本発明による排気ガス再循環装置を取り付けられたガスタービンの一つの実施形態を示す概略図

**【図2】**本実施形態の排気ガス再循環装置を取り付けられたガスタービンの断面図

**【図3】**他の実施形態の排気ガス再循環装置を取り付けられたガスタービンの断面図

**【発明を実施するための形態】****【0016】**

以下、図面を参照して、本発明に係るガスタービンの排気ガス再循環装置の実施形態について説明する。

50

## 【 0 0 1 7 】

先ず、図 1 を参照して本実施形態の排気ガス再循環装置を取り付けられたガスタービンの概要を説明する。

## 【 0 0 1 8 】

ガスタービン 1 0 は、回転軸 1 2 によって互いに同軸上に連結されたコンプレッサ 1 4 及びタービン 1 6 と、燃焼器 1 8 とを有する。コンプレッサ 1 4 は、吸入空気を圧縮加圧し、圧縮加圧された吸入空気を吸気（抽気）通路 2 0 によって燃焼器 1 8 に供給する。燃焼器 1 8 は、吸入空気と燃料との混合気を燃焼させ、高圧の燃焼ガスを発生する。燃焼ガスはタービン 1 6 を回転駆動する。タービン 1 6 を回転駆動した燃焼ガスは排気ガスとして排気ガス通路 2 2 から大気中に排出される。

10

## 【 0 0 1 9 】

タービン 1 6 の出力軸 2 4 には発電機 2 6 が連結されている。これにより、発電機 2 6 はガスタービン 1 0 によって回転駆動され、発電を行う。ガスタービン 1 0 は発電機 2 6 と共にガスタービン発電プラントをなす。

## 【 0 0 2 0 】

ガスタービン 1 0 には排気再循環装置 3 0 が取り付けられている。排気再循環装置 3 0 は、排気ガス通路 2 2 から排気ガスの一部（再循環排気ガス）を吸気通路 2 0 に供給する排気再循環通路（EGR 通路）3 2 を有する。EGR 通路 3 2 の途中には、排気再循環通路 3 2 を流れる排気ガスの流れで見て上流側から順に、空冷クーラ 3 4、油冷クーラ 3 6 及び EGR 制御弁 3 8 が設けられている。

20

## 【 0 0 2 1 】

空冷クーラ 3 4 は EGR 通路 3 2 を流れる再循環排気ガスを空気（冷却空気）との熱交換によって冷却する。空冷クーラ 3 4 としては、ラジエータや、再循環排気ガスが流れる複数のパイプが各々冷却空気流に曝されるように互いに並列接続された構造のものが用いられてよい。

## 【 0 0 2 2 】

これにより、EGR 通路 3 2 を流れる再循環排気ガスは、先ず、空冷クーラ 3 4 によって冷却され、その後、油冷クーラ 3 6 によって冷却される。

## 【 0 0 2 3 】

油冷クーラ 3 6 は、EGR 通路 3 2 を流れる再循環排気ガスをガスタービン 1 0 の潤滑油との熱交換によって冷却する。ガスタービン 1 0 の潤滑油は、ガスタービン 1 0 の内部を循環し、ガスタービン 1 0 の回転部の軸受等の潤滑を行う。油冷クーラ 3 6 としては、潤滑油が流れる複数のパイプが各々再循環排気ガスに曝されるように互いに並列接続された構造のものが用いられてよい。

30

## 【 0 0 2 4 】

EGR 制御弁 3 8 は、電磁式の流量制御弁であり、EGR 制御装置 4 0 により制御される。EGR 制御装置 4 0 は、電子制御式のものであり、ガスタービン 1 0 の運転状態に応じた流量をもって排気ガス再循環が行われるべく、EGR 制御弁 3 8 を制御する。

## 【 0 0 2 5 】

これにより、EGR 通路 3 2 を流れる再循環排気ガスは、先ず、空冷クーラ 3 4 によって冷却され、その後油冷クーラ 3 6 によって冷却される。この再循環排気ガスは空冷クーラ 3 4 及び油冷クーラ 3 6 によって冷却された後に EGR 制御弁 3 8 によって流量を調節される。

40

## 【 0 0 2 6 】

ガスタービン 1 0 は筒状のシェル 4 2 内に配置されている。シェル 4 2 は、ガスタービン 1 0 を外囲し、ガスタービン 1 0 との間にファンダクト（冷却風通路）4 4 を画定している。ファンダクト 4 4 には空冷クーラ 3 4 及び油冷クーラ 3 6 が配置されている。

## 【 0 0 2 7 】

ファンダクト 4 4 内には、発電機 2 6 の回転軸 4 6、換言すると、タービン 1 6 によって回転駆動される送風ファン 4 8 が設けられている。送風ファン 4 8 はファンダクト 4 4

50

内に冷却風を発生する。冷却風は空冷クーラ 3 4 へ向けて流れる。空冷クーラ 3 4 は送風ファン 4 8 が発生する冷却風により強制空冷式に再循環排気ガスを冷却する。

【 0 0 2 8 】

これにより空冷クーラ 3 4 の冷却効率が向上し、空冷クーラ 3 4 の小型化が図られる。或いは、空冷クーラ 3 4 による排気ガスの温度低下量が大きくなり、油冷クーラ 3 6 の小型化が図られる。

【 0 0 2 9 】

次に、図 2 を参照して本実施形態の排気ガス再循環装置を取り付けられたガスタービンの構成を詳細に説明する。なお、図 2 において、図 1 に対応する部分は、図 1 に付した符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。

10

【 0 0 3 0 】

ガスタービン 1 0 は、軸線方向に順に連結された前部端板 5 0 と前部ハウジング 5 2 と中間ハウジング 5 4 と後部ハウジング 5 6 とを有する。

【 0 0 3 1 】

コンプレッサ 1 4 は、遠心式のものであり、前部ハウジング 5 2 に取り付けられてコンプレッサ室 5 8 を画定するコンプレッサハウジング 6 0 及び抽気出口 6 2 を画定する抽気出口部材 6 4 と、前部端板 5 0 に取り付けられた空気取入案内内部材 6 6 とを有する。空気取入案内内部材 6 6 はコンプレッサハウジング 6 0 と協働して空気取入口 6 8 を画定している。コンプレッサ室 5 8 には回転軸 1 2 に取り付けられたコンプレッサホイール 7 0 が回転可能に配置されている。コンプレッサホイール 7 0 は回転軸 1 2 により回転駆動される

20

【 0 0 3 2 】

抽気出口部材 6 4 にはディフューザ 7 2 が取り付けられている。後部ハウジング 5 6 内にはガスタービン 1 0 の中心軸線周りに複数の燃焼器 1 8 が設けられている。各燃焼器 1 8 は燃焼室 7 4 を画定している。各燃焼器 1 8 には噴射ノズル 7 7 が取り付けられている。噴射ノズル 7 7 は燃焼室 7 4 に燃料を噴射する。後部ハウジング 5 6 はディフューザ 7 2 から各燃焼器 1 8 の吸気取入口 7 5 に吸気（抽気）を導く吸気通路 2 0 を画定している。

【 0 0 3 3 】

各燃焼室 7 4 では、噴射ノズル 7 7 により燃焼室 7 4 に噴射された燃料とコンプレッサ 1 4 からの吸入空気との混合気が燃焼し、高圧の燃焼ガスが発生する。

30

【 0 0 3 4 】

タービン 1 6 は、遠心式のものであり、後部ハウジング 5 6 の内側部分によって画定されたタービン室 7 6 を有する。タービン室 7 6 は隔壁部材 7 9 によってコンプレッサ室 5 8 と隔てられている。タービン室 7 6 には回転軸 1 2 を一体的に有するタービンホイール 8 0 が回転可能に配置されている。

【 0 0 3 5 】

タービンホイール 8 0 は各燃焼室 7 4 からタービン室 7 8 に噴出した燃焼ガスを噴き付けられることにより回転し、出力軸 2 4 を兼ねている回転軸 1 2 を回転駆動する。タービン室 7 8 に噴出した燃焼ガスは、タービンホイール 8 0 の回転に供されたのち、排気ガスとして後部ハウジング 5 6 に連結されている排気管 8 2 の排気通路 8 4 に排出される。

40

【 0 0 3 6 】

回転軸 1 2 には発電機 2 6 のロータ軸 8 6 が同軸に連結されている。ロータ軸 8 6 は前部端板 5 0 を軸線方向に貫通して延在している。前部端板 5 0 は軸受 8 8 によってロータ軸 8 6 を回転可能に支持している。これにより、回転軸 1 2 はロータ軸 8 6 を介して前部端板 5 0 より回転可能に支持される。

【 0 0 3 7 】

排気管 8 2 には E G R のための排気ガス取出口 9 0 が形成されている。後部ハウジング 5 6 には E G R のための排気ガス供給口 9 2 が形成されている。排気ガス取出口 9 0 と排気ガス供給口 9 2 との間には、E G R 供給管 9 4、空冷クーラ 3 4、E G R 供給管 9 6、

50

油冷クーラ 36、EGR 供給管 98、EGR 制御弁 38 及び EGR 供給管 100 が順に接続されている。EGR 供給管 94、96、98、100 が図 1 の EGR 通路 32 をなす。

【0038】

これにより、排気通路 84 を流れる排気ガスの一部が、再循環排気ガスとして、排気ガス取出口 90 から EGR 供給管 94、空冷クーラ 34、EGR 供給管 96、油冷クーラ 36、EGR 供給管 98、EGR 制御弁 38 及び EGR 供給管 100 を順に流れて排気ガス供給口 92 に至り、吸気通路 20 に供給される。

【0039】

吸気通路 20 に供給される再循環排気ガスは、吸気通路 20 を流れる排気ガスと共に燃焼室 74 に供給される。これにより、排気ガス中の NOx の低減が図られる。

10

【0040】

排気ガス取出口 90 から EGR 供給管 94 に取り出された再循環排気ガスは、先ず空冷クーラ 34 によって冷却される。空冷クーラ 34 によって冷却された再循環排気ガスは、次に油冷クーラ 36 によって冷却される。

【0041】

これにより、空冷クーラ 34 だけである場合、或いは油冷クーラ 36 だけである場合に比して各クーラを大型化することなく、再循環排気ガスが要求される温度にまで冷却される。

【0042】

空冷クーラ 34 は、オイルが油冷クーラ 36 よりも軽量であり、大型化されても、油冷クーラ 36 に比して重量増加が少ない。このことにより、空冷クーラ 34 を油冷クーラ 36 に比して大型化することにより、空冷クーラ 34 による再循環排気ガスの冷却度合いを、油冷クーラ 36 による再循環排気ガスの冷却度合いより大きくしても、重量増加を抑えて再循環排気ガスを要求される温度にまで冷却することができる。

20

【0043】

油冷クーラ 36 には空冷クーラ 34 によって冷却された排気ガスが流れるから、油冷クーラ 36 が空冷クーラ 34 より上流側にある場合に比して油冷クーラ 36 の冷却負荷が低減される。これにより、油冷クーラ 36 の小型化が図られると共にガスタービン 10 の潤滑油が過剰に高温になることが回避される。

【0044】

次に、図 3 を参照して他の実施形態の排気ガス再循環装置を取り付けられたガスタービンの構成を詳細に説明する。なお、図 3 において、図 2 に対応する部分は、図 2 に付した符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。

30

【0045】

この実施形態では、空冷クーラ 34、油冷クーラ 36 及び EGR 制御弁 38 がガスタービン 10 の外側にて、ガスタービン 10 の周方向に沿って配列されている。

【0046】

この構成によれば、ガスタービン 10 の外方に設けられる空冷クーラ 34、油冷クーラ 36 及び EGR 制御弁 38 の配置のための占有スペース、特に径方向スペースが、空冷クーラ 34、油冷クーラ 36 及び EGR 制御弁 38 がガスタービン 10 の径方向に沿って配列されている場合に比して小さくて済む。

40

【0047】

以上で具体的な実施形態の説明を終えるが、本発明は上記実施形態や変形例に限定されることなく、幅広く変形実施することができる。例えば、再循環排気ガスは、図 1 に仮想線により示されている EGR 供給管 100 によって、吸気通路 20 に代えても燃焼室 74 に供給されてもよい。送風ファン 48 の回転駆動は、タービン 16 に限られることなく、図 1 に仮想線により示されているように、電動機 102 によって行われてもよい。

【符号の説明】

【0048】

10 : ガスタービン

50

1 2	: 回転軸	
1 4	: コンプレッサ	
1 6	: タービン	
1 8	: 燃焼器	
2 0	: 吸気通路	
2 2	: 排気ガス通路	
2 4	: 出力軸	
2 6	: 発電機	
3 0	: 排気再循環装置	
3 2	: 排気再循環通路 ( E G R 通路 )	10
3 4	: 空冷クーラ	
3 6	: 油冷クーラ	
3 8	: E G R 制御弁	
4 0	: E G R 制御装置	
4 2	: シェル	
4 4	: ファンダクト	
4 6	: 回転軸	
4 8	: 送風ファン	
5 0	: 前部端板	
5 2	: 前部ハウジング	20
5 4	: 中間ハウジング	
5 6	: 後部ハウジング	
5 8	: コンプレッサ室	
6 0	: コンプレッサハウジング	
6 2	: 抽気出口	
6 4	: 抽気出口部材	
6 6	: 空気取入案内部材	
6 8	: 空気取入口	
7 0	: コンプレッサホイール	
7 2	: ディフューザ	30
7 4	: 燃焼室	
7 5	: 吸気取入口	
7 6	: タービン室	
7 7	: 噴射ノズル	
7 8	: タービン室	
7 9	: 隔壁部材	
8 0	: タービンホイール	
8 2	: 排気管	
8 4	: 排気通路	
8 6	: ロータ軸	40
8 8	: 軸受	
9 0	: 排気ガス取出口	
9 2	: 排気ガス供給口	
9 4	: 排気ガ E G R 供給管	
9 6	: E G R 供給管	
9 8	: E G R 供給管	
1 0 0	: E G R 供給管	
1 0 2	: 電動機	

