

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5297114号
(P5297114)

(45) 発行日 平成25年9月25日 (2013. 9. 25)

(24) 登録日 平成25年6月21日 (2013. 6. 21)

(51) Int. Cl.

F 1

F O 2 C 7/18 (2006. 01)

F O 2 C 7/18

E

F O 2 C 9/18 (2006. 01)

F O 2 C 9/18

請求項の数 10 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2008-203234 (P2008-203234)
 (22) 出願日 平成20年8月6日 (2008. 8. 6)
 (65) 公開番号 特開2010-38071 (P2010-38071A)
 (43) 公開日 平成22年2月18日 (2010. 2. 18)
 審査請求日 平成23年6月7日 (2011. 6. 7)

(73) 特許権者 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都港区港南二丁目1番5号
 (74) 代理人 100112737
 弁理士 藤田 考晴
 (74) 代理人 100118913
 弁理士 上田 邦生
 (72) 発明者 久保田 哲郎
 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号
 三菱重工業株式会社 高砂製作所内
 (72) 発明者 ▲高▼橋 達治
 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号
 三菱重工業株式会社 高砂製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃焼用空気を圧縮する圧縮部と、

この圧縮部から送られてきた高压空気中に燃料を噴射して燃焼させ、高温燃焼ガスを発生させる燃焼部と、

この燃焼部の下流側に位置し、前記燃焼部を出た燃焼ガスにより駆動されるタービン部と、

前記圧縮部と燃焼部とタービン部とを内部に収容するガスタービン車室と、

前記圧縮部の途中から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する静翼の内部に導く静翼系冷却空気系統と、

前記圧縮部の出口部から圧縮空気を前記ガスタービン車室の外部に抽出する車室抽気系統とを備えたガスタービンであって、

前記静翼系冷却空気系統の途中と前記車室抽気系統の途中とが連通路を介して接続されており、

この連通路の途中に流量制御手段が接続されているとともに、

前記静翼系冷却空気系統の途中に、通過する圧縮空気を冷却するクーラが接続されており、

ターンダウン運転時に前記流量制御手段が開かれ、前記圧縮部の前記出口部から抽出された圧縮空気が前記静翼系冷却空気系統に投入されることを特徴とするガスタービン。

【請求項 2】

10

20

前記連通路の下流端が接続された合流点よりも上流側に位置する前記静翼系冷却空気系統に、逆流防止手段が接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載のガスタービン。

【請求項 3】

燃焼用空気を圧縮する圧縮部と、

この圧縮部から送られてきた高圧空気中に燃料を噴射して燃焼させ、高温燃焼ガスを発生させる燃焼部と、

この燃焼部の下流側に位置し、前記燃焼部を出た燃焼ガスにより駆動されるタービン部と、

前記圧縮部の低圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する低圧段の静翼の内部に導く第 1 の静翼系冷却空気系統と、

前記圧縮部の高圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する高圧段の静翼の内部に導く第 2 の静翼系冷却空気系統とを備えたガスタービンであって、

前記第 1 の静翼系冷却空気系統の途中と前記第 2 の静翼系冷却空気系統の途中とが連通路を介して接続されており、

ターンダウン運転時に、前記圧縮部の前記高圧段から抽出された圧縮空気が、前記第 1 の静翼系冷却空気系統に投入されることを特徴とするガスタービン。

【請求項 4】

前記連通路の下流端が接続された合流点よりも上流側に位置する前記第 1 の静翼系冷却空気系統に、逆流防止手段が接続されていることを特徴とする請求項 3 に記載のガスタービン。

【請求項 5】

燃焼用空気を圧縮する圧縮部と、

この圧縮部から送られてきた高圧空気中に燃料を噴射して燃焼させ、高温燃焼ガスを発生させる燃焼部と、

この燃焼部の下流側に位置し、前記燃焼部を出た燃焼ガスにより駆動されるタービン部と、

前記圧縮部の低圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する低圧段の静翼の内部に導く第 1 の静翼系冷却空気系統と、

前記圧縮部の中圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する中圧段の静翼の内部に導く第 2 の静翼系冷却空気系統と、

前記圧縮部の高圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する高圧段の静翼の内部に導く第 3 の静翼系冷却空気系統とを備えたガスタービンであって、

前記第 2 の静翼系冷却空気系統の途中と前記第 3 の静翼系冷却空気系統の途中とが連通路を介して接続されており、

ターンダウン運転時には、前記圧縮部の前記高圧段から抽出された圧縮空気が、前記第 2 の静翼系冷却空気系統に投入されることを特徴とするガスタービン。

【請求項 6】

前記連通路の下流端が接続された合流点よりも上流側に位置する前記第 2 の静翼系冷却空気系統に、逆流防止手段が接続されていることを特徴とする請求項 5 に記載のガスタービン。

【請求項 7】

燃焼用空気を圧縮する圧縮部と、

この圧縮部から送られてきた高圧空気中に燃料を噴射して燃焼させ、高温燃焼ガスを発生させる燃焼部と、

この燃焼部の下流側に位置し、前記燃焼部を出た燃焼ガスにより駆動されるタービン部と、

前記圧縮部の低圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する低圧段の静翼の内部に導く第 1 の静翼系冷却空気系統と、

前記圧縮部の中圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する中圧段の静翼の内部に導く第 2 の静翼系冷却空気系統と、

前記圧縮部の高圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する高圧段の静翼の内部に導く第3の静翼系冷却空気系統とを備えたガスタービンであって、

前記第1の静翼系冷却空気系統の途中と前記第2の静翼系冷却空気系統の途中または前記第3の静翼系冷却空気系統の途中とが連通路を介して接続されており、

ターンダウン運転時には、前記圧縮部の前記高圧段または前記中圧段から抽出された圧縮空気が、前記第1の静翼系冷却空気系統に投入されることを特徴とするガスタービン。

【請求項8】

前記連通路の下流端が接続された合流点よりも上流側に位置する前記第1の静翼系冷却空気系統に、逆流防止手段が接続されていることを特徴とする請求項7に記載のガスタービン。

【請求項9】

燃焼用空気を圧縮する圧縮部と、

この圧縮部から送られてきた高圧空気中に燃料を噴射して燃焼させ、高温燃焼ガスを発生させる燃焼部と、

この燃焼部の下流側に位置し、前記燃焼部を出た燃焼ガスにより駆動されるタービン部と、

前記圧縮部の少なくとも2箇所の圧力の異なる位置から抽出された圧縮空気を、抽出された圧縮空気の圧力に応じて前記タービン部を構成する静翼の内部にそれぞれ導く少なくとも2つの静翼系冷却空気系統とを備えたガスタービンであって、

前記少なくとも2つの静翼系冷却空気系統が連通路を介して接続されており、

ターンダウン運転時には、前記少なくとも2つの静翼系冷却空気系統のうち比較的高圧の静翼系冷却空気系統から比較的低圧の冷却空気系統に前記連通路を介して前記圧縮空気が投入されることを特徴とするガスタービン。

【請求項10】

前記連通路の下流端が接続された合流点よりも上流側に位置する前記比較的低圧の静翼系冷却空気系統に、逆流防止手段が接続されていることを特徴とする請求項9に記載のガスタービン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスタービンに関するものであり、より具体的には、ターンダウン運転（部分負荷運転あるいは低負荷運転）可能なガスタービンに関するものである。

【背景技術】

【0002】

ターンダウン運転可能なガスタービンとしては、例えば、特許文献1に開示されたものが知られている。

【特許文献1】特開2007-182883号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ガスタービンが高負荷で運転される場合は、ガスタービンのタービン入口温度（燃焼器出口温度）は高い温度に維持されるため、ガスタービンのCO（一酸化炭素）排出量は低く抑えられる。しかし、低負荷運転あるいは部分負荷運転の場合は、タービン入口温度を下げるとCO排出量が増大する場合がある。このため、上記特許文献1では、低負荷でもタービン入口温度を高く維持することができる方法が開示されている。

しかしながら、上記特許文献1に開示されたガスタービンでは、燃焼器に入る前の作動流体経路から抽出された空気を、燃焼器出口の下流に位置する作動流体経路に押し込むための配管およびブースターポンプ等を追設する（新設する）必要があり、ガスタービンの系統および運用が複雑化し、製造費および保守点検費が高騰化してしまうといった問題点がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる、ターンダウン運転可能なガスタービン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】

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用した。

本発明に係るガスタービンは、燃焼用空気を圧縮する圧縮部と、この圧縮部から送られてきた高圧空気中に燃料を噴射して燃焼させ、高温燃焼ガスを発生させる燃焼部と、この燃焼部の下流側に位置し、前記燃焼部を出た燃焼ガスにより駆動されるタービン部と、前記圧縮部と燃焼部とタービン部とを内部に収容するガスタービン車室と、前記圧縮部の途中から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する静翼の内部に導く静翼系冷却空気系統と、前記圧縮部の出口部から圧縮空気を前記ガスタービン車室の外部に抽出する車室抽気系統とを備えたガスタービンであって、前記静翼系冷却空気系統の途中と前記車室抽気系統の途中とが連通路を介して接続されており、この連通路の途中に流量制御手段が接続されているとともに、前記静翼系冷却空気系統の途中に、通過する圧縮空気を冷却するクーラが接続されており、ターンダウン運転時に前記流量制御手段が開かれ、前記圧縮部の前記出口部から抽出された圧縮空気が前記静翼系冷却空気系統に投入される。

【 0 0 0 6 】

本発明に係るガスタービンによれば、既存の静翼系冷却空気系統と車室抽気系統とを利用することにより、ターンダウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、ターンダウン運転時には、流量制御手段（例えば、制御弁）が開かれ、圧縮部の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統および静翼を通してタービン部の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

さらに、ターンダウン運転時には、圧縮部の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統および車室抽気系統を通してタービン部に投入されることとなるので、ターンダウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部を構成する部品の延命化を図ることができる。

【 0 0 0 7 】

上記ガスタービンにおいて、前記連通路の下流端が接続された合流点よりも上流側に位置する前記静翼系冷却空気系統に、逆流防止手段が接続されているとさらに好適である。

【 0 0 0 8 】

このようなガスタービンによれば、連通路および流量制御手段（例えば、制御弁）を介して静翼系冷却空気系統の上流側に導かれた圧縮空気の、合流点から圧縮部に向かう流れは、逆流防止手段（例えば、逆止弁）により阻止されることとなるので、合流点から圧縮部への逆流を確実に防止することができる。

【 0 0 0 9 】

本発明に係るガスタービンは、燃焼用空気を圧縮する圧縮部と、この圧縮部から送られてきた高圧空気中に燃料を噴射して燃焼させ、高温燃焼ガスを発生させる燃焼部と、この燃焼部の下流側に位置し、前記燃焼部を出た燃焼ガスにより駆動されるタービン部と、前記圧縮部の低圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する低圧段の静翼の内部に導く第1の静翼系冷却空気系統と、前記圧縮部の高圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する高圧段の静翼の内部に導く第2の静翼系冷却空気系統とを備えたガスタービンであって、前記第1の静翼系冷却空気系統の途中と前記第2の静翼系冷却空気系統の途中とが連通路を介して接続されており、ターンダウン運転時に、前記圧縮部の前記高圧段から抽出された圧縮空気が、前記第1の静翼系冷却空気系統に投入される。

【 0 0 1 0 】

本発明に係るガスタービンによれば、既存の静翼系冷却空気系統を利用することにより、ターンダウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、ターンダウン運転時には、圧縮部の高圧段から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部をバイパスするとともに、第1の静翼系冷却空気系統および静翼（例えば、第4段静翼）を通してタービン部の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

さらに、ターンダウン運転時には、圧縮部の高圧段から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部をバイパスするとともに、第1の静翼系冷却空気系統および静翼（例えば、第4段静翼）を通してタービン部に投入されることとなるので、ターンダウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部を構成する部品の延命化を図ることができる。

10

【 0 0 1 1 】

上記ガスタービンにおいて、前記連通路の下流端が接続された合流点よりも上流側に位置する前記第1の静翼系冷却空気系統に、逆流防止手段が接続されているとさらに好適である。

【 0 0 1 2 】

このようなガスタービンによれば、連通路を介して第1の静翼系冷却空気系統の途中に導かれた圧縮空気の、合流点から圧縮部に向かう流れは、逆流防止手段（例えば、逆止弁）逆止弁により阻止されることとなるので、合流点から圧縮部への逆流を確実に防止することができる。

20

【 0 0 1 3 】

本発明に係るガスタービンは、燃焼用空気を圧縮する圧縮部と、この圧縮部から送られてきた高圧空気中に燃料を噴射して燃焼させ、高温燃焼ガスを発生させる燃焼部と、この燃焼部の下流側に位置し、前記燃焼部を出た燃焼ガスにより駆動されるタービン部と、前記圧縮部の低圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する低圧段の静翼の内部に導く第1の静翼系冷却空気系統と、前記圧縮部の中圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する中圧段の静翼の内部に導く第2の静翼系冷却空気系統と、前記圧縮部の高圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する高圧段の静翼の内部に導く第3の静翼系冷却空気系統とを備えたガスタービンであって、前記第2の静翼系冷却空気系統の途中と前記第3の静翼系冷却空気系統の途中とが連通路を介して接続されており、ターンダウン運転時には、前記圧縮部の前記高圧段から抽出された圧縮空気が、前記第2の静翼系冷却空気系統に投入される。

30

【 0 0 1 4 】

本発明に係るガスタービンによれば、既存の静翼系冷却空気系統を利用することにより、ターンダウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、ターンダウン運転時には、圧縮部の高圧段から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部をバイパスするとともに、第2の静翼系冷却空気系統および静翼（例えば、第3段静翼）を通してタービン部の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

40

さらに、ターンダウン運転時には、圧縮部の高圧段から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部をバイパスするとともに、第2の静翼系冷却空気系統および静翼（例えば、第3段静翼）を通してタービン部に投入されることとなるので、ターンダウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部を構成する部品の延命化を図ることができる。

【 0 0 1 5 】

50

上記ガスタービンにおいて、前記連通路の下流端が接続された合流点よりも上流側に位置する前記第2の静翼系冷却空気系統に、逆流防止手段が接続されているとさらに好適である。

【0016】

このようなガスタービンによれば、連通路を介して第2の静翼系冷却空気系統の途中に導かれた圧縮空気の、合流点から圧縮部に向かう流れは、逆流防止手段（例えば、逆止弁）により阻止されることとなるので、合流点から圧縮部への逆流を確実に防止することができる。

【0017】

本発明に係るガスタービンは、燃焼用空気を圧縮する圧縮部と、この圧縮部から送られてきた高圧空気中に燃料を噴射して燃焼させ、高温燃焼ガスを発生させる燃焼部と、この燃焼部の下流側に位置し、前記燃焼部を出た燃焼ガスにより駆動されるタービン部と、前記圧縮部の低圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する低圧段の静翼の内部に導く第1の静翼系冷却空気系統と、前記圧縮部の中圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する中圧段の静翼の内部に導く第2の静翼系冷却空気系統と、前記圧縮部の高圧段から抽出された圧縮空気を、前記タービン部を構成する高圧段の静翼の内部に導く第3の静翼系冷却空気系統とを備えたガスタービンであって、前記第1の静翼系冷却空気系統の途中と前記第2の静翼系冷却空気系統の途中または前記第3の静翼系冷却空気系統の途中とが連通路を介して接続されており、ターンダウン運転時には、前記圧縮部の前記高圧段または前記中圧段から抽出された圧縮空気が、前記第1の静翼系冷却空気系統に投入される。

【0018】

本発明に係るガスタービンによれば、既存の静翼系冷却空気系統を利用することにより、ターンダウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、ターンダウン運転時には、圧縮部の高圧段または中圧段から抽出された（高圧または中圧の）圧縮空気が、燃焼部をバイパスするとともに、第1の静翼系冷却空気系統および静翼（例えば、第4段静翼）を通してタービン部の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

さらに、ターンダウン運転時には、圧縮部の高圧段または中圧段から抽出された（高圧または中圧の）圧縮空気が、燃焼部をバイパスするとともに、第1の静翼系冷却空気系統および静翼（例えば、第4段静翼）を通してタービン部に投入されることとなるので、ターンダウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部を構成する部品の延命化を図ることができる。

【0019】

上記ガスタービンにおいて、前記連通路の下流端が接続された合流点よりも上流側に位置する前記第1の静翼系冷却空気系統に、逆流防止手段が接続されているとさらに好適である。

【0020】

このようなガスタービンによれば、連通路を介して第1の静翼系冷却空気系統の途中に導かれた圧縮空気の、合流点から圧縮部に向かう流れは、逆流防止手段（例えば、逆止弁）逆止弁により阻止されることとなるので、合流点から圧縮部への逆流を確実に防止することができる。

【0021】

本発明に係るガスタービンは、燃焼用空気を圧縮する圧縮部と、この圧縮部から送られてきた高圧空気中に燃料を噴射して燃焼させ、高温燃焼ガスを発生させる燃焼部と、この燃焼部の下流側に位置し、前記燃焼部を出た燃焼ガスにより駆動されるタービン部と、前記圧縮部の少なくとも2箇所の圧力の異なる位置から抽出された圧縮空気を、抽出された圧縮空気の圧力に応じて前記タービン部を構成する静翼の内部にそれぞれ導く少なくとも

2つの静翼系冷却空気系統とを備えたガスタービンであって、前記少なくとも2つの静翼系冷却空気系統が連通路を介して接続されており、ターンダウン運転時には、前記少なくとも2つの静翼系冷却空気系統のうち比較的高圧の静翼系冷却空気系統から比較的低圧の冷却空気系統に前記連通路を介して前記圧縮空気が投入される。

【0022】

本発明に係るガスタービンによれば、既存の静翼系冷却空気系統を利用することにより、ターンダウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、ターンダウン運転時には、圧縮部から抽出された圧縮空気が、燃焼部をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統および静翼（例えば、第4段静翼）を通してタービン部の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

10

さらに、ターンダウン運転時には、圧縮部から抽出された圧縮空気が、燃焼部をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統および静翼（例えば、第4段静翼）を通してタービン部に投入されることとなるので、ターンダウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部を構成する部品の延命化を図ることができる。

【0023】

上記ガスタービンにおいて、前記連通路の下流端が接続された合流点よりも上流側に位置する前記比較的低圧の静翼系冷却空気系統に、逆流防止手段が接続されているとさらに好適である。

20

【0024】

このようなガスタービンによれば、連通路を介して静翼系冷却空気系統の途中に導かれた圧縮空気の、合流点から圧縮部に向かう流れは、逆流防止手段（例えば、逆止弁）逆止弁により阻止されることとなるので、合流点から圧縮部への逆流を確実に防止することができる。

【発明の効果】

【0025】

本発明に係るターンダウン運転可能なガスタービンによれば、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができるという効果を奏する。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明の第1実施形態に係るガスタービンについて、図1を参照しながら説明する。図1は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図1に示すように、本実施形態に係るガスタービン1は、燃焼用空気を圧縮する圧縮部2と、この圧縮部2から送られてきた高圧空気中に燃料を噴射して燃焼させ、高温燃焼ガスを発生させる燃焼部3と、この燃焼部3の下流側に位置し、燃焼部3を出た燃焼ガスにより駆動されるタービン部4と、圧縮部2と燃焼部3とタービン部4とを内部に収容するガスタービン車室（図示せず）と、圧縮部2の途中（中段）から抽出された（中圧の）圧縮空気を、タービン部4を構成する静翼（例えば、第2段静翼）の内部に導く静翼系冷却空気系統5と、圧縮部2の出口部（後段）から（高圧の）圧縮空気を、ガスタービン車室の外部に抽出し、タービン部4を構成するロータ（図示せず）の内部に導くロータ系冷却空気系統（車室抽気系統）6と、を主たる要素として構成されている。

40

【0027】

静翼系冷却空気系統5の途中には、通過する圧縮空気を冷却する第1のクーラ7が接続されている。また、静翼系冷却空気系統5には、第1のクーラ7をバイパスする（すなわち、第1のクーラ7の上流側に位置する静翼系冷却空気系統5と、第1のクーラ7の下流側に位置する静翼系冷却空気系統5とを連通する）バイパス系統8が接続されている。そして、このバイパス系統8の途中には、バイパス系統8の空気の流量を調整するための制

50

御弁 9 が接続されている。

【 0 0 2 8 】

一方、ロータ系冷却空気系統 6 の途中には、通過する圧縮空気を冷却する第 2 のクーラ 10 が接続されている。また、第 2 のクーラ 10 の上流側に位置するロータ系冷却空気系統 6 と、バイパス系統 8 の上流端が接続された分岐点 11 よりも上流側に位置する静翼系冷却空気系統 5 とは、連通管（連通路）12 により接続されており、この連通管 12 の途中には、制御器（図示せず）によってその開度が調整される第 2 の制御弁（流量制御手段）13 が接続されている。

なお、圧縮部 2 の出口部から（高圧の）圧縮空気を前記ガスタービン車室の外部に抽出し、静翼系冷却空気系統 5 に接続する連通管 12 において、上流端を圧縮部 2 の出口部に直接接続し、これを車室抽気系統としてもよい。

10

【 0 0 2 9 】

本実施形態に係るガスタービン 1 によれば、既存の（必須の構成要素である）静翼系冷却空気系統 5 を利用することにより、ターンダウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、既存のロータ系冷却空気系統 6 を車室抽気系統として利用すれば、さらなるガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費用の低廉化を図ることができる。

また、ターンダウン運転時には、第 2 の制御弁 13 が開かれ、圧縮部 2 の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部 3 をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統 5 および静翼（図示せず）を通してタービン部 4 の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

20

さらに、ターンダウン運転時には、圧縮部 2 の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部 3 をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統 5 を通ってタービン部 4 に投入されることとなるので、ターンダウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部 4 の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部 4 を構成する部品の延命化を図ることができる。

なお、通常運転（例えば、全負荷運転）時には、第 2 の制御弁 13 は閉じられ、圧縮部 2 の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気は、ロータ系冷却空気系統 6 を通ってすべてタービン部 4 に投入されることとなる。

30

【 0 0 3 0 】

本発明の第 2 実施形態に係るガスタービンについて、図 2 を参照しながら説明する。図 2 は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図 2 に示すように、本実施形態に係るガスタービン 21 は、連通管 12 の下流端が接続された合流点 22 よりも上流側に位置する静翼系冷却空気系統 5 に、逆止弁（逆流防止手段）23 が接続されているという点で上述した第 1 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 1 実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【 0 0 3 1 】

40

本実施形態に係るガスタービン 21 によれば、連通管 12 および第 2 の制御弁 13 を介して静翼系冷却空気系統 5 の上流側に導かれた圧縮空気の、合流点 22 から圧縮部 2 に向かう流れは、逆止弁 23 により阻止されることとなるので、合流点 22 から圧縮部 2 への逆流を確実に防止することができる。

その他の作用効果は、上述した第 1 実施形態のものと同一であるので、ここではその説明を省略する。

【 0 0 3 2 】

本発明の第 3 実施形態に係るガスタービンについて、図 3 を参照しながら説明する。図 3 は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図 3 に示すように、本実施形態に係るガスタービン 31 は、連通管 12 の下流端が、バ

50

イパス系統 8 の下流端が接続された合流点 3 2 よりも下流側に位置する静翼系冷却空気系統 5 に接続されているという点で上述した第 1 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 1 実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【 0 0 3 3 】

本実施形態に係るガスタービン 3 1 によれば、既存の（必須の構成要素である）静翼系冷却空気系統 5 を利用することにより、ターンダウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、ターンダウン運転時には、第 2 の制御弁 1 3 が開かれ、圧縮部 2 の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部 3 をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統 5 および静翼（図示せず）を通してタービン部 4 の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

さらに、ターンダウン運転時には、圧縮部 2 の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部 3 をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統 5 を通ってタービン部 4 に投入されることとなるので、ターンダウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部 4 の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部 4 を構成する部品の延命化を図ることができる。

なお、通常運転（例えば、全負荷運転）時には、第 2 の制御弁 1 3 は閉じられ、圧縮部 2 の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気は、ロータ系冷却空気系統 6 を通ってすべてタービン部 4 に投入されることとなる。

【 0 0 3 4 】

本発明の第 4 実施形態に係るガスタービンについて、図 4 を参照しながら説明する。図 4 は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図 4 に示すように、本実施形態に係るガスタービン 4 1 は、バイパス系統 8 の上流端が接続された分岐点 1 1 よりも上流側に位置する静翼系冷却空気系統 5 に、逆止弁 2 3 が接続されているという点で上述した第 3 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 3 実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【 0 0 3 5 】

本実施形態に係るガスタービン 4 1 によれば、連通管 1 2 および第 2 の制御弁 1 3 を介して静翼系冷却空気系統 5 の下流側に導かれた圧縮空気の、連通管 1 2 の下流端が接続された合流点 4 2 から圧縮部 2 に向かう流れは、逆止弁 2 3 により阻止されることとなるので、合流点 4 2 から圧縮部 2 への逆流を確実に防止することができる。

その他の作用効果は、上述した第 3 実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【 0 0 3 6 】

本発明の第 5 実施形態に係るガスタービンについて、図 5 を参照しながら説明する。図 5 は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図 5 に示すように、本実施形態に係るガスタービン 5 1 は、連通管 1 2 の上流端が、第 2 のクーラ 1 0 の下流側に位置するロータ系冷却空気系統 6 に接続されているという点で上述した第 1 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 1 実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【 0 0 3 7 】

本実施形態に係るガスタービン 5 1 によれば、既存の（必須の構成要素である）静翼系冷却空気系統 5 とロータ系冷却空気系統 6 とを利用することにより、ターンダウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、ターンダウン運転時には、第 2 の制御弁 1 3 が開かれ、圧縮部 2 の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部 3 をバイパスするとともに、静翼系冷却

10

20

30

40

50

空気系統 5 および静翼（図示せず）を通してタービン部 4 の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

さらに、ターンドウン運転時には、圧縮部 2 の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部 3 をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統 5 およびロータ系冷却空気系統 6 を通ってタービン部 4 に投入されることとなるので、ターンドウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部 4 の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部 4 を構成する部品の延命化を図ることができる。

なお、通常運転（例えば、全負荷運転）時には、第 2 の制御弁 1 3 は閉じられ、圧縮部 2 の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気は、ロータ系冷却空気系統 6 を通ってすべてタービン部 4 に投入されることとなる。

【 0 0 3 8 】

本発明の第 6 実施形態に係るガスタービンについて、図 6 を参照しながら説明する。図 6 は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図 6 に示すように、本実施形態に係るガスタービン 6 1 は、連通管 1 2 の下流端が接続された合流点 2 2 よりも上流側に位置する静翼系冷却空気系統 5 に、逆止弁 2 3 が接続されているという点で上述した第 5 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 5 実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【 0 0 3 9 】

本実施形態に係るガスタービン 5 1 によれば、連通管 1 2 および第 2 の制御弁 1 3 を介して静翼系冷却空気系統 5 の上流側に導かれた圧縮空気の、合流点 2 2 から圧縮部 2 に向かう流れは、逆止弁 2 3 により阻止されることとなるので、合流点 2 2 から圧縮部 2 への逆流を確実に防止することができる。

その他の作用効果は、上述した第 5 実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【 0 0 4 0 】

本発明の第 7 実施形態に係るガスタービンについて、図 7 を参照しながら説明する。図 7 は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図 7 に示すように、本実施形態に係るガスタービン 7 1 は、連通管 1 2 の下流端が、バイパス系統 8 の下流端が接続された合流点 3 2 よりも下流側に位置する静翼系冷却空気系統 5 に接続されているという点で上述した第 5 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 5 実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【 0 0 4 1 】

本実施形態に係るガスタービン 7 1 によれば、既存の（必須の構成要素である）静翼系冷却空気系統 5 とロータ系冷却空気系統 6 とを利用することにより、ターンドウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、ターンドウン運転時には、第 2 の制御弁 1 3 が開かれ、圧縮部 2 の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部 3 をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統 5 および静翼（図示せず）を通してタービン部 4 の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

さらに、ターンドウン運転時には、圧縮部 2 の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部 3 をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統 5 およびロータ系冷却空気系統 6 を通ってタービン部 4 に投入されることとなるので、ターンドウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部 4 の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部 4 を構成する部品の延命化を図ることができる。

なお、通常運転（例えば、全負荷運転）時には、第 2 の制御弁 1 3 は閉じられ、圧縮部

10

20

30

40

50

2の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気は、ロータ系冷却空気系統6を通してすべてタービン部4に投入されることとなる。

【0042】

本発明の第8実施形態に係るガスタービンについて、図8を参照しながら説明する。図8は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図8に示すように、本実施形態に係るガスタービン81は、バイパス系統8の上流端が接続された分岐点11よりも上流側に位置する静翼系冷却空気系統5に、逆止弁23が接続されているという点で上述した第7実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第7実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

10

【0043】

本実施形態に係るガスタービン81によれば、連通管12および第2の制御弁13を介して静翼系冷却空気系統5の下流側に導かれた圧縮空気の、連通管12の下流端が接続された合流点42から圧縮部2に向かう流れは、逆止弁23により阻止されることとなるので、合流点42から圧縮部2への逆流を確実に防止することができる。

その他の作用効果は、上述した第7実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【0044】

本発明の第9実施形態に係るガスタービンについて、図9を参照しながら説明する。図9は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

20

図9に示すように、本実施形態に係るガスタービン91は、燃焼用空気を圧縮する圧縮部2と、この圧縮部2から送られてきた高圧空気中に燃料を噴射して燃焼させ、高温燃焼ガスを発生させる燃焼部3と、この燃焼部3の下流側に位置し、燃焼部3を出た燃焼ガスにより駆動されるタービン部4と、圧縮部2と燃焼部3とタービン部4とを内部に収容するガスタービン車室（図示せず）と、圧縮部2の途中（中段）から抽出された（中圧の）圧縮空気を、タービン部4を構成する静翼（例えば、第2段静翼）の内部に導く静翼系冷却空気系統92と、圧縮部2の出口部（後段）から（高圧の）圧縮空気を、ガスタービン車室の外部に抽出し、タービン部4を構成するロータ（図示せず）の内部に導くロータ系冷却空気系統（車室抽気系統）93とを主たる要素として構成されている。

【0045】

30

静翼系冷却空気系統92の途中には、制御器（図示せず）によってその開度が調整される第1の制御弁94が接続されている。

一方、ロータ系冷却空気系統93の途中には、通過する圧縮空気を冷却するクーラ95が接続されている。また、クーラ95の上流側に位置するロータ系冷却空気系統93と、第1の制御弁94よりも上流側に位置する静翼系冷却空気系統92とは、連通管（連通路）96により接続されており、この連通管96の途中には、制御器（図示せず）によってその開度が調整される第2の制御弁（流量制御手段）97が接続されている。

なお、圧縮部2の出口部から（高圧の）圧縮空気を前記ガスタービン車室の外部に抽出し、静翼系冷却空気系統92に接続する連通管96において、上流端を圧縮部2の出口部に直接接続し、これを車室抽気系統としてもよい。

40

【0046】

本実施形態に係るガスタービン91によれば、既存の（必須の構成要素である）静翼系冷却空気系統92を利用することにより、ターンダウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、ターンダウン運転時には、第2の制御弁97が開かれ、圧縮部2の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部3をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統92および静翼（図示せず）を通してタービン部4の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

さらに、ターンダウン運転時には、圧縮部2の出口部（後段）から抽出された（高圧の

50

）圧縮空気が、燃焼部３をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統９２およびロータ系冷却空気系統９３を通過してタービン部４に投入されることとなるので、ターンダウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部４の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部４を構成する部品の延命化を図ることができる。

なお、通常運転（例えば、全負荷運転）時には、第２の制御弁９７は閉じられ、圧縮部２の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気は、ロータ系冷却空気系統９３を通過してすべてタービン部４に投入されることとなる。

【００４７】

本発明の第１０実施形態に係るガスタービンについて、図１０を参照しながら説明する。図１０は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

10

図１０に示すように、本実施形態に係るガスタービン１０１は、連通管９６の下流端が接続された合流点１０２よりも上流側に位置する静翼系冷却空気系統９２に、逆止弁（逆流防止手段）１０３が接続されているという点で上述した第９実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第９実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【００４８】

本実施形態に係るガスタービン１０１によれば、連通管９６および第２の制御弁９７を介して静翼系冷却空気系統９２の上流側に導かれた圧縮空気の、合流点１０２から圧縮部２に向かう流れは、逆止弁１０３により阻止されることとなるので、合流点１０２から圧縮部２への逆流を確実に防止することができる。

20

その他の作用効果は、上述した第９実施形態のものと同一であるので、ここではその説明を省略する。

【００４９】

本発明の第１１実施形態に係るガスタービンについて、図１１を参照しながら説明する。図１１は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図１１に示すように、本実施形態に係るガスタービン１１１は、連通管９６の上流端が、クーラ９５の下流側に位置するロータ系冷却空気系統９３に接続されており、連通管９６の下流端が、第１の制御弁９４よりも上流側で、かつ、第１０実施形態のところで説明した合流点１０２よりも下流側に位置する静翼系冷却空気系統９２に接続されているという点で上述した第９実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第９実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

30

【００５０】

本実施形態に係るガスタービン１１１によれば、既存の（必須の構成要素である）静翼系冷却空気系統９２とロータ系冷却空気系統９３とを利用することにより、ターンダウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、ターンダウン運転時には、第２の制御弁９７が開かれ、圧縮部２の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部３をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統９２および静翼（図示せず）を通過してタービン部４の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

40

さらに、ターンダウン運転時には、圧縮部２の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部３をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統９２およびロータ系冷却空気系統９３を通過してタービン部４に投入されることとなるので、ターンダウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部４の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部４を構成する部品の延命化を図ることができる。

なお、通常運転（例えば、全負荷運転）時には、第２の制御弁９７は閉じられ、圧縮部２の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気は、ロータ系冷却空気系統９３を通過してすべてタービン部４に投入されることとなる。

50

【 0 0 5 1 】

本発明の第 1 2 実施形態に係るガスタービンについて、図 1 2 を参照しながら説明する。図 1 2 は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図 1 2 に示すように、本実施形態に係るガスタービン 1 2 1 は、連通管 9 6 の下流端が接続された合流点 1 2 2 よりも上流側に位置する静翼系冷却空気系統 9 2 に、逆止弁 1 0 3 が接続されているという点で上述した第 1 1 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 1 1 実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【 0 0 5 2 】

本実施形態に係るガスタービン 1 2 1 によれば、連通管 9 6 および第 2 の制御弁 9 7 を介して静翼系冷却空気系統 9 2 の上流側に導かれた圧縮空気の、合流点 1 2 2 から圧縮部 2 に向かう流れは、逆止弁 1 0 3 により阻止されることとなるので、合流点 1 2 2 から圧縮部 2 への逆流を確実に防止することができる。

その他の作用効果は、上述した第 1 1 実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【 0 0 5 3 】

本発明の第 1 3 実施形態に係るガスタービンについて、図 1 3 を参照しながら説明する。図 1 3 は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図 1 3 に示すように、本実施形態に係るガスタービン 1 3 1 は、連通管 9 6 および第 2 の制御弁 9 7 の代わりに、第 1 の連通管（連通路）1 3 2 および第 2 の制御弁（流量制御手段）1 3 3 と、第 2 の連通管（連通路）1 3 4 および第 3 の制御弁（流量制御手段）1 3 5 とが設けられているという点で上述した第 9 実施形態から第 1 2 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 9 実施形態から第 1 2 実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【 0 0 5 4 】

クーラ 9 5 の上流側に位置するロータ系冷却空気系統 9 3 と、第 1 の制御弁 9 4 よりも上流側に位置する静翼系冷却空気系統 9 2 とは、第 1 の連通管 1 3 2 により接続されており、この第 1 の連通管 1 3 2 の途中には、制御器（図示せず）によってその開度が調整される第 2 の制御弁 1 3 3 が接続されている。

また、クーラ 9 5 の下流側に位置するロータ系冷却空気系統 9 3 と、第 1 の制御弁 9 4 よりも上流側で、かつ、第 1 の連通管 1 3 2 の下流端が接続された合流点 1 3 6 よりも下流側に位置する静翼系冷却空気系統 9 2 とは、第 2 の連通管 1 3 4 により接続されており、この第 2 の連通管 1 3 4 の途中には、制御器（図示せず）によってその開度が調整される第 3 の制御弁 1 3 5 が接続されている。

【 0 0 5 5 】

本実施形態に係るガスタービン 1 3 1 によれば、既存の（必須の構成要素である）静翼系冷却空気系統 9 2 とロータ系冷却空気系統 9 3 とを利用することにより、ターンドウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、ターンドウン運転時には、第 2 の制御弁 1 3 3 および第 3 の制御弁 1 3 5 が開かれ、圧縮部 2 の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部 3 をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統 9 2 および静翼（図示せず）を通過してタービン部 4 の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

さらに、ターンドウン運転時には、圧縮部 2 の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部 3 をバイパスするとともに、静翼系冷却空気系統 9 2 およびロータ系冷却空気系統 9 3 を通過してタービン部 4 に投入されることとなるので、ターンドウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部 4 の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部 4 を構成する部品の延命化を図ることができる。

10

20

30

40

50

なお、通常運転（例えば、全負荷運転）時には、第２の制御弁１３３は閉じられ、圧縮部２の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気は、静翼系冷却空気系統９２およびロータ系冷却空気系統９３を通してすべてタービン部４に投入されることとなる。

【００５６】

本発明の第１４実施形態に係るガスタービンについて、図１４を参照しながら説明する。図１４は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図１４に示すように、本実施形態に係るガスタービン１４１は、合流点１３６よりも上流側に位置する静翼系冷却空気系統９２に、逆止弁（逆流防止手段）１４２が接続されているという点で上述した第１３実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第１３実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

10

【００５７】

本実施形態に係るガスタービン１４１によれば、第１の連通管１３２および第２の制御弁１３３を介して静翼系冷却空気系統９２の上流側に導かれた圧縮空気、および／または第２の連通管１３４および第３の制御弁１３５を介して静翼系冷却空気系統９２の上流側に導かれた圧縮空気の、合流点１３６から圧縮部２に向かう流れは、逆止弁１４２により阻止されることとなるので、合流点１３６から圧縮部２への逆流を確実に防止することができる。

その他の作用効果は、上述した第１３実施形態のものと同一であるので、ここではその説明を省略する。

20

【００５８】

本発明の第１５実施形態に係るガスタービンについて、図１５を参照しながら説明する。図１５は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図１５に示すように、本実施形態に係るガスタービン１５１は、燃焼用空気を圧縮する圧縮部２と、この圧縮部２から送られてきた高圧空気中に燃料を噴射して燃焼させ、高温燃焼ガスを発生させる燃焼部３と、この燃焼部３の下流側に位置し、燃焼部３を出た燃焼ガスにより駆動されるタービン部４とを主たる要素として構成されている。

【００５９】

また、本実施形態に係るガスタービン１５１は、圧縮部２の低圧段から抽出された（低圧の）圧縮空気を、タービン部４を構成する静翼（例えば、第４段静翼）の内部に導く第１の静翼系冷却空気系統１５２と、圧縮部２の中圧段から抽出された（中圧の）圧縮空気を、タービン部４を構成する静翼（例えば、第３段静翼）の内部に導く第２の静翼系冷却空気系統１５３と、圧縮部２の高圧段から抽出された（高圧の）圧縮空気を、タービン部４を構成する静翼（例えば、第２段静翼）の内部に導く第３の静翼系冷却空気系統１５４と、圧縮部２の出口部から抽出された（圧縮部２の高圧段から抽出された圧縮空気の圧力よりも高い圧力を有する）圧縮空気を、タービン部４を構成するロータ（図示せず）の内部に導くロータ系冷却空気系統１５５とを備えている。そして、第２の静翼系冷却空気系統１５３の途中と、第３の静翼系冷却空気系統１５４の途中とは、連通管（連通路）１５６を介して連通されており、第３の静翼系冷却空気系統１５４を通過する圧縮空気の一部が、連通管１５６を通過して第２の静翼系冷却空気系統１５３に導かれるようになっている。

30

40

一方、ロータ系冷却空気系統１５５の途中には、通過する圧縮空気を冷却するクーラ１５７が接続されており、連通管１５６の途中には、制御器（図示せず）によってその開度が調整される制御弁（流量制御手段）１５８が接続されている。

【００６０】

本実施形態に係るガスタービン１５１によれば、既存の（必須の構成要素である）静翼系冷却空気系統１５２，１５３，１５４を利用することにより、ターンダウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、ターンダウン運転時には、制御弁１５８が開かれ、圧縮部２の高圧段から抽出さ

50

れた（高圧の）圧縮空気が、燃焼部 3 をバイパスするとともに、第 2 の静翼系冷却空気系統 1 5 3 および静翼（例えば、第 3 段静翼）を通してタービン部 4 の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

さらに、ターンダウン運転時には、圧縮部 2 の高圧段から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部 3 をバイパスするとともに、第 2 の静翼系冷却空気系統 1 5 3 および静翼（例えば、第 3 段静翼）を通してタービン部 4 に投入されることとなるので、ターンダウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部 4 の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部 4 を構成する部品の延命化を図ることができる。

なお、通常運転（例えば、全負荷運転）時には、制御弁 1 5 8 は閉じられ、圧縮部 2 の高圧段から抽出された（高圧の）圧縮空気は、第 3 の静翼系冷却空気系統 1 5 4 および静翼（例えば、第 2 段静翼）を通してすべてタービン部 4 に投入されることとなる。

【 0 0 6 1 】

本発明の第 1 6 実施形態に係るガスタービンについて、図 1 6 を参照しながら説明する。図 1 6 は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図 1 6 に示すように、本実施形態に係るガスタービン 1 6 1 は、連通管 1 5 6 の下流端が接続された合流点 1 6 2 よりも上流側に位置する第 2 の静翼系冷却空気系統 1 5 3 に、逆止弁（逆流防止手段）1 6 3 が接続されているという点で上述した第 1 5 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 1 5 実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【 0 0 6 2 】

本実施形態に係るガスタービン 1 6 1 によれば、連通管 1 5 6 を介して第 2 の静翼系冷却空気系統 1 5 3 の途中に導かれた圧縮空気の、合流点 1 6 2 から圧縮部 2 に向かう流れは、逆止弁 1 6 3 により阻止されることとなるので、合流点 1 6 2 から圧縮部 2 への逆流を確実に防止することができる。

その他の作用効果は、上述した第 1 5 実施形態のものと同一であるので、ここではその説明を省略する。

【 0 0 6 3 】

本発明の第 1 7 実施形態に係るガスタービンについて、図 1 7 を参照しながら説明する。図 1 7 は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図 1 7 に示すように、本実施形態に係るガスタービン 1 7 1 は、連通管 1 5 6 の下流端が、第 1 の静翼系冷却空気系統 1 5 2 の途中に接続されているという点で上述した第 1 5 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第 1 5 実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【 0 0 6 4 】

本実施形態に係るガスタービン 1 7 1 によれば、既存の（必須の構成要素である）静翼系冷却空気系統 1 5 2 , 1 5 3 , 1 5 4 を利用することにより、ターンダウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、ターンダウン運転時には、圧縮部 2 の高圧段から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部 3 をバイパスするとともに、第 1 の静翼系冷却空気系統 1 5 2 および静翼（例えば、第 4 段静翼）を通してタービン部 4 の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

さらに、ターンダウン運転時には、圧縮部 2 の高圧段から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部 3 をバイパスするとともに、第 1 の静翼系冷却空気系統 1 5 2 および静翼（例えば、第 4 段静翼）を通してタービン部 4 に投入されることとなるので、ターンダウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部 4 の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部 4 を構成する部品の延命化を図ることができる。

【 0 0 6 5 】

本発明の第１８実施形態に係るガスタービンについて、図１８を参照しながら説明する。図１８は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図１８に示すように、本実施形態に係るガスタービン１８１は、連通管１５６の下流端が接続された合流点１８２よりも上流側に位置する第１の静翼系冷却空気系統１５２に、逆止弁１６３が接続されているという点で上述した第１７実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第１７実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【００６６】

本実施形態に係るガスタービン１７１によれば、連通管１５６を介して第１の静翼系冷却空気系統１５２の途中に導かれた圧縮空気の、合流点１８２から圧縮部２に向かう流れは、逆止弁１６３により阻止されることとなるので、合流点１８２から圧縮部２への逆流を確実に防止することができる。

10

その他の作用効果は、上述した第１７実施形態のものと同一であるので、ここではその説明を省略する。

【００６７】

本発明の第１９実施形態に係るガスタービンについて、図１９を参照しながら説明する。図１９は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図１９に示すように、本実施形態に係るガスタービン１９１は、連通管１５６の上流端が、第２の静翼系冷却空気系統１５３の途中に接続されているという点で上述した第１７実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第１７実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

20

【００６８】

本実施形態に係るガスタービン１９１によれば、既存の（必須の構成要素である）静翼系冷却空気系統１５２，１５３，１５４を利用することにより、ターンダウン運転が可能となるので、ガスタービンの系統および運用の簡略化を図ることができ、製造費および保守点検費の低廉化を図ることができる。

また、ターンダウン運転時には、圧縮部２の中圧段から抽出された（中圧の）圧縮空気が、燃焼部３をバイパスするとともに、第１の静翼系冷却空気系統１５２および静翼（例えば、第４段静翼）を通してタービン部４の作動流体経路内に投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

30

さらに、ターンダウン運転時には、圧縮部２の中圧段から抽出された（中圧の）圧縮空気が、燃焼部３をバイパスするとともに、第１の静翼系冷却空気系統１５２および静翼（例えば、第４段静翼）を通してタービン部４に投入されることとなるので、ターンダウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部４の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部４を構成する部品の延命化を図ることができる。

【００６９】

本発明の第２０実施形態に係るガスタービンについて、図２０を参照しながら説明する。図２０は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図２０に示すように、本実施形態に係るガスタービン２０１は、連通管１５６の下流端が接続された合流点１８２よりも上流側に位置する第１の静翼系冷却空気系統１５２に、逆止弁１６３が接続されているという点で上述した第１９実施形態のものと異なる。その他の構成要素については上述した第１９実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

40

【００７０】

本実施形態に係るガスタービン２０１によれば、連通管１５６を介して第１の静翼系冷却空気系統１５２の途中に導かれた圧縮空気の、合流点２０２から圧縮部２に向かう流れは、逆止弁１６３により阻止されることとなるので、合流点２０２から圧縮部２への逆流を確実に防止することができる。

その他の作用効果は、上述した第１９実施形態のものと同一であるので、ここではその

50

説明を省略する。

【0071】

本発明の第1参考実施形態に係るガスタービンについて、図21を参照しながら説明する。図21は本実施形態に係るガスタービンの系統図である。

図21に示すように、本実施形態に係るガスタービン211は、燃焼用空気を圧縮する圧縮部2と、この圧縮部2から送られてきた高圧空気中に燃料を噴射して燃焼させ、高温燃焼ガスを発生させる燃焼部3と、この燃焼部3の下流側に位置し、燃焼部3を出た燃焼ガスにより駆動されるタービン部4と、圧縮部2の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気を、タービン部4を構成するロータ（図示せず）の内部に導くロータ系冷却空気系統212とを主たる要素として構成されている。

10

【0072】

ロータ系冷却空気系統212の途中には、通過する圧縮空気を冷却するクーラ213および制御器（図示せず）によってON - OFF（起動 - 停止）されるブースト圧縮機214が接続されている。また、クーラ213の下流側で、ブースト圧縮機214の上流側に位置するロータ系冷却空気系統212と、ブースト圧縮機214の下流側に位置するロータ系冷却空気系統212とは、バイパス系統215により接続されており、このバイパス系統215の途中には、制御器（図示せず）によって開閉される制御弁216が接続されている。

なお、制御弁216は、必須の構成要素ではない。

【0073】

20

本実施形態に係るガスタービン211によれば、ターンダウン運転時には、制御弁216が閉じられるとともにブースト圧縮機214が運転され、圧縮部2の高圧段から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部3をバイパスするとともに、ロータ系冷却空気系統212および動翼を通してタービン部4の作動流体経路内に強制的に（積極的に）投入されることとなるので、排気ガスの温度を低下させることができる。

また、ターンダウン運転時には、圧縮部2の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気が、燃焼部3をバイパスするとともに、ロータ系冷却空気系統212を通してタービン部4に投入されることとなるので、ターンダウン運転時においてタービン入口温度を高い状態で維持したまま、タービン部4の温度を低下させることができ、タービン翼（動翼および静翼）等のタービン部4を構成する部品の延命化を図ることができる。

30

なお、通常運転（例えば、全負荷運転）時には、制御弁216が開けられるとともにブースト圧縮機214が停止され、圧縮部2の出口部（後段）から抽出された（高圧の）圧縮空気は、バイパス系統215を通してタービン部4に投入されることとなる。

【0074】

なお、上述した実施形態では、管状の連通管を連通路の一具体例として説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、ブロック体に連通孔が形成されたようなものであってもよい。

また、明細書中における「系統」とは、管状の配管や、ブロック体に連通孔が形成されたようなもの等、圧縮空気が通過することができるものであればいかなる形態のものであっても良い。

40

さらに、上述した第15実施形態から第20実施形態では、三つの静翼系冷却空気系統を有するものについて説明したが、本発明はこのようなものに限定されるものではなく、二つまたは四つ以上の静翼系冷却空気系統を有するものであってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】本発明の第1実施形態に係るガスタービンの系統図である。

【図2】本発明の第2実施形態に係るガスタービンの系統図である。

【図3】本発明の第3実施形態に係るガスタービンの系統図である。

【図4】本発明の第4実施形態に係るガスタービンの系統図である。

【図5】本発明の第5実施形態に係るガスタービンの系統図である。

50

- 【図 6】本発明の第 6 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 7】本発明の第 7 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 8】本発明の第 8 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 9】本発明の第 9 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 10】本発明の第 10 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 11】本発明の第 11 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 12】本発明の第 12 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 13】本発明の第 13 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 14】本発明の第 14 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 15】本発明の第 15 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 16】本発明の第 16 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 17】本発明の第 17 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 18】本発明の第 18 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 19】本発明の第 19 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 20】本発明の第 20 実施形態に係るガスタービンの系統図である。
 【図 21】本発明の第 1 参考実施形態に係るガスタービンの系統図である。

10

【符号の説明】

【 0 0 7 6 】

- 1 ガスタービン
- 2 圧縮部
- 3 燃焼部
- 4 タービン部
- 5 静翼系冷却空気系統
- 6 ロータ系冷却空気系統（車室抽気系統）
- 1 2 連通管（連通路）
- 1 3 第 2 の制御弁（流量制御手段）
- 2 1 ガスタービン
- 2 2 合流点
- 2 3 逆止弁（逆流防止手段）
- 3 1 ガスタービン
- 4 1 ガスタービン
- 4 2 合流点
- 5 1 ガスタービン
- 6 1 ガスタービン
- 7 1 ガスタービン
- 8 1 ガスタービン
- 9 1 ガスタービン
- 9 2 静翼系冷却空気系統
- 9 3 ロータ系冷却空気系統（車室抽気系統）
- 9 6 連通管（連通路）
- 9 7 第 2 の制御弁（流量制御手段）
- 1 0 1 ガスタービン
- 1 0 2 合流点
- 1 0 3 逆止弁（逆流防止手段）
- 1 1 1 ガスタービン
- 1 2 1 ガスタービン
- 1 2 2 合流点
- 1 3 1 ガスタービン
- 1 3 2 第 1 の連通管（連通路）
- 1 3 3 第 2 の制御弁（流量制御手段）

20

30

40

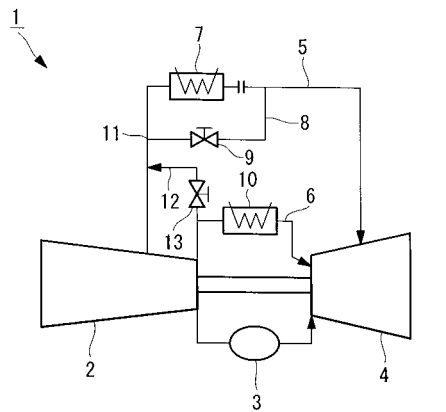
50

- 1 3 4 第2の連通管（連通路）
- 1 3 5 第3の制御弁（流量制御手段）
- 1 3 6 合流点
- 1 4 1 ガスタービン
- 1 4 2 逆止弁（逆流防止手段）
- 1 5 1 ガスタービン
- 1 5 2 第1の静翼系冷却空気系統
- 1 5 3 第2の静翼系冷却空気系統
- 1 5 4 第3の静翼系冷却空気系統
- 1 5 5 ロータ系冷却空気系統
- 1 5 6 連通管（連通路）
- 1 6 1 ガスタービン
- 1 6 2 合流点
- 1 6 3 逆止弁（逆流防止手段）
- 1 7 1 ガスタービン
- 1 8 1 ガスタービン
- 1 8 2 合流点
- 1 9 1 ガスタービン
- 2 0 1 ガスタービン
- 2 0 2 合流点
- 2 1 1 ガスタービン
- 2 1 2 ロータ系冷却空気系統
- 2 1 4 ブースト圧縮機
- 2 1 5 バイパス系統

10

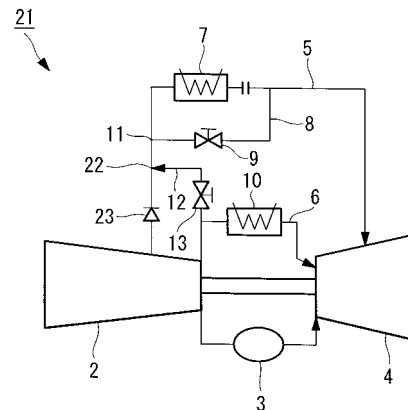
20

【図1】



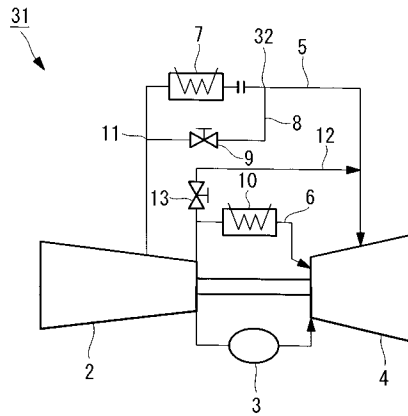
- 1: ガスタービン
- 2: 圧縮部
- 3: 燃焼部
- 4: タービン部
- 5: 静翼系冷却空気系統
- 6: ロータ系冷却空気系統（車室抽気系統）
- 12: 連通管（連通路）
- 13: 第2の制御弁（流量制御手段）

【図2】



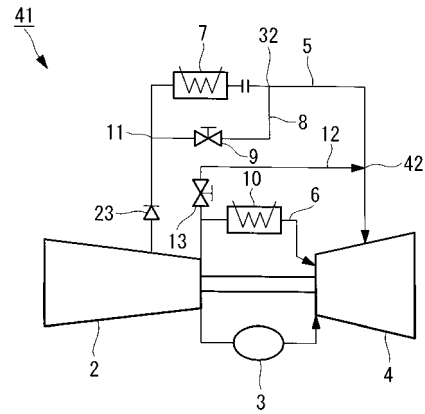
- 2: 圧縮部
- 3: 燃焼部
- 4: タービン部
- 5: 静翼系冷却空気系統
- 6: ロータ系冷却空気系統（車室抽気系統）
- 12: 連通管（連通路）
- 13: 第2の制御弁（流量制御手段）
- 21: ガスタービン
- 22: 合流点
- 23: 逆止弁（逆流防止手段）

【図 3】



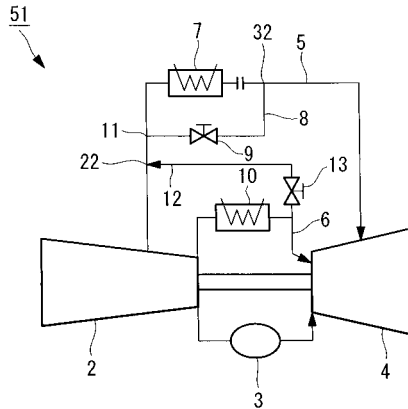
- 2: 圧縮部
- 3: 燃焼部
- 4: タービン部
- 5: 静翼系冷却空気系統
- 6: ロータ系冷却空気系統 (車室抽気系統)
- 12: 連通管 (連通路)
- 13: 第2の制御弁 (流量制御手段)
- 31: ガスタービン

【図 4】



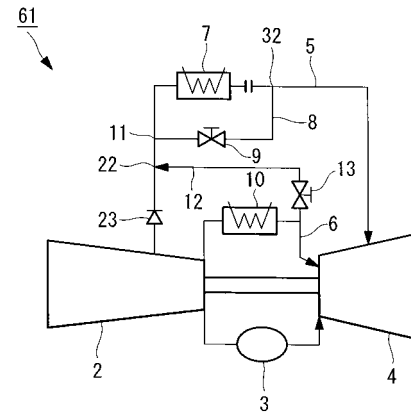
- 2: 圧縮部
- 3: 燃焼部
- 4: タービン部
- 5: 静翼系冷却空気系統
- 6: ロータ系冷却空気系統 (車室抽気系統)
- 12: 連通管 (連通路)
- 13: 第2の制御弁 (流量制御手段)
- 23: 逆止弁 (逆流防止手段)
- 41: ガスタービン
- 42: 合流点

【図 5】



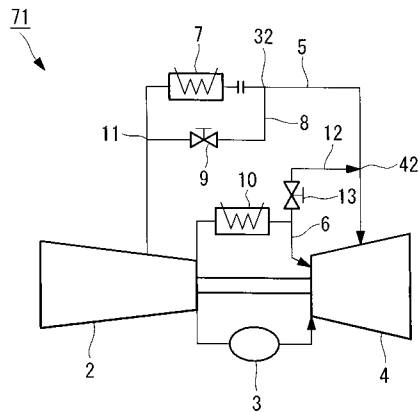
- 2: 圧縮部
- 3: 燃焼部
- 4: タービン部
- 5: 静翼系冷却空気系統
- 6: ロータ系冷却空気系統 (車室抽気系統)
- 12: 連通管 (連通路)
- 13: 第2の制御弁 (流量制御手段)
- 22: 合流点
- 51: ガスタービン

【図 6】



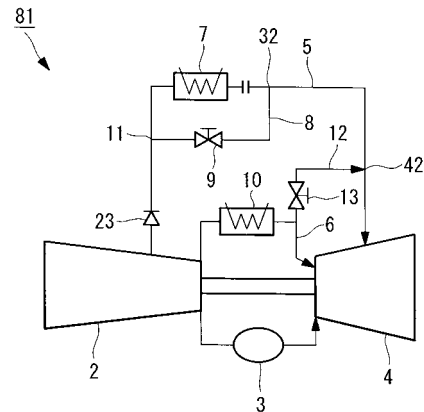
- 2: 圧縮部
- 3: 燃焼部
- 4: タービン部
- 5: 静翼系冷却空気系統
- 6: ロータ系冷却空気系統 (車室抽気系統)
- 12: 連通管 (連通路)
- 13: 第2の制御弁 (流量制御手段)
- 22: 合流点
- 23: 逆止弁 (逆流防止手段)
- 61: ガスタービン

【図 7】



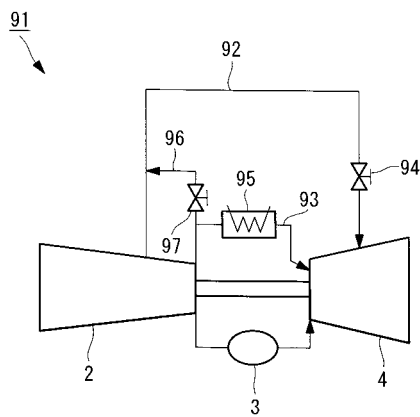
- 2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
5: 静翼系冷却空気系統
6: ロータ系冷却空気系統 (車室抽気系統)
12: 連通管 (連通路)
13: 第2の制御弁 (流量制御手段)
42: 合流点
71: ガスタービン

【図 8】



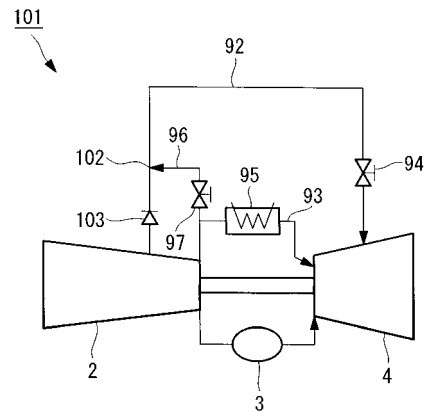
- 2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
5: 静翼系冷却空気系統
6: ロータ系冷却空気系統 (車室抽気系統)
12: 連通管 (連通路)
13: 第2の制御弁 (流量制御手段)
23: 逆止弁 (逆流防止手段)
42: 合流点
81: ガスタービン

【図 9】



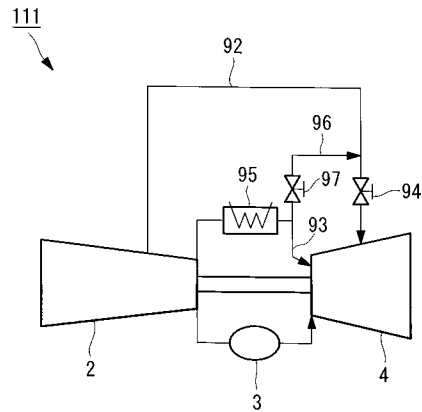
- 2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
91: ガスタービン
92: 静翼系冷却空気系統
93: ロータ系冷却空気系統 (車室抽気系統)
96: 連通管 (連通路)
97: 第2の制御弁 (流量制御手段)

【図 10】



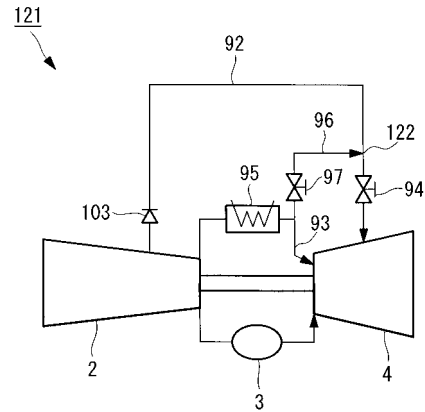
- 2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
92: 静翼系冷却空気系統
93: ロータ系冷却空気系統 (車室抽気系統)
96: 連通管 (連通路)
97: 第2の制御弁 (流量制御手段)
101: ガスタービン
102: 合流点
103: 逆止弁 (逆流防止手段)

【図 1 1】



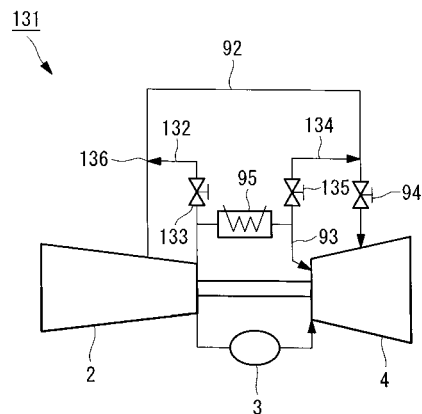
- 2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
92: 静翼系冷却空気系統
93: ロータ系冷却空気系統 (車室抽気系統)
96: 連通路
97: 第2の制御弁 (流量制御手段)
111: ガスタービン

【図 1 2】



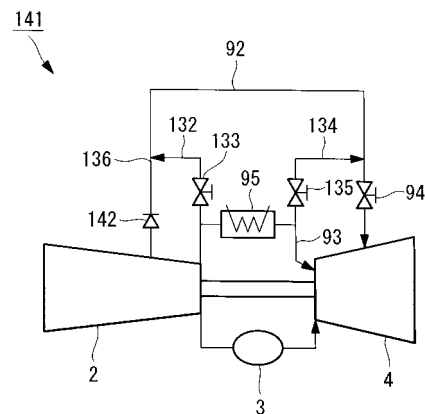
- 2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
92: 静翼系冷却空気系統
93: ロータ系冷却空気系統 (車室抽気系統)
96: 連通路
97: 第2の制御弁 (流量制御手段)
103: 逆止弁 (逆流防止手段)
121: ガスタービン
122: 合流点

【図 1 3】



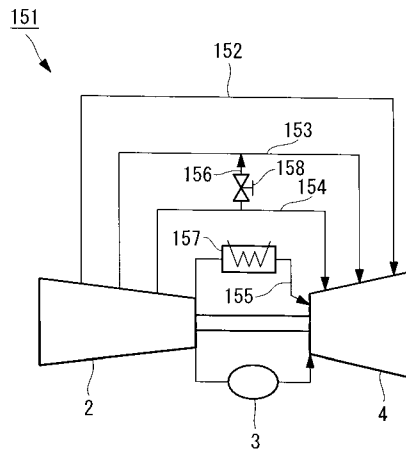
- 2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
92: 静翼系冷却空気系統
93: ロータ系冷却空気系統 (車室抽気系統)
131: ガスタービン
132: 第1の連通路 (連通路)
133: 第2の制御弁 (流量制御手段)
134: 第2の連通路 (連通路)
135: 第3の制御弁 (流量制御手段)
136: 合流点

【図 1 4】



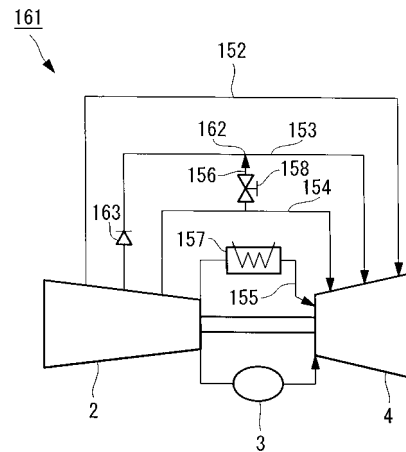
- 2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
92: 静翼系冷却空気系統
93: ロータ系冷却空気系統 (車室抽気系統)
132: 第1の連通路 (連通路)
133: 第2の制御弁 (流量制御手段)
134: 第2の連通路 (連通路)
135: 第3の制御弁 (流量制御手段)
136: 合流点
141: ガスタービン
142: 逆止弁 (逆流防止手段)

【図 15】



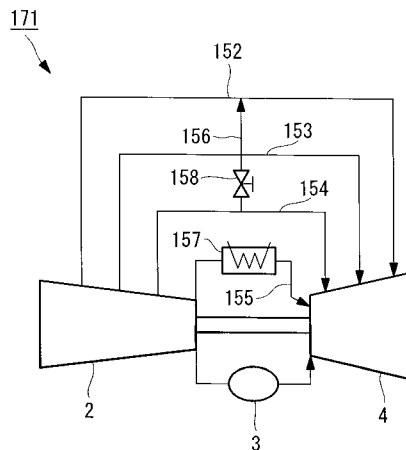
- 2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
151: ガスタービン
152: 第1の静翼系冷却空気系統
153: 第2の静翼系冷却空気系統
154: 第3の静翼系冷却空気系統
155: ロータ系冷却空気系統
156: 連通管 (連通路)

【図 16】



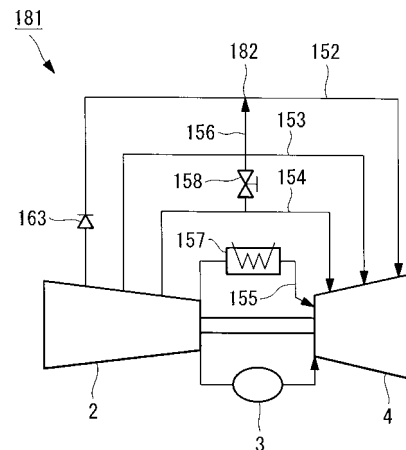
- 2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
152: 第1の静翼系冷却空気系統
153: 第2の静翼系冷却空気系統
154: 第3の静翼系冷却空気系統
155: ロータ系冷却空気系統
156: 連通管 (連通路)
161: ガスタービン
162: 合流点
163: 逆止弁 (逆流防止手段)

【図 17】



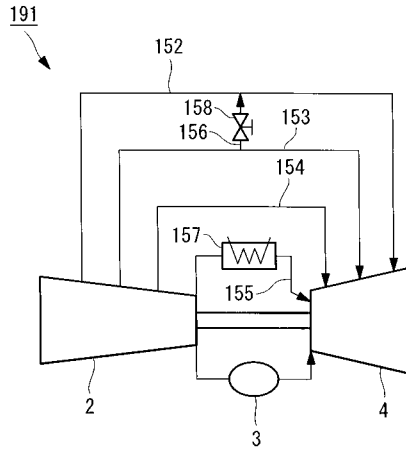
- 2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
152: 第1の静翼系冷却空気系統
153: 第2の静翼系冷却空気系統
154: 第3の静翼系冷却空気系統
155: ロータ系冷却空気系統
156: 連通管 (連通路)
171: ガスタービン

【図 18】



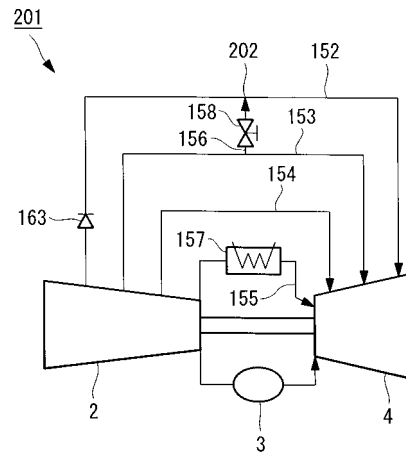
- 2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
152: 第1の静翼系冷却空気系統
153: 第2の静翼系冷却空気系統
154: 第3の静翼系冷却空気系統
155: ロータ系冷却空気系統
156: 連通管 (連通路)
163: 逆止弁 (逆流防止手段)
181: ガスタービン
182: 合流点

【図 19】



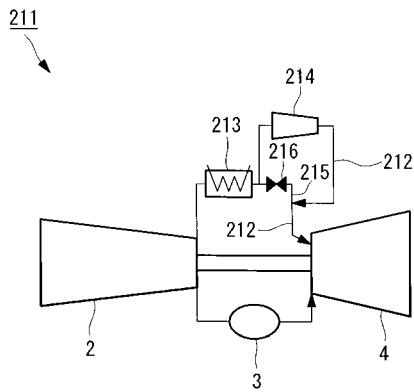
2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
152: 第1の静翼系冷却空気系統
153: 第2の静翼系冷却空気系統
154: 第3の静翼系冷却空気系統
155: ロータ系冷却空気系統
156: 連通管 (連通路)
191: ガスタービン

【図 20】



2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
152: 第1の静翼系冷却空気系統
153: 第2の静翼系冷却空気系統
154: 第3の静翼系冷却空気系統
155: ロータ系冷却空気系統
156: 連通管 (連通路)
163: 逆止弁 (逆流防止手段)
201: ガスタービン
202: 合流点

【図 21】



2: 圧縮部
3: 燃焼部
4: タービン部
211: ガスタービン
212: ロータ系冷却空気系統
214: プースト圧縮機
215: バイパス系統

フロントページの続き

(72)発明者 藤井 慶太

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内

(72)発明者 桂 広人

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目8番19号 高菱エンジニアリング株式会社内

審査官 寺町 健司

(56)参考文献 特開2009-103125(JP,A)

米国特許第06615574(US,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 7/18

F02C 9/18