

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6914643号
(P6914643)

(45) 発行日 令和3年8月4日(2021.8.4)

(24) 登録日 令和3年7月16日(2021.7.16)

(51) Int.Cl. F I
FO1D 9/02 (2006.01) FO1D 9/02 102

請求項の数 18 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2016-235224 (P2016-235224)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成28年12月2日 (2016.12.2)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2018-91227 (P2018-91227A)		東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(43) 公開日	平成30年6月14日 (2018.6.14)	(74) 代理人	100149548
審査請求日	令和1年11月29日 (2019.11.29)		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
		(74) 代理人	100210572
			弁理士 長谷川 太一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静翼セグメント、これを備えるガスタービン及びガスタービン設備

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸線に対する径方向に延びる翼本体を有する静翼と、
前記静翼の径方向外側に設けられている外側翼環と、
を備え、

前記静翼は、前記静翼に対する径方向内側から冷却空気が流入し、前記冷却空気を前記径方向外側に流出させる第一通路と、前記静翼に対する前記径方向内側からの冷却空気が流入し、前記第一通路から流出した冷却空気の温度と異なる温度の冷却空気を前記径方向外側に流出させる第二通路と、を有し、

前記外側翼環は、前記第一通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第一外部に排気する第一排気ポートと、前記第二通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第二外部に排気する第二排気ポートと、を有し、

前記第一通路は、前記静翼を前記径方向に貫通する通路であり、

さらに、前記静翼は、前記翼本体内を前記径方向に貫通する第一翼通路と、筒状を成し、前記静翼で前記第一翼通路を画定する第一翼通路内面に対して間隔をあけて、前記第一翼通路内に配置されている第一インサートと、を有し、

筒状の前記第一インサートは、内側の冷却空気を前記第一翼通路内面に噴出する複数の貫通孔を有し、

筒状の前記第一インサートの内側が前記第一通路の一部を形成する、
静翼セグメント。

【請求項 2】

軸線に対する径方向に延びる翼本体を有する静翼と、
前記静翼の径方向外側に設けられている外側翼環と、
を備え、

前記静翼は、前記静翼に対する径方向内側から冷却空気が流入し、前記冷却空気を前記径方向外側に流出させる第一通路と、前記静翼に対する前記径方向内側からの冷却空気が流入し、前記第一通路から流出した冷却空気の温度と異なる温度の冷却空気を前記径方向外側に流出させる第二通路と、を有し、

前記外側翼環は、前記第一通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第一外部に排気する第一排気ポートと、前記第二通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第二外部に排気する第二排気ポートと、を有し、

10

さらに、前記静翼は、前記翼本体の前記径方向内側に設けられている内側シュラウドと、前記内側シュラウドに取り付けられている内側インピンジ板と、を有し、

前記内側シュラウドは、前記翼本体の前記径方向内側の端から、前記径方向に対して垂直な方向成分を有する方向に広がる内側シュラウド本体と、前記内側シュラウド本体の周縁に沿って、前記周縁から前記径方向内側に突出する内側周壁と、を有し、

前記内側インピンジ板は、前記内側シュラウド本体に対して、前記径方向内側に間隔をあけて配置され、前記内側シュラウド本体と前記内側周壁と共同して、前記内側インピンジ板よりも前記径方向外側に内側キャビティを形成し、

前記内側インピンジ板には、前記内側インピンジ板よりも前記径方向内側からの冷却空気を前記内側キャビティに導く複数の貫通孔が形成され、

20

前記内側キャビティが前記第二通路の一部を形成する、
静翼セグメント。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の静翼セグメントにおいて、

前記内側シュラウドは、前記内側キャビティ内の冷却空気を前記静翼の外部に噴出する複数の噴出孔を有する、

静翼セグメント。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 に記載の静翼セグメントにおいて、

30

前記静翼は、前記翼本体の径方向外側に設けられている外側シュラウドと、前記外側シュラウドに取り付けられている外側インピンジ板と、を有し、

前記外側シュラウドは、前記翼本体の前記径方向外側の端から、前記径方向に対して垂直な方向成分を有する方向に広がる外側シュラウド本体と、前記外側シュラウド本体の周縁に沿って、前記周縁から前記径方向外側に突出する外側周壁と、を有し、

前記外側インピンジ板は、前記外側シュラウド本体に対して、前記径方向外側に間隔をあけて配置され、前記外側シュラウド本体と前記外側周壁と共同して、前記外側インピンジ板よりも前記径方向内側に外側キャビティを形成し、

前記外側インピンジ板には、前記外側インピンジ板よりも前記径方向外側からの冷却空気を前記外側キャビティに導く複数の貫通孔が形成され、

40

前記外側キャビティが前記第二通路の一部を形成する、
静翼セグメント。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の静翼セグメントにおいて、

前記外側シュラウドは、前記外側キャビティ内の冷却空気を前記静翼の外部に噴出する複数の噴出孔を有する、

静翼セグメント。

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 に記載の静翼セグメントにおいて、

前記静翼は、前記翼本体内を前記径方向に貫通し、前記内側キャビティから冷却空気を

50

前記外側インピンジ板よりも前記径方向外側に導く第二翼通路を有し、
前記第二翼通路が前記第二通路の一部を形成する、
静翼セグメント。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の静翼セグメントにおいて、
前記静翼は、筒状を成し、前記静翼で前記第二翼通路を画定する第二翼通路内面に対して間隔をあけて、前記第二翼通路内に配置されている第二インサートを有し、
筒状の前記第二インサートは、内側の冷却空気を前記第二翼通路内面に噴出する複数の貫通孔を有する、
静翼セグメント。

10

【請求項 8】

軸線に対する径方向に延びる翼本体を有する静翼と、
前記静翼の径方向外側に設けられている外側翼環と、
を備え、
前記静翼は、前記静翼に対する径方向内側から冷却空気が流入し、前記冷却空気を前記径方向外側に流出させる第一通路と、前記静翼に対する前記径方向内側からの冷却空気が流入し、前記第一通路から流出した冷却空気の温度と異なる温度の冷却空気を前記径方向外側に流出させる第二通路と、を有し、
前記外側翼環は、前記第一通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第一外部に排気する第一排気ポートと、前記第二通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第二外部に排気する第二排気ポートと、を有し、

20

さらに、前記静翼は、前記翼本体を前記径方向に貫通する第一翼通路と、筒状を成し、前記静翼で前記第一翼通路を画定する第一翼通路内面に対して間隔をあけて、前記第一翼通路内に配置されている第一インサートを有し、
筒状の前記第一インサートは、内側の冷却空気を前記第一翼通路内面に噴出する複数の貫通孔を有し、
筒状の前記第一インサートの内側が前記第一通路の一部を形成し、前記第一インサートの外側が前記第二通路の一部を形成する、
静翼セグメント。

30

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の静翼セグメントにおいて、
前記第二通路の通路長は、前記第一通路の通路長より長い、
静翼セグメント。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の静翼セグメントにおいて、
前記第一通路は、前記静翼を前記径方向に貫通する通路であり、
前記第二通路は、前記径方向に対して垂直な方向成分を有する方向に延びる部分を含む、
静翼セグメント。

40

【請求項 11】

請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の静翼セグメントにおいて、
前記静翼は、前記第二通路と前記第一通路と連通させる連通路を有する、
静翼セグメント。

【請求項 12】

請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の静翼セグメントを有するタービンと、
空気を圧縮して圧縮空気を生成する空気圧縮機と、
前記圧縮空気内で燃料を燃焼させて、燃焼ガスを生成し、前記燃焼ガスを前記タービン内に導く燃焼器と、
を備え、
前記タービンは、さらに、前記軸線を中心として回転するタービンロータと、前記ター

50

ピンロータの外周側を覆い、内周側に前記静翼セグメントが取り付けられているタービンケーシングと、有し、

前記タービンロータは、前記軸線を中心として、軸線方向に延びているロータ軸と、前記静翼に対して前記軸線方向で異なる位置に配置され、前記ロータ軸に固定されている動翼と、を有する、

ガスタービン。

【請求項 13】

請求項 12 に記載のガスタービンと、

前記空気圧縮機から吐出し、前記燃焼器で前記燃料の燃焼に用いられる前の前記圧縮空気を前記冷却空気として前記静翼の径方向内側から前記静翼内に導く静翼冷却ラインと、

前記静翼冷却ライン中に配置され、前記静翼冷却ラインに流入した空気を昇圧して前記静翼に送る昇圧圧縮機と、

前記ガスタービン中で前記燃焼ガスに接する高温部品のうちで、前記静翼を除く第一高温部品と前記外側翼環の前記第一排気ポートとを接続し、前記第一排気ポート内の前記冷却空気を前記第一高温部品に導く第一ラインと、

前記ガスタービン中で前記燃焼ガスに接する高温部品のうちで、前記静翼及び前記第一高温部品を除く第二高温部品と前記外側翼環の前記第二排気ポートとを接続し、前記第二排気ポート内の前記冷却空気を前記第二高温部品に導く第二ラインと、

を備えるガスタービン設備。

【請求項 14】

請求項 13 に記載のガスタービン設備において、

前記昇圧圧縮機は、前記タービンロータに固定されている圧縮機インペラを有して構成される、

ガスタービン設備。

【請求項 15】

請求項 13 又は 14 に記載のガスタービン設備において、

前記燃焼器は、前記燃焼ガスを前記タービン内に導く尾筒を有し、

前記第一高温部品は、前記尾筒を含む、

ガスタービン設備。

【請求項 16】

ガスタービンと、

静翼冷却ラインと、

昇圧圧縮機と、

第一ラインと、

第二ラインと、

を備え、

前記ガスタービンは、

静翼セグメントを有するタービンと、

空気を圧縮して圧縮空気を生成する空気圧縮機と、

前記圧縮空気内で燃料を燃焼させて、燃焼ガスを生成し、前記燃焼ガスを前記タービン内に導く燃焼器と、

を備え、

前記タービンは、さらに、軸線を中心として回転するタービンロータと、前記タービンロータの外周側を覆い、内周側に前記静翼セグメントが取り付けられているタービンケーシングと、有し、

前記タービンロータは、前記軸線を中心として、軸線方向に延びているロータ軸と、前記ロータ軸に固定されている動翼と、を有し、

前記静翼セグメントは、

前記動翼に対して前記軸線方向で異なる位置に配置され、前記軸線に対する径方向に延びる翼本体を有する静翼と、

10

20

30

40

50

前記静翼の径方向外側に設けられている外側翼環と、
を備え、

前記静翼は、前記静翼に対する径方向内側から冷却空気が流入し、前記冷却空気を前記径方向外側に流出させる第一通路と、前記静翼に対する前記径方向内側からの冷却空気が流入し、前記第一通路から流出した冷却空気の温度と異なる温度の冷却空気を前記径方向外側に流出させる第二通路と、を有し、

前記外側翼環は、前記第一通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第一外部に排気する第一排気ポートと、前記第二通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第二外部に排気する第二排気ポートと、を有し、

前記静翼冷却ラインは、前記空気圧縮機から吐出し、前記燃焼器で前記燃料の燃焼に用いられる前の前記圧縮空気を前記冷却空気として前記静翼の径方向内側から前記静翼内に導き、

前記昇圧圧縮機は、前記静翼冷却ライン中に配置され、前記静翼冷却ラインに流入した空気を昇圧して前記静翼に送り、

前記第一ラインは、前記ガスタービン中で前記燃焼ガスに接する高温部品のうちで、前記静翼を除く第一高温部品と前記外側翼環の前記第一排気ポートとを接続し、前記第一排気ポート内の前記冷却空気を前記第一高温部品に導き、

前記第二ラインは、前記ガスタービン中で前記燃焼ガスに接する高温部品のうちで、前記静翼及び前記第一高温部品を除く第二高温部品と前記外側翼環の前記第二排気ポートとを接続し、前記第二排気ポート内の前記冷却空気を前記第二高温部品に導き、

前記燃焼器は、前記燃焼ガスを前記タービン内に導く尾筒を有し、

前記第一高温部品は、前記尾筒を含む、

ガスタービン設備。

【請求項 17】

請求項 13 から 16 のいずれか一項に記載のガスタービン設備において、

前記第二ライン中に配置され、前記第二ラインに流入した空気を冷却する冷却器を備え

、前記第二高温部品は、前記タービンロータを含む、

ガスタービン設備。

【請求項 18】

ガスタービンと、

静翼冷却ラインと、

昇圧圧縮機と、

第一ラインと、

第二ラインと、

を備え、

前記ガスタービンは、

静翼セグメントを有するタービンと、

空気を圧縮して圧縮空気を生成する空気圧縮機と、

前記圧縮空気内で燃料を燃焼させて、燃焼ガスを生成し、前記燃焼ガスを前記タービン内に導く燃焼器と、

を備え、

前記タービンは、さらに、軸線を中心として回転するタービンロータと、前記タービンロータの外周側を覆い、内周側に前記静翼セグメントが取り付けられているタービンケーシングと、を有し、

前記タービンロータは、前記軸線を中心として、軸線方向に延びているロータ軸と、前記ロータ軸に固定されている動翼と、を有し、

前記静翼セグメントは、

前記動翼に対して前記軸線方向で異なる位置に配置され、前記軸線に対する径方向に延びる翼本体を有する静翼と、

10

20

30

40

50

前記静翼の径方向外側に設けられている外側翼環と、
を備え、

前記静翼は、前記静翼に対する径方向内側から冷却空気が流入し、前記冷却空気を前記径方向外側に流出させる第一通路と、前記静翼に対する前記径方向内側からの冷却空気が流入し、前記第一通路から流出した冷却空気の温度と異なる温度の冷却空気を前記径方向外側に流出させる第二通路と、を有し、

前記外側翼環は、前記第一通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第一外部に排気する第一排気ポートと、前記第二通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第二外部に排気する第二排気ポートと、を有し、

前記静翼冷却ラインは、前記空気圧縮機から吐出し、前記燃焼器で前記燃料の燃焼に用いられる前の前記圧縮空気を前記冷却空気として前記静翼の径方向内側から前記静翼内に導き、

前記昇圧圧縮機は、前記静翼冷却ライン中に配置され、前記静翼冷却ラインに流入した空気を昇圧して前記静翼に送り、

前記第一ラインは、前記ガスタービン中で前記燃焼ガスに接する高温部品のうちで、前記静翼を除く第一高温部品と前記外側翼環の前記第一排気ポートとを接続し、前記第一排気ポート内の前記冷却空気を前記第一高温部品に導き、

前記第二ラインは、前記ガスタービン中で前記燃焼ガスに接する高温部品のうちで、前記静翼及び前記第一高温部品を除く第二高温部品と前記外側翼環の前記第二排気ポートとを接続し、前記第二排気ポート内の前記冷却空気を前記第二高温部品に導き、

前記第二ライン中に配置され、前記第二ラインに流入した空気を冷却する冷却器を備え、

前記第二高温部品は、前記タービンロータを含む、
ガスタービン設備。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、静翼を備える静翼セグメント、これを備えるガスタービン及びガスタービン設備に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンは、大気を圧縮して圧縮空気を生成する圧縮機と、この圧縮空気中で燃料を燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼器と、燃焼ガスにより駆動するタービンと、を備える。タービンは、軸線を中心として回転するタービンロータと、軸線が延びる軸線方向に並んでいる複数の静翼列と、タービンロータを回転可能に覆うタービン車室と、を有する。複数の静翼列は、軸線が延びる軸線方向に並んでいる。各静翼列は、軸線に対する周方向に並ぶ複数の静翼を有する。静翼は、軸線に対する径方向に延びる翼本体と、この翼本体の径方向内側に設けられている内側シュラウドと、この翼本体の径方向外側に設けられている外側シュラウドと、を有する。静翼の内側シュラウドは、燃焼ガスが流れる燃焼ガス流路の内周縁を画定する。また外側シュラウドは、燃焼ガス流路の外周縁を画定する。翼本体は、この燃焼ガス流路中に配置される。

【0003】

静翼は、高温の燃焼ガスに晒されるため、例えば、冷却空気等で冷却する必要がある。

【0004】

例えば、以下の特許文献1の静翼には、外側シュラウドから、翼本体を経て、内側シュラウドに貫通する二つの翼通路が形成されている。二つの翼通路は、いずれも、径方向外側の端が開口している。また、二つの翼通路は、径方向内側で互いに連通している。二つの翼通路のうち、第一翼通路には、径方向外側から冷却空気が流入する。この冷却空気は、第一翼通路内を径方向内側に流れ、第二翼通路に流入する。第二翼通路に流入した冷却空気は、径方向外側に流れ、第二翼通路の開口から静翼外に排出される。冷却空気は、静

10

20

30

40

50

翼内を通る過程で、静翼との熱交換で加熱される。静翼から排出された冷却空気は、燃焼器における燃焼用空気の一部として利用される。

【0005】

以上のように、特許文献1に記載の技術では、静翼の冷却で加熱された冷却空気を燃焼用空気に利用する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2013-019348号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1に記載の技術では、静翼の冷却で加熱された冷却空気を燃焼用空気に利用している。冷却空気は、ガスタービンの圧縮機で圧縮された空気が用いられる。このため、冷却空気を有効利用することは、ガスタービンの効率上昇等につながる。したがって、冷却空気をより有効利用することが望まれている。

【0008】

そこで、本発明は、静翼を冷却した冷却空気の有効利用を図ることができる静翼セグメント、これを備えるガスタービン及びガスタービン設備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】

20

【0009】

前記目的を達成するための発明に係る一態様としての静翼セグメントは、

軸線に対する径方向に延びる翼本体を有する静翼と、前記静翼の径方向外側に設けられている外側翼環と、を備え、前記静翼は、前記静翼に対する径方向内側から冷却空気が流入し、前記冷却空気を前記径方向外側に流出させる第一通路と、前記静翼に対する前記径方向内側からの冷却空気が流入し、前記第一通路から流出した冷却空気の温度と異なる温度の冷却空気を前記径方向外側に流出させる第二通路と、を有し、前記外側翼環は、前記第一通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第一外部に排気する第一排気ポートと、前記第二通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第二外部に排気する第二排気ポートと、を有する。前記第一通路は、前記静翼を前記径方向に貫通する通路である。さらに、前記静翼は、前記翼本体を前記径方向に貫通する第一翼通路と、筒状を成し、前記静翼で前記第一翼通路を画定する第一翼通路内面に対して間隔をあけて、前記第一翼通路内に配置されている第一インサートと、を有する。筒状の前記第一インサートは、内側の冷却空気を前記第一翼通路内面に噴出する複数の貫通孔を有する。筒状の前記第一インサートの内側が前記第一通路の一部を形成する。

30

【0010】

当該静翼セグメントでは、静翼の第一通路を経て外側翼環の第一排気ポートに流入する冷却空気の温度と、静翼の第二通路を経て外側翼環の第二排気ポートに流入する冷却空気の温度とが異なることになる。第一排気ポートに流入した空気は、第一外部に排出される。また、第二排気ポートに流入した空気は、第一外部とは異なる第二外部に排出される。このため、当該静翼セグメントでは、静翼の第一通路から流出した冷却空気の温度を考慮して、この冷却空気の利用に好適な第一外部に送り、第二通路から流出した空気の温度を考慮して、この冷却空気の利用に好適な第二外部に送る。よって、当該静翼セグメントでは、静翼から流出した冷却空気を有効に再利用することができる。

40

【0011】

ここで、前記静翼セグメントにおいて、前記第二通路の通路長は、前記第一通路の通路長より長くてもよい。

【0012】

当該静翼セグメントでは、第二通路を経て、第二排気ポートに流入する冷却空気の温度を高くすることができる。

50

【0013】

また、以上のいずれかの前記静翼セグメントにおいて、前記第一通路は、前記静翼を前記径方向に貫通する通路であり、前記第二通路は、前記径方向に対して垂直な方向成分を有する方向に延びる部分を含んでもよい。

【0014】

当該静翼セグメントでは、第二通路を経て、第二排気ポートに流入する冷却空気の温度を高くすることができる。

【0015】

以上のいずれかの前記静翼セグメントにおいて、前記静翼は、前記第二通路と前記第一通路と連通させる連通路を有してもよい。

10

【0016】

以上のいずれかの前記静翼セグメントにおいて、前記静翼は、前記翼本体の前記径方向内側に設けられている内側シュラウドと、前記内側シュラウドに取り付けられている内側インピンジ板と、を有し、前記内側シュラウドは、前記翼本体の前記径方向内側の端から、前記径方向に対して垂直な方向成分を有する方向に広がる内側シュラウド本体と、前記内側シュラウド本体の周縁に沿って、前記周縁から前記径方向内側に突出する内側周壁と、を有し、前記内側インピンジ板は、前記内側シュラウド本体に対して、前記径方向内側に間隔をあけて配置され、前記内側シュラウド本体と前記内側周壁と共同して、前記内側インピンジ板よりも前記径方向外側に内側キャビティを形成し、前記内側インピンジ板には、前記内側インピンジ板よりも前記径方向内側からの冷却空気を前記内側キャビティに導く複数の貫通孔が形成され、前記内側キャビティが前記第二通路の一部を形成してもよい。

20

【0017】

当該静翼セグメントでは、内側インピンジ板よりも径方向内側からの冷却空気が、内側インピンジ板の複数の貫通孔を介して、内側キャビティ内に流入する。内側キャビティに流入した冷却空気は、内側シュラウド本体に衝突して、この内側シュラウド本体をインピンジ冷却する。当該静翼セグメントでは、内側キャビティが第二通路の一部を形成するため、第二通路を経て、第二排気ポートに流入する冷却空気の温度を高くすることができる。

【0018】

前記内側シュラウドを有する前記静翼セグメントにおいて、前記内側シュラウドは、前記内側キャビティ内の冷却空気を前記静翼の外部に噴出する複数の噴出孔を有してもよい。

30

【0019】

当該静翼セグメントでは、内側キャビティ内の冷却空気が複数の噴出孔から静翼外に噴出される。噴出孔から噴出した冷却空気の一部は、内側シュラウドの表面をフィルム冷却する。

【0020】

前記目的を達成するための発明に係る他の態様として静翼セグメントは、
軸線に対する径方向に延びる翼本体を有する静翼と、前記静翼の径方向外側に設けられている外側翼環と、を備え、前記静翼は、前記静翼に対する径方向内側から冷却空気が流入し、前記冷却空気を前記径方向外側に流出させる第一通路と、前記静翼に対する前記径方向内側からの冷却空気が流入し、前記第一通路から流出した冷却空気の温度と異なる温度の冷却空気を前記径方向外側に流出させる第二通路と、を有し、前記外側翼環は、前記第一通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第一外部に排気する第一排気ポートと、前記第二通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第二外部に排気する第二排気ポートと、を有する。さらに、前記静翼は、前記翼本体の径方向外側に設けられている外側シュラウドと、前記外側シュラウドに取り付けられている外側インピンジ板と、を有し、前記外側シュラウドは、前記翼本体の前記径方向外側の端から、前記径方向に対して垂直な方向成分を有する方向に広がる外側シュラウド本体と、前記外側シュラウド本体の周縁

40

50

に沿って、前記周縁から前記径方向外側に突出する外側周壁と、を有し、前記外側インピンジ板は、前記外側シュラウド本体に対して、前記径方向外側に間隔をあけて配置され、前記外側シュラウド本体と前記外側周壁と共同して、前記外側インピンジ板よりも前記径方向内側に外側キャビティを形成し、前記外側インピンジ板には、前記外側インピンジ板よりも前記径方向外側からの冷却空気を前記外側キャビティに導く複数の貫通孔が形成され、前記外側キャビティが前記第二通路の一部を形成する。

【0021】

当該静翼セグメントでは、外側インピンジ板よりも径方向外側からの冷却空気が、外側インピンジ板の複数の貫通孔を介して、外側キャビティ内に流入する。外側キャビティに流入した冷却空気は、外側シュラウド本体に衝突して、この外側シュラウド本体をインピンジ冷却する。当該静翼セグメントでは、外側キャビティが第二通路の一部を形成するため、第二通路を経て、第二排気ポートに流入する冷却空気の温度を高くすることができる。

10

【0022】

前記外側シュラウドを有する前記静翼セグメントにおいて、前記外側シュラウドは、前記外側キャビティ内の冷却空気を前記静翼の外部に噴出する複数の噴出孔を有してもよい。

【0023】

当該静翼セグメントでは、外側キャビティ内の冷却空気が複数の噴出孔から静翼外に噴出される。噴出孔から噴出した冷却空気の一部は、外側シュラウドの表面をフィルム冷却する。

20

【0024】

前記内側シュラウド及び前記外側シュラウドを有する、以上のいずれかの前記静翼セグメントにおいて、前記静翼は、前記翼本体を前記径方向に貫通し、前記内側キャビティから冷却空気を前記外側インピンジ板よりも前記径方向外側に導く第二翼通路を有し、前記第二翼通路が前記第二通路の一部を形成してもよい。

【0025】

前記第二翼通路を有する前記静翼セグメントにおいて、前記静翼は、筒状を成し、前記静翼で前記第二翼通路を画定する第二翼通路内面に対して間隔をあけて、前記第二翼通路内に配置されている第二インサートを有し、筒状の前記第二インサートは、内側の冷却空気を前記第二翼通路内面に噴出する複数の貫通孔を有してもよい。

30

【0026】

当該静翼セグメントでは、第二インサート内の冷却空気が、第二インサートの複数の貫通孔を介して、第二インサートの外側に噴出される。第二インサートの外側に噴出した冷却空気は、第二翼通路内面に衝突して、この第二翼通路内面をインピンジ冷却する。当該静翼セグメントでは、第二翼通路が第二通路の一部を形成するため、第二通路を経て、第二排気ポートに流入する冷却空気の温度を高くすることができる。

【0027】

前記目的を達成するための発明に係るさらに他の態様として静翼セグメントは、
軸線に対する径方向に延びる翼本体を有する静翼と、前記静翼の径方向外側に設けられている外側翼環と、を備え、前記静翼は、前記静翼に対する径方向内側から冷却空気が流入し、前記冷却空気を前記径方向外側に流出させる第一通路と、前記静翼に対する前記径方向内側からの冷却空気が流入し、前記第一通路から流出した冷却空気の温度と異なる温度の冷却空気を前記径方向外側に流出させる第二通路と、を有し、前記外側翼環は、前記第一通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第一外部に排気する第一排気ポートと、前記第二通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第二外部に排気する第二排気ポートと、を有する。さらに、前記静翼は、前記翼本体を前記径方向に貫通する第一翼通路と、筒状を成し、前記静翼で前記第一翼通路を画定する第一翼通路内面に対して間隔をあけて、前記第一翼通路内に配置されている第一インサートを有し、筒状の前記第一インサートは、内側の冷却空気を前記第一翼通路内面に噴出する複数の貫通孔を有し、筒状の

40

50

前記第一インサートの内側が前記第一通路の一部を形成し、前記第一インサートの外側が前記第二通路の一部を形成する。

【0028】

当該静翼セグメントでは、第二インサート内の冷却空気の一部が、第一インサートの複数の貫通孔を介して、第一インサートの外側に噴出される。第一インサートの外側に噴出した冷却空気は、第一翼通路内面に衝突して、この第一翼通路内面をインピンジ冷却する。当該静翼セグメントでは、第一インサートの外側が第二通路の一部を形成するため、第二通路を経て、第二排気ポートに流入する冷却空気の温度を高くすることができる。

【0029】

前記目的を達成するための発明に係る一態様としてのガスタービンは、

以上のいずれかの前記静翼セグメントを有するタービンと、空気を圧縮して圧縮空気を生成する空気圧縮機と、前記圧縮空気内で燃料を燃焼させて、燃焼ガスを生成し、前記燃焼ガスを前記タービン内に導く燃焼器と、を備え、前記タービンは、さらに、前記軸線を中心として回転するタービンロータと、前記タービンロータの外周側を覆い、内周側に前記静翼セグメントが取り付けられているタービンケーシングと、有し、前記タービンロータは、前記軸線を中心として、軸線方向に延びているロータ軸と、前記静翼に対して前記軸線方向で異なる位置に配置され、前記ロータ軸に固定されている動翼と、を有する。

【0030】

前記目的を達成するための発明に係る一態様としてのガスタービン設備は、

前記ガスタービンと、前記空気圧縮機から吐出し、前記燃焼器で前記燃料の燃焼に用いられる前の前記圧縮空気を前記冷却空気として前記静翼の径方向内側から前記静翼内に導く静翼冷却ラインと、前記静翼冷却ライン中に配置され、前記静翼冷却ラインに流入した空気を昇圧して前記静翼に送る昇圧圧縮機と、前記ガスタービン中で前記燃焼ガスに接する高温部品のうちで、前記静翼を除く第一高温部品と前記外側翼環の前記第一排気ポートとを接続し、前記第一排気ポート内の前記冷却空気を前記第一高温部品に導く第一ラインと、前記ガスタービン中で前記燃焼ガスに接する高温部品のうちで、前記静翼及び前記第一高温部品を除く第二高温部品と前記外側翼環の前記第二排気ポートとを接続し、前記第二排気ポート内の前記冷却空気を前記第二高温部品に導く第二ラインと、を備える。

【0031】

当該ガスタービン設備では、静翼から流出した冷却空気を、ガスタービンの部品である第一高温部品及び第二高温部品中で再利用することができる。

【0032】

ここで、前記ガスタービン設備において、前記昇圧圧縮機は、前記タービンロータに固定されている圧縮機インペラを有して構成されてもよい。

【0033】

当該ガスタービン設備では、ガスタービンの内部に昇圧圧縮機が配置されるので、設備の小型化を図ることができる。また、当該ガスタービン設備では、昇圧圧縮機を駆動するための駆動源を別途設ける必要もない。

【0034】

前記目的を達成するための発明に係る他の態様としてガスタービン設備は、

ガスタービンと、静翼冷却ラインと、昇圧圧縮機と、第一ラインと、第二ラインと、を備える。前記ガスタービンは、静翼セグメントを有するタービンと、空気を圧縮して圧縮空気を生成する空気圧縮機と、前記圧縮空気内で燃料を燃焼させて、燃焼ガスを生成し、前記燃焼ガスを前記タービン内に導く燃焼器と、を備える。前記タービンは、さらに、軸線を中心として回転するタービンロータと、前記タービンロータの外周側を覆い、内周側に前記静翼セグメントが取り付けられているタービンケーシングと、有する。前記タービンロータは、前記軸線を中心として、軸線方向に延びているロータ軸と、前記ロータ軸に固定されている動翼と、を有する。前記静翼セグメントは、前記動翼に対して前記軸線方向で異なる位置に配置され、前記軸線に対する径方向に延びる翼本体を有する静翼と、前記静翼の径方向外側に設けられている外側翼環と、を備える。前記静翼は、前記静翼に対

10

20

30

40

50

する径方向内側から冷却空気が流入し、前記冷却空気を前記径方向外側に流出させる第一通路と、前記静翼に対する前記径方向内側からの冷却空気が流入し、前記第一通路から流出した冷却空気の温度と異なる温度の冷却空気を前記径方向外側に流出させる第二通路と、を有する。前記外側翼環は、前記第一通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第一外部に排気する第一排気ポートと、前記第二通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第二外部に排気する第二排気ポートと、を有する。前記静翼冷却ラインは、前記空気圧縮機から吐出し、前記燃焼器で前記燃料の燃焼に用いられる前の前記圧縮空気を前記冷却空気として前記静翼の径方向内側から前記静翼内に導く。前記昇圧圧縮機は、前記静翼冷却ライン中に配置され、前記静翼冷却ラインに流入した空気を昇圧して前記静翼に送る。前記第一ラインは、前記ガスタービン中で前記燃焼ガスに接する高温部品のうちで、前記静翼を除く第一高温部品と前記外側翼環の前記第一排気ポートとを接続し、前記第一排気ポート内の前記冷却空気を前記第一高温部品に導く。前記第二ラインは、前記ガスタービン中で前記燃焼ガスに接する高温部品のうちで、前記静翼及び前記第一高温部品を除く第二高温部品と前記外側翼環の前記第二排気ポートとを接続し、前記第二排気ポート内の前記冷却空気を前記第二高温部品に導く。前記燃焼器は、前記燃焼ガスを前記タービン内に導く尾筒を有し、前記第一高温部品は、前記尾筒を含む。

10

【0035】

当該ガスタービン設備では、静翼から流出した冷却空気の一部で、燃焼器の尾筒を冷却することができる。

【0036】

前記目的を達成するための発明に係るさらに他の態様としてガスタービン設備は、ガスタービンと、静翼冷却ラインと、昇圧圧縮機と、第一ラインと、第二ラインと、を備える。前記ガスタービンは、静翼セグメントを有するタービンと、空気を圧縮して圧縮空気を生成する空気圧縮機と、前記圧縮空気内で燃料を燃焼させて、燃焼ガスを生成し、前記燃焼ガスを前記タービン内に導く燃焼器と、を備える。前記タービンは、さらに、軸線を中心として回転するタービンロータと、前記タービンロータの外周側を覆い、内周側に前記静翼セグメントが取り付けられているタービンケーシングと、を有する。前記タービンロータは、前記軸線を中心として、軸線方向に延びているロータ軸と、前記静翼に対して前記軸線方向で異なる位置に配置され、前記ロータ軸に固定されている動翼と、を有する。前記静翼セグメントは、前記動翼に対して前記軸線方向で異なる位置に配置され、前記軸線に対する径方向に延びる翼本体を有する静翼と、前記静翼の径方向外側に設けられている外側翼環と、を備える。前記静翼は、前記静翼に対する径方向内側から冷却空気が流入し、前記冷却空気を前記径方向外側に流出させる第一通路と、前記静翼に対する前記径方向内側からの冷却空気が流入し、前記第一通路から流出した冷却空気の温度と異なる温度の冷却空気を前記径方向外側に流出させる第二通路と、を有する。前記外側翼環は、前記第一通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第一外部に排気する第一排気ポートと、前記第二通路から前記径方向外側に流出した冷却空気を第二外部に排気する第二排気ポートと、を有する。前記静翼冷却ラインは、前記空気圧縮機から吐出し、前記燃焼器で前記燃料の燃焼に用いられる前の前記圧縮空気を前記冷却空気として前記静翼の径方向内側から前記静翼内に導く。前記昇圧圧縮機は、前記静翼冷却ライン中に配置され、前記静翼冷却ラインに流入した空気を昇圧して前記静翼に送る。前記第一ラインは、前記ガスタービン中で前記燃焼ガスに接する高温部品のうちで、前記静翼を除く第一高温部品と前記外側翼環の前記第一排気ポートとを接続し、前記第一排気ポート内の前記冷却空気を前記第一高温部品に導く。前記第二ラインは、前記ガスタービン中で前記燃焼ガスに接する高温部品のうちで、前記静翼及び前記第一高温部品を除く第二高温部品と前記外側翼環の前記第二排気ポートとを接続し、前記第二排気ポート内の前記冷却空気を前記第二高温部品に導く。さらに、前記第二ライン中に配置され、前記第二ラインに流入した空気を冷却する冷却器を備える。前記第二高温部品は、前記タービンロータを含む。

20

30

40

【0037】

当該ガスタービン設備では、静翼から流出した冷却空気の一部で、タービンロータを冷

50

却することができる。

【発明の効果】

【0038】

本発明の一態様では、静翼を冷却した冷却空気の有効利用を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明に係る一実施形態におけるガスタービンの要部切欠側面図である。

【図2】本発明に係る一実施形態におけるガスタービン設備の要部断面図である。

【図3】本発明に係る一実施形態における静翼セグメントの断面図である。

【図4】図3におけるI V線断面図である。

10

【図5】図3におけるV線断面図である。

【図6】図3におけるV I線断面図である。

【図7】図3におけるV I I線断面図である。

【図8】図3におけるV I I I線断面図である。

【図9】図3におけるI X線断面図である。

【図10】図3におけるX線断面図である。

【図11】本発明に係る一実施形態の一変形例における静翼セグメントの断面図である。

【図12】本発明に係る一実施形態の一変形例におけるガスタービン設備の要部断面図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0040】

以下、本発明に係る静翼セグメントを備えるガスタービン設備の一実施形態、さらに、静翼セグメントの一種変形例について、図面を参照して詳細に説明する。

【0041】

「実施形態」

本発明に係るガスタービン設備の一実施形態について、図1～図10を参照して説明する。

【0042】

図1に示すように、本発明に係る一実施形態としてのガスタービン設備は、ガスタービンを備えている。

30

【0043】

ガスタービン10は、空気Aを圧縮する空気圧縮機20と、空気圧縮機20で圧縮された空気A中で燃料Fを燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼器30と、燃焼ガスにより駆動するタービン40と、を備えている。

【0044】

空気圧縮機20は、軸線Arを中心として回転する圧縮機ロータ21と、圧縮機ロータ21を覆う圧縮機ケーシング25と、複数の静翼列26と、を有する。タービン40は、軸線Arを中心として回転するタービンロータ41と、タービンロータ41を覆うタービンケーシング45と、複数の静翼列46と、を有する。

【0045】

40

圧縮機ロータ21とタービンロータ41とは、同一軸線Ar上に位置し、互いに接続されてガスタービンロータ11を成す。このガスタービンロータ11には、例えば、発電機のロータが接続される。ガスタービン10は、さらに、圧縮機ケーシング25とタービンケーシング45との間に配置されている中間ケーシング14と、中間ケーシング14内に配置されている内側ケーシング16と、を備えている。圧縮機ケーシング25と中間ケーシング14とタービンケーシング45とは、互いに接続されてガスタービンケーシング15を成す。なお、以下では、軸線Arが延びる方向を軸線方向Da、この軸線Arを中心とした周方向を単に周方向Dcとし、軸線Arに対して垂直な方向を径方向Drとする。また、軸線方向Daでタービン40を基準にして空気圧縮機20側を軸線上流側Da u、その反対側を軸線下流側Da dとする。また、径方向Drで軸線Arに近づく側を径方向

50

内側 D r i、その反対側を径方向外側 D r oとする。

【 0 0 4 6 】

圧縮機ロータ 2 1 は、軸線 A r を中心として軸線方向 D a に延びるロータ軸 2 2 と、このロータ軸 2 2 に取り付けられている複数の動翼列 2 3 と、を有する。複数の動翼列 2 3 は、軸線方向 D a に並んでいる。各動翼列 2 3 は、いずれも、周方向 D c に並んでいる複数の動翼 2 3 a で構成される。複数の動翼列 2 3 の各軸線下流側 D a d には、静翼列 2 6 が配置されている。各静翼列 2 6 は、圧縮機ケーシング 2 5 の内側に設けられている。各静翼列 2 6 は、いずれも、周方向 D c に並んでいる複数の静翼 2 6 a で構成される。圧縮機ケーシング 2 5 の軸線上流側 D a u には、吸込口 2 7 が形成されている。

【 0 0 4 7 】

タービンロータ 4 1 は、軸線 A r を中心として軸線方向 D a に延びるロータ軸 4 2 と、このロータ軸 4 2 に取り付けられている複数の動翼列 4 3 と、を有する。複数の動翼列 4 3 は、軸線方向 D a に並んでいる。各動翼列 4 3 は、いずれも、周方向 D c に並んでいる複数の動翼 4 3 a で構成される。複数の動翼列 4 3 の各軸線上流側 D a u には、静翼列 4 6 が配置されている。各静翼列 4 6 は、タービンケーシング 4 5 の内側に設けられている。各静翼列 4 6 は、いずれも、周方向 D c に並んでいる複数の静翼 5 0 で構成される。

【 0 0 4 8 】

空気圧縮機 2 0 は、吸込口 2 7 から空気 A を取り込んで、この空気 A を圧縮し、圧縮空気を生成する。この圧縮空気は、空気圧縮機 2 0 の吐出口 2 8 から流出して、燃焼器 3 0 内に流入する。燃焼器 3 0 には、この圧縮空気他、燃料供給源からの燃料 F も供給される。燃焼器 3 0 内では、圧縮空気内で燃料 F を燃焼させて、燃焼ガス G を生成する。この燃焼ガス G は、タービンケーシング 4 5 内に流入し、タービンロータ 4 1 を回転させる。

【 0 0 4 9 】

図 2 に示すように、中間ケーシング 1 4 及び内側ケーシング 1 6 は、いずれも、軸線 A r を中心として筒状を成している。中間ケーシング 1 4 の内周側に、中間ケーシング 1 4 と間隔をあけて内側ケーシング 1 6 が配置されている。中間ケーシング 1 4 の内周側と内側ケーシング 1 6 の外周側との間は、ガスタービン 1 0 の中間車室 1 3 を形成する。筒状の内側ケーシング 1 6 の内周側には、ガスタービンロータ 1 1 が配置されている。燃焼器 3 0 は、中間車室 1 3 内に配置されている。この燃焼器 3 0 は、サポート 3 9 により中間ケーシング 1 4 に固定されている。

【 0 0 5 0 】

燃焼器 3 0 は、ディフューザ 3 1 と、燃焼筒 3 2 と、尾筒 3 3 と、パイロットバーナ 3 4 と、複数のメインバーナ 3 5 とを備えている。ディフューザ 3 1 は、筒状を成している。このディフューザ 3 1 の両端は、開口している。ディフューザ 3 1 の第一端は、空気圧縮機 2 0 の吐出口 2 8 に接続されている。このため、ディフューザ 3 1 内には、空気圧縮機 2 0 からの圧縮空気が流入する。ディフューザ 3 1 内の流路断面積は、ディフューザ 3 1 の第一端から第二端に向うに連れて次第に大きくなっている。このため、圧縮空気は、ディフューザ 3 1 内を通過する過程で、その流速が次第に低下する一方で、その圧力が次第に増加する。よって、このディフューザ 3 1 は、圧縮空気の動圧を静圧に変換する役目を担っている。このディフューザ 3 1 には、内周側から外周側に貫通する複数の貫通孔 3 1 a が形成されている。このため、ディフューザ 3 1 内に流入した圧縮空気の一部は、複数の貫通孔 3 1 a を経て、中間車室 1 3 内に流入する。

【 0 0 5 1 】

燃焼筒 3 2 は、円筒状を成している。この燃焼筒 3 2 の両端は、開口している。燃焼筒 3 2 の第一端は、ディフューザ 3 1 の第二端に接続されている。燃焼筒 3 2 内には、ディフューザ 3 1 からの圧縮空気が流入する。尾筒 3 3 は、筒状を成している。この尾筒 3 3 の両端は、開口している。尾筒 3 3 の第一端は、燃焼筒 3 2 の第二端に接続されている。尾筒 3 3 の第二端は、タービン 4 0 の一部に接続されている。

【 0 0 5 2 】

パイロットバーナ 3 4 は、円筒状の燃焼筒 3 2 の中心軸上に配置されている。複数のメ

10

20

30

40

50

インバーナ35は、パイロットバーナ34を中心として、燃焼筒32の中心軸に対する周方向に並んでいる。パイロットバーナ34及び複数のメインバーナ35には、燃料ライン38を介して、燃料供給源からの燃料Fが供給される。パイロットバーナ34は、燃焼筒32内に圧縮空気と共に燃料Fを噴射する。この燃料Fは、燃焼筒32及び尾筒33内で拡散燃焼する。複数のメインバーナ35内では、燃料Fと圧縮空気とが混合され、予混合気体が生成される。各メインバーナ35は、この予混合気体を燃焼筒32内に噴射する。この予混合気体は、燃焼筒32及び尾筒33内で予混合燃焼する。燃料Fの燃焼で生成された高温高圧の燃焼ガスGは、尾筒33を経てタービン40に送られる。

【0053】

タービン40の静翼50は、径方向Drに延びる翼本体51と、翼本体51の径方向内側Driに設けられている内側シュラウド60iと、翼本体51の径方向外側Droに設けられている外側シュラウド60oと、を有する。外側シュラウド60oの径方向外側Droであってタービンケーシング45の径方向内側Driには、外側翼環90が配置されている。一の静翼列46を構成する複数の静翼50の外側シュラウド60oは、この外側翼環90に取り付けられている。外側翼環90は、タービンケーシング45に固定されている。本実施形態では、外側翼環90と、この外側翼環90に取り付けられている複数の静翼50とで、静翼セグメントSを構成する。

10

【0054】

タービン40の動翼43aは、径方向Drの延びる翼本体43bと、翼本体43bの径方向内側Driに設けられているプラットフォーム43fと、プラットフォーム43fから径方向内側Driに延びている翼根43rと、を有する。動翼43aの翼根43rは、ロータ軸42に埋め込まれて固定される。動翼43aの径方向外側Droには、分割環48が配置されている。分割環48は、前述の外側翼環90に取り付けられている。プラットフォーム43fの径方向Drの位置は、軸線上流側Dauiに配置されている静翼50の内側シュラウド60iの径方向Drの位置とほぼ一致している。分割環48の径方向Drの位置は、軸線上流側Dauiに配置されている静翼50の外側シュラウド60oの径方向Drの位置とほぼ一致している。

20

【0055】

タービン40内で燃焼ガスGが流れる燃焼ガス流路49は、軸線Arを中心として環状を成している。この環状の燃焼ガス流路49の内周縁は、静翼50の内側シュラウド60i及び動翼43aのプラットフォーム43fで画定される。燃焼ガス流路49の外周縁は、静翼50の外側シュラウド60o及び分割環48で画定される。静翼50の翼本体51及び動翼43aの翼本体43bは、いずれも、燃焼ガス流路49中に配置される。燃焼ガス流路49における燃焼ガス入口49iは、複数の静翼列46のうち、最も軸線上流側Dauiに位置する第一段静翼列46aを構成する複数の静翼50aの内側シュラウド60i及び外側シュラウド60oにより形成される。よって、燃焼器30の尾筒33の第二端は、第一段静翼列46aを構成する複数の静翼50aの内側シュラウド60i及び外側シュラウド60oに接続されている。

30

【0056】

燃焼器30の燃焼筒32及び尾筒33、タービン40の静翼50、動翼43a及び分割環48は、高温の燃焼ガスGに晒される高温部品を構成する。このため、これらの高温部品は、何らかの手段で冷却する必要がある。本実施形態では、静翼50及び動翼43aを内部から冷却空気で冷却する。このため、動翼43aは、冷却空気が流れる冷却空気通路43pを有する。また、第一段静翼列46aを構成する複数の静翼50aには、冷却空気通路として、第一通路81及び第二通路82が形成されている。

40

【0057】

第一段静翼列46aの径方向内側Driには、内側翼環100が配置されている。内側翼環100には、外部からの冷却空気を径方向内側Driから静翼50a内に供給する静翼冷却空気通路101, 108が形成されている。

【0058】

50

内側ケーシング16は、取付部17と、外筒18と、内筒19と、を有する。取付部17は、圧縮機ケーシング25又は中間ケーシング14に取り付けられる。この取付部17は、圧縮機ケーシング25又は中間ケーシング14に取り付けられている部分から径方向内側Driに延びている。外筒18及び内筒19は、いずれも、軸線Arを中心として円筒状を成している。外筒18の軸線上流側Da uの端は、取付部17の径方向内側Dri端に固定されている。また、外筒18の軸線下流側Dadの端は、第一段静翼列46aの内側翼環100に取り付けられている。この外筒18の外周側と中間ケーシング14の内周側との間が、前述した中間車室13を形成する。内筒19は、外筒18の径方向内側Driであってガスタービンロータ11の径方向外側Droに配置されている。内筒19の軸線上流側Da uの端は、外筒18に固定されている。また、内筒19の軸線下流側Dadの端は、第一段静翼列46aの内側翼環100に取り付けられている。

10

【0059】

内筒19の径方向外側Droと外筒18の径方向内側Driとの間は、第一段静翼列46aを構成する静翼50aを冷却するための冷却空気が流れる静翼冷却空気通路108を形成する。この静翼冷却空気通路108は、内側翼環100の静翼冷却空気通路101に連通している。ガスタービンロータ11の径方向外側Droと内筒19の径方向内側Driとの間は、タービンロータ41の一部を冷却するための冷却空気が流れるロータ冷却空気通路109を形成する。タービンロータ41には、第一段動翼列43を構成する複数の動翼43aに、径方向内側Driから冷却空気を供給する動翼冷却空気通路41pが形成されている。この動翼冷却空気通路41pの第一端は、内側ケーシング16の内周側のロータ冷却空気通路109に連通し、この動翼冷却空気通路41pの第二端は、動翼43aの冷却空気通路43pに連通している。

20

【0060】

静翼50aの翼本体51は、図7に示すように、径方向Drに対して垂直な断面形状が翼形を成している。この翼本体51で、軸線上流側Da uの端部が前縁部52を成し、軸線下流側Dadの端部が後縁部53を成す。この翼本体51の表面で、周方向Dcを向く面のうち、凸状の面が背側面(=負圧面)54を成し、凹状の面が腹側面(=正圧面)55を成す。なお、以下の説明の都合上、周方向Dcで翼本体51の腹側(=正圧面側)を周方向腹側DcpDcp、翼本体51の背側(=負圧面側)を周方向背側DcnDcnとする。

30

【0061】

第一段静翼列46aを構成する静翼50aは、図3～図10に示すように、第一翼通路75、第二翼通路76、及び第三翼通路群77を有する。第一翼通路75、第二翼通路76、及び第三翼通路群77は、いずれも翼本体51を径方向Drに貫通する。第三翼通路群77は、径方向Drに延びる多数の通路の集まりである。第一翼通路75、第二翼通路76、及び第三翼通路群77は、翼本体51の前縁側から後縁側に、この順序で並んでいる。つまり、第一翼通路75は、翼本体51内で最も前縁部52の側に位置し、第三翼通路群77は、翼本体51内で最も後縁部53の側に位置している。第二翼通路76は、第一翼通路75と第三翼通路との間に位置している。第一翼通路75と第二翼通路76とは、翼本体51に形成されている第一仕切壁78により仕切られている。第二翼通路76と第三翼通路群77とは、翼本体51に形成されている第二仕切壁79により仕切られている。

40

【0062】

この静翼50aの内側シュラウド60iは、図3及び図9に示すように、内側シュラウド本体61iと、内側周壁63iと、を有する。内側シュラウド本体61iは、翼本体51の径方向内側Driの端から径方向Drに対して垂直な方向成分を有する方向に広がる。この内側シュラウド本体61iで、径方向外側Droを向く面は、燃焼ガスGに接するガスパス面62ipを成す。また、この内側シュラウド本体61iで、径方向内側Driを向く面は、反ガスパス面62ioを成す。この内側シュラウド本体61iは、径方向Drからみると平行四辺形の形状である。内側シュラウド本体61iで互いに平行な一対の

50

辺のうち、一方の辺が軸線上流側 D a u を向き、他方の辺が軸線下流側 D a d を向く。また、内側シュラウド本体 6 1 i で互いに平行な残りの一対のうち、一方の辺が周方向腹側 D c p を向き、他方の辺が周方向背側 D c n を向く。内側周壁 6 3 i は、内側シュラウド本体 6 1 i の周縁に沿って、この周縁から径方向内側 D r i に突出している。内側周壁 6 3 i は、前周壁 6 3 f と、後周壁 6 3 b と、腹側周壁 6 3 p と、背側周壁 6 3 n とを有する。前周壁 6 3 f は、内側シュラウド本体 6 1 i で軸線上流側 D a u を向く辺から径方向内側 D r i に突出している。後周壁 6 3 b は、内側シュラウド本体 6 1 i で軸線下流側 D a d を向く辺から径方向内側 D r i に突出している。腹側周壁 6 3 p は、内側シュラウド本体 6 1 i で周方向腹側 D c p を向く辺から径方向内側 D r i に突出している。背側周壁 6 3 n は、内側シュラウド本体 6 1 i で周方向背側 D c n を向く辺から径方向内側 D r i に突出している。内側シュラウド 6 0 i には、径方向外側 D r o に凹む凹部 6 4 i が形成されている。この凹部 6 4 i の側周面は、内側周壁 6 3 i で形成されている。また、この凹部 6 4 i の底面は、内側シュラウド本体 6 1 i で形成されている。

10

【 0 0 6 3 】

内側シュラウド 6 0 i の凹部 6 4 i 内には、内側シュラウド本体 6 1 i から翼形内側突出部 6 7 i が突出している。翼形内側突出部 6 7 i は、翼本体 5 1 の翼面に沿った位置から径方向内側 D r i に突出している。この翼形内側突出部 6 7 i は、径方向 D r から見ると、翼本体 5 1 の翼形を実質的に同じ形状を成している。この翼形内側突出部 6 7 i には、第一翼通路 7 5 の径方向内側 D r i の部分、第二翼通路 7 6 の径方向内側 D r i の部分、第三翼通路群 7 7 の径方向内側 D r i の部分が形成されている。この翼形内側突出部 6 7 i には、第二翼通路 7 6 から翼形内側突出部 6 7 i 外に貫通する連通孔 6 7 i c が形成されている。

20

【 0 0 6 4 】

静翼 5 0 a は、さらに、内側インピンジ板 6 8 i 及び内側封止板 6 9 i を有する。内側インピンジ板 6 8 i 及び内側封止板 6 9 i は、いずれも、内側シュラウド 6 0 i の凹部 6 4 i 内に、内側シュラウド本体 6 1 i に対して径方向内側 D r i に間隔をあけて配置されている。内側インピンジ板 6 8 i は、翼形内側突出部 6 7 i から径方向 D r に対して垂直な方向に広がっている。この内側インピンジ板 6 8 i は、内側シュラウド本体 6 1 i と内側周壁 6 3 i と翼形内側突出部 6 7 i と共同して、この内側インピンジ板 6 8 i よりも径方向外側 D r o に内側キャビティ 6 5 i を形成する。この内側インピンジ板 6 8 i には、径方向 D r に貫通する多数の貫通孔 6 8 t が形成されている。内側シュラウド 6 0 i には、この内側キャビティ 6 5 i 内から燃焼ガス流路 4 9 に貫通する複数の噴出孔 6 0 e が形成されている。内側封止板 6 9 i は、第二翼通路 7 6 における径方向 D r の両端の開口のうち、径方向内側 D r i の開口を塞ぐ。

30

【 0 0 6 5 】

静翼 5 0 a の外側シュラウド 6 0 o は、図 3 ~ 図 6 に示すように、外側シュラウド本体 6 1 o と、外側周壁 6 3 o と、を有する。外側シュラウド本体 6 1 o は、翼本体 5 1 の径方向外側 D r o の端から径方向 D r に対して垂直な方向成分を有する方向に広がる。この外側シュラウド本体 6 1 o で、径方向内側 D r i を向く面は、燃焼ガス G に接するガスパス面 6 2 o p を成す。また、この外側シュラウド本体 6 1 o で、径方向外側 D r o を向く面は、反ガスパス面 6 2 o o を成す。この外側シュラウド本体 6 1 o は、内側シュラウド本体 6 1 i と同様、径方向 D r からみると平行四辺形の形状である。外側シュラウド本体 6 1 o で互いに平行な一対の辺のうち、一方の辺が軸線上流側 D a u を向き、他方の辺が軸線下流側 D a d を向く。また、外側シュラウド本体 6 1 o で互いに平行な残りの一対のうち、一方の辺が周方向腹側 D c p を向き、他方の辺が周方向背側 D c n を向く。外側周壁 6 3 o は、外側シュラウド本体 6 1 o の周縁に沿って、この周縁から径方向外側 D r o に突出している。外側周壁 6 3 o は、前周壁 6 3 f と、後周壁 6 3 b と、腹側周壁 6 3 p と、背側周壁 6 3 n とを有する。前周壁 6 3 f は、外側シュラウド本体 6 1 o で軸線上流側 D a u を向く辺から径方向外側 D r o に突出している。後周壁 6 3 b は、外側シュラウド本体 6 1 o で軸線下流側 D a d を向く辺から径方向外側 D r o に突出している。腹側周

40

50

壁 6 3 p は、外側シュラウド本体 6 1 o で周方向腹側 D c p を向く辺から径方向外側 D r o に突出している。背側周壁 6 3 n は、外側シュラウド本体 6 1 o で周方向背側 D c n を向く辺から径方向外側 D r o に突出している。外側シュラウド 6 0 o には、径方向内側 D r i に凹む凹部 6 4 o が形成されている。この凹部 6 4 o の側周面は、外側周壁 6 3 o で形成されている。また、この凹部 6 4 o の底面は、外側シュラウド本体 6 1 o で形成されている。

【 0 0 6 6 】

外側シュラウド 6 0 o の凹部 6 4 o 内には、外側シュラウド本体 6 1 o から翼形外側突出部 6 7 o が突出している。翼形外側突出部 6 7 o は、翼本体 5 1 の翼面に沿った位置から径方向外側 D r o に突出している。この翼形外側突出部 6 7 o は、径方向 D r から見ると、翼本体 5 1 の翼形を実質的に同じ形状を成している。この翼形外側突出部 6 7 o には、第一翼通路 7 5 の径方向外側 D r o の部分、第二翼通路 7 6 の径方向外側 D r o の部分、第三翼通路群 7 7 の径方向外側 D r o の部分が形成されている。この翼形外側突出部 6 7 o には、第二翼通路 7 6 から翼形外側突出部 6 7 o 外に貫通する連通孔 6 7 o c が形成されている。第一仕切壁 7 8 及び第二仕切壁 7 9 は、この翼形外側突出部 6 7 o よりも径方向外側 D r o に突出している。第一仕切壁 7 8 及び第二仕切壁 7 9 の径方向外側 D r o の端の位置は、径方向 D r において、外側周壁 6 3 o の径方向外側 D r o に端の位置と実質的に同じである。

【 0 0 6 7 】

静翼 5 0 a は、さらに、外側インピンジ板 6 8 o 及び外側封止板 6 9 o を有する。外側インピンジ板 6 8 o 及び外側封止板 6 9 o は、いずれも、外側シュラウド 6 0 o の凹部 6 4 o 内に、外側シュラウド本体 6 1 o に対して径方向外側 D r o に間隔をあけて配置されている。外側インピンジ板 6 8 o は、翼形外側突出部 6 7 o から径方向 D r に対して垂直な方向に広がっている。この外側インピンジ板 6 8 o は、外側シュラウド本体 6 1 o と、外側周壁 6 3 o と、翼形外側突出部 6 7 o と共同して、この外側インピンジ板 6 8 o よりも径方向内側 D r i に外側キャビティ 6 5 o を形成する。この外側インピンジ板 6 8 o には、径方向 D r に貫通する多数の貫通孔 6 8 t が形成されている。外側シュラウド 6 0 o には、この外側キャビティ 6 5 o 内から燃焼ガス流路 4 9 に貫通する複数の噴出孔 6 0 e が形成されている。

【 0 0 6 8 】

静翼 5 0 a は、さらに、第一インサート 7 0 a 及び第二インサート 7 0 b を有する。第一インサート 7 0 a は、筒状のインサート本体 7 1 a と、筒状のインサート本体 7 1 a から外側に広がるシール部 7 2 a と、を有する。筒状のインサート本体 7 1 a は、両端が開口している。このインサート本体 7 1 a には、内側から外側に貫通する多数の貫通孔 7 1 t が形成されている。第一インサート 7 0 a は、インサート本体 7 1 a の両端が径方向 D r を向くように、第一翼通路 7 5 内に配置されている。インサート本体 7 1 a の外周面と、静翼 5 0 a で第一翼通路 7 5 を画定する第一翼通路内面 7 5 i との間には、間隔を有する。インサート本体 7 1 a の外周面と第一翼通路内面 7 5 i との間は、前側隙間通路 8 3 を成す。インサート本体 7 1 a の径方向内側 D r i の端には、シール部 7 2 a が設けられている。このシール部 7 2 a は、第一翼通路内面 7 5 i に接している。よって、前側隙間通路 8 3 の径方向内側 D r i の端は、このシール部 7 2 a により塞がっている。インサート本体 7 1 a の径方向外側 D r o の端は、第一翼通路 7 5 の一部が形成されている翼形外側突出部 6 7 o よりも径方向外側 D r o に突出している。

【 0 0 6 9 】

外側封止板 6 9 o は、外側シュラウド 6 0 o の凹部 6 4 i 内に、外側インピンジ板 6 8 o に対して径方向外側 D r o に間隔をあけて配置されている。この外側封止板 6 9 o は、第一インサート 7 0 a の径方向外側 D r o の端、第二翼通路 7 6 の一部及び第三翼通路群 7 7 の一部を形成する翼形外側突出部 6 7 o の径方向外側 D r o の端から、図 4 に示すように、径方向 D r に対して垂直な方向に広がり、外側シュラウド 6 0 o の外側周壁 6 3 o に接している。外側シュラウド 6 0 o の凹部 6 4 o 内は、この外側封止板 6 9 o より径方

10

20

30

40

50

向内側 D r i の空間と、外側封止板 6 9 o より径方向外側 D r o の空間に仕切られている。外側シュラウド 6 0 o の凹部 6 4 o 内で外側封止板 6 9 o より径方向内側 D r i であって、外側インピンジ板 6 8 o より径方向外側 D r o の空間は、インピンジ空気滞留空間 6 6 を成す。前側隙間通路 8 3 は、このインピンジ空気滞留空間 6 6 に連通している。前側隙間通路 8 3 からインピンジ空気滞留空間 6 6 に流入した冷却空気は、外側インピンジ板 6 8 o の多数の貫通孔 6 8 t を介して、外側キャビティ 6 5 o 内に流入する。

【 0 0 7 0 】

第二インサート 7 0 b は、筒状のインサート本体 7 1 b と、筒状のインサート本体 7 1 b から外側に広がるシール部 7 2 b と、蓋部 7 3 b と、を有する。筒状のインサート本体 7 1 b は、両端が開口している。このインサート本体 7 1 b には、内側から外側に貫通する多数の貫通孔 7 1 t が形成されている。第二インサート 7 0 b は、インサート本体 7 1 b の両端が径方向 D r を向くように、第二翼通路 7 6 内に配置されている。インサート本体 7 1 b の外周面と、静翼 5 0 a で第二翼通路 7 6 を画定する第二翼通路内面 7 6 i との間には、間隔を有する。インサート本体 7 1 b の外周面と第二翼通路内面 7 6 i との間は、中間隙間通路 8 4 を成す。インサート本体 7 1 b の径方向外側 D r o の端には、シール部 7 2 b が設けられている。このシール部 7 2 b は、第二翼通路内面 7 6 i に接している。よって、中間隙間通路 8 4 の径方向内側 D r i の端は、このシール部 7 2 b により塞がっている。インサート本体 7 1 b の径方向外側 D r o の開口は、蓋部 7 3 b により塞がっている。この蓋部 7 3 b は、外側封止板 6 9 o よりも径方向内側 D r i に位置している。第二インサート 7 0 b の内側は、中間通路 8 5 を成す。

【 0 0 7 1 】

外側シュラウド 6 0 o の凹部 6 4 o 内で外側封止板 6 9 o より径方向外側 D r o の空間内では、図 4 に示すように、前述の第一仕切壁 7 8 及び第二仕切壁 7 9 が周方向 D c に延びて、外側シュラウド 6 0 o の腹側周壁 6 3 p 及び背側周壁 6 3 n に接している。このため、外側シュラウド 6 0 o の凹部 6 4 o 内で外側封止板 6 9 o より径方向外側 D r o の空間は、第一仕切壁 7 8 及び第二仕切壁 7 9 により、前側空間 6 7 s、中間空間 6 8 s 及び後側空間 6 9 s に仕切られている。前側空間 6 7 s、中間空間 6 8 s 及び後側空間 6 9 s は、軸線下流側 D a d に向って、この順序で並んでいる。

【 0 0 7 2 】

静翼 5 0 a には、前述したように、冷却空気通路として、第一通路 8 1 及び第二通路 8 2 が形成されている。第一通路 8 1 は、内側シュラウド 6 0 i の凹部 6 4 i 内で内側インピンジ板 6 8 i よりも径方向内側 D r i の空間と、第一インサート 7 0 a 内の空間と、外側シュラウド 6 0 o の前側空間 6 7 s とで、形成される。この第一通路 8 1 は、実質的に径方向 D r に直線的に延び、静翼 5 0 a を径方向内側 D r i から径方向外側 D r o に貫通する通路である。第二通路 8 2 は、静翼 5 0 a 内で第一通路 8 1 を形成する空間を除く他の空間と、内側シュラウド 6 0 i の凹部 6 4 i 内で内側インピンジ板 6 8 i よりも径方向内側 D r i の空間と、第一インサート 7 0 a 内の空間とで、形成される。よって、内側シュラウド 6 0 i の凹部 6 4 i 内で内側インピンジ板 6 8 i よりも径方向内側 D r i の空間と、第一インサート 7 0 a 内の空間とは、第一通路 8 1 と第二通路 8 2 とで共有している。また、第一インサート 7 0 a のインサート本体 7 1 a には、前述したように、内側から外側に貫通する多数の貫通孔 7 1 t が形成されている。よって、第二通路 8 2 は、第一インサート 7 0 a の多数の貫通孔 7 1 t により第一通路 8 1 と連通している。

【 0 0 7 3 】

外側翼環 9 0 は、図 3 に示すように、周方向 D c に広がる翼環板 9 1 と、翼環板 9 1 の周縁から径方向内側 D r i に延びる翼環周壁 9 2 と、第一仕切壁 9 3 と、第二仕切壁 9 4 と、ケーシング取付部 9 5 と、を有する。外側翼環 9 0 には、径方向外側 D r o に凹む凹部 9 6 が形成されている。この凹部 9 6 の側周面は、翼環周壁 9 2 で形成されている。また、この凹部 9 6 の底面は、翼環板 9 1 で形成されている。第一仕切壁 9 3 及び第二仕切壁 9 4 は、この凹部 9 6 内に配置され、軸線方向 D a に並んでいる。この凹部 9 6 は、第一仕切壁 9 3 及び第二仕切壁 9 4 により、三つの空間に仕切られている。三つの空間のう

ち、軸線上流側 D a u の空間が第一排気ポート 9 7 を成し、この第一排気ポート 9 7 の軸線下流側 D a d に隣接する空間が第二排気ポート 9 8 を成す。翼環周壁 9 2 には、第一排気ポート 9 7 内から外側翼環 9 0 の外部に貫通する第一排気口 9 7 o が形成されている。また、翼環板 9 1 には、第二排気ポート 9 8 内から外側翼環 9 0 の外部に貫通する第二排気口 9 8 o が形成されている。第一排気ポート 9 7 は、静翼 5 0 a の前側空間 6 7 s と連通している。よって、この排気ポートは、静翼 5 0 a の第一通路 8 1 と連通している。また、第二排気ポート 9 8 は、静翼 5 0 a の中間空間 6 8 s と連通している。よって、この第二排気ポート 9 8 は、静翼 5 0 a の第二通路 8 2 と連通している。

【 0 0 7 4 】

翼環周壁 9 2 のうち、軸線上流側 D a u を向く前周壁 9 2 f は、外側シュラウド 6 0 o の前周壁 6 3 f と実質的に接している。外側翼環 9 0 の第一仕切壁 9 3 は、静翼 5 0 a の第一仕切壁 7 8 と接し、静翼 5 0 a の第一仕切壁 7 8 を径方向外側 D r o から支持している。外側翼環 9 0 の第二仕切壁 9 4 は、静翼 5 0 a の第二仕切壁 7 9 と接し、静翼 5 0 a の第二仕切壁 7 9 を径方向外側 D r o から支持している。翼環周壁 9 2 のうち、軸線下流側 D a d を向く後周壁 9 2 b は、外側シュラウド 6 0 o の後周壁 6 3 b と接し、外側シュラウド 6 0 o の後周壁 6 3 b を径方向外側 D r o から支持している。翼環周壁 9 2 の後周壁 9 2 b と外側シュラウド 6 0 o の後周壁 6 3 b との間には、シール材 9 9 が配置されている。外側シュラウド 6 0 o の後周壁 6 3 b は、外側シュラウド 6 0 o の前周壁 6 3 f 、外側シュラウド 6 0 o の第一仕切壁 7 8 、外側シュラウド 6 0 o の第二仕切壁 7 9 より剛構造である。

【 0 0 7 5 】

ケーシング取付部 9 5 は、翼環板 9 1 の軸線下流側 D a d から径方向外側 D r o に突出している。このケーシング取付部 9 5 は、図 2 に示すように、タービンケーシング 4 5 に取り付けられている。

【 0 0 7 6 】

ガスタービン設備は、ガスタービン 1 0 の他、さらに、図 2 に示すように、静翼冷却ライン 1 0 5 と、第一ライン 1 1 1 と、第二ライン 1 1 2 と、昇圧圧縮機 1 1 5 と、冷却器 1 1 6 と、を備える。

【 0 0 7 7 】

静翼冷却ライン 1 0 5 は、静翼冷却用配管 1 0 6 と、内側ケーシング 1 6 の静翼冷却空気通路 1 0 8 と、内側翼環 1 0 0 の静翼冷却空気通路 1 0 1 とで、構成される。静翼冷却用配管 1 0 6 の第一端は、中間ケーシング 1 4 に接続され、静翼冷却用配管 1 0 6 の第二端は、内側ケーシング 1 6 の外筒 1 8 に接続されている。この静翼冷却用配管 1 0 6 は、中間車室 1 3 内の圧縮空気を冷却空気として、内側ケーシング 1 6 の静翼冷却空気通路 1 0 8 内に導く。静翼冷却用配管 1 0 6 中には、この静翼冷却用配管 1 0 6 に流入した圧縮空気を昇圧して、内側ケーシング 1 6 の静翼冷却空気通路 1 0 8 内に送る昇圧圧縮機 1 1 5 が設けられている。

【 0 0 7 8 】

第一ライン 1 1 1 の一端は、外側翼環 9 0 の第一排気口 9 7 o に接続され、第一ライン 1 1 1 の第二端は、燃焼器 3 0 の尾筒 3 3 に接続されている。尾筒 3 3 を形成する板には、複数の通路が形成されている。第一ライン 1 1 1 は、外側翼環 9 0 の第一排気ポート 9 7 内の空気を尾筒 3 3 の通路に送る。第一ライン 1 1 1 は、例えば、鋼管で形成してもよいが、フレキシブル配管で形成してもよい。

【 0 0 7 9 】

第二ライン 1 1 2 は、ロータ冷却用配管 1 1 3 と、内側ケーシング 1 6 のロータ冷却空気通路 1 0 9 とで、構成される。ロータ冷却用配管 1 1 3 の第一端は、外側翼環 9 0 の第二排気口 9 8 o に接続され、ロータ冷却用配管 1 1 3 の第二端は、内側ケーシング 1 6 の内筒 1 9 に接続されている。このロータ冷却用配管 1 1 3 は、外側翼環 9 0 の第二排気ポート 9 8 内の空気を内側ケーシング 1 6 のロータ冷却空気通路 1 0 9 内に導く。ロータ冷却用配管 1 1 3 中には、このロータ冷却用配管 1 1 3 内に流入した空気を冷却する冷却器

10

20

30

40

50

116が設けられている。冷却器116は、例えば、空気と冷却媒体とを熱交換させて、空気を冷却する熱交換器である。冷却媒体としては、例えば、燃料ライン38を流れる燃料Fが考えられる。燃料Fを冷却媒体として用いた場合、この燃料Fは、空気との熱交換で加熱される。このため、この場合の冷却器116は、燃料予熱器としても機能する。

【0080】

次に、空気圧縮機20から吐出された圧縮空気の流れについて説明する。

【0081】

空気圧縮機20から吐出された圧縮空気は、燃焼器30のディフューザ31内に流入する。この圧縮空気の温度は、例えば、200である。ディフューザ31内に流入した圧縮空気の一部は、前述したように、燃焼器30内での燃料Fの燃焼に用いられる。ディフューザ31内に流入した圧縮空気の残りは、ディフューザ31に形成されている多数の貫通孔31aを経て、中間車室13内に流入する。中間車室13内に流入した圧縮空気は、静翼冷却用配管106内に流入する。静翼冷却用配管106に流入した圧縮空気は、この静翼冷却用配管106中に設けられている昇圧圧縮機115により昇圧されてから、冷却空気として、内側ケーシング16の静翼冷却空気通路108内に流入する。内側ケーシング16の静翼冷却空気通路108内に流入した冷却空気は、内側翼環100の静翼冷却空気通路101を経て、第一段静翼列46aを構成する複数の静翼50aの第一通路81内及び第二通路82内に流入する。

【0082】

第一通路81内に流入した冷却空気は、静翼50aの第一通路81内を流れる過程で静翼50aと熱交換して、この静翼50aを冷却する一方で加熱される。第一通路81を流れる過程で加熱された冷却空気は、外側翼環90の第一排気ポート97に流入する。第一排気ポート97に流入した冷却空気は、第一ライン111を経て、尾筒33の通路内に流入する。尾筒33の通路内に流入した冷却空気は、例えば、尾筒33内に排気される。冷却空気は、尾筒33の通路を流れる過程で、この尾筒33を冷却する。なお、燃焼筒32を形成する板にも、尾筒33を形成する板と同様に、複数の通路を形成してもよい。この場合、この通路と尾筒33の通路とを連通させ、燃焼筒32の通路にも、冷却空気を流して、燃焼筒32を冷却するようにしてもよい。

【0083】

尾筒33内の圧力は、空気圧縮機20から吐出された圧縮空気の圧力よりも多少低いものの、この圧縮空気の圧力と大差はない。この尾筒33内に、外側翼環90の第一排気ポート97に流入した冷却空気を送るため、本実施形態では、中間車室13内の圧縮空気を昇圧圧縮機115で昇圧させてから、この圧縮空気を冷却空気として静翼50a内に送っている。

【0084】

静翼50aの第二通路82内に流入した冷却空気は、静翼50aの第二通路82内を流れる過程で静翼50aと熱交換して、この静翼50aを冷却する一方で加熱される。第二通路82を流れる過程で加熱された冷却空気は、外側翼環90の第二排気ポート98に流入する。第二排気ポート98に流入した冷却空気は、ロータ冷却用配管113を経て、内側ケーシング16のロータ冷却空気通路109内に流入する。冷却空気は、ロータ冷却用配管113を流れる過程で、冷却器116により冷却される。冷却器116に冷却された冷却空気は、ロータ冷却用配管113から内側ケーシング16のロータ冷却空気通路109に流入する。

【0085】

冷却空気が静翼50aの第一通路81を流れる過程で静翼50aと熱交換する熱量は、冷却空気が静翼50aの第二通路82を流れる過程で静翼50aと熱交換する熱量に比べて、はるかに少ない。このため、静翼50aの第一通路81を経て、第一排気ポート97に流入した冷却空気の温度は、空気圧縮機20からの吐出直後の圧縮空気の温度である200よりも数十高い程度である。このため、第一排気ポート97に流入した冷却空気を別途冷却することなく、尾筒33に送っても、この尾筒33を効果的に冷却することが

10

20

30

40

50

できる。一方、冷却空気が静翼 50 a の第二通路 82 を流れる過程で静翼 50 a と熱交換する熱量は多く、第二通路 82 を経て第二排気ポート 98 の流入した空気の温度は、500 ~ 600 の高温である。このため、第二排気ポート 98 に流入した冷却空気を、冷却器 116 で冷却した後、内側ケーシング 16 のロータ冷却空気通路 109 に送る。冷却器 116 で冷却された冷却空気の温度は、例えば、200 程度である。

【0086】

内側ケーシング 16 のロータ冷却空気通路 109 に流入した冷却空気は、タービンロータ 41 の動翼冷却空気通路 41 p を経て、第一段動翼列 43 を構成する複数の動翼 43 a の冷却空気通路 43 p 内に流入する。この冷却空気は、動翼 43 a の冷却空気通路 43 p 内を流れる過程で、動翼 43 a を冷却する。この冷却空気は、冷却空気通路 43 p から燃

10

【0087】

次に、図 3 ~ 図 10 を用いて、第一段静翼列 46 a を構成する複数の静翼 50 a 内での冷却空気の流れについて詳細に説明する。

【0088】

図 3 及び図 10 に示すように、内側翼環 100 の静翼冷却空気通路 101 からの冷却空気は、内側シュラウド 60 i の凹部 64 i 内で内側インピンジ板 68 i よりも径方向内側 Dr i の空間に流入する。この空間は、前述したように、静翼 50 a の第一通路 81 の一部及び第二通路 82 の一部を形成する。内側シュラウド 60 i の凹部 64 i 内で内側イン

20

【0089】

第一インサート 70 a 内に流入した冷却空気の残りは、図 3 及び図 4 に示すように、外側シュラウド 60 o の前側空間 67 s 内に流入する。この前側空間 67 s に流入した冷却空気は、外側翼環 90 の第一排気ポート 97 内に流入する。前述したように、第一通路 81 は、実質的に径方向 Dr に直線的に延び、静翼 50 a を径方向内側 Dr i から径方向外側 Dr o に貫通する通路であるため、この第一通路 81 内を冷却空気が流れる過程で静翼 50 a と熱交換する熱量は少なく、第一通路 81 に流入した直後の冷却空気の温度と、第一通路 81 から流出して第一排気ポート 97 に流入した冷却空気の温度との温度差が小さい。

40

【0090】

内側シュラウド 60 i の凹部 64 i 内で内側インピンジ板 68 i よりも径方向内側 Dr i の空間に流入した冷却空気の他の一部は、図 3、図 8 及び図 9 に示すように、内側インピンジ板 68 i の多数の貫通孔 68 t を経て、第二通路 82 の一部を形成する内側キャピティ 65 i 内に流入する。内側キャピティ 65 i 内に流入した冷却空気は、内側シュラウ

50

ド本体 6 1 i の反ガスパス面 6 2 i o に衝突して、この内側シュラウド本体 6 1 i をインピンジ冷却する。内側シュラウド本体 6 1 i をインピンジ冷却した冷却空気の一部は、内側シュラウド 6 0 i に形成されている多数の噴出孔 6 0 e から燃焼ガス流路 4 9 へ流出する。燃焼ガス流路 4 9 に流出した冷却空気の一部は、内側シュラウド 6 0 i のガスパス面 6 2 i p 等をフィルム冷却する。

【 0 0 9 1 】

内側シュラウド 6 0 i をインピンジ冷却した冷却空気の他の一部は、図 3 及び図 8 に示すように、内側シュラウド 6 0 i の凹部 6 4 i 内の翼形内側突出部 6 7 i の連通孔 6 7 i c を経て、中間通路 8 5 内に流入する。中間通路 8 5 内に流入した冷却空気は、図 3 及び図 7 に示すように、第二インサート 7 0 b に形成されている多数の貫通孔 7 1 t を経て、
10
第二インサート 7 0 b 外の間隙間通路 8 4 内に流入する。中間隙間通路 8 4 内に流入した冷却空気は、第二翼通路内面 7 6 i に衝突して、翼本体 5 1 の中間部分をインピンジ冷却する。この冷却空気は、図 3 及び図 4 に示すように、外側シュラウド 6 0 o の中間空間 6 8 s に流入する。この中間空間 6 8 s は、前述したように静翼 5 0 a の第二通路 8 2 の一部を形成する。中間空間 6 8 s に流入した冷却空気は、外側翼環 9 0 の第二排気ポート 9 8 内に流入する。第二通路 8 2 は、径方向 D r に対して垂直な方向成分を有する方向に延びる部分を有する上に、この第二通路 8 2 の通路長は、第一通路 8 1 の通路長よりも長い。さらに、第二通路 8 2 内に流入した冷却空気は、一回以上、静翼 5 0 a をインピンジ冷却した後、第二排気ポート 9 8 内に流入する。このため、第二通路 8 2 内を冷却空気が流れる過程で静翼 5 0 a と熱交換する熱量が多く、第二通路 8 2 に流入して直後の冷却空
20
気の温度と、第二通路 8 2 から流出して第二排気ポート 9 8 に流入した冷却空気の温度との温度差は大きい。

【 0 0 9 2 】

内側シュラウド 6 0 i の凹部 6 4 i 内で内側インピンジ板 6 8 i よりも径方向内側 D r i の空間に流入した冷却空気の残りは、図 3 及び図 9 に示すように、第三翼通路群 7 7 内に流入する。第三翼通路群 7 7 内に流入した冷却空気は、この第三翼通路群 7 7 を径方向外側 D r o に向かって流れる過程で、翼本体 5 1 の後縁側の部分を対流冷却する。この冷却空気は、図 3 及び図 4 に示すように、第三翼通路群 7 7 から外側シュラウド 6 0 o の後側空間 6 9 s 内に流入する。後側空間 6 9 s に流入した冷却空気は、外側シュラウド 6 0 o の後周壁 6 3 b に形成されている噴出孔 6 0 e から、燃焼ガス流路 4 9 へ流出する。燃
30
焼ガス流路 4 9 に流出した冷却空気の一部は、外側シュラウド 6 0 o のガスパス面 6 2 i p , 6 2 o p 等をフィルム冷却する。また、後側空間 6 9 s に流入した冷却空気の一部は、翼環周壁 9 2 の後周壁 9 2 b と外側シュラウド 6 0 o の後周壁 6 3 b との間のシール空気として利用される。

【 0 0 9 3 】

以上のように、本実施形態では、静翼 5 0 a の第一通路 8 1 から流出した冷却空気と第二通路 8 2 から流出した空気との温度差を考量して、各冷却空気を、ガスタービン 1 0 を構成する部品の冷却空気として再利用する。具体的には、第一通路 8 1 から流出した冷却空気は、第一通路 8 1 を流れる過程でほとんど加熱されないため、外側翼環 9 0 の第一排気ポート 9 7 及び第一ライン 1 1 1 を介して、そのまま尾筒 3 3 に送り、この尾筒 3 3 を
40
冷却する。また、第二通路 8 2 から流出した冷却空気は、第二通路 8 2 を流れる過程で大量に加熱されるため、外側翼環 9 0 の第二排気ポート 9 8 及び第二ライン 1 1 2 を介して、タービンロータ 4 1 に送る過程で、冷却器 1 1 6 で冷却する。冷却器 1 1 6 で冷却された冷却空気は、第二ライン 1 1 2、タービンロータ 4 1 の動翼冷却空気通路 4 1 p を経て、第一段動翼列 4 3 を構成する複数の動翼 4 3 a の冷却空気通路 4 3 p 内に流入し、この動翼 4 3 a を冷却する。

【 0 0 9 4 】

よって、本実施形態では、静翼 5 0 a を冷却した冷却空気の有効利用を図ることができる。

【 0 0 9 5 】

10

20

30

40

50

「変形例」

以上の実施形態では、外側シュラウド600の凹部640内で外側封止板690より径方向外側Dr oの空間内を第一仕切壁78及び第二仕切壁79で、前側空間67sと中間空間68sと後側空間69sとの三つの空間に仕切っている。しかしながら、図11に示すように、翼形外側突出部670から第二仕切壁79を径方向外側に突出させず、外側シュラウド600の凹部640内で外側封止板690より径方向外側Dr oの空間内を第一仕切壁78のみで、前側空間67sと後側空間69saとの二つの空間に仕切ってもよい。この場合、前側空間67sは、以上の実施形態と同様に、外側翼環90の第一排気ポート97と連通する。一方、後側空間69saは、外側翼環90の第二排気ポート98と連通する。

10

【0096】

以上の実施形態の昇圧圧縮機115は、ガスタービン10の外部に配置される外置きの昇圧圧縮機である。しかしながら、昇圧圧縮機は、ガスタービン10内に設けてもよい。具体的には、図12に示すように、ガスタービンロータ11に圧縮機インペラ119を固定し、この圧縮機インペラ119を内側ケーシング16aの静翼冷却空気通路108a内に配置させる。この内側ケーシング16aの静翼冷却空気通路108aは、圧縮機インペラ119よりも軸線下流側D adの位置で、中間車室13と連通する連通開口108acが形成されている。この場合の昇圧圧縮機115aは、ガスタービンロータ11と、このガスタービンロータ11に固定されている圧縮機インペラ119を有して構成される。また、この場合の静翼冷却ライン105aは、内側ケーシング16の静翼冷却空気通路108aで構成される。ディフューザ31内から多数の貫通孔31aを経て中間車室13内に流入した圧縮空気は、内側ケーシング16aの連通開口108acを介して、冷却空気として静翼冷却空気通路108a内に流入する。静翼冷却空気通路108a内に流入した冷却空気は、昇圧圧縮機115aで昇圧された後、この静翼冷却空気通路108aから内側翼環100の静翼冷却空気通路101内に流入する。

20

【0097】

以上の実施形態では、第二ライン112は、タービンロータ41の動翼冷却空気通路41pに連通している。しかしながら、第二ラインは、燃焼筒32内に連通させてもよい。この場合の第二ライン中には、冷却器116を設けない。外側翼環90の第二排気ポート98内の高温の冷却空気は、冷却器116で冷却されずに、第二ラインを介して燃焼筒32内に送られ、燃料Fの燃焼用の空気として利用される。

30

【0098】

以上の実施形態では、第一ライン111は、尾筒33の通路内に連通している。しかしながら、第一ラインは、タービンロータ41の動翼冷却空気通路41pに連通させてもよい。この場合、外側翼環90の第一排気ポート97内の冷却空気は、第一ライン及びタービンロータ41の動翼冷却空気通路41pを介して、動翼43aに送られ、動翼43aの冷却用空気として利用される。

【0099】

また、以上の実施形態では、静翼50aの第一通路81と第二通路82とが連通している。しかしながら、第一通路81と第二通路82とが連通していなくてもよい。また、以上の実施形態では、静翼50a中の一部の空間を第一通路81と第二通路82とで共有する。しかしながら、第一通路81と第二通路82とは、互い独立した通路であってもよい。

40

【符号の説明】

【0100】

- 10：ガスタービン
- 11：ガスタービンロータ
- 13：中間車室
- 14：中間ケーシング
- 15：ガスタービンケーシング

50

1 6 , 1 6 a : 内側ケーシング	
1 7 : 取付部	
1 8 : 外筒	
1 9 : 内筒	
2 0 : 空気圧縮機	
2 1 : 圧縮機ロータ	
2 5 : 圧縮機ケーシング	
2 7 : 吸込口	
2 8 : 吐出口	
3 0 : 燃焼器	10
3 1 : ディフューザ	
3 1 a : 貫通孔	
3 2 : 燃焼筒	
3 3 : 尾筒	
3 4 : パイロットバーナ	
3 5 : メインバーナ	
3 8 : 燃料ライン	
3 9 : サポート	
4 0 : タービン	
4 1 : タービンロータ	20
4 1 p : 動翼冷却空気通路	
4 2 : ロータ軸	
4 3 : 動翼列	
4 3 a : 動翼	
4 3 b : 翼本体	
4 3 f : プラットフォーム	
4 3 p : 冷却空気通路	
4 3 r : 翼根	
4 5 : タービンケーシング	
4 6 : 静翼列	30
4 6 a : 第一段静翼列	
4 8 : 分割環	
4 9 : 燃焼ガス流路	
4 9 i : 燃焼ガス入口	
5 0 , 5 0 a : 静翼	
S : 静翼セグメント	
5 1 : 翼本体	
5 2 : 前縁部	
5 3 : 後縁部	
5 4 : 背側面	40
5 5 : 腹側面	
6 0 i : 内側シュラウド	
6 0 o : 外側シュラウド	
6 0 e : 噴出孔	
6 1 i : 内側シュラウド本体	
6 1 o : 外側シュラウド本体	
6 2 i p , 6 2 o p : ガスパス面	
6 2 i o , 6 2 o o : 反ガスパス面	
6 3 i : 内側周壁	
6 3 o : 外側周壁	50

6 3 f	: 前周壁	
6 3 b	: 後周壁	
6 3 p	: 腹側周壁	
6 3 n	: 背側周壁	
6 4 i , 6 4 o	: 凹部	
6 5 i	: 内側キャビティ	
6 5 o	: 外側キャビティ	
6 6	: インピンジ空気滞留空間	
6 7 s	: 前側空間	
6 8 s	: 中間空間	10
6 9 s , 6 9 s a	: 後側空間	
6 7 i	: 翼形内側突出部	
6 7 o	: 翼形外側突出部	
6 7 i c , 6 7 o c	: 連通孔	
6 8 i	: 内側インピンジ板	
6 8 o	: 外側インピンジ板	
6 8 t	: 貫通孔	
6 9 i	: 内側封止板	
6 9 o	: 外側封止板	
7 0 a	: 第一インサート	20
7 0 b	: 第二インサート	
7 1 a , 7 1 b	: インサート本体	
7 1 t	: 貫通孔	
7 2 a , 7 2 b	: シール部	
7 3 b	: 蓋部	
7 5	: 第一翼通路	
7 5 i	: 第一翼通路内面	
7 6	: 第二翼通路	
7 6 i	: 第二翼通路内面	
7 7	: 第三翼通路群	30
7 8	: 第一仕切壁	
7 9 , 7 9 a	: 第二仕切壁	
8 1	: 第一通路	
8 2	: 第二通路	
8 3	: 前側隙間通路	
8 4	: 中間隙間通路	
8 5	: 中間通路	
9 0	: 外側翼環	
9 1	: 翼環板	
9 2	: 翼環周壁	40
9 2 f	: 前周壁	
9 2 b	: 後周壁	
9 3	: 第一仕切壁	
9 4	: 第二仕切壁	
9 5	: ケーシング取付部	
9 6	: 凹部	
9 7	: 第一排気ポート	
9 8	: 第二排気ポート	
9 7 o	: 第一排気口	
9 8 o	: 第二排気口	50

99	： シール材	
100	： 内側翼環	
101	： 静翼冷却空気通路	
105	： 静翼冷却ライン	
106	： 静翼冷却用配管	
108, 108a	： 静翼冷却空気通路	
109	： ロータ冷却空気通路	
111	： 第一ライン	
112	： 第二ライン	
113	： ロータ冷却用配管	10
115, 115a	： 昇圧圧縮機	
116	： 冷却器	
119	： 圧縮機インペラ	
A	： 空気	
F	： 燃料	
G	： 燃焼ガス	
S	： 静翼セグメント	
Ar	： 軸線	
Da	： 軸線方向	
Da _u	： 軸線上流側	20
Da _d	： 軸線下流側	
Dc	： 周方向	
Dc _n	： 周方向背側	
Dc _p	： 周方向腹側	
Dr	： 径方向	
Dr _i	： 径方向内側	
Dr _o	： 径方向外側	

【 図 1 】

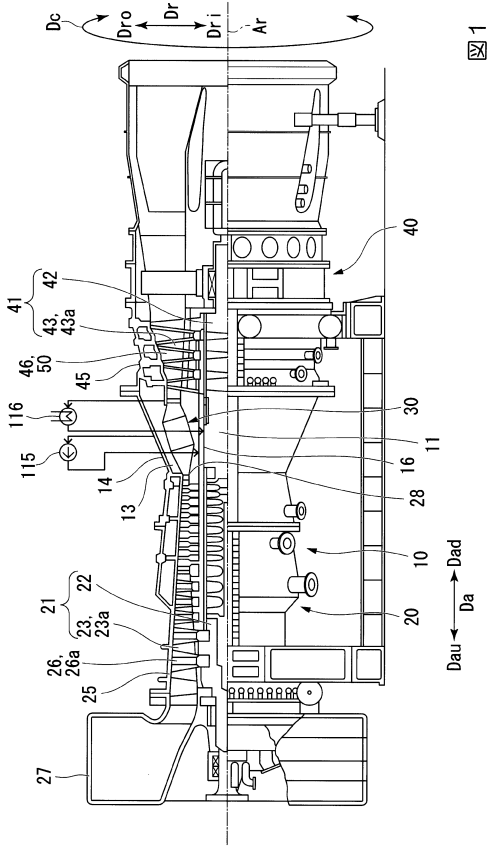


図 1

【 図 2 】

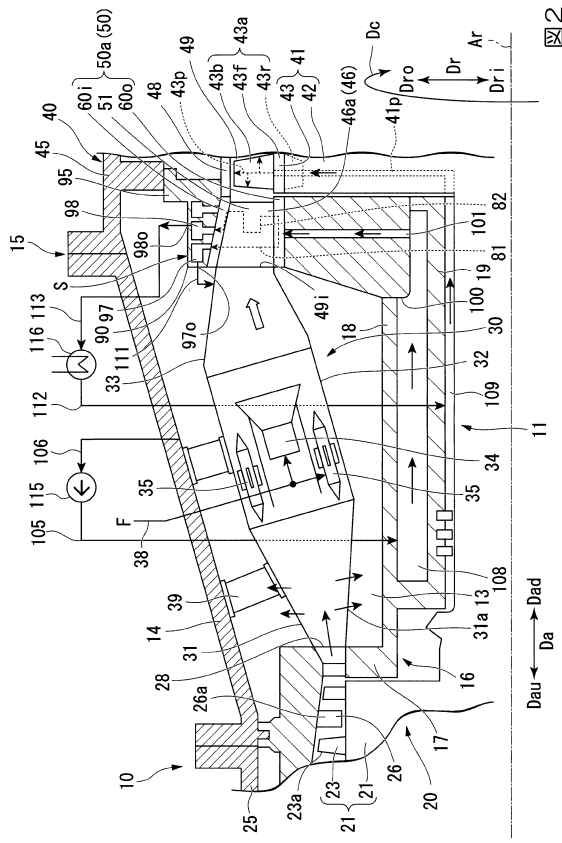


図 2

【 図 3 】

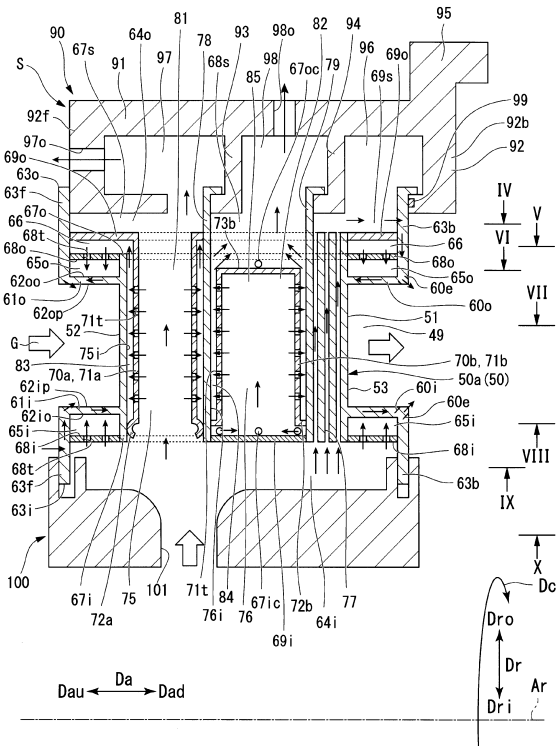


図 3

【 図 4 】

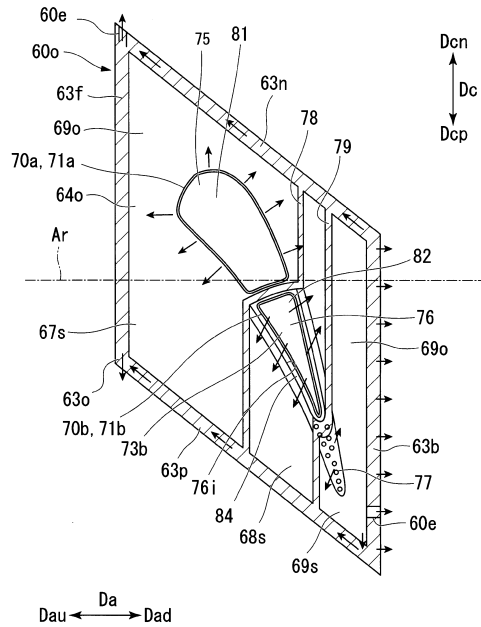


図 4

【 図 5 】

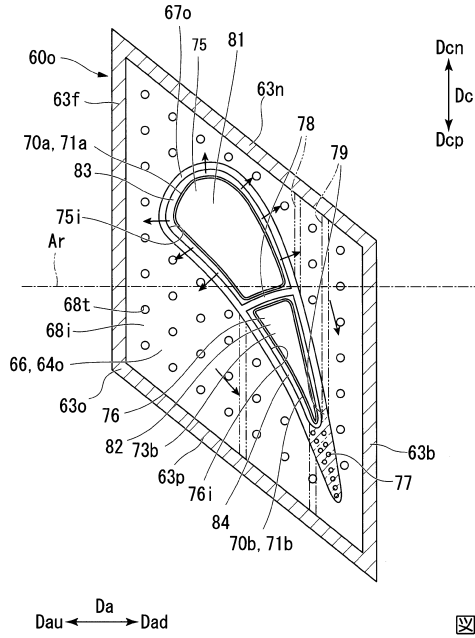


図5

【 図 6 】

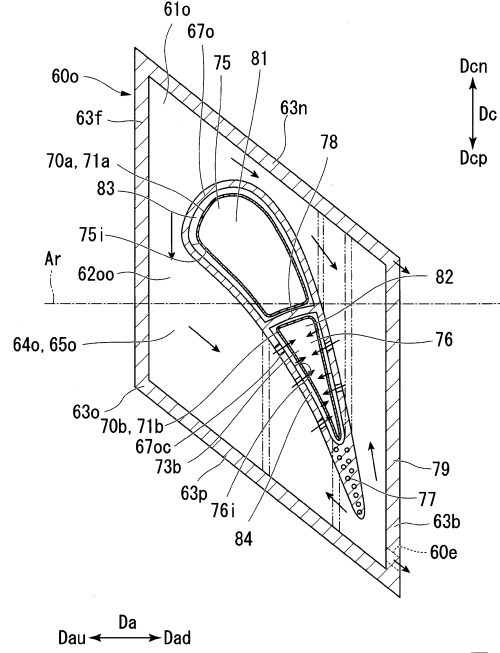


図6

【 図 7 】

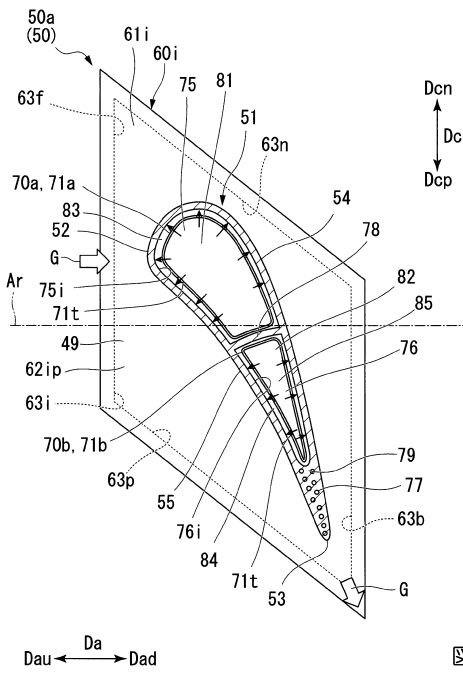


図7

【 図 8 】

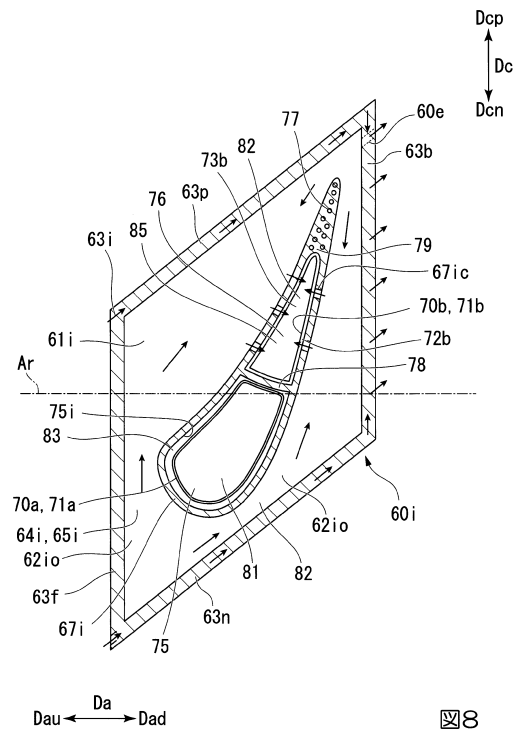
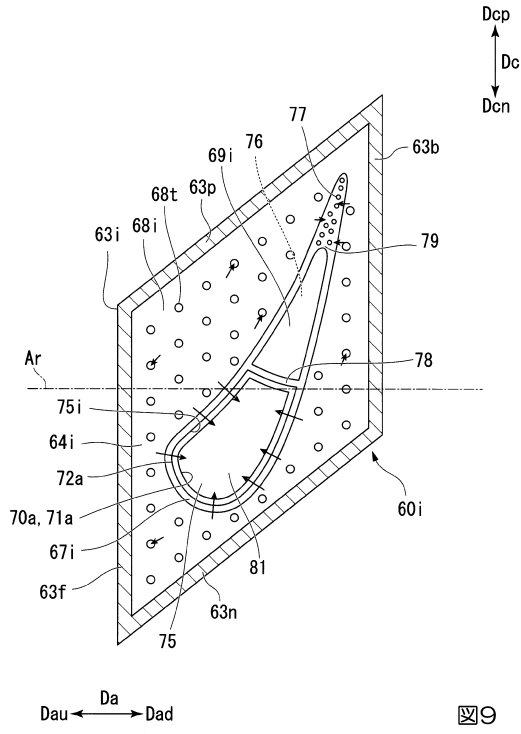
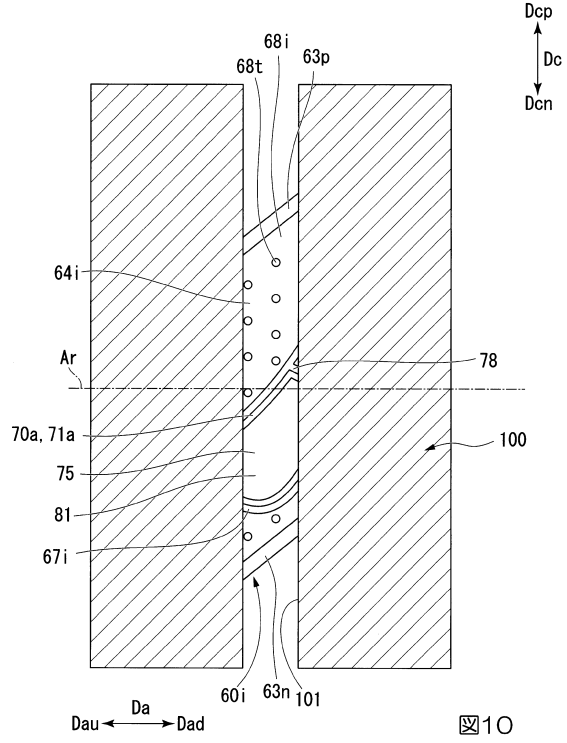


図8

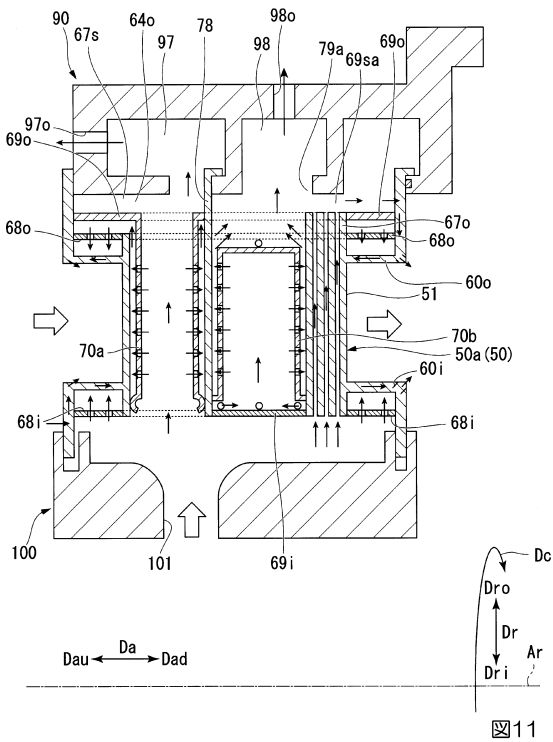
【 図 9 】



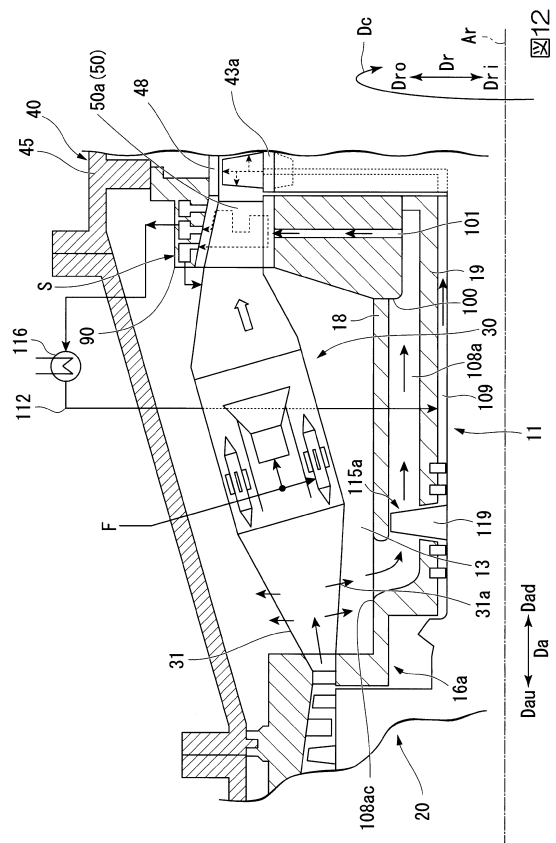
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



フロントページの続き

- (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 青山 邦明
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 吉田 昌弘

- (56)参考文献 特開2002-327627(JP,A)
特開2003-278501(JP,A)
特開2012-237292(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| F01D | 9/02 |
| F01D | 25/12 |
| F02C | 7/18 |