

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6223111号
(P6223111)

(45) 発行日 平成29年11月1日 (2017. 11. 1)

(24) 登録日 平成29年10月13日 (2017. 10. 13)

(51) Int. Cl.	F 1
FO2C 7/18 (2006.01)	FO2C 7/18 E
FO2C 7/28 (2006.01)	FO2C 7/28 A
FO1D 11/08 (2006.01)	FO1D 11/08
FO2C 7/00 (2006.01)	FO2C 7/00 E

請求項の数 9 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-214971 (P2013-214971)	(73) 特許権者	514030104
(22) 出願日	平成25年10月15日 (2013. 10. 15)		三菱日立パワーシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2015-78621 (P2015-78621A)		神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
(43) 公開日	平成27年4月23日 (2015. 4. 23)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成28年8月10日 (2016. 8. 10)		弁理士 酒井 宏明
		(74) 代理人	100118762
			弁理士 高村 順
		(72) 発明者	橋本 真也
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工株式会社内
		審査官	高吉 統久

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】

空気を圧縮する圧縮機と、
 前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、
 前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、
 前記燃焼ガスにより回転軸線回りに回転する回転軸と、
 を有するガスタービンにおいて、
 前記タービンは、
 前記回転軸線回りにリング形状をなすタービン車室と、
 前記回転軸線回りにリング形状をなして前記タービン車室の内周部に支持されることで
 リング状の第1キャビティを区画する翼環と、
 前記回転軸線回りにリング形状をなして前記翼環の内周部に軸方向に所定間隔で支持さ
 れる複数の遮熱環と、
 前記回転軸線回りにリング形状をなして前記複数の遮熱環の内周部に支持される複数の
 分割環と、
 前記回転軸の外周部に軸方向に所定間隔をあけて複数固定されて前記分割環に径方向に
 対向して配置される複数の動翼体と、
 前記複数の動翼体の間で前記回転軸線回りにリング形状をなすシュラウドが隣接する前
 記遮熱環に固定されることでリング状の第2キャビティを区画する複数の静翼体と、
 前記圧縮機が圧縮した圧縮空気の一部を前記第2キャビティに供給する第2冷却空気供

10

20

給経路と、

前記圧縮機が圧縮した圧縮空気よりも低温の冷却空気を前記第 1 キャビティに供給する第 1 冷却空気供給経路と、

前記第 1 キャビティから冷却空気を排出する冷却空気排出経路と、
を有することを特徴とするガスタービン。

【請求項 2】

空気を圧縮する圧縮機と、

前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、

前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、

前記燃焼ガスにより回転軸線回りに回転する回転軸と、

を有するガスタービンにおいて、

前記タービンは、

前記回転軸線回りにリング形状をなすタービン車室と、

前記回転軸線回りにリング形状をなして前記タービン車室の内周部に連結されることで環状の第 1 キャビティを区画する翼環と、

前記回転軸線回りにリング形状をなして前記翼環の内周部に軸方向に所定間隔で連結される複数の遮熱環と、

前記回転軸線回りにリング形状をなして前記複数の遮熱環の内周部に連結される複数の分割環と、

前記回転軸の外周部に軸方向に所定間隔をあけて複数固定されて前記分割環に径方向に対向して配置される複数の動翼体と、

前記複数の動翼体の間で前記回転軸線回りにリング形状をなすシュラウドが隣接する前記遮熱環に固定されることで環状の第 2 キャビティを区画する複数の静翼体と、

前記圧縮機が圧縮した圧縮空気の一部を前記第 2 キャビティに供給する第 2 冷却空気供給経路と、

前記翼環に設けられて一端部が前記第 1 キャビティに連通する冷却空気流路と、

前記圧縮機が圧縮した圧縮空気よりも低温の冷却空気を前記冷却空気流路の他端部と前記第 1 キャビティのいずれか一方に供給する第 1 冷却空気供給経路と、

前記冷却空気流路の他端部と前記第 1 キャビティのいずれか他方から冷却空気を排出する冷却空気排出経路と、

を有することを特徴とするガスタービン。

【請求項 3】

前記翼環の内周面に遮熱部材が設けられることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のガスタービン。

【請求項 4】

前記冷却空気流路は、前記回転軸の軸方向に所定間隔をあけて配置される複数のマニホールドと、前記複数のマニホールドを直列に連結する連結通路とを有することを特徴とする請求項 2 に記載のガスタービン。

【請求項 5】

前記翼環は、前記回転軸の軸方向に沿う円筒部と、前記円筒部における各端部に設けられる第 1 外周フランジ部及び第 2 外周フランジ部を有し、前記複数のマニホールドは、前記第 1 外周フランジ部及び第 2 外周フランジ部に空洞部として形成され、前記連結通路は、前記円筒部に複数の連通孔として形成されることを特徴とする請求項 4 に記載のガスタービン。

【請求項 6】

前記第 1 冷却空気供給経路は、送風機により吸引された大気空気を供給することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載のガスタービン。

【請求項 7】

前記遮熱環は、前記翼環より熱膨張率が大きい材料により構成されることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載のガスタービン。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

前記第 1 冷却空気供給経路は、前記冷却空気を加熱する加熱装置を備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載のガスタービン。

【請求項 9】

前記冷却空気排出経路は、前記第 1 キャビティから排出された冷却空気を排気冷却系に導入することを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項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、例えば、圧縮した高温・高圧の空気に対して燃料を供給して燃焼し、発生した燃焼ガスをタービンに供給して回転動力を得るガスタービンに関するものである。 10

【背景技術】

【0002】

一般的なガスタービンは、圧縮機と燃焼器とタービンにより構成されている。圧縮機は、空気取入口から取り込まれた空気を圧縮することで高温・高圧の圧縮空気とする。燃焼器は、この圧縮空気に対して燃料を供給して燃焼させることで高温・高圧の燃焼ガスを得る。タービンは、この燃焼ガスにより駆動し、同軸上に連結された発電機を駆動する。

【0003】

このガスタービンにおけるタービンは、車室内に複数の静翼と動翼が燃焼ガスの流動方向に沿って交互に配設されて構成されており、燃焼器で生成された燃焼ガスが、複数の静翼と動翼を通過することでロータを駆動回転し、このロータに連結された発電機を駆動する。 20

【0004】

また、静翼と動翼が配置された高温の燃焼ガスが流れる燃焼ガス流路（ガス通路）は、静翼の一部を構成する外側シュラウド及び内側シュラウド、並びに、動翼プラットフォーム及び分割環で囲まれた空間で形成されている。動翼プラットフォームは、回転軸線回りにリング状に取付けられ、静翼及び分割環は、回転軸線回りにリング状に配置され、遮熱環及び翼環を介して車室側に支持されている。

【0005】

翼環は、ロータ回りに 2 分割され、リング状に配置されている。遮熱環は、翼環の内周側に配置され、翼環から支持されている。静翼及び分割環は、遮熱環の径方向内側に配置され、遮熱環から支持されている。 30

【0006】

動翼の先端と分割環の内周面との間は、両者の干渉が生じない範囲で隙間を小さくして燃焼ガスの隙間流を抑え、ガスタービンの性能が低下しない構造としている。

【0007】

なお、圧縮機の間段から抽気した冷却空気をタービンの車室に供給し、翼環を介して静翼や分割環に冷却空気を供給し、燃焼ガスによる熱損傷から翼環回りの構成部品（分割環、遮熱環等）を保護している。冷却空気は、最終的に、ガス通路を流動する燃焼ガス中に排出されるため、比較的高圧の抽気空気が用いられるのが、一般的である。 40

【0008】

このようなガスタービンとしては、例えば、特許文献 1 に記載されたものがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】特開平 7 - 5 4 6 6 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上述した従来のガスタービンのタービンにて、例えば、ホット起動時、各動翼は、高速 50

回転することで先端部が径方向における外側に伸張する一方、車室側における翼環回りの構成部品は、低温の冷却空気により冷却されることで、一時的に径方向の内側に収縮する。このとき、ガスタービンの起動後、定格運転に到達するまでの間で、動翼の先端とガス通路を構成する分割環の内壁面との隙間が一時的に減少するピンチポイント（最小隙間）が発生する。そのため、ピンチポイントでも、動翼の先端と分割環の内壁面とが接触しないように、所定隙間を確保する必要がある。一方、ガスタービンは、定常運転に達した際、動翼の先端と分割環の内壁面との隙間が必要以上に大きくなってしまい、タービンによる駆動力の回収効率が低下し、ガスタービン自体の性能が低下してしまうという問題がある。

【 0 0 1 1 】

10

また、上述した特許文献 1 に記載されたタービンでは、圧縮機から比較的高温の抽気空気が翼環に供給されるため、翼環及び翼環回りの構成部品を十分に冷却することは困難であり、上述の隙間を低減することには限界がある。抽気空気の温度を下げるためには冷却する必要があるが、抽気空気の冷却は熱損失に繋がりと、ガスタービンの性能低下を招くという問題がある。

【 0 0 1 2 】

本発明は、上述した課題を解決するものであり、タービン車室側と動翼との隙間を適正量として性能の向上を図る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 1 3 】

20

上記の目的を達成するための本発明のガスタービンは、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、前記燃焼ガスにより回転軸線回りに回転する回転軸と、を有するガスタービンにおいて、前記タービンは、前記回転軸線回りにリング形状をなすタービン車室と、前記回転軸線回りにリング形状をなして前記タービン車室の内周部に支持されることでリング状の第 1 キャビティを区画する翼環と、前記回転軸線回りにリング形状をなして前記翼環の内周部に軸方向に所定間隔で支持される複数の遮熱環と、前記回転軸線回りにリング形状をなして前記複数の遮熱環の内周部に支持される複数の分割環と、前記回転軸の外周部に軸方向に所定間隔をあけて複数固定されて前記分割環に径方向に対向して配置される複数の動翼体と、前記複数の動翼体の間で前記回転軸線回りにリング形状をなすシュラウドが隣接する前記遮熱環に固定されることでリング状の第 2 キャビティを区画する複数の静翼体と、前記圧縮機が圧縮した圧縮空気の一部を前記第 2 キャビティに供給する第 2 冷却空気供給経路と、前記圧縮機が圧縮した圧縮空気よりも低温の冷却空気を前記第 1 キャビティに供給する第 1 冷却空気供給経路と、前記第 1 キャビティから冷却空気を排出する冷却空気排出経路と、を有することを特徴とする。

30

【 0 0 1 4 】

従って、圧縮機から圧縮空気の一部が抽気され、抽気された圧縮空気が第 2 冷却空気供給経路により第 2 キャビティに供給されると共に、この圧縮空気よりも低温の冷却空気が第 1 冷却空気供給経路により第 1 キャビティ供給され、冷却空気排出経路により第 1 キャビティから冷却空気を排出する。そのため、遮熱環が圧縮機から圧縮空気により冷却され、翼環が冷却空気により径方向の内側及び外側から冷却されることで、翼環と遮熱環が燃焼ガスから熱を受けて大きく変位することはなく、分割環と動翼との隙間を適正量としてタービンによる駆動力の回収効率が低下を抑制し、ガスタービンの性能を向上することができる。

40

【 0 0 1 5 】

本発明のガスタービンでは、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、前記燃焼ガスにより回転軸線回りに回転する回転軸と、を有するガスタービンにおいて、前記タービンは、前記回転軸線回りにリング形状をなすタービン車室と、前記回転軸線回りにリング形状をなして前記タービン車室の内周部に連結されることで環

50

状の第1キャビティを区画する翼環と、前記回転軸線回りにリング形状をなして前記翼環の内周部に軸方向に所定間隔で連結される複数の遮熱環と、前記回転軸線回りにリング形状をなして前記複数の遮熱環の内周部に連結される複数の分割環と、前記回転軸の外周部に軸方向に所定間隔をあけて複数固定されて前記分割環に径方向に対向して配置される複数の動翼体と、前記複数の動翼体の間で前記回転軸線回りにリング形状をなすシュラウドが隣接する前記遮熱環に固定されることで環状の第2キャビティを区画する複数の静翼体と、前記圧縮機が圧縮した圧縮空気の一部を前記第2キャビティに供給する第2冷却空気供給経路と、前記翼環に設けられて一端部が前記第1キャビティに連通する冷却空気流路と、前記圧縮機が圧縮した圧縮空気よりも低温の冷却空気を前記冷却空気流路の他端部と前記第1キャビティのいずれか一方に供給する第1冷却空気供給経路と、前記冷却空気流路の他端部と前記第1キャビティのいずれか他方から冷却空気を排出する冷却空気排出経路と、を有することを特徴とするものである。

10

【0016】

従って、翼環の内部に冷却空気流路を設けるので、翼環が更に冷却され、動翼の先端と分割環との隙間の管理が一層容易になる。

【0017】

本発明のガスタービンでは、前記翼環の内周面に遮熱部材が設けられることを特徴としている。

【0018】

従って、遮熱部材により第2キャビティから翼環への入熱が遮断されることで、翼環を更に冷却することができる。

20

【0019】

本発明のガスタービンでは、前記冷却空気流路は、前記回転軸の軸方向に所定間隔をあけて配置される複数のマニホールドと、前記複数のマニホールドを直列に連結する連結通路とを有することを特徴としている。

【0020】

従って、翼環内にて、複数のマニホールドの間で冷却空気が連結通路を通して流通することで、翼環を効率良く冷却することができる。

【0021】

本発明のガスタービンでは、前記翼環は、前記回転軸の軸方向に沿う円筒部と、前記円筒部における各端部に設けられる第1外周フランジ部及び第2外周フランジ部を有し、前記複数のマニホールドは、前記第1外周フランジ部及び第2外周フランジ部に空洞部として形成され、前記連結通路は、前記円筒部に複数の連通孔として形成されることを特徴としている。

30

【0022】

従って、冷却空気は、複数のマニホールド間を連結通路としての複数の連通孔を流れて流動することとなり、冷却空気を翼環の内部全体に流動することで、翼環を効率良く冷却することができる。

【0023】

本発明のガスタービンでは、前記第1冷却空気供給経路は、送風機により吸引された大気空気を供給することを特徴としている。

40

【0024】

従って、第1冷却空気供給経路が大気空気を供給するため、簡単な構成で容易に冷却空気を供給して翼環を冷却することができる。

【0025】

本発明のガスタービンでは、前記遮熱環は、前記翼環より熱膨張率が大きい材料により構成されることを特徴としている。

【0026】

従って、遮熱環が燃焼ガスにより加熱されて熱膨張することで、分割環と動翼との隙間を小さく設定することができる。

50

【 0 0 2 7 】

本発明のガスタービンでは、前記第 1 冷却空気供給経路は、前記冷却空気を加熱する加熱装置を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

従って、ガスタービンの起動時から定格負荷運転に達する段階において、動翼の先端と分割環の隙間を小さくできるので、ガスタービンの性能低下を抑制できる。

【 0 0 2 9 】

本発明のガスタービンでは、前記冷却空気排出経路は、前記第 1 キャビティから排出された冷却空気を排気冷却系に導入することを特徴としている。

【 0 0 3 0 】

従って、翼環を冷却した冷却空気を冷却空気排出経路により排気冷却系に導入することで、冷却空気の有効利用を可能とすることができる。

【発明の効果】

【 0 0 3 1 】

本発明のガスタービンによれば、翼環の内側に区画された第 2 キャビティに供給される冷却空気より低温の冷却空気を、その外側に区画される第 1 キャビティに供給するので、起動時から定格運転に到達するまでの間、翼環が常時低温の冷却空気に接触しているので、翼環自体が大きく変位することはない。従って、定格運転時において、分割環と動翼との隙間を適正量に設定でき、タービンによる駆動力の回収効率が低下を抑制し、ガスタービンの性能を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 2 】

【図 1】図 1 は、本実施形態のガスタービンにおける燃焼器の近傍を表す断面図である。

【図 2】図 2 は、タービンの翼環の近傍を表す断面図である。

【図 3】図 3 は、本実施形態の変形例を表すタービンの翼環の近傍の断面図である。

【図 4】図 4 は、本実施形態の変形例を示す第 1 冷却空気供給経路の図である。

【図 5】図 5 は、ガスタービンのホット起動時におけるタービンの構成部材の隙間の挙動を表すグラフである。

【図 6】図 6 は、ガスタービンのコールド起動時におけるタービンの構成部材の隙間の挙動を表すグラフである。

【図 7】図 7 は、ガスタービンの全体構成を表す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 3 】

以下に添付図面を参照して、本発明に係るガスタービンの好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせるものも含むものである。

【 0 0 3 4 】

図 7 は、本実施形態のガスタービンの全体構成を表す概略図である。

【 0 0 3 5 】

本実施形態のガスタービンは、図 7 に示すように、圧縮機 1 1 と燃焼器 1 2 とタービン 1 3 により構成されている。このガスタービンは、同軸上に図示しない発電機が連結され、発電可能となっている。

【 0 0 3 6 】

圧縮機 1 1 は、空気を取り込む空気取入口 2 0 を有し、圧縮機車室 2 1 内に入口案内翼 (I G V : Inlet Guide Vane) 2 2 が配設されると共に、複数の静翼 2 3 と複数の動翼 2 4 が空気の流動方向 (後述するロータ 3 2 の軸方向) に交互に配設されてなり、その外側に抽気室 2 5 が設けられている。この圧縮機 1 1 は、空気取入口 2 0 から取り込まれた空気を圧縮することで高温・高圧の圧縮空気とする。

【 0 0 3 7 】

燃焼器 1 2 は、圧縮機 1 1 で圧縮された高温・高圧の圧縮空気に対して燃料を供給し、

10

20

30

40

50

燃焼することで、燃焼ガスを生成する。タービン 13 は、タービン車室 26 内に複数の静翼 27 と複数の動翼 28 が燃焼ガスの流動方向（後述するロータ 32 の軸方向）に交互に配設されている。そして、このタービン車室 26 は、下流側に排気車室 29 を介して排気室 30 が配設されており、排気室 30 は、タービン 13 に接続する排気ディフューザ 31 を有している。このタービンは、燃焼器 12 からの燃焼ガスにより駆動し、同軸上に連結された発電機を駆動する。

【0038】

圧縮機 11 と燃焼器 12 とタービン 13 は、排気室 30 の中心部を貫通するようにロータ（回転軸）32 が配置されている。ロータ 32 は、圧縮機 11 側の端部が軸受部 33 により回転自在に支持されると共に、排気室 30 側の端部が軸受部 34 により回転自在に支持されている。そして、このロータ 32 は、圧縮機 11 にて、各動翼 24 が装着されたディスクが複数重ねられて固定されると共に、タービン 13 にて、各動翼 28 が装着されたディスクが複数重ねられて固定されており、排気室 30 側の端部に発電機の駆動軸が連結されている。

【0039】

そして、このガスタービンは、圧縮機 11 の圧縮機車室 21 が脚部 35 に支持され、タービン 13 のタービン車室 26 が脚部 36 により支持され、排気室 30 が脚部 37 により支持されている。

【0040】

従って、圧縮機 11 にて、空気取入口 20 から取り込まれた空気が、入口案内翼 22、複数の静翼 23 と動翼 24 を通過して圧縮されることで高温・高圧の圧縮空気となる。燃焼器 12 にて、この圧縮空気に対して所定の燃料が供給され、燃焼する。タービン 13 にて、燃焼器 12 で生成された高温・高圧の燃焼ガス G が、タービン 13 における複数の静翼 27 と動翼 28 を通過することでロータ 32 を駆動回転し、このロータ 32 に連結された発電機を駆動する。一方、燃焼ガスは、運動エネルギーが排気室 30 の排気ディフューザ 31 により圧力に変換されて大気に放出される。

【0041】

このように構成されたガスタービンにて、タービン 13 における各動翼 28 の先端とタービン車室 26 側との隙間は、動翼 28 やタービン車室 26 などの熱延びを考慮した隙間（クリアランス）となっており、タービン 13 による駆動力の回収効率が低下、しいては、ガスタービン自体の性能の低下の観点から、タービン 13 における各動翼 28 の先端とタービン車室 26 側との隙間をできるだけ小さい隙間にすることが望ましい。

【0042】

そこで、本実施形態では、動翼 28 の先端とタービン車室 26 側との初期隙間を大きくすると共に、タービン車室 26 側を適正に冷却することで、定常運転時における動翼 28 の先端とタービン車室 26 側との隙間を小さくし、タービン 13 による駆動力の回収効率の低下を防止している。

【0043】

図 1 は、本実施形態のガスタービンにおける燃焼器の近傍を表す断面図、図 2 は、タービンの翼環の近傍を表す断面図である。

【0044】

タービン 13 において、図 1 及び図 2 に示すように、タービン車室 26 は、円筒形状をなし、燃焼ガス G の流動方向の下流側に円筒形状をなす排気車室 29 が連結されている。この排気車室 29 は、燃焼ガス G の流動方向の下流側に円筒形状をなす排気室 30（排気ディフューザ 31）が設けられ、排気室 30 は、燃焼ガス G の流動方向の下流側に排気ダクト（図示せず）が設けられている。

【0045】

タービン車室 26 は、内周部に燃焼ガス G の流動方向の前後に所定間隔をあけて内周フランジ部 42a、42b が一体に形成され、この内周フランジ部 42a、42b には、径方向の内周部にロータ 32 回りに 2 分割されたリング形状をなす翼環 43 が固定されてい

10

20

30

40

50

る。この翼環 4 3 は、周方向の分割部でボルト締結され、円筒形状の構造物を形成している。翼環 4 3 は、燃焼ガス G の流動方向（ロータ 3 2 の軸方向）に沿う円筒部 4 4 a と、円筒部 4 4 a における軸方向の上流側及び下流側の各端部に設けられる第 1 外周フランジ部 4 4 b 及び第 2 外周フランジ部 4 4 c を有している。

【 0 0 4 6 】

翼環 4 3 は、径方向内側の内周部に燃焼ガス G の流動方向の前後に所定間隔をあけて係止部 4 5 a , 4 5 b が周方向に沿って一体に形成されている。第 1 遮熱環 4 6 は、翼環 4 3 の内周部から係止部 4 5 a を介して支持され、第 2 遮熱環 4 7 は翼環 4 3 の内周部から係止部 4 5 b を介して支持されている。この各遮熱環 4 6 , 4 7 は、ロータ 3 2 の回りにリング形状をなし、第 1 分割環 4 9 は、係止部 4 8 a , 4 8 b を介して第 1 遮熱環 4 6 の内周部に支持され、第 2 分割環 5 1 は、係止部 5 0 a , 5 0 b を介して第 2 遮熱環 4 7 の内周部に支持されている。

【 0 0 4 7 】

また、遮熱環 4 6 、 4 7 及び静翼 2 7、並びに、分割環 4 9 , 5 1 は、周方向に複数に分割され、一定の隙間を保持しつつリング状に配置されている。

【 0 0 4 8 】

ロータ 3 2（図 7 参照）は、外周部に複数のディスク 5 2 が一体に連結されてなり、軸受部 3 4（図 7 参照）によりタービン車室 2 6 に回転自在に支持されている。

【 0 0 4 9 】

複数の静翼体 5 3 と複数の動翼体 5 4 は、翼環 4 3 の径方向の内側に燃焼ガス G の流動方向に沿って交互に配設されている。静翼体 5 3 は、複数の静翼 2 7 が周方向に均等間隔で配置され、径方向内側でロータ 3 2 回りにリング形状をなす内側シュラウド 5 5 に固定され、径方向の外側でロータ 3 2 回りにリング形状をなす外側シュラウド 5 6 に固定されて構成されている。そして、静翼体 5 3 は、外側シュラウド 5 6 が係止部 5 7 a , 5 7 b を介して遮熱環 4 6 , 4 7 に支持されている。

【 0 0 5 0 】

動翼体 5 4 は、複数の動翼 2 8 が周方向に均等間隔で配置され、基端部がディスク 5 2 の外周部に固定されている。動翼 2 8 の先端部は、径方向の外側で対向して配置された分割環 4 9 , 5 1 側に延出している。この場合、各動翼 2 8 の先端と分割環 4 9 , 5 1 の内周面との間に、所定の隙間（クリアランス）が確保されている。

【 0 0 5 1 】

タービン 1 3 は、分割環 4 9 , 5 1 及び外側シュラウド 5 6 と、内側シュラウド 5 5 との間にロータ 3 2 回りにリング形状をなす燃焼ガス G が流れるガス通路 5 8 が形成されている。このガス通路 5 8 に複数の静翼体 5 3 と複数の動翼体 5 4 が燃焼ガス G の流動方向に沿って交互に配設されている。

【 0 0 5 2 】

燃焼器 1 2 は、ロータ 3 2 の径方向の外側に周方向に沿って複数所定間隔で配置され、燃焼器支持部材 3 8 を介してタービン車室 2 6 に支持されている。この燃焼器 1 2 は、圧縮機 1 1 で圧縮された高温・高圧の圧縮空気に対して燃料を供給し、燃焼することで、燃焼ガス G を生成する。燃焼器 1 2 の出口 1 4（尾筒）は、ガス通路 5 8 に連結されている。

【 0 0 5 3 】

そして、タービン 1 3 においては、第 1 外周フランジ部 4 4 b 及び第 2 外周フランジ部 4 4 c を介して、タービン車室 2 6 の内周フランジ部 4 2 a , 4 2 b に翼環 4 3 が連結されている。その結果、翼環 4 3 の径方向の外表面に隣接して、タービン車室 2 6 の径方向の内周面と翼環の径方向の外周面で囲まれ、ロータ 3 2 回りにリング状に配置された第 1 キャピティ 6 1 が区画される。タービン 1 3 は、翼環 4 3 の内周部に遮熱環 4 6 , 4 7 を介して分割環 4 9 , 5 1 が固定されると共に、ロータ 3 2 の軸方向の遮熱環 4 6 , 4 7 の間に静翼体 5 3 の外側シュラウド 5 6 が固定される。その結果、翼環 4 3 の径方向の内周面に隣接して、翼環 4 3 の径方向の内周面と分割環 5 6 の径方向の外周面で囲まれ、ロー

10

20

30

40

50

タ 3 2 回りにリング状に配置された第 2 キャビティ 6 2 が区画される。

【 0 0 5 4 】

なお、図 2 に示すように、翼環 4 3 は、第 1 外周フランジ部 4 4 b がタービン車室 2 6 の内周フランジ部 4 2 a に対してロータ 3 2 の軸方向に固定され、径方向にはスライド可能な構造である。また、内周フランジ部 4 2 b は、シール部材 8 2 を介して第 2 外周フランジ 4 4 c に当接し、径方向にスライド可能な構造である。従って、タービン車室 2 6 と翼環 4 3 の軸方向および径方向の変位を吸収しつつ、第 1 キャビティ 6 1 と軸方向の下流側の空間との間をシール可能な構造となっている。このような構造を有するので、翼環 4 3 の径方向の変位は、タービン車室 2 6 から拘束されることはない。

【 0 0 5 5 】

また、タービン 1 3 は、翼環 4 3 に冷却空気流路 6 3 が設けられている。この冷却空気流路 6 3 は、燃焼ガス G の流動方向（ロータ 3 2 の軸方向）に所定間隔をあけて配置され、ロータ 3 2 回りにリング状に形成された複数（本実施例では、2 個）のマニホールド 6 4 , 6 5 と、この複数のマニホールド 6 4 , 6 5 をロータ 3 2 の軸方向に直列に配置され、両端でマニホールド 6 4 , 6 5 に連結する連結通路 6 6 とを有している。

【 0 0 5 6 】

具体的には、冷却空気流路 6 3 として、第 1 外周フランジ部 4 4 b に空洞部として形成される第 1 マニホールド 6 4 と、第 2 外周フランジ部 4 4 c に空洞部として形成される第 2 マニホールド 6 5 とが設けられている。各マニホールド 6 4 , 6 5 は、ロータ 3 2 回りにリング形状をなしており、この第 1 マニホールド 6 4 と第 2 マニホールド 6 5 とは、円筒部 4 4 a に複数の連通孔として形成される連結通路 6 6 により連結されている。この連結通路 6 6 を構成する複数の連通孔は、周方向に均等間隔で配置されている。なお、連結通路 6 6 は、ロータ 3 2 の軸方向からの断面視で、径方向に単列の配置でもよいし、複数列に配置してもよい。

【 0 0 5 7 】

タービン 1 3 は、タービン車室 2 6 の外部からの冷却空気 A 1 を第 1 キャビティ 6 1 または冷却空気流路 6 3 に供給する第 1 冷却空気供給経路 7 1 が設けられると共に、第 1 キャビティ 6 1 または冷却空気流路 6 3 の冷却空気 A 1 を排出する冷却空気排出経路 7 2 が設けられている。冷却空気流路 6 3 は、一端部 6 3 a が第 1 キャビティ 6 1 に連通し、他端部 6 3 b は第 1 冷却空気供給経路 7 1 に連結されている。第 1 冷却空気供給経路 7 1 は、外部からタービン車室 2 6 を貫通する配管 7 1 a であり、翼環 4 3 に接続する先端部に補助キャビティ 7 1 b が設けられている。補助キャビティ 7 1 b は周方向に環状をなし、冷却空気流路 6 3 の一端部 6 3 a に連通している。そして、第 1 冷却空気供給経路 7 1 は、先端部とは径方向で反対側の基端部がタービン 1 3（タービン車室 2 6）の外部に延長され、配管 7 1 a の上流端にファン（送風機）7 3 が装着されている。冷却空気排出経路 7 2 も、タービン車室 2 6 の外部からタービン車室 2 6 を貫通する配管 7 2 a であり、先端部が第 1 キャビティ 6 1 に連通している。なお、配管 7 1 a は、翼環 4 3 とタービン車室 2 6 との間にベローズ 7 1 c が設けられている。配管 7 2 a も、図示しないが、同様に翼環 4 3 とタービン車室 2 6 の間にベローズが設けられている。ベローズ 7 1 c は、主に軸方向の熱伸びの差を吸収する役目を果たしている。

【 0 0 5 8 】

また、タービン 1 3 は、冷却空気 A 2 を第 2 キャビティ 6 2 に供給する第 2 冷却空気供給経路 7 4 が設けられている。この第 2 冷却空気供給経路 7 4 は、基端部が圧縮機 1 1 の中間段（中圧段または高圧段）の抽気室 2 5（図 7 参照）に連結され、先端部が第 2 キャビティ 6 2 に連通している。第 2 冷却空気供給経路 7 4 は、タービン車室 2 6 の外部からタービン車室 2 6 を貫通する配管 7 4 a であり、この配管 7 4 a は、翼環 4 3 とタービン車室 2 6 の間にベローズ 7 1 c が設けられている。ベローズ 7 4 c の役割は、ベローズ 7 1 a と同様である。

【 0 0 5 9 】

この場合、第 2 冷却空気供給経路 7 4 は、圧縮機 1 1 が圧縮した圧縮空気の一部を冷却

10

20

30

40

50

空気 A 2 として第 2 キャビティ 6 2 に供給するものである。冷却空気 A 2 は、主に静翼回りの冷却に用いられる。冷却空気 A 2 は、最終的にはガス通路 5 8 を流動する燃焼ガス G 中に排出されるため、抽気空気等の比較的高い圧力が必要である。一方、第 1 冷却空気供給経路 7 1 は、ファン 7 3 により外部の空気を冷却空気 A 1 として冷却空気流路 6 3 に供給するものである。このとき、第 1 冷却空気供給経路 7 1 は、第 2 キャビティ 6 2 に供給する冷却空気 A 2 よりも低温の冷却空気 A 1 を冷却空気流路 6 3 に供給する必要がある。

【 0 0 6 0 】

即ち、分割環 4 9 の内周面と動翼 2 8 の先端の隙間を小さくするためには、翼環 4 3 を出来るだけ低い温度に維持することが望ましく、第 1 冷却空気供給経路 7 1 は、ファン 7 3 で大気空気 A を吸引した冷却空気 A 1 を第 1 キャビティ 6 1 または冷却空気流路 6 3 に供給するのが最も好ましい。但し、第 1 冷却空気供給経路 7 1 は、第 2 冷却空気供給経路 7 4 よりも低圧の圧縮機 1 1 の低圧段から抽気した圧縮空気を冷却空気 A 1 として第 1 キャビティ 6 1 または冷却空気流路 6 3 に供給してもよい。なお、この場合でも、抽気温度が大気温度に近い、温度の低い低圧段から抽気するのが好ましい。

【 0 0 6 1 】

冷却空気排出経路 7 2 は、第 1 キャビティ 6 1 から排出された冷却空気 A 1 を排気冷却系 7 5 に導入する。この排気冷却系 7 5 とは、例えば、排気室 3 0 に設けられる排気ディフューザ 3 1 である。

【 0 0 6 2 】

排気ディフューザ 3 1 では、排気冷却系 7 5 に供給された冷却空気は、ストラット 3 5 や軸受 3 4 を冷却した後、排気ディフューザ 3 1 内を流れる圧力回復前の負圧状態の燃焼ガス中に排出される。ファン 7 3 で加圧され、タービン 1 3 に供給された冷却空気 A 1 は、翼環 4 3 回りを冷却した後、冷却空気排出経路 7 2を経由して排気ディフューザ 3 1に供給され、その内部を冷却する。従って、冷却空気 A 1 が使い廻しされ、冷却空気の有効利用が図れる。

【 0 0 6 3 】

また、使い廻しされた冷却空気 A 1 は、排気ディフューザ 3 1 内の負圧状態の燃焼ガス中に排出されるので、大気空気 A を吸引するファン 7 3 の吐出圧力は、比較的低圧でよい。従って、ファン 7 3 を用いた冷却空気 A 1 を用いる方法は、圧縮機 1 1 の抽気空気を冷却空気 A 1 に用いる場合と比較して、エネルギー損失が小さくて済むので、ガスタービンの性能の低下を抑えることができる。

【 0 0 6 4 】

タービン 1 3 は、翼環 4 3 の第 2 キャビティ 6 2 側の内周面に、遮熱部材 8 1 が設けられている。遮熱部材 8 1 は、周方向に複数に分割されてリング形状をなし、翼環 4 3 の径方向の内周面を被覆している。

【 0 0 6 5 】

また、翼環 4 3 の第 1 外周フランジ部 4 4 bがロータ 3 2 の軸方向の上流側で接する燃焼器支持部材 3 8 は、燃焼器 1 2 側から翼環 4 3 に入る熱を遮断する遮熱部材 8 1 の役割を果たしている。

【 0 0 6 6 】

また、遮熱環 4 6 , 4 7 は、翼環 4 3 より熱膨張率（熱膨張係数）が大きい材料により構成されている。例えば、遮熱環 4 6 , 4 7 は、オーステナイト系ステンレス鋼（SUS 310S）により形成され、翼環 4 3 は、12%クロム鋼により形成されている。

【 0 0 6 7 】

従来技術と比較した翼環 4 3 回りの冷却方法の違いについて、以下に具体的に説明する。上述のように、翼環 4 3 は、径方向の外周面を第 1 キャビティ 6 1 に接し、径方向の内周面を第 2 キャビティ 6 2 に接している。一方、燃焼ガス G が流動するガス通路 5 8 に接する分割環 4 9 , 5 1 は、遮熱環 4 6 , 4 7 に支持され、遮熱環 4 6 , 4 7 は翼環 4 3 に支持されている。

【 0 0 6 8 】

第1キャビティ61には、ファン73で加圧された冷却空気A1が供給され、第2キャビティ62には圧縮機11から抽気された冷却空気A2が供給された場合、翼環43の温度は、第1キャビティ61に供給される冷却空気A1の温度と第2キャビティ62に供給される冷却空気A2の温度の中間温度になる。即ち、ガス通路58を流れる燃焼ガスGからの入熱は、分割環49, 51から遮熱環46, 47を介して翼環43に伝達される。一方、翼環43自体が、燃焼ガスに接しているわけではない。従って、翼環43の温度は、直接接する第1キャビティ61の冷却空気A1の温度と第2キャビティ62の冷却空気A2の温度に支配され、燃焼ガスGから分割環49, 51および遮熱環46, 47を介して伝達される入熱の影響は小さい。

【0069】

10

一方、分割環49, 51は、ガス通路58から燃焼ガスGの熱を受ける。従って、分割環49, 51及び遮熱環46, 47は、第2キャビティ62に接して冷却空気A2により冷却されるものの、翼環43に比較して温度は高くなる。

【0070】

従って、ガスタービンの負荷が上昇して、燃焼ガスGの温度が上昇している状態を想定した場合、翼環43は径方向の外側に変位するが、分割環49, 51および遮熱環46, 47は、翼環43の内周面から径方向の内側方向に支持されているため、相対的に翼環43に対して径方向の内側へ変位する。そのため、ロータ32の中心から見た場合、翼環43の径方向の外側への変位量に比較して、分割環49, 51の径方向の外側への変位量は小さくなる。一方、上述のように、分割環49, 51及び遮熱環46, 47は、翼環43に比較して燃焼ガスG側の熱影響を受け、温度が高くなる。そのため、分割環49, 51の内周面の径方向外側への変位量は、更に小さくなる。

20

【0071】

本実施形態におけるタービン13の構造の場合、第1キャビティ61を流れる冷却空気A1の温度は、第2キャビティ62を流れる冷却空気A2の温度より低く設定する。従って、翼環43と分割環49, 51並びに遮熱環46, 47の間には、温度差による径方向の熱伸びの違いにより、翼環43の径方向の外側への変位量に比較して、分割環49, 51の内周面の径方向の外側への変位量が小さい。即ち、第1キャビティ61に供給する冷却空気A1と第2キャビティ62に供給する冷却空気A2の間に温度差を設けて、翼環43を低い温度に保持すれば、動翼の先端と分割環の隙間の管理が容易になり、定格運転時において、適正な隙間量が維持され、ガスタービンの性能が向上する。

30

【0072】

更に、翼環43には、冷却空気流路63を設けてもよい。冷却空気流路63を翼環43内に設けて、冷却空気流路63に冷却空気A1を供給すれば、翼環43は更に低い温度に保持できる。即ち、ガスタービンの運転中、ファン73により大気空気Aが冷却空気A1として第1冷却空気供給経路71から冷却空気流路63に供給され、この冷却空気流路63から第1キャビティ61に供給される。即ち、翼環43では、冷却空気A1が第2マニホールド65に供給され、連結通路66を流れて第1マニホールド64に供給され、第1キャビティ61に供給される。そのため、翼環43は、内部を循環される冷却空気A1と、外側(第1キャビティ61)に供給される冷却空気A1により冷却され、高温化が抑制される。この冷却空気流路63では、マニホールド64, 65の通路断面積よりも連結通路66の通路断面積の方が小さいことから、冷却空気が連結通路66を通過するときに流速が上昇し、翼環43が効果的に冷却される。

40

【0073】

この場合、翼環43の内部の冷却空気流路63に冷却空気A1を供給するので、上述のように、冷却空気流路63を設けず、翼環43の外周面および内周面を冷却する実施形態よりも翼環43の温度を更に低く維持できる。そのため、翼環43の径方向の外側への変位が更に小さくなり、動翼の先端と分割環の隙間の管理が一層容易である。

【0074】

一方、圧縮機11から抽気された圧縮空気の一部が冷却空気A2として第2冷却空気供

50

給経路 7 4 から第 2 キャビティ 6 2 に供給される。すると、この冷却空気 A 2 は、静翼体 5 3 の静翼 2 7 や各シュラウド 5 5 , 5 6 内を通して、ディスクキャビティ (図示せず) からガス通路 5 8 に排出されることで、静翼体 5 3 を冷却する。

【 0 0 7 5 】

また、翼環 4 3 は、径方向の内周面の第 2 キャビティ 6 2 側に遮熱部材 8 1 が設けられているため、第 2 キャビティ 6 2 に供給される冷却空気 A 2 からの熱を受けにくく、高温化が抑制される。即ち、上述のように、翼環 4 3 の温度は、第 1 キャビティ 6 1 内を流れる冷却空気 A 1 と第 2 キャビティ 6 2 内を流れる冷却空気 A 2 の中間温度に保持されるが、翼環 4 3 の内周面に遮熱部材 8 1 を設けた場合、第 2 キャビティ 6 2 側からの入熱が遮断され、翼環 4 3 の温度は第 1 キャビティ 6 1 の冷却空気 A 1 の温度に近づく。そのため、動翼 2 8 の先端と分割環 4 9、5 1 の間の隙間の管理が更に容易になる。

10

【 0 0 7 6 】

上述した実施形態では、第 1 冷却空気供給経路 7 1 により冷却空気 A 1 を冷却空気流路 6 3 に供給し、この冷却空気流路 6 3 から第 1 キャビティ 6 1 に供給することで、翼環 4 3 を冷却している。更に、翼環 4 3 を冷却した第 1 キャビティ 6 1 の冷却空気 A 1 を冷却空気排出経路 7 2 によりタービン 1 3 の排気冷却系 7 5 に供給している。しかし、冷却空気 A 1 の流れを逆にしてもよい。

【 0 0 7 7 】

図 3 は、本実施形態の変形例を表すタービンの翼環の近傍の断面図である。この図 3 に示すように、ファン 7 3 により大気空気 A を冷却空気 A 1 として第 1 冷却空気供給経路 7 1 から第 1 キャビティ 6 1 に供給し、この第 1 キャビティ 6 1 から冷却空気流路 6 3 に供給する。即ち、翼環 4 3 にて、冷却空気 A 1 が第 1 キャビティ 6 1 に供給され、この第 1 キャビティ 6 1 から第 1 マニホールド 6 4 に供給され、連結通路 6 6 を通して第 2 マニホールド 6 5 に供給される。この構成でも、翼環 4 3 は、内部を流れる冷却空気 A 1 と、径方向の外側 (第 1 キャビティ 6 1) に供給される冷却空気 A 1 により冷却され、高温化が抑制される。その後、翼環 4 3 を冷却した冷却空気 A 1 は、冷却空気流路 6 3 から冷却空気排出経路 7 2 によりタービン 1 3 の排気冷却系 7 5 に供給される。

20

【 0 0 7 8 】

また、図 3 にて、冷却空気流路 6 3 の他端部 6 3 b を第 1 キャビティ 6 1 に連通し、第 1 冷却空気供給経路 7 1 と冷却空気排出経路 7 2 の一方を冷却空気流路 6 3 に連結し、他方を第 1 キャビティ 6 1 に連通してもよい。

30

【 0 0 7 9 】

次に、図 4 は、図 1、2 に示す実施形態および図 3 に示す変形例に対して、更に、第 1 冷却空気供給経路 7 1 の変形例を示したものである。図 4 に示すように、第 1 冷却空気供給経路 7 1 には、ファン 7 3 の下流側でタービン車室 2 6 に接続される手前の配管経路の途中に、冷却空気 A 1 を加熱する加熱装置 7 6 を設けた構成である。加熱媒体 7 7 としては、ガスタービンから排出される燃焼排ガスまたは圧縮機出口の車室空気または G T C C の廃蒸気等が利用できる。

【 0 0 8 0 】

第 1 冷却空気供給経路 7 1 は、通常は大気空気 A を取り込み、加熱せずに低温の冷却空気のままガスタービンに供給する。但し、ガスタービンの起動時は、加熱装置 7 6 に加熱媒体 7 7 を供給して冷却空気 A 1 を加熱してもよい。冷却空気 A 1 を加熱すれば、翼環 4 3 の温度が上昇し、起動時の動翼の先端と分割環の隙間を拡げることができるので、起動時に発生し易いピンチポイントを確実に回避できる。

40

【 0 0 8 1 】

ここで、ガスタービンの起動時におけるタービン 1 3 の構成部材における径方向の変位について説明する。

【 0 0 8 2 】

図 5 は、ガスタービンのホット起動時におけるタービンの構成部材の隙間の挙動を表すグラフ、図 6 は、ガスタービンのコールド起動時におけるタービンの構成部材の隙間の挙

50

動を表すグラフである。

【 0 0 8 3 】

従来のガスタービンのホット起動時は、図 1 及び図 5 に示すように、時間 t_1 にてガスタービン 1 を起動する場合、ロータ 3 2 の回転数が上昇し、時間 t_2 にて、ロータ 3 2 の回転数が定格回転数に到達して一定に維持される。この間、圧縮機 1 1 は、空気取入口 2 0 から空気を取り込み、複数の静翼 2 3 及び動翼 2 4 を通過して空気を圧縮されることで高温・高圧の圧縮空気を生成する。燃焼器 1 2 は、ロータ 3 2 の回転数が定格回転数に達する前に点火され、圧縮空気に燃料を供給して燃焼することで高温・高圧の燃焼ガスを生成する。タービン 1 3 は、燃焼ガスが複数の静翼 2 7 及び動翼 2 8 を通過することでロータ 3 2 を駆動回転する。そのため、ガスタービンは、時間 t_3 にて、負荷（出力）が上昇し、時間 t_4 にて、定格負荷（定格出力）に到達して一定に維持される。

10

【 0 0 8 4 】

このようなガスタービンのホット起動時、動翼 2 8 は、高速回転することで径方向における外側に変位（伸張）し、その後、ガス通路 5 8 を通過する高温・高圧の燃焼ガス G から熱を受けることで更に外側に変位（伸張）する。一方、翼環 4 3 は、停止直後は高温であるが、ガスタービン 1 の起動直後の一定時間の間は、圧縮機 1 1 から低温の抽気空気（冷却空気 A 2 ）が翼環 4 3 に供給され、一旦冷却される。そのため、翼環 4 3 は、一時的に径方向の内側に変位（収縮）し、その後、圧縮機 1 1 からの抽気空気の温度が上昇して、翼環 4 3 の抽気空気による冷却効果が薄れ、再び外側に変位（伸張）する。

20

【 0 0 8 5 】

このとき、従来のガスタービンにて、図 5 に点線で表す分割環及び遮熱環は、時間 t_2 付近では、一時的に低温の抽気空気により冷却されることで内側に変位するため、動翼の先端と分割環の内周面との隙間が一時的に大きく減少するピンチポイント（最小隙間）が発生してしまう。その後、分割環、遮熱環、翼環が高温・高圧の燃焼ガス及び抽気空気により加熱されて外側に変位（伸張）する。そして、時間 t_4 後の定格運転にて、分割環、遮熱環、翼環は、外側に大きく変位することで、動翼の先端と翼環の内周面との隙間が必要以上に大きくなってしまう。

【 0 0 8 6 】

一方、本実施形態のガスタービンにて、図 5 に実線で表す分割環 4 9 , 5 1 は、時間 t_2 にて、低温の冷却空気（冷却空気 A 1 及び冷却空気 A 2 ）により分割環 4 9 , 5 1 と遮熱環 4 6 , 4 7 と翼環 4 3 が冷却されることで内側に変位するものの、起動前の動翼 2 8 の先端と分割環 4 9 , 5 1 の内周面との隙間が大きく確保されていることから、動翼 2 8 の先端と分割環 4 9 , 5 1 の内周面との隙間が従来の構造に比較して減少しない。そして、時間 t_4 後の定格運転にて、翼環 4 3 は、第 1 キャビティ 6 1 及び冷却空気流路 6 3 に供給される冷却空気（冷却空気 A 1 ）により冷却されると共に、遮熱部材 8 1 により第 2 キャビティ 6 2 の圧縮空気からの入熱が抑制される。そのため、翼環 4 3 は、若干外側に変位するものの、動翼 2 8 の先端と分割環 4 9 , 5 1 または遮熱部材 8 1 の内周面との隙間が従来の構造に比較して大きくなることはない。

30

【 0 0 8 7 】

また、ガスタービンのコールド起動時は、図 1 及び図 6 に示すように、ホット起動時と比較して分割環が径方向の内側に変位することはないので、ホット起動時よりも更にピンチポイントの発生の可能性は薄い。

40

【 0 0 8 8 】

このように本実施形態のガスタービンにあっては、圧縮機 1 1 と燃焼器 1 2 とタービン 1 3 とを有する。タービン 1 3 として、タービン車室 2 6 と、タービン車室 2 6 の中心部に回転自在に支持されるロータ 3 2 と、タービン車室 2 6 の径方向の内周部に支持され、低温の冷却空気を受け入れるリング状の第 1 キャビティ 6 1 を区画する翼環 4 3 と、ロータ 3 2 の外周部に軸方向に所定間隔をあけて複数固定されて配置される複数の動翼体 5 4 と、ロータの軸方向で複数の動翼体 5 4 の間に交互に配置され、径方向の外周側にリング状の第 2 キャビティ 6 2 が形成された複数の静翼体 5 3 と、を有する。また、翼環 4 3 は

50

、翼環 4 3 の径方向の内周部に軸方向に所定間隔をあけて支持される複数の遮熱環 4 6 , 4 7 と、複数の遮熱環 4 6 , 4 7 の径方向の内周部に支持される複数の分割環 4 9 , 5 1 を備える。更に、タービン 1 3 は、第 1 キャビティ 6 1 から冷却空気を排出する冷却空気排出経路 7 2 と圧縮空気を第 2 キャビティ 6 2 に供給する第 2 冷却空気供給経路 7 4 と、を設けている。

【 0 0 8 9 】

従って、圧縮機 1 1 から圧縮空気の一部が抽気され、抽気された圧縮空気を冷却空気 A 2 として第 2 冷却空気供給経路 7 4 により第 2 キャビティ 6 2 に供給されると共に、冷却空気 A 1 が第 1 冷却空気供給経路 7 1 により第 1 キャビティ 6 1 に供給され、第 1 キャビティ 6 1 から冷却空気排出経路 7 2 により冷却空気 A 1 を排出する。即ち、冷却空気 A 2 より低温の冷却空気 A 1 が、第 1 キャビティ 6 1 に供給されるため、翼環の径方向の変位を小さくして、分割環 4 9 , 5 1 の径方向の変位を抑制することができる。その結果、分割環 4 9 , 5 1 と動翼 2 8 との隙間を適正量に維持して、タービン 1 3 による駆動力の回収効率の低下を抑制し、ガスタービンの性能を向上することができる。

【 0 0 9 0 】

本実施形態のガスタービンでは、翼環 4 3 の内周面に遮熱部材 8 1 を設けている。従って、遮熱部材 8 1 により第 2 キャビティ 6 2 から翼環 4 3 への入熱が遮断されることで、翼環 4 3 の高温化を抑制することができる。

【 0 0 9 1 】

本実施形態のガスタービンでは、冷却空気流路 6 3 として、ロータ 3 2 の軸方向に所定間隔をあけて配置される複数のマニホールド 6 4 , 6 5 と、複数のマニホールド 6 4 , 6 5 を直列に連結する連結通路 6 6 とを設けている。従って、翼環 4 3 内にて、複数のマニホールド 6 4 , 6 5 の間で冷却空気 A 1 が連結通路 6 6 を通して流通することで、翼環 4 3 を効率良く冷却することができる。

【 0 0 9 2 】

本実施形態のガスタービンでは、翼環 4 3 として、ロータ 3 2 の軸方向に沿う円筒部 4 4 a と、円筒部 4 4 a における軸方向の上流側及び下流側の各端部に設けられる第 1 外周フランジ部 4 4 b 及び第 2 外周フランジ部 4 4 c を設け、複数のマニホールド 6 4 , 6 5 が第 1 外周フランジ部 4 4 b と第 2 外周フランジ部 4 4 c に空洞部として形成される。また、連結通路 6 6 が、円筒部 4 4 a に複数の連通孔として形成される。従って、冷却空気 A 1 は、複数のマニホールド 6 4 , 6 5 間を連結通路 6 6 としての複数の連通孔を通して流動することとなり、冷却空気 A 1 が翼環 4 3 の内部全体に流動することで、翼環 4 3 を効率良く冷却することができる。

【 0 0 9 3 】

本実施形態のガスタービンでは、第 1 冷却空気供給経路 7 1 は、ファン 7 3 により大気空気を冷却空気流路 6 3 と第 1 キャビティ 6 1 に供給している。従って、大気空気が冷却空気流路 6 3 と第 1 キャビティ 6 1 に供給されるため、簡単な構成で容易に冷却空気 A 1 により翼環 4 3 を冷却することができる。また、大気空気を取り込み、ファン 7 3 により、低温で、且つ低圧の冷却空気 A 1 を第 1 キャビティ 6 1 に供給できるので、翼環を低い温度に維持して、分割環の隙間の管理が容易になる。更に、低圧の空気が使えるので、ファンの動力も小さくでき、ガスタービンのエネルギー損失を抑制できるという、二重の利点がある。

【 0 0 9 4 】

本実施形態のガスタービンでは、遮熱環 4 6 , 4 7 を翼環 4 3 より熱膨張率が大きい材料により構成している。従って、遮熱環 4 6 , 4 7 が燃焼ガス G により加熱されて熱膨張することで、ガスタービンの定格運転時に分割環 4 9 , 5 1 と動翼 2 8 との隙間を更に小さく設定することができる。

【 0 0 9 5 】

本実施形態のガスタービンでは、第 1 冷却空気供給経路 7 1 に加熱装置 7 6 を設けているので、ガスタービンの起動時のピンチポイントの発生を確実に回避できる。

【 0 0 9 6 】

本実施形態のガスタービンでは、冷却空気排出経路 7 2 は、第 1 キャビティ 6 1 から排出された冷却空気 A 1 を排気冷却系 7 5 に導入し、排気ディフューザ 3 1 の負圧状態の燃焼ガス中に排出している。従って、翼環 4 3 を冷却した冷却空気 A 1 を冷却空気排出経路 7 2 により排気冷却系 7 5 に導入することで、冷却空気 A 1 は、冷却空気の使い回しがされ、冷却空気 A 1 の有効利用を可能とすることができる。また、冷却空気 A 1 は、負圧状態の燃焼ガス中に排出されるため、ファン 7 3 の吐出圧力は高圧にする必要がない。

【 0 0 9 7 】

なお、上述した実施形態にて、複数のマニホールド 6 4 , 6 5 と連結通路 6 6 を翼環 4 3 に形成して冷却空気流路 6 3 を構成したが、この構成に限定されるものではない。即ち、マニホールド 6 4 , 6 5 の形状、数、形成位置などは、動翼 2 8 や翼環 4 3 の形状や位置に応じて適宜設定すればよい。

10

【 符号の説明 】

【 0 0 9 8 】

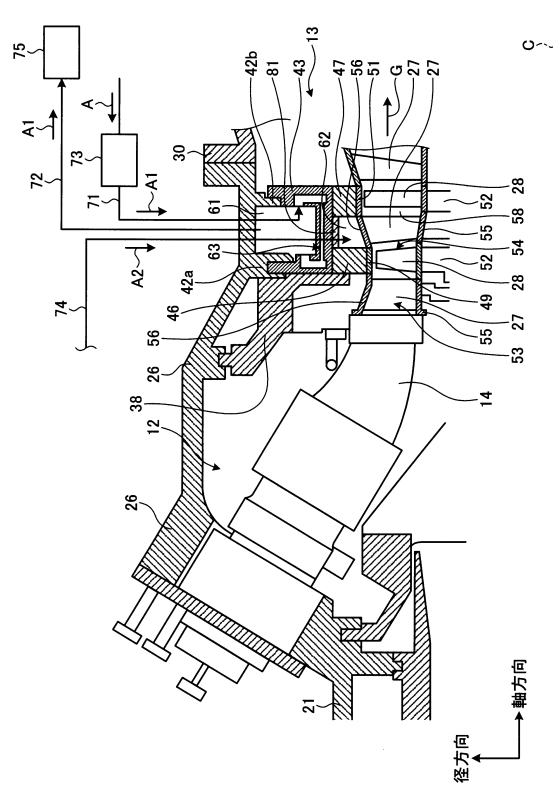
- 1 1 圧縮機
- 1 2 燃焼器
- 1 3 タービン
- 2 6 タービン車室
- 2 7 静翼
- 2 8 動翼
- 3 2 ロータ（回転軸）
- 4 3 翼環
- 4 4 a 円筒部
- 4 4 b 第 1 外周フランジ部
- 4 4 c 第 2 外周フランジ部
- 4 6 , 4 7 遮熱環
- 4 9 , 5 1 分割環
- 5 3 静翼体
- 5 4 動翼体
- 5 6 外側シュラウド
- 5 8 ガス通路
- 6 1 第 1 キャビティ
- 6 2 第 2 キャビティ
- 6 3 冷却空気流路
- 6 4 第 1 マニホールド
- 6 5 第 2 マニホールド
- 6 6 連結通路
- 7 1 第 1 冷却空気供給経路
- 7 2 冷却空気排出経路
- 7 3 ファン（送風機）
- 7 4 第 2 冷却空気供給経路
- 7 5 排気冷却系
- 7 6 加熱装置
- 7 7 加熱媒体
- 8 1 遮熱部材
- 8 2 シール部材
- A 大気空気
- A 1 , A 2 冷却空気
- C 回転軸線

20

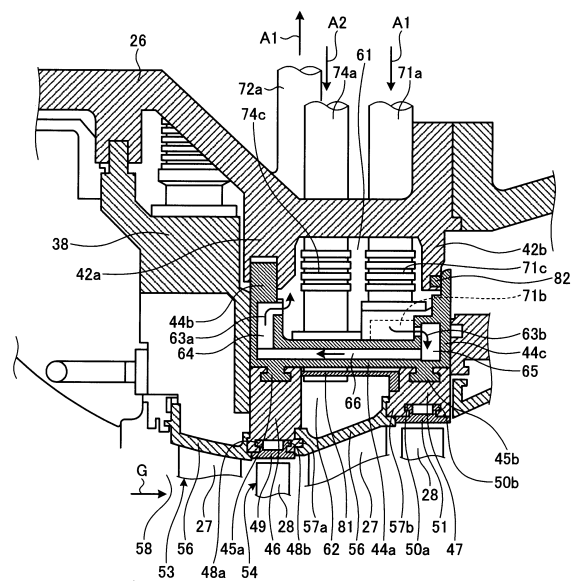
30

40

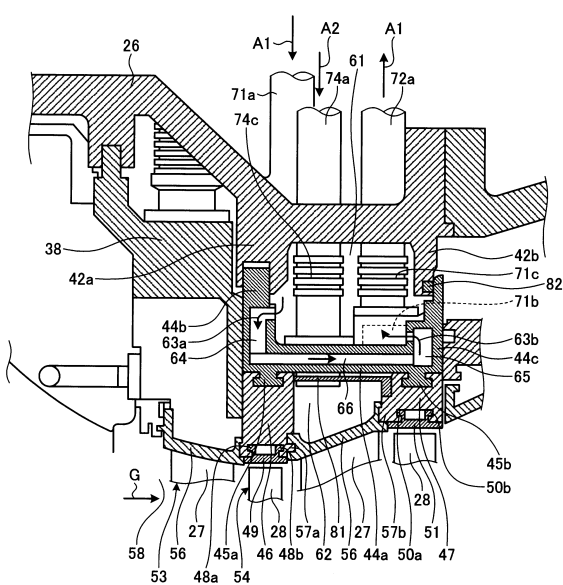
【図 1】



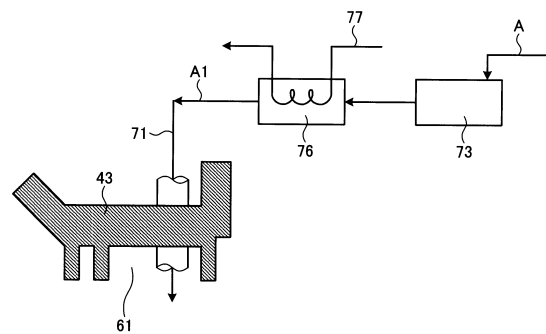
【図 2】



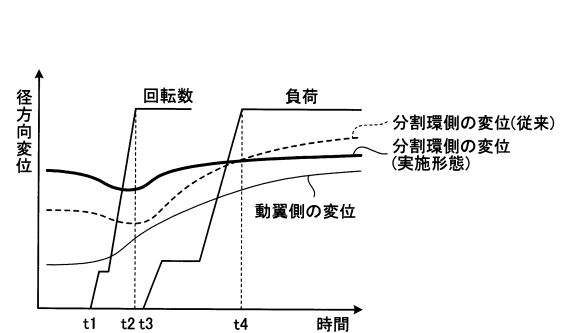
【図 3】



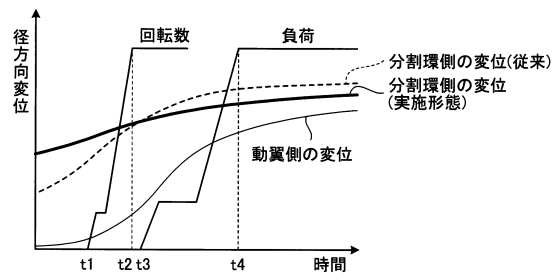
【図 4】



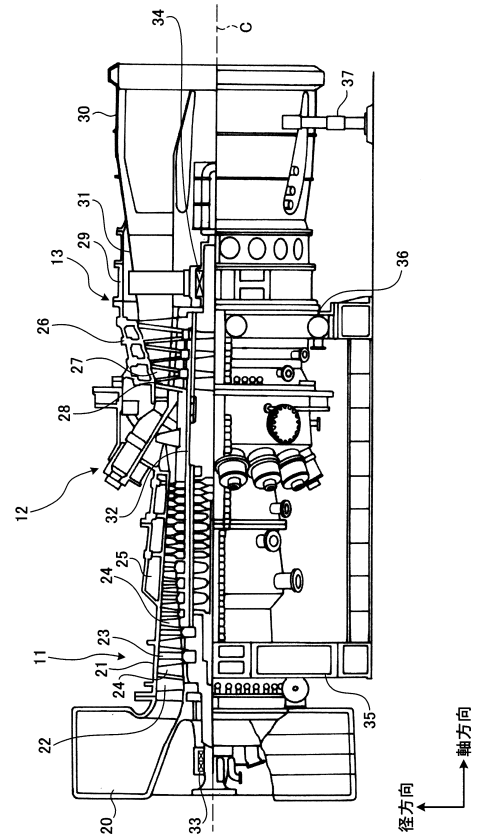
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-121685(JP,A)
特開2005-054777(JP,A)
特開平11-294104(JP,A)
特開2009-156261(JP,A)
特開2006-002766(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D	11/08
F01D	17/08
F02C	7/00
F02C	7/18
F02C	7/28