

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6512573号  
(P6512573)

(45) 発行日 令和1年5月15日 (2019.5.15)

(24) 登録日 平成31年4月19日 (2019.4.19)

(51) Int.Cl.

F 1

**F O 2 C** 7/28 (2006.01)  
**F O 2 C** 7/18 (2006.01)  
**F O 1 D** 11/00 (2006.01)  
**F 1 6 J** 15/447 (2006.01)

F O 2 C 7/28 C  
 F O 2 C 7/18 C  
 F O 2 C 7/18 A  
 F O 1 D 11/00  
 F 1 6 J 15/447

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2014-196772 (P2014-196772)  
 (22) 出願日 平成26年9月26日 (2014.9.26)  
 (65) 公開番号 特開2016-70082 (P2016-70082A)  
 (43) 公開日 平成28年5月9日 (2016.5.9)  
 審査請求日 平成29年7月20日 (2017.7.20)

(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  
 (74) 代理人 100149548  
 弁理士 松沼 泰史  
 (74) 代理人 100162868  
 弁理士 伊藤 英輔  
 (74) 代理人 100161702  
 弁理士 橋本 宏之  
 (74) 代理人 100189348  
 弁理士 古部 智  
 (74) 代理人 100196689  
 弁理士 鎌田 康一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シール部材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロータ軸の周りに配置される燃焼器と軸方向下流側に配置されて燃焼ガスの流れる燃焼ガス流路の一部を画定する静翼との間に設けられ、前記燃焼器と前記静翼との間をシールするシール部材であって、

前記静翼の前記軸方向上流側を向く側端面に対向して前記軸方向下流側を向く端面と、

前記ロータ軸を基準として周方向に並んで前記端面に複数設けられた開口から前記側端面に向かって冷却空気を排出する冷却流路と、

前記開口が形成された端面よりも前記軸方向下流側に突出する隙間形成部と、が形成され、

前記開口に隣接する領域には、前記ロータ軸を基準として径方向に窪むスリットが形成されているシール部材。

【請求項 2】

前記燃焼ガス流路よりも外側に配置されている請求項 1 に記載のシール部材。

【請求項 3】

前記冷却流路は、前記静翼の前記軸方向上流側を向く前縁部に対して、前記軸方向上流側の対向する位置を含んで、前記周方向の一定の領域に形成されている請求項 1 または 2 に記載のシール部材。

【請求項 4】

前記隙間形成部は、前記開口に対して前記周方向に隣接して配置されている請求項 1 に

記載のシール部材。

【請求項 5】

前記軸方向上流側で前記燃焼器に接続する第一係合部と、

前記軸方向下流側で前記静翼の前記側端面から前記軸方向上流側に延びる環状の突出部に接続する第二係合部と、を備え、

前記第二係合部は、前記突出部との間に形成される環状のシール面を有し、

前記スリットは、前記燃焼ガス流路側から径方向に窪み、

前記スリットの前記燃焼ガス流路に対して外側に形成された端部は、前記シール面が形成された位置より前記燃焼ガス流路側に近い位置に配置されている請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載されたシール部材。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シール部材に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンでは、圧縮機で加圧された空気を燃焼器で燃料と混合して高温の流体である燃焼ガスを発生させ、静翼及び動翼が交互に配設されたタービンの燃焼ガス流路内に導入する。ガスタービンでは、燃焼ガス流路内を流通する燃焼ガスによって動翼及びロータを回転させることにより、燃焼ガスのエネルギーを回転エネルギーに変換して、発電機から電力を取り出している。

20

【0003】

燃焼器の尾筒とタービンの第一段静翼のシュラウドとの間には、熱伸びによる接触を防ぐために隙間が設けられている。この隙間から、タービンケーシング内の冷却空気が、燃焼ガス流路側に漏れだすことを防止するため、シール部材が設けられている。

【0004】

このようなシール部材として、例えば、特許文献 1 に尾筒シールが開示されている。この尾筒シールは、尾筒のフランジ部と静翼シュラウドとの間に配置されている。各フランジ部は、それぞれ燃焼ガス流路から離間する方向に延びている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2006 - 105076 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、尾筒シールは、高温の燃焼ガスに曝されるため、冷却空気で冷却する必要がある。一方、尾筒シールは、尾筒シールに設けられた冷却空気流路が、隣接する静翼との熱伸び差により、尾筒シールと静翼とが接触して、冷却流路が閉塞する場合がある。

【0007】

40

本発明は、このような場合でも、冷却流路が閉塞されずに、安定して冷却可能なシール部材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】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を提案している。

本発明の第一の態様におけるシール部材は、ロータ軸の周りに配置される燃焼器と軸方向下流側に配置されて燃焼ガスの流れる燃焼ガス流路の一部を画定する静翼との間に設けられ、前記燃焼器と前記静翼との間をシールするシール部材であって、前記静翼の前記軸方向上流側を向く側端面に対向して前記軸方向下流側を向く端面と、前記ロータ軸を基準として周方向に並んで前記端面に複数設けられた開口から前記側端面に向かって冷却空気

50

を排出する冷却流路と、前記開口が形成された端面よりも前記軸方向下流側に突出する隙間形成部と、が形成され、前記開口に隣接する領域には、前記ロータ軸を基準として径方向に窪むスリットが形成されている。

【0009】

このような構成によれば、端面から突出する隙間形成部が設けられていることで、端面と側端面とが近づいても、開口が閉塞されることを防止できる。具体的には、隙間形成部が、開口が形成された端面より軸方向下流側に突出している。そのため、端面と側端面との間隔が狭くなっても、開口が閉塞されてしまう前に隙間形成部が、側端面に接触する。これにより、開口の下流側の空間を安定して確保でき、端面と側端面との間隔が狭くなっても必要な冷却空気を安定して開口から排出し続けることができる。したがって、開口が閉塞されることを防止し、冷却流路に対して冷却空気を安定して流通させることができる。

10

また、スリットによってシール部材の曲げ剛性を下げることができる。その結果、シール部材自体が撓みやすくなり、周方向の熱応力の分布によってシール部材の内部に生じる歪みを吸収することができる。これにより、シール部材の歪みを抑えることができ、冷却することによって生じる温度差の影響を低減することができる。

【0010】

また、上記シール部材では、前記燃焼ガス流路よりも外側に配置されていてもよい。

【0011】

このような構成によれば、燃焼ガス流路を流通する高温の燃焼ガスにシール部材自体が直接的に接触することを抑えることができる。そのため、燃焼ガスの一部に曝されるだけとなり、シール部材自体が非常に高温となってしまうことを抑えることができる。したがって、シール部材を冷却するために冷却流路を流通させる冷却空気の流量を抑えることができる。

20

【0012】

また、上記シール部材では、前記冷却流路は、前記静翼の前記軸方向上流側を向く前縁部に対して、前記軸方向上流側の対向する位置を含んで、前記周方向の一定の領域に形成されていてもよい。

【0013】

このような構成によれば、燃焼ガス流路に流入した燃焼ガスが静翼に衝突することで、前縁部近傍の燃焼ガスの巻込みによりシール部材が加熱された場合でも、静翼の前縁部に対向する冷却流路によって、軸方向で静翼の前縁部に対応する位置を含んで一定の領域を効果的に冷却することができる。その結果、シール部材を冷却するために冷却流路を流通する冷却空気の流量をより抑えることができる。

30

【0014】

また、上記シール部材では、前記隙間形成部は、前記開口に対して前記周方向に隣接して配置されていてもよい。

【0015】

このような構成によれば、開口に近い位置で隙間形成部を端面に接触させることができる。そのため、隙間形成部によって高い精度で開口の下流側の空間を確保することができる。したがって、開口が閉塞されることを高い精度で防止し、冷却流路に対して冷却空気をより安定して流通させることができる。

40

【0016】

また、上記シール部材では、前記スリットは、前記開口に隣接する領域に形成されていてもよい。

【0018】

また、上記シール部材では、前記軸方向上流側で前記燃焼器に接続する第一係合部と、前記軸方向下流側で前記静翼の前記側端面から前記軸方向上流側に延びる環状の突出部に接続する第二係合部とを備え、前記第二係合部は、前記突出部との間に形成される環状のシール面を有し、前記スリットは、前記燃焼ガス流路側から径方向に窪み、前記スリット

50

の前記燃焼ガス流路に対して外側に形成された端部は、前記シール面が形成された位置より前記燃焼ガス流路側に近い位置に配置されていてもよい。

【 0 0 1 9 】

このような構成によれば、スリットの燃焼ガス流路に対して外側に形成された端部の位置が、シール面より燃焼ガス流路側に近い位置とされている。そのため、シール面と突出部との間がシールされた状態を維持したまま、スリットを形成できる。したがって、シール性を確保したままスリットを形成でき、シール部材の歪みを抑えることができる。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

この発明に係るシール部材によれば、開口が閉塞されることなく冷却空気を流通させることができ、シール部材を安定して継続的に冷却することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図 1】本発明の第一実施形態におけるガスタービンの要部切欠側面である。

【図 2】本発明の第一実施形態におけるガスタービンの要部断面図である。

【図 3】本発明の第一実施形態におけるシール部材を説明する要部拡大図である。

【図 4】本発明の第一実施形態における軸方向下流側から見たシール部材を説明する要部拡大図である。

【図 5】本発明の第一実施形態における開口の位置を説明する概略図である。

【図 6】図 4 における V I - V I 断面を説明する断面図である。

【図 7】図 4 における V I I - V I I 断面を説明する断面図である。

【図 8】本発明の第一実施形態におけるシール部材の変形例である。

【図 9】図 8 における V I I I - V I I I 断面を説明する断面図である。

【図 10】本発明の第二実施形態におけるシール部材廻りの要部拡大図である。

【図 11】図 10 における燃焼ガス流路側から径方向に見たシール部材の平面図である。

【図 12】本発明の第二実施形態におけるシール部材の変形例である。

【図 13】図 12 における X - X 断面を説明する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 2 】

( 第一実施形態 )

以下、本発明に係る第一実施形態について図 1 から図 9 を参照して説明する。

ガスタービン 1 は、図 1 に示すように、外気を圧縮して圧縮空気 A を生成する圧縮機 10 と、燃料を圧縮空気 A に混合して燃焼させて燃焼ガス G を生成する複数の燃焼器 20 と、燃焼ガス G により駆動するタービン 30 と、燃焼器 20 とタービン 30 との間に配置されるシール部材 7 とを備えている。

【 0 0 2 3 】

タービン 30 は、ケーシング 31 と、このケーシング 31 内でロータ軸 A r を中心として回転するタービンロータ 33 とを備えている。このタービンロータ 33 は、例えば、このタービンロータ 33 の回転で発電する発電機（不図示）と接続されている。

【 0 0 2 4 】

圧縮機 10 は、タービン 30 に対して、ロータ軸 A r の一方側に配置されている。タービン 30 のケーシング 31 は、ロータ軸 A r を中心として円筒状をなしている。圧縮機 10 では、圧縮空気 A の一部を冷却空気としてタービン 30 や燃焼器 20 に供給している。圧縮機 10 で加圧された圧縮空気 A は、一旦ケーシング 31 内の空間に溜められる。複数の燃焼器 20 は、ロータ軸 A r に対する周方向 D c に互いの間隔をあけて、このケーシング 31 に取り付けられている。

【 0 0 2 5 】

ここで、ロータ軸 A r が延びている方向を軸方向 D a とする。さらに、軸方向 D a であって、燃焼器 20 に対してタービン 30 が配置されている側を下流側、その反対側を上流側とする。

## 【 0 0 2 6 】

また、ロータ軸 A r を基準とした周方向 D c を単に周方向 D c 、このロータ軸 A r を基準とした径方向 D r を単に径方向 D r とする。

また、径方向 D r であって軸線 A c から遠ざかる側を径方向 D r 外側、その反対側を径方向 D r 内側とする。

## 【 0 0 2 7 】

なお、本実施形態における燃焼器 2 0 の軸線 A c とは、燃焼器 2 0 の尾筒 2 1 の延在する方向と交差する各断面において、重心位置を通る線である。

## 【 0 0 2 8 】

タービンロータ 3 3 は、ロータ軸 A r を中心として、軸方向 D a に延びているロータ本体 3 4 と、軸方向 D a に並んでロータ本体 3 4 に取り付けられている複数の動翼列 3 5 と、を有している。

10

## 【 0 0 2 9 】

図 2 に示すように、各動翼列 3 5 は、いずれも、ロータ軸 A r に対して周方向 D c に並んでロータ軸 A r に取り付けられている複数の動翼 3 6 を有している。動翼 3 6 は、径方向 D r に延びる動翼本体 3 7 と、この動翼本体 3 7 の径方向 D r 内側に設けられているプラットフォーム 3 8 と、このプラットフォーム 3 8 の径方向 D r 内側に設けられている翼根 3 9 とを有している。動翼 3 6 は、この翼根 3 9 がロータ本体 3 4 に埋め込まれることで、ロータ本体 3 4 に固定されている。

## 【 0 0 3 0 】

20

複数の動翼列 3 5 の各上流側には、静翼列 4 0 が配置されている。各静翼列 4 0 は、いずれも、複数の静翼 4 1 が周方向 D c に並んで構成されている。各静翼 4 1 は、いずれも、径方向 D r 外側に延びる静翼本体 4 2 と、静翼本体 4 2 の径方向 D r 外側に設けられている外側シュラウド 4 3 と、静翼本体 4 2 の径方向 D r 内側に設けられている内側シュラウド 4 5 と、を有している。

## 【 0 0 3 1 】

また、静翼列 4 0 の中でも、最も軸方向 D a 上流側に配置されている第一静翼列 4 0 a を構成する第一静翼 4 1 a は、後述する燃焼器 2 0 の尾筒 2 1 に対してシール部材 7 を介して接続されている。

## 【 0 0 3 2 】

30

図 2 に示すように、動翼列 3 5 及び静翼列 4 0 の径方向 D r 外側であって、ケーシング 3 1 の径方向 D r 内側には、ロータ軸 A r を中心として円筒状の翼環 5 0 が配置されている。この翼環 5 0 は、ケーシング 3 1 に固定されている。静翼 4 1 の外側シュラウド 4 3 と翼環 5 0 とは、遮熱環 5 2 により連結されている。

## 【 0 0 3 3 】

軸方向 D a で隣接する静翼列 4 0 の外側シュラウド 4 3 同士の間には、ロータ軸 A r を中心として周方向 D c に並んだ複数の分割環 6 0 が配置されている。周方向 D c に並んだ複数の分割環 6 0 は環状をなし、その径方向 D r 内側には、動翼列 3 5 が配置されている。周方向 D c に並んだ複数の分割環 6 0 は、いずれも、遮熱環 5 2 により翼環 5 0 に連結されている。

40

## 【 0 0 3 4 】

タービン 3 0 のケーシング 3 1 内には燃焼ガス G が流れる燃焼ガス流路 P g が形成されている。燃焼ガス流路 P g は、静翼列 4 0 を構成する複数の静翼 4 1 の内側シュラウド 4 5 及び外側シュラウド 4 3 と、その下流側の動翼列 3 5 を構成する複数の動翼 3 6 のプラットフォーム 3 8 及びこれに対向する分割環 6 0 とによって、ロータ本体 3 4 の周りに環状に画定されている。

## 【 0 0 3 5 】

燃焼器 2 0 は、高温高圧の燃焼ガス G をタービン 3 0 に送る尾筒 2 1 と、この尾筒 2 1 内に燃料及び圧縮空気 A を供給する燃料供給器 2 2 と、を備えている。

## 【 0 0 3 6 】

50

燃料供給器 2 2 は、内部で火炎が形成され、軸線 A c を中心とする筒状をなす内筒 2 2 a を有している。

【 0 0 3 7 】

尾筒 2 1 は、内筒 2 2 a と接続され、内筒 2 2 a で生成された高温・高圧の燃焼ガス G をタービン 3 0 に供給する。尾筒 2 1 は、筒状をなしている。具体的には、尾筒 2 1 は、軸方向 D a 下流側の出口開口が、ほぼ四角形状をなしている。尾筒 2 1 は、図 3 に示すように、軸方向 D a 下流側で外周面から突出する出口フランジ 2 1 0 を有している。

【 0 0 3 8 】

図 3 に示すように、第一静翼 4 1 a の内側シュラウド 4 5 及び外側シュラウド 4 3 には、燃焼ガス流路 P g に面するガスパス面 4 4 1 を有するシュラウド本体 4 4 と、ガスパス面 4 4 1 と交差して、燃焼ガス流路 P g から径方向 D r 内側又は径方向 D r 外側に延在する側壁 4 6 とが形成されている。この側壁 4 6 には、軸方向 D a 上流側を向く側端面 4 6 1 から軸方向 D a 上流側に延びる突出部 4 2 4 が形成されている。

突出部 4 2 4 は、側端面 4 6 1 のガスパス面 4 4 1 から径方向 D r 内側又は径方向 D r 外側の離れた位置に形成されている。突出部 4 2 4 は、ロータ軸 A r を中心とする円弧状に形成されている。

【 0 0 3 9 】

出口フランジ 2 1 0 は、この尾筒 2 1 の出口開口の周りを覆うように略四角環状をなしており、尾筒 2 1 の外周面から燃焼ガス流路 P g の外側に向かって突出している。出口フランジ 2 1 0 は、一対の周方向フランジ部 2 1 0 a と、一対の径方向フランジ部（不図示）とを有する。

【 0 0 4 0 】

一対の周方向フランジ部 2 1 0 a は、それぞれ尾筒 2 1 の外周面のうち周方向 D c に延びる外周面から燃焼ガス流路 P g より外側の離れる方向に突出し、出口開口を挟んで径方向 D r に互いに対向している。

【 0 0 4 1 】

また、尾筒 2 1 では、図 3 に示すように、軸方向 D a 下流側の後端部 2 1 1 が出口フランジ 2 1 0 よりも軸方向 D a 下流側に向かって延伸している。この後端部 2 1 1 は、軸方向 D a 下流側を向く面が第一静翼 4 1 a の側端面 4 6 1 に対して軸方向 D a に隙間を設けて対向するよう形成されている。

【 0 0 4 2 】

シール部材 7 は、燃焼器 2 0 と、燃焼器 2 0 の軸方向 D a 下流側に配置されて燃焼ガス流路 P g に面する第一静翼列 4 0 a との間に配置されている尾筒シールである。シール部材 7 は、燃焼器 2 0 の尾筒 2 1 の出口フランジ 2 1 0 と、第一静翼列 4 0 a の第一静翼 4 1 a の内側シュラウド 4 5 及び外側シュラウド 4 3 との間をシールする。本実施形態では、シール部材 7 は、内側シール部材 7 a と外側シール部材 7 b とに区分けされる。内側シール部材 7 a および外側シール部材 7 b は、それぞれが略四角環状の出口フランジ 2 1 0 のうち径方向 D r 内側又は径方向 D r 外側の周方向フランジ部 2 1 0 a に沿って配置されている。内側シール部材 7 a は、径方向 D r 内側の周方向フランジ部 2 1 0 a に係合すると共に第一静翼 4 1 a の内側シュラウド 4 5 に係合する。また、外側シール部材 7 b は、径方向 D r 外側の周方向フランジ部 2 1 0 a に係合すると共に第一静翼 4 1 a の外側シュラウド 4 3 に係合する。

【 0 0 4 3 】

なお、径方向 D r 内側の内側シール部材 7 a と径方向 D r 外側の外側シール部材 7 b とは、尾筒 2 1 の軸線 A c を基準にしてほぼ対称な形状をなしている。そのため、以下では、主として、径方向 D r 内側の内側シュラウド 4 5 に係合するシール部材 7（内側シール部材 7 a）を代表例として説明するが、外側シール部材 7 b にも同様に適用可能である。以下、ここでの説明における名称、符号は、「シール部材 7」として説明する。

【 0 0 4 4 】

本実施形態におけるシール部材 7 は、燃焼ガス G の流通する燃焼ガス流路 P g の外側（

10

20

30

40

50

径方向D r内側)に配置されている。シール部材7は、図3に示すように、尾筒21と、第一静翼41aの内側シュラウド45との間の隙間に形成されるキャビティCに配置されている。ここで、本実施形態におけるキャビティCは、燃焼ガス流路Pgに面する尾筒21と第一静翼41aとの間の空間であり、尾筒21の内周面及び第一静翼41aのガスパス面441よりも径方向D r内側に形成されている。キャビティCは、尾筒21の後端部211よりも径方向D r内側であって、出口フランジ210と側端面461とで軸方向Daに挟まれた空間である。

#### 【0045】

シール部材7は、軸方向Da方向の下流側から見た場合、ロータ軸Arを中心に環状に形成されている。本実施形態のシール部材7は、軸線Acを含んで径方向D rに広がる横断面において、径方向D rに延びる本体部70と、本体部70の径方向D r外側の端部から軸方向Da下流側に突出する第一凸部71と、第一凸部71と離れた位置で本体部70から軸方向Da下流側に突出する第二凸部72と、本体部70の径方向D r内側の端部から軸方向Da上流側に突出する第三凸部73と、第三凸部73の軸方向Da上流側の端部から径方向D r外側に向かって突出する第四凸部74とを有する。本実施形態のシール部材7は、開口80aから冷却空気を排出する冷却流路80と、燃焼ガス流路Pg側を向く面から径方向D r内側に窪むスリット83とが形成されている(図4)。

#### 【0046】

本実施形態の本体部70は、軸線Acを含んで径方向D rに広がり、横断面が径方向D rに長い略長方形形状をなしている。本体部70には、径方向に延伸する冷却流路80(802)が形成され、径方向内側端面にはケーシング31内の空間に開口する流入口80bが形成されている。

#### 【0047】

第一凸部71は、本体部70の径方向D r外側の端部から軸方向Da下流側の側端面461に向かって突出している。本実施形態の第一凸部71は、軸線Acを含んで径方向D rに広がる、横断面が軸方向Daに長い略直方体形状をなし、ロータ軸Arを中心に環状に形成されている。第一凸部71は、尾筒21の後端部211の第一端面101と突出部424とによって軸方向Daに挟まれた空間に形成されている。第一凸部71には、側端面461と対向して軸方向Da下流側を向く端面71aが形成されている。第一凸部71には、軸方向Daに沿って冷却流路80(801)が形成され、周方向の一定の領域に所定の間隔を空けて複数配列されている。また、端面71aには、冷却流路80(軸方向流路801)に連通する円形状をなす開口80aが複数形成されている。一方、冷却流路80(軸方向流路801)は、軸方向Da上流側において、本体部70に形成された冷却流路80(径方向流路802)に連通している。第一凸部71の軸方向Da下流端には、端面71aより軸方向Da下流側に突出する隙間形成部71bが形成されている。

#### 【0048】

本実施形態の端面71aは、第一凸部71の本体部70とは反対側の端部である軸方向Da下流側の端部の面である。本実施形態の端面71aは、側端面461に対して軸方向Da上流側に隙間を空けて対向して形成されている。

#### 【0049】

第二凸部72は、第一凸部71に対して径方向D r内側の離れた位置で、本体部70から軸方向Da下流側に向かって突出している。第二凸部72は軸線Acを含んで径方向D rに広がる、横断面が軸方向Daに長い略直方体形状をなし、ロータ軸Arを中心に環状に形成されている。第二凸部72は、第一凸部71との間に突出部424が軸方向Daに嵌り込む凹状の溝が形成されている。本実施形態の第二凸部72には、接触シール部材721が固定されている。

#### 【0050】

接触シール部材721は、金属板であり、第二凸部72の第一凸部71側を向く面に固定されている。接触シール部材721は、突出部424との間で環状に形成される第一シール面721aを有している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 1 】

第一シール面 7 2 1 a は、突出部 4 2 4 の径方向 D r 内側を向く面と接触する。本実施形態の第一シール面 7 2 1 a は、接触シール部材 7 2 1 の径方向 D r 外側である第一凸部 7 1 側を向く面である。

## 【 0 0 5 2 】

第三凸部 7 3 は、本体部 7 0 の径方向 D r 内側の端部から第一凸部 7 1 と軸方向 D a 上流側の反対側に向かって突出している。本実施形態の第三凸部 7 3 は、軸線 A c を含んで径方向 D r に広がる横断面が、軸方向 D a に長い略直方体形状をなしている。第三凸部 7 3 は、周方向フランジ部 2 1 0 a よりも径方向 D r 内側の位置に形成されている。

## 【 0 0 5 3 】

第四凸部 7 4 は、第三凸部 7 3 の軸方向 D a 上流側の端部から尾筒 2 1 の外周面に向かって突出している。第四凸部 7 4 は、軸線 A c を含んで径方向 D r に広がる横断面が、径方向 D r に長い略直方体形状をなしている。第四凸部 7 4 は、周方向フランジ部 2 1 0 a よりも軸方向 D a 上流側の位置で、第三凸部 7 3 から突出している。

## 【 0 0 5 4 】

なお、本体部 7 0 の軸方向 D a 上流側を向く面には、周方向フランジ部 2 1 0 a の軸方向 D a 下流側を向く面が接触する第二シール面 7 0 a が形成されている。即ち、周方向フランジ部 2 1 0 a の軸方向 D a 下流側を向く面は、ケーシング 3 1 内の圧縮空気 A の圧力と燃焼ガス流路 P g 側の圧力との差圧を受けて、軸方向 D a 下流側の本体部 7 0 の軸方向 D a 上流側を向く面に押し付けられる。つまり、ガスタービン 1 の通常運転中は、本体部 7 0 の軸方向 D a 上流側を向く面には、周方向フランジ部 2 1 0 a の軸方向 D a 下流側を向く面と接触してシールされる第二シール面 7 0 a が常に形成されている。

## 【 0 0 5 5 】

本実施形態の開口 8 0 a は、図 4 に示すように、端面 7 1 a の所定の領域にわたって周方向 D c に互いの間隔をあけて複数形成されている。また、図 5 に示すように、開口 8 0 a は、静翼本体 4 2 の軸方向 D a 上流側を向く領域である前縁部 4 2 1 に対して、前縁部 4 2 1 の軸方向 D a 上流側の位置を含んで、端面 7 1 a の周方向 D c の一定の領域に形成されている。即ち、本実施形態の開口 8 0 a は、周方向 D c の位置が静翼本体 4 2 の前縁部 4 2 1 が形成されている位置に対応するように、前縁部 4 2 1 の軸方向 D a 上流側に形成されている。つまり、開口 8 0 a を備える冷却流路 8 0 は、静翼本体 4 2 の前縁部 4 2 1 が形成されている位置に対応する軸方向 D a 上流側の位置を中心として、軸方向 D a に沿って周方向に複数配列されてはいるが、冷却流路 8 0 を配列する範囲は周方向の一定の範囲の部分的な領域に限られ、第一凸部 7 1 の周方向の全長に渡って配置されている必要はない。

## 【 0 0 5 6 】

隙間形成部 7 1 b は、開口 8 0 a が形成された端面 7 1 a に対して周方向 D c に隣接して配置され、端面 7 1 a から軸方向 D a 下流側の側端面 4 6 1 に向かって突出している。本実施形態の隙間形成部 7 1 b は、開口 8 0 a が形成されている端面 7 1 a の所定の領域を周方向 D c の外側から挟み込むように形成されている。

## 【 0 0 5 7 】

冷却流路 8 0 は、前述のように、タービン 3 0 のケーシング 3 1 内の空間から圧縮空気 A を冷却空気として取り込んで流路内を流通させ、開口 8 0 a から側端面 4 6 1 に向かって噴出させる。本実施形態の冷却流路 8 0 は、断面円形状をなしており、本体部 7 0 及び第一凸部 7 1 の内部を貫通して複数形成されている。具体的には、本実施形態の冷却流路 8 0 は、図 6 に示すように、開口 8 0 a から軸方向 D a 上流側に向かって形成される軸方向流路 8 0 1 と、軸方向流路 8 0 1 の軸方向 D a 上流側で連通して径方向 D r 内側に向かって形成される径方向流路 8 0 2 とを有している。

## 【 0 0 5 8 】

図 4 に示すように、スリット 8 3 は、本体部 7 0 及び第一凸部 7 1 の燃焼ガス流路 P g 側の面である径方向 D r 外側を向く面から径方向 D r 内側に向かって窪んでいる。スリッ

10

20

30

40

50



ト 8 3 は、開口 8 0 a に繋がる軸方向流路 8 0 1 に隣接する領域で、開口 8 0 a から周方向 D c に離れて複数形成されている。

【 0 0 5 9 】

本実施形態のスリット 8 3 は、開口 8 0 a が形成されている端面 7 1 a を軸方向 D a に分割するように、細長い溝状に形成されている。本実施形態のスリット 8 3 は、燃焼ガス流路 P g に対して外側に形成された切り込みの端部であるスリット底部 8 3 a の位置が、第二凸部 7 2 の第一シール面 7 2 1 a が形成された位置及び本体部 7 0 の第二シール面 7 0 a が形成された径方向 D r の最も内側の位置より燃焼ガス流路 P g 側に近い位置に配置されている。

【 0 0 6 0 】

本実施形態のスリット 8 3 は、図 7 に示すように、スリット底部 8 3 a の位置が第一シール面 7 2 1 a の径方向 D r 外側を向く面及び第二シール面 7 0 a の径方向 D r の最も内側の位置よりも、径方向 D r 外側の位置に形成されるように、本体部 7 0 及び第一凸部 7 1 の燃焼ガス流路 P g 側の面から径方向 D r の内側方向に向かって窪んでいる。

【 0 0 6 1 】

また、本実施形態のシール部材 7 は、軸方向 D a 上流側で燃焼器 2 0 の尾筒 2 1 と接続する第一係合部 8 1 と、軸方向 D a 下流側で第一静翼 4 1 a の内側シュラウド 4 5 に接続する第二係合部 8 2 とを備えている。

【 0 0 6 2 】

第一係合部 8 1 は、出口フランジ 2 1 0 とシール部材 7 との間からケーシング 3 1 内の圧縮空気 A が、燃焼ガス流路 P g 側に漏れないようにシールしている。本実施形態の第一係合部 8 1 は、本体部 7 0 、第三凸部 7 3 、及び第四凸部 7 4 によって構成されている。

【 0 0 6 3 】

本実施形態の第一係合部 8 1 は、本体部 7 0 の軸方向 D a 上流側を向く面と、第三凸部 7 3 の径方向 D r 外側を向く面と、第四凸部 7 4 の第二シール面 7 0 a によって形成される溝部に対して、周方向フランジ部 2 1 0 a が径方向 D r から嵌まり込む構造である。その結果、周方向フランジ部 2 1 0 a の軸方向 D a 下流側を向く面と本体部 7 0 の軸方向 D a 上流側を向く面とが接触する面に、第二シール面 7 0 a が形成される。

【 0 0 6 4 】

第二係合部 8 2 は、突出部 4 2 4 とシール部材 7 とを係合して、突出部 4 2 4 とシール部材 7 との間から、ケーシング 3 1 内の圧縮空気 A が燃焼ガス流路 P g 側に漏れないようにシールしている。本実施形態の第二係合部 8 2 は、本体部 7 0 、第一凸部 7 1 、及び第二凸部 7 2 によって構成されている。

【 0 0 6 5 】

具体的には、本実施形態の第二係合部 8 2 は、本体部 7 0 の軸方向 D a 下流側を向く面と、第一凸部 7 1 の径方向 D r 内側を向く面と、第二凸部 7 2 の第一シール面 7 2 1 a によって形成される溝部である。本実施形態では、第二係合部 8 2 である溝部に突出部 4 2 4 が軸方向 D a 下流側から上流側に向かって嵌まり込み、第一シール面 7 2 1 a が、突出部 4 2 4 の径方向 D r 内側を向く面と接触している。第一係合部 8 1 及び第二係合部 8 2 により、シール部材 7 は、尾筒 2 1 の出口フランジ 2 1 0 及び内側シュラウド 4 5 の突出部 4 2 4 に係合され、シール部材 7 と出口フランジ 2 1 0 との間のシール性が維持される。

【 0 0 6 6 】

次に、上記ガスタービン 1 の作用について説明する。

本実施形態のガスタービン 1 によれば、圧縮機 1 0 からの圧縮空気 A は、タービン 3 0 のケーシング 3 1 内の空間に入り、燃焼器 2 0 内に供給される。燃焼器 2 0 では、この圧縮空気 A と共に外部から供給される燃料を内筒 2 2 a 内で燃焼して、燃焼ガス G が生成される。燃焼ガス G は、尾筒 2 1 を介してタービン 3 0 の燃焼ガス流路 P g に流入する。この燃焼ガス G は、燃焼ガス流路 P g を通る過程で、動翼本体 3 7 に接して、タービンロータ 3 3 をロータ軸 A r 回りに回転させる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 7 】

燃焼ガス流路 P g を流れる燃焼ガス G の一部が、尾筒 2 1 から燃焼ガス流路 P g に流入する際に、燃焼ガス G が、静翼本体 4 2 の前縁部 4 2 1 に衝突することで、一部の燃焼ガス G が、尾筒 2 1 の後端部 2 1 1 と内側シュラウド 4 5 との間に形成された隙間から巻き込まれ、キャビティ C 内に流入する。そのため、シール部材 7 の本体部 7 0 及び第一凸部 7 1 の燃焼ガス流路 P g 側を向く面であって、静翼本体 4 2 の前縁部 4 2 1 の軸方向 D a 上流側の位置に対向する第一凸部 7 1 の端面 7 1 a を含んだ周方向の一定の領域が、高温の燃焼ガス G に曝される。

## 【 0 0 6 8 】

ガスタービン 1 の通常運転時には、ケーシング 3 1 内の圧力が燃焼ガス流路 P g と連通しているキャビティ C 内の圧力よりも高くなっている。そのため、圧縮空気 A と燃焼ガス G との差圧により、出口フランジ 2 1 0 が軸方向 D a 下流側のシール部材 7 に押し付けられて、シール部材 7 が第一係合部 8 1 を介して出口フランジ 2 1 0 と係合している。

10

## 【 0 0 6 9 】

また、シール部材 7 は、第二係合部 8 2 を介して突出部 4 2 4 と係合している。第二凸部 7 2 に設けられている接触シール部材 7 2 1 の第一シール面 7 2 1 a が、突出部 4 2 4 の径方向 D r 内側を向く面に押し付けられる。これにより、第一シール面 7 2 1 a と突出部 4 2 4 の径方向 D r 内側を向く面との間がシールされる。

## 【 0 0 7 0 】

この状態で、圧縮機 1 0 からケーシング 3 1 内に入ってきた圧縮空気 A の一部は、シール部材 7 の冷却流路 8 0 に流入することで、シール部材 7 自体を冷却する。

20

## 【 0 0 7 1 】

具体的には、ケーシング 3 1 内の圧縮空気 A が流入口 8 0 b から軸方向流路 8 0 1 に流入し、径方向流路 8 0 2 を流通して開口 8 0 a からキャビティ C 内に噴出される。これにより、燃焼ガス G に曝されている本体部 7 0 及び第一凸部 7 1 が冷却される。

## 【 0 0 7 2 】

上記のようなシール部材 7 によれば、端面 7 1 a から突出する隙間形成部 7 1 b が設けられていることで、端面 7 1 a と内側シュラウド 4 5 の側端面 4 6 1 とが近づいても、開口 8 0 a が閉塞されることを防止できる。具体的には、尾筒 2 1、内側シュラウド 4 5、及びシール部材 7 の熱伸びの違いにより、内側シュラウド 4 5 とシール部材 7 とが軸方向 D a に近づいてしまい、シール部材 7 の端面 7 1 a と、内側シュラウド 4 5 の側端面 4 6 1 との間隔が狭くなってしまう。その結果、端面 7 1 a と側端面 4 6 1 とが接触することで、端面 7 1 a に設けられた開口 8 0 a が閉塞されてしまうおそれがある。

30

## 【 0 0 7 3 】

ところが、本実施形態では、隙間形成部 7 1 b が、開口 8 0 a が形成された端面 7 1 a より軸方向 D a 下流側に突出している。そのため、第一凸部 7 1 の端面 7 1 a と、内側シュラウド 4 5 の側端面 4 6 1 との間隔が狭くなっても、開口 8 0 a が閉塞されてしまう前に隙間形成部 7 1 b が、側端面 4 6 1 に接触する。これにより、開口 8 0 a の前方（軸方向 D a 下流側）の空間を安定して確保でき、端面 7 1 a と側端面 4 6 1 との間隔が狭くなっても必要な冷却空気を安定して開口 8 0 a から排出し続けることができる。

40

## 【 0 0 7 4 】

即ち、隙間形成部 7 1 b が、開口 8 0 a の軸方向 D a におけるストッパーの役目を果たすため、開口 8 0 a が配置された端面 7 1 a と側端面 4 6 1 の間には、一定の隙間が確実に形成される。したがって、隙間形成部 7 1 b を設けることにより、開口 8 0 a が閉塞されることを防止し、軸方向流路 8 0 1 や径方向流路 8 0 2 に対して冷却空気として圧縮空気 A を安定して流通させることができる。これにより、シール部材 7 を安定して継続的に冷却することができる。

## 【 0 0 7 5 】

また、シール部材 7 が燃焼ガス流路 P g に対して径方向 D r 外側に配置されていることで、燃焼ガス流路 P g を流通する高温の燃焼ガス G にシール部材 7 自体が直接接触するこ

50

とを回避できる。そのため、尾筒 2 1 の後端部 2 1 1 と内側シュラウド 4 5 の側端面 4 6 1 との間の隙間から流入する燃焼ガス G の一部に曝されるだけとなり、シール部材 7 自体が高温となってしまうことを抑えることができる。

【 0 0 7 6 】

また、端面 7 1 a に設けられる開口 8 0 a の周方向 D c の位置が、静翼本体 4 2 の前縁部 4 2 1 が形成されている位置に対応するように、前縁部 4 2 1 の軸方向 D a 上流側に形成されている。そのため、静翼本体 4 2 の前縁部 4 2 1 に衝突した燃焼ガス G の巻込みにより、高温になるシール部材 7 を効果的に冷却することができる。

【 0 0 7 7 】

具体的には、前縁部 4 2 1 に対して燃焼ガス G が衝突することで、前縁部 4 2 1 の軸方向 D a 上流側の近傍では、燃焼ガス G の巻込みにより、尾筒 2 1 の後端部 2 1 1 と内側シュラウド 4 5 の側端面 4 6 1 との間の隙間からキャピティ C に対して燃焼ガス G が流入し易くなる。そのため、前縁部 4 2 1 の軸方向 D a 上流側近傍では、燃焼ガス G の巻込みにより、本体部 7 0 及び第一凸部 7 1 が、部分的に高温となってしまう。

【 0 0 7 8 】

したがって、第一凸部 7 1 の周方向 D c の全長に渡り冷却流路 8 0 を配置する必要はなく、前縁部 4 2 1 に対応する軸方向 D a 上流側の位置近傍に冷却流路 8 0 を部分的に設け、冷却流路 8 0 の軸方向 D a 下流側の末端に開口 8 0 a を設けている。そのため、本体部 7 0 及び第一凸部 7 1 の中で、高温となる部分に冷却空気を効率的に供給してシール部材 7 を冷却することができる。即ち、シール部材 7 を燃焼ガス流路 P g より外側に配置して、冷却流路 8 0 は周方向 D c において部分的に配置すればよくなるため、シール部材 7 全体として冷却空気の流量をより抑えることができる。これにより、冷却空気として用いる圧縮空気 A の流量を低減することができ、ガスタービン 1 の性能低下をより抑えることができる。

【 0 0 7 9 】

また、開口 8 0 a が形成されている端面 7 1 a の所定の領域を周方向 D c の外側から挟み込むように隙間形成部 7 1 b が形成されていることで、隙間形成部 7 1 b に近接させて開口 8 0 a を配置できる。そのため、隙間形成部 7 1 b によって高い精度で開口 8 0 a の前方の空間を確保することができる。したがって、開口 8 0 a が閉塞されることを防止し、軸方向流路 8 0 1 や径方向流路 8 0 2 に対して冷却空気として圧縮空気 A をより安定して流通させることができる。これにより、シール部材 7 をより安定して継続的に冷却することができる。

【 0 0 8 0 】

また、軸方向流路 8 0 1 や径方向流路 8 0 2 に圧縮空気 A が流通して本体部 7 0 や第一凸部 7 1 が周方向 D c において部分的に冷却されることで、本体部 7 0 や第一凸部 7 1 の内部では冷却流路 8 0 が形成されている部分とその周辺とで周方向 D c に温度分布が生じる。そのため、シール部材 7 の内部では周方向 D c に熱応力の分布が生じ、熱伸び差によって歪みが発生してしまう。

【 0 0 8 1 】

ところが、本体部 7 0 及び第一凸部 7 1 に径方向 D r に窪むスリット 8 3 を形成することで、本体部 7 0 及び第一凸部 7 1 の剛性を下げることができる。その結果、シール部材 7 自体が撓みやすくなり、周方向 D c の熱応力の分布によって本体部 7 0 及び第一凸部 7 1 の内部に生じる歪みを吸収することができる。

【 0 0 8 2 】

また、スリット底部 8 3 a が、本体部 7 0 に形成された第二シール面 7 0 a の径方向 D r 内側端（出口フランジ 2 1 0 の径方向 D r 内側端）より燃焼ガス流路 P g 側に近い側に配置され、かつ、第一凸部 7 1 に配置された接触シール部材 7 2 1 の第一シール面 7 2 1 a より燃焼ガス流路 P g 側に近い側に配置されている。そのため、第一シール面 7 2 1 a 及び第二シール面 7 0 a でシールした状態を維持したまま、スリット 8 3 を形成できる。

【 0 0 8 3 】

なお、上記の説明は、主に径方向D r内側の内側シュラウド4 5に係合する内側シール部材7 aを中心に説明したが、径方向D r外側の外側シュラウドに係合する外側シール部材7 bに対しても、同様に適用できる。

#### 【0084】

(第一実施形態の変形例)

本変形例は、第一実施形態と比較して、シール部材7の隙間形成部廻りの構造が異なっている。その他の構成は、第一実施形態と同様である。以下、図8及び図9を参照して、第一実施形態と異なる構造に限定して、本変形例を以下に説明する。なお、図8は、スリット8 3を含んだ面でシール部材7を周方向に見た断面図であり、図9におけるI X - I X断面を示す。図9は、図8におけるV I I I - V I I I断面を示す。また、以下で説明するシール部材7は、内側シール部材7 aを対象とした説明であるが、外側シール部材7 bについても同様の考え方が適用できる。

10

#### 【0085】

本変形例に示すシール部材7は、第一実施形態と同様に、燃焼ガス流路P gの外側に配置されている。シール部材7は、尾筒2 1と、第一静翼4 1 aの内側シュラウド4 5との間の隙間に形成されるキャビティCに配置されている。

#### 【0086】

図8に示すように、本変形例におけるシール部材7の隙間形成部7 1 cは、第一凸部7 1の軸方向D aの下流端であって、軸方向D a下流側を向く端面7 1 aに形成されている。隙間形成部7 1 cは、端面7 1 aで開口8 0 aよりも径方向D r内側に形成されている。隙間形成部7 1 cは、端面7 1 aから軸方向D a下流側に突出している。隙間形成部7 1 cは、端面7 1 aと一体的に形成され、周方向D cに延びている。

20

#### 【0087】

図9に示すように、隙間形成部7 1 cは、端面7 1 aに形成された冷却流路8 0の開口8 0 aに対して、径方向D r内側に形成されている。なお、冷却流路8 0は、第一実施形態と同様に、周方向D cの全領域にわたって配置する必要はなく、周方向D cにおいて部分的に配置すればよい。冷却流路8 0は、静翼本体4 2の前縁部4 2 1に対して軸方向D a上流側の対向する位置を含めて周方向D cの一定の領域に配置する考え方は、第一実施形態と同様である。

#### 【0088】

隙間形成部7 1 cは、第一凸部7 1の軸方向D a下流側の端面7 1 aにおいて、本変形例のように周方向D cの全領域にわたって設けてもよく、周方向D cの一部の領域に部分的に設けてもよい。なお、本変形例において、本体部7 0及び第一凸部7 1に、周方向D cに一定の間隔で、スリット8 3が形成されているのは、第一実施形態と同様である。

30

#### 【0089】

本変形例によれば、尾筒2 1、内側シュラウド4 5、及びシール部材7の熱伸びの違いにより、内側シュラウド4 5とシール部材7とが軸方向D aに接近した場合であっても、端面7 1 aが内側シュラウド4 5の側端面4 6 1に接触する前に、隙間形成部7 1 cの軸方向D a下流側の端面が、側端面4 6 1に接触する。そのため、開口8 0 aの前方(軸方向下流側)に隙間が確実に形成され、開口8 0 aが閉塞することはない。すなわち、隙間形成部7 1 cは、開口8 0 aの軸方向D aにおける閉塞防止のためのストッパーの役目を果たしている。

40

#### 【0090】

(第二実施形態)

図10を参照しながら、本発明の第二実施形態について以下に説明する。

第二実施形態では、第一実施形態と比較して、シール部材を燃焼ガス流路P gに面して配置して、隙間形成部を含めたシール部材の構造を変えている点が異なっている。図10は、本実施形態におけるシール部材廻りの要部拡大図である。

#### 【0091】

なお、第一実施形態と共通する構成については、同一符号を付し、詳細な説明は省略す

50

る。また、第一実施形態と同様に、第二実施形態においても、径方向  $D_r$  内側の内側シュラウド 45 に係合するシール部材 9（内側シール部材 9a）について以下に説明するが、径方向  $D_r$  外側の外側シュラウド 43 に係合するシール部材 9（外側シール部材 9b）についても、同様の考え方が適用できる。

#### 【0092】

図 10 において、シール部材 9 が、本体部 90、第一凸部 91、第二凸部 92、第三凸部 93 及び第四凸部 94 から形成されている構造は、第一実施形態におけるシール部材 7 と同様である。但し、第二実施形態の場合、シール部材 9 は、尾筒 21 と内側シュラウド 45 の間に配置され、第一凸部 91 が燃焼ガス流路  $P_g$  に面して、燃焼ガス流路  $P_g$  の一部を形成している。したがって、第一凸部 91 の燃焼ガス流路  $P_g$  に面する外表面（ガス

10

#### 【0093】

シール部材 9 の第一凸部 91 には、軸方向  $D_a$  に延伸する冷却流路 100 が配列されている。但し、第二実施形態の冷却流路 100 は、第一実施形態とは異なり、第一凸部 91 の周方向  $D_c$  の全面にわたって、周方向  $D_c$  に所定の間隔を空けて配置されている。第一凸部 91 の軸方向  $D_a$  下流側の端面 91a には、冷却流路 100 に接続する開口 100a 形成されている。なお、冷却空気に用いる圧縮空気 A が、ケーシング 31 内の空間からシール部材 9 の本体部 90 の径方向  $D_r$  内側端に形成された流入口 100b に供給され、流入口 100b が冷却流路 100 に連通するのは、第一実施形態と同様である。

#### 【0094】

20

第一凸部 91 の軸方向  $D_a$  下流側の端面 91a には、端面 91a から軸方向  $D_a$  下流側に突出する隙間形成部 91b が形成されている。隙間形成部 91b は、周方向  $D_c$  に間隔をあけて隣接して、端面 91a に対して一体に形成されている。隙間形成部 91b の軸方向  $D_a$  下流側を向く端面は、軸方向  $D_a$  下流側に隙間を空けて隣接する第一静翼 41a の側壁 46 に形成された側端面 461 に対面している。

#### 【0095】

図 11 は、図 10 におけるシール部材 9 を燃焼ガス流路  $P_g$  側から径方向  $D_r$  に見た平面図である。冷却流路 100 は、シール部材 9 の第一凸部 91 の軸方向  $D_a$  に延伸され、周方向  $D_c$  に所定の間隔を空けて配列されている。冷却流路 100 の軸方向  $D_a$  下流側の端面 91a には、開口 100a が形成されている。また、開口 100a が配列された端面 91a に対して、周方向  $D_c$  に隣接して隙間形成部 91b が形成されている。隙間形成部 91b は、端面 91a に対して軸方向  $D_a$  下流側に突出している。図 11 に示す例は、周方向  $D_c$  に隣接する冷却流路 100 の間にそれぞれ隙間形成部 91b を設け、一つの冷却流路 100 に対して、周方向  $D_c$  に挟み込むように隣接させて隙間形成部 91b をそれぞれ設けているが、複数の冷却流路 100 及び開口 100a に対して周方向  $D_c$  に一つの隙間形成部 91b を設けてもよい。

30

#### 【0096】

第二実施形態の場合は、第一凸部 91 の周方向  $D_c$  の全域にわたって冷却流路 100 が配置されるので、周方向  $D_c$  の温度分布幅は第一実施形態ほど大きくない。したがって、第二実施形態のシール部材 9 の場合には、本体部 90 及び第一凸部 91 に、周方向  $D_c$  の熱応力を吸収するスリット 83 を設けなくともよい。

40

#### 【0097】

第二実施形態様の構造によれば、第一実施形態と同様に、尾筒 21、内側シュラウド 45、及びシール部材 9 の熱伸びの違いにより、内側シュラウド 45 とシール部材 9 とが軸方向  $D_a$  に接近した場合であっても、端面 91a が内側シュラウド 45 の側端面 461 に接触する前に、隙間形成部 91b の軸方向  $D_a$  下流側の端面が側端面 461 と接触する。そのため、開口 100a の前方（軸方向  $D_a$  下流側）に隙間が形成され、開口 100a が閉塞されることがない。すなわち、隙間形成部 91b が、開口 100a の軸方向  $D_a$  におけるストッパーの役目を果たすため、開口 100a が配置された端面 91a と側端面 461 との間には、一定の隙間が確実に形成される。

50

## 【 0 0 9 8 】

## ( 第二実施形態の変形例 )

本変形例は、第二実施形態に適用されるシール部材の変形例を示すものである。第二実施形態の変形例のシール部材の隙間形成部廻りの構造は、第一実施形態の変形例と基本的には同じ構造である。図 1 2 及び図 1 3 を用いて、第二実施形態の変形例のシール部材 9 を説明するが、本変形例においても、内側シール部材 9 a について以下に説明する。外側シール部材 9 b についても、同様の考え方が適用できる。なお、図 1 2 はシール部材 9 の周方向 D c から見た断面を示し、図 1 3 は軸方向 D a 下流側から上流側を見た端面 9 1 a の断面 ( 図 1 2 の X - X 断面 ) を示す。

## 【 0 0 9 9 】

本変形例におけるシール部材 9 は、第二実施形態と同様に、尾筒 2 1 と内側シュラウド 4 5 との間に配置され、第一凸部 9 1 が燃焼ガス流路 P g に面して、燃焼ガス流路 P g の一部を形成している。したがって、第一凸部 9 1 の燃焼ガス流路 P g に面する外表面 ( ガスパス面 9 1 1 ) は、高温の燃焼ガス G に晒されている。

## 【 0 1 0 0 】

図 1 2 に示すように、本変形例に示すシール部材 9 の隙間形成部 9 1 c は、第一凸部 9 1 の軸方向 D a 下流側の端面 9 1 a で、開口 1 0 0 a よりも径方向 D r 内側に形成されている。隙間形成部 9 1 c は、端面 9 1 a から軸方向 D a 下流側に突出し、周方向 D c に端面 9 1 a と一体的に形成され、周方向 D c に延びている。

## 【 0 1 0 1 】

ただし、第二実施形態の変形例に示すシール部材 9 は、第一実施形態の変形例に示すシール部材 7 に対して、冷却流路の配置が異なる点、及びスリットを設けない点が異なっている。すなわち、前述のように、本変形例の冷却流路 1 0 0 は、第一凸部 9 1 の周方向 D c の全領域にわたって複数形成されている。一方、第一実施形態の変形例の場合は、周方向 D c の一部の領域に部分的に冷却流路 1 0 0 が配置されている。また、図 1 3 に示すように、第一実施形態の変形例の場合には、シール部材 7 の周方向 D c の熱応力を吸収するためスリット 8 3 を設けているが、本変形例の場合は、周方向 D c の温度分布が小さいため、スリット 8 3 を設ける必要がない。

## 【 0 1 0 2 】

本変形例の構造によれば、他の実施形態と同様に、隙間形成部 9 1 c の軸方向 D a 下流側の端面が対向する側端面 4 6 1 と最初に接触するので、開口 1 0 0 a の前方 ( 軸方向 D a 下流側 ) に隙間が形成され、開口 1 0 0 a が閉塞することはない。すなわち、隙間形成部 9 1 c が、開口 1 0 0 a の軸方向 D a におけるストッパーの役目を果たすため、開口 1 0 0 a が配置された端面 9 1 a と側端面 4 6 1 との間には、一定の隙間が確実に形成される。

## 【 0 1 0 3 】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述したが、各実施形態における各構成及びそれらの組み合わせ等は一例であり、本発明の趣旨から逸脱しない範囲内で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。また、本発明は実施形態によって限定されることはなく、特許請求の範囲によってのみ限定される。

## 【 0 1 0 4 】

なお、隙間形成部 7 1 b、7 1 c、9 1 b、9 1 c は、本実施形態のように、開口 8 0 a、1 0 0 a に対して周方向 D c に隣接して配置される形状に限定されるものではなく、開口 8 0 a、1 0 0 a を閉塞しないように開口 8 0 a、1 0 0 a が設けられた端面 7 1 a、9 1 a と内側シュラウド 4 5 の側端面 4 6 1 との間に空間を形成できればよい。

## 【 0 1 0 5 】

また、本実施形態では、周方向 D c に並んで形成される開口 8 0 a、1 0 0 a は同じ形状で形成されているが、これに限定されるものではなく、周方向 D c によって任意の形状をなしていればよい。例えば、前縁部 4 2 1 の軸方向 D a 上流側に形成される開口 8 0 a、1 0 0 a を大きく形成し、前縁部 4 2 1 の軸方向 D a 上流側以外の位置に形成される開

10

20

30

40

50

□ 8 0 a、1 0 0 a を小さく形成してもよい。

【符号の説明】

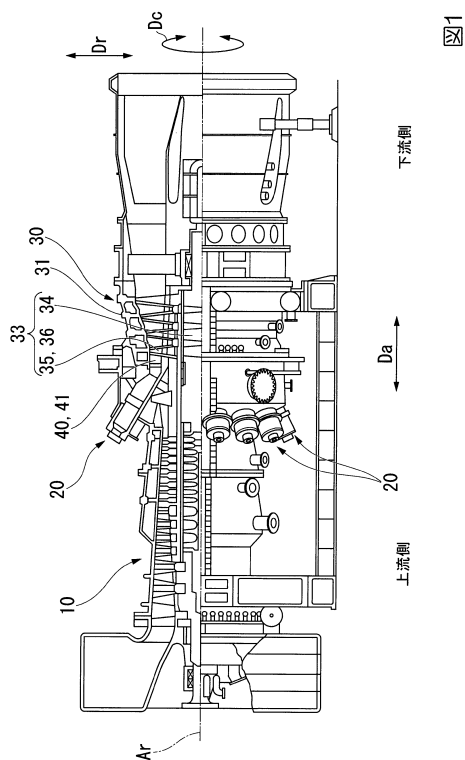
【 0 1 0 6 】

1	ガスタービン	
A	圧縮空気	
1 0	圧縮機	
2 0	燃焼器	
A c	軸線	
D a	軸方向	
2 1	尾筒	10
2 1 0	出口フランジ	
2 1 0 a	周方向フランジ部	
2 1 1	後端部	
2 2	燃料供給器	
2 2 a	内筒	
3 0	タービン	
D c	周方向	
D r	径方向	
3 1	ケーシング	
A r	ロータ軸	20
3 3	タービンロータ	
3 4	ロータ本体	
3 5	動翼列	
3 6	動翼	
3 7	動翼本体	
3 8	プラットフォーム	
3 9	翼根	
4 0	静翼列	
4 1	静翼	
4 2	静翼本体	30
4 3	外側シュラウド	
4 5	内側シュラウド	
4 0 a	第一静翼列	
4 1 a	第一静翼	
4 2 1	前縁部	
4 4	シュラウド本体	
4 4 1	ガスパス面	
4 6	側壁	
4 6 1	側端面	
4 2 4	突出部	40
5 0	翼環	
5 2	遮熱環	
6 0	分割環	
G	燃焼ガス	
P g	燃焼ガス流路	
7、9	シール部材	
C	キャビティ	
7 0、9 0	本体部	
7 1、9 1	第一凸部	
7 1 a、9 1 a	端面	50

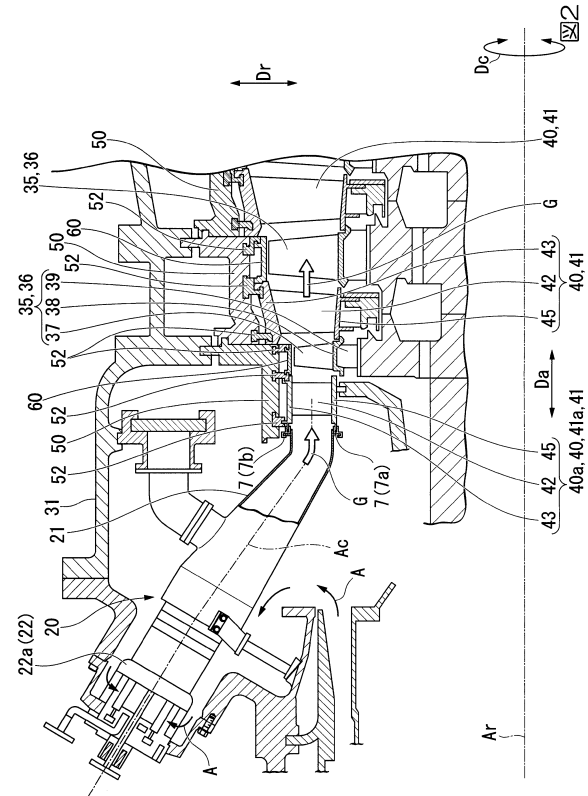
- 7 1 b、7 1 c、9 1 b、9 1 c 隙間形成部  
 7 2、9 2 第二凸部  
 7 2 1、9 2 1 接触シール部材  
 7 2 1 a 第一シール面  
 7 3、9 3 第三凸部  
 7 4、9 4 第四凸部  
 7 0 a、9 0 a 第二シール面  
 8 0、1 0 0 冷却流路  
 8 0 a、1 0 0 a 開口  
 8 0 1 軸方向流路  
 8 0 2 径方向流路  
 8 0 b、1 0 0 b 流入口  
 8 1 第一係合部  
 8 2 第二係合部  
 8 3 スリット  
 8 3 a スリット底部

10

【図 1】



【図 2】





【 図 5 】



图4



【 図 8 】



【 図 9 】



【図10】

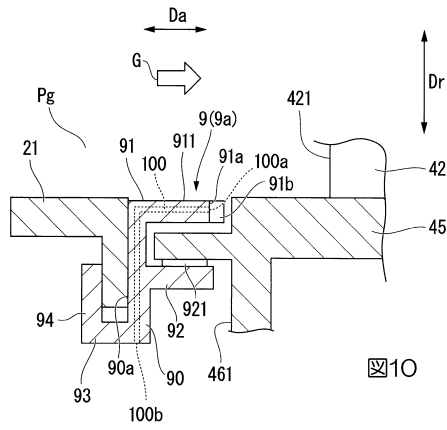


図10

【図12】

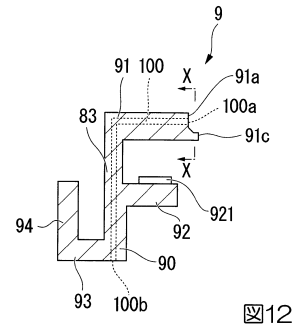


図12

【図13】

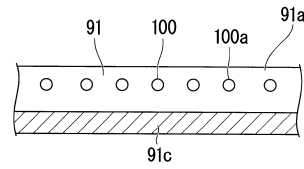


図13

【図11】

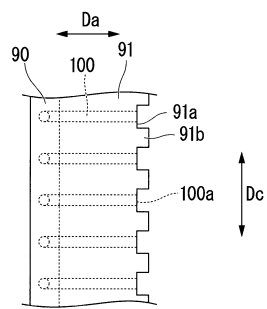


図11

---

フロントページの続き

- (74)代理人 100210572  
弁理士 長谷川 太一
- (74)代理人 100134544  
弁理士 森 隆一郎
- (74)代理人 100064908  
弁理士 志賀 正武
- (74)代理人 100108578  
弁理士 高橋 詔男
- (74)代理人 100126893  
弁理士 山崎 哲男
- (72)発明者 谷口 健太  
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
- (72)発明者 佐藤 賢治  
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 倉橋 紀夫

- (56)参考文献 特表2012-505991(JP,A)  
特開2006-105076(JP,A)  
特開2000-257862(JP,A)  
米国特許出願公開第2008/0236170(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |        |
|------|--------|
| F02C | 7/28   |
| F01D | 11/00  |
| F02C | 7/18   |
| F16J | 15/447 |