

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7237441号
(P7237441)

(45)発行日 令和5年3月13日(2023.3.13)

(24)登録日 令和5年3月3日(2023.3.3)

(51)国際特許分類	F I		
F 0 1 D 5/18 (2006.01)	F 0 1 D	5/18	
F 0 1 D 5/20 (2006.01)	F 0 1 D	5/20	
F 0 1 D 11/08 (2006.01)	F 0 1 D	11/08	
F 0 2 C 7/18 (2006.01)	F 0 2 C	7/18	A
F 0 2 C 7/28 (2006.01)	F 0 2 C	7/28	A
請求項の数 12 外国語出願 (全20頁)			

(21)出願番号	特願2017-77214(P2017-77214)	(73)特許権者	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ アメリカ合衆国、ニューヨーク州 12 345、スケネクタデイ、リバーロード 、1番
(22)出願日	平成29年4月10日(2017.4.10)	(74)代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(65)公開番号	特開2017-198202(P2017-198202 A)	(74)代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
(43)公開日	平成29年11月2日(2017.11.2)	(74)代理人	100113974 弁理士 田中 拓人
審査請求日	令和2年4月2日(2020.4.2)	(72)発明者	シューチャン・ジェームズ・チャン アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・ 29615、グリーンヴィル、ガーリン トン・ロード、300番
(31)優先権主張番号	15/099,116		
(32)優先日	平成28年4月14日(2016.4.14)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 タービン翼の先端シュラウドの冷却用シールレールのためのシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスタービンエンジン(100)であって、

タービンセクション(130)を含み、前記タービンセクション(130)は、ロータに連結されている複数のタービン翼(180)を有するタービン段(174、176、178)を含み、前記複数のタービン翼(180)のうちの少なくとも一つのタービン翼(180)が、

基部(204)、および、前記基部(204)から径方向(106)に延在している第1のシールレール(195)を有する先端シュラウド部(194)であって、前記第1のシールレール(195)は接線方向端部(212、246、250)間に延在している接線方向表面(208)を含む、先端シュラウド部(194)と、

前記ロータに連結されている根元部(200)と、

前記根元部(200)と前記先端シュラウド部(194)との間に長手方向に延在しているエーロフォイル部(202)と

を含み、

前記エーロフォイル部(202)が、前記エーロフォイル部(202)を貫通して径方向(106)に延在しておりかつ冷却流体を受容するように構成されている複数の第1の冷却プレナム(198)を含み、前記複数の第1の冷却プレナム(198)の各々は、前記ロータの回転軸(102)に対して前記第1のシールレール(195)から軸方向(104)にずらされており、前記第1のシールレール(195)は、前記第1のシールレ

ール(195)の第1の長さ(210)に沿って延在している第1の冷却通路(220)を含み、前記第1の冷却通路(220)は前記複数の第1の冷却プレナム(198)の1つに流体連結されており、前記第1の冷却通路(220)の大部分は前記第1のシールレール(195)の内部に配置されており、前記第1の冷却通路(220)と前記複数の第1の冷却プレナム(198)の前記1つとの間に軸方向(104)にかつ径方向(106)で延在している第1の中間冷却通路(222)経由で前記冷却流体を受容し、前記第1の冷却通路(220)が、前記複数の第1の冷却プレナム(198)の他の1つと流体結合され、前記複数の第1の冷却プレナム(198)の前記他の1つと前記第1の冷却通路(220)との間に、軸方向(104)にかつ径方向(106)に延在する第2の中間冷却通路(222)を介して前記冷却流体を受け取り、前記第1のシールレール(195)は、前記第1の冷却通路(220)に流体連結されており前記冷却流体を受容する第1の複数の冷却出口通路(224)を含み、前記第1の複数の冷却出口通路(224)は前記第1のシールレール(195)の内部に配設され、前記第1の冷却通路(220)と前記第1のシールレール(195)の前記接線方向表面(208)との間に延在しており、前記第1の複数の冷却出口通路(224)は、前記接線方向表面(208)を介して前記先端シュラウド部(194)から前記冷却流体を排出する(226、236、242、252)ように構成されており、

10

前記接線方向表面(208)は、前記第1のシールレール(195)の前記接線方向端部(212、246、250)間に延在しておりかつ前記第1のシールレール(195)の上面(214)と前記基部(204)との間に径方向(106)に延在している、第1の側面(216)と第2の側面(218)とを含み、前記第1の側面(216)は、前記第2の側面(218)に対向して配設されており、

20

前記第2の側面(218)は、圧縮機(132)の方へ配向された上流面であり、前記第1の側面(216)は、排気セクション(188)の方へ配向された下流面であり、前記第1の複数の冷却出口通路(224)は、前記第2の側面(218)に配設されている、ガスタービンエンジン(100)。

【請求項2】

前記接線方向表面(208)は、前記接線方向端部(212、246、250)間に延在している前記第1のシールレール(195)の上面(214)を含み、前記上面(214)は、前記ロータの前記回転軸(102)に対して前記第1のシールレール(195)の径方向(106)最も外側の面であり、前記第1の複数の冷却出口通路(224)は、前記上面(214)から前記冷却流体を排出して(242、252)、前記上面(214)と、前記上面(214)の向かい側に径方向(106)に配設されている固定シュラウド(196)の最内面との間の過度の翼端漏れを低減するように構成されている、請求項1記載のガスタービンエンジン(100)。

30

【請求項3】

前記第1のシールレール(195)は、前記上面(214)に対応する上底よりも長い下底を有する台形の断面を有している、請求項2に記載のガスタービンエンジン(100)。

【請求項4】

前記第1の複数の冷却出口通路(224)は、前記ロータを中心とした前記複数のタービン翼(180)の回転方向(248)に曲げられている、請求項2または3に記載のガスタービンエンジン(100)。

40

【請求項5】

前記第1の複数の冷却出口通路(224)は、前記ロータを中心とした前記複数のタービン翼(180)の回転方向(248)から離して曲げられており、前記第1の複数の冷却出口通路(224)は前記上面(214)から前記冷却流体を排出して(242、252)、前記各タービン翼(180)が前記ロータの前記回転軸(102)を中心に回転するとき前記各タービン翼(180)のトルクを増大させるように構成されている、請求項2または3に記載のガスタービンエンジン(100)。

【請求項6】

50

前記第 1 の複数の冷却出口通路 (2 2 4) は、前記複数の第 1 の冷却プレナム (1 9 8) の前記 1 つと前記第 1 の側面 (2 1 6) および前記第 2 の側面 (2 1 8) の両方との間に延在している、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のガスタービンエンジン (1 0 0) 。

【請求項 7】

前記第 1 の側面 (2 1 6) と前記基部 (2 0 4) の半径方向面は、第 1 の連続する曲面により接続され、前記第 2 の側面 (2 1 8) と前記基部 (2 0 4) の前記半径方向面は、第 2 の連続する曲面により接続される、請求項 6 記載のガスタービンエンジン (1 0 0) 。

【請求項 8】

前記第 1 の複数の冷却出口通路 (2 2 4) は、前記第 1 の長さ (2 1 0) に沿って前記第 1 のシールレール (1 9 5) を貫通して延在している径方向平面 (2 4 0) に対して、30 度より大きく 60 度より小さい角度 (2 3 8) で曲げられており、前記基部 (2 0 4) を貫通しない、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のガスタービンエンジン (1 0 0) 。

10

【請求項 9】

前記エーロfoil部 (2 0 2) は、前記エーロfoil部 (2 0 2) を貫通して径方向 (1 0 6) に延在しておりかつ前記冷却流体を受容するように構成されている第 2 の冷却プレナム (1 9 8) を含み、前記第 1 のシールレール (1 9 5) は、前記第 1 のシールレール (1 9 5) の前記第 1 の長さ (2 1 0) に沿って延在している第 2 の冷却通路 (2 2 0) を含み、前記第 2 の冷却通路 (2 2 0) は前記第 2 の冷却プレナム (1 9 8) に流体連結されており、前記第 2 の冷却通路 (2 2 0) と前記第 2 の冷却プレナム (1 9 8) との間に延在している第 3 の中間冷却通路 (2 2 2) 経由で前記冷却流体を受容し、前記第 1 のシールレール (1 9 5) は、前記第 1 のシールレール (1 9 5) の内部に配設されておりかつ前記第 2 の冷却通路 (2 2 0) と前記第 1 のシールレール (1 9 5) の前記接線方向表面 (2 0 8) との間に延在している第 2 の複数の冷却出口通路 (2 2 4) を含み、前記第 2 の複数の冷却出口通路 (2 2 4) は、前記接線方向表面 (2 0 8) を介して前記先端シュラウド部 (1 9 4) から前記冷却流体を排出する (2 2 6、2 3 6、2 4 2、2 5 2) ように構成されている、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のガスタービンエンジン (1 0 0) 。

20

【請求項 10】

前記先端シュラウド部 (1 9 4) は、前記基部 (2 0 4) から延在している第 2 のシールレール (1 9 5) を含み、前記エーロfoil部 (2 0 2) は、前記エーロfoil部 (2 0 2) を貫通して径方向 (1 0 6) に延在しておりかつ前記冷却流体を受容するように構成されている第 2 の冷却プレナム (1 9 8) を含み、前記第 2 のシールレール (1 9 5) は、前記第 2 のシールレール (1 9 5) の第 2 の長さ (2 1 0) に沿って延在している第 2 の冷却通路 (2 2 0) を含み、前記第 2 の冷却通路 (2 2 0) は前記第 2 の冷却プレナム (1 9 8) に流体連結されており、前記第 2 の冷却通路 (2 2 0) と前記第 2 の冷却プレナム (1 9 8) との間に延在している第 3 の中間冷却通路 (2 2 2) 経由で前記冷却流体を受容し、前記第 2 のシールレール (1 9 5) は、前記第 2 のシールレール (1 9 5) の内部に配設されておりかつ前記第 2 の冷却通路 (2 2 0) と前記第 2 のシールレール (1 9 5) の接線方向表面 (2 0 8) との間に延在している第 2 の複数の冷却出口通路 (2 2 4) を含み、前記第 2 の複数の冷却出口通路 (2 2 4) は、前記第 2 のシールレール (1 9 5) の前記接線方向表面 (2 0 8) を介して前記先端シュラウド部 (1 9 4) から前記冷却流体を排出する (2 2 6、2 3 6、2 4 2、2 5 2) ように構成されている、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のガスタービンエンジン (1 0 0) 。

30

40

【請求項 11】

前記第 1 の冷却通路 (2 2 0) の内面 (2 5 4) が、前記第 1 の冷却通路 (2 2 0) を通る前記冷却流体の流動中に乱流を誘発するように構成されている陥凹部または突出部を含む、請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載のガスタービンエンジン (1 0 0) 。

【請求項 12】

タービン (1 3 0) であって、

ロータと、

50

前記ロータに連結されている複数のタービン翼（１８０）を有するタービン段（１７４、１７６、１７８）とを含み、前記複数のタービン翼（１８０）のうちの少なくとも一つのタービン翼（１８０）が、

基部（２０４）、および前記基部（２０４）から径方向（１０６）に延在しているシールレール（１９５）を有する先端シュラウド部（１９４）であって、前記シールレール（１９５）は接線方向端部（２１２、２４６、２５０）間に延在している接線方向表面（２０８）を含む、先端シュラウド部（１９４）、

前記ロータに連結されている根元部（２００）、および

前記根元部（２００）と前記先端シュラウド部（１９４）との間に長手方向に延在しているエーロフォイル部（２０２）

10

を含み、

前記エーロフォイル部（２０２）は、前記エーロフォイル部（２０２）を貫通して径方向（１０６）に延在しておりかつ冷却流体を受容するように構成されている複数の冷却プレナム（１９８）を含み、前記複数の冷却プレナム（１９８）の各々は、前記ロータの長手方向軸（１０２）に対して前記シールレール（１９５）から軸方向（１０４）にずらされており、前記シールレール（１９５）は、前記シールレール（１９５）の長さ（２１０）に沿って延在している冷却通路（２２０）を含み、前記冷却通路（２２０）は前記複数の冷却プレナム（１９８）の１つに流体連結されており、前記冷却通路（２２０）と前記冷却プレナム（１９８）との間に軸方向（１０４）にかつ径方向（１０６）で延在している第１の中間冷却通路（２２２）経由で前記冷却流体を受容し、前記冷却通路（２２０）が、前記複数の冷却プレナム（１９８）の他の１つと流体結合され、前記複数の冷却プレナム（１９８）の前記他の１つと前記冷却通路（２２０）との間に、軸方向（１０４）にかつ径方向（１０６）に延在する第２の中間冷却通路（２２２）を介して前記冷却流体を受け取り、前記冷却通路（２２０）の大部分は前記シールレール（１９５）の内部に配置されており、前記シールレール（１９５）は、前記冷却通路（２２０）に流体連結されており前記冷却流体を受容する複数の冷却出口通路（２２４）を含み、前記複数の冷却出口通路（２２４）は、前記シールレール（１９５）の内部に配設され、前記冷却通路（２２０）と前記シールレール（１９５）の前記接線方向表面（２０８）との間に延在しており、前記複数の冷却出口通路（２２４）は、前記接線方向表面（２０８）を介して前記先端シュラウド部（１９４）から前記冷却流体を排出する（２２６、２３６、２４２、２５２）ように構成されており、

20

前記接線方向表面（２０８）は、前記シールレール（１９５）の前記接線方向端部（２１２、２４６、２５０）間に延在しておりかつ前記シールレール（１９５）の上面（２１４）と前記基部（２０４）との間に径方向（１０６）に延在している、第１の側面（２１６）と第２の側面（２１８）とを含み、前記第１の側面（２１６）は、前記第２の側面（２１８）に対向して配設されており、

前記第２の側面（２１８）は、圧縮機（１３２）の方へ配向された上流面であり、

前記第１の側面（２１６）は、排気セクション（１８８）の方へ配向された下流面であり、前記複数の冷却出口通路（２２４）は、前記第２の側面（２１８）に配設されている、タービン（１３０）。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本明細書において開示される主題はタービンに関し、より具体的にはタービンのタービン翼に関する。

【背景技術】

【０００２】

ガスタービンエンジンは、燃料を燃焼させて高温燃焼ガスを生成し、その高温燃焼ガスがタービンを通して流動し、負荷および/または圧縮機を駆動する。タービンは一つまたは複数の段を含み、各段は複数のタービン翼またはタービンパケットを含む。各タービン

50

翼は、ロータに連結されている根元部に連結された径方向内側端部と先端部に連結された径方向外側部とを有するエーロfoil部を含む。タービン翼の中には、先端部にシュラウド（例えば、先端シュラウド）を含むことによってガスタービンエンジンの性能を高めるものがある。しかし、先端シュラウドは、高温と遠心力で誘発される曲げ応力との組合せが原因となって、経時的にクリーブ損傷を被る。先端シュラウドを冷却してクリーブ損傷を低減する通常の冷却システムでは、先端シュラウドの各部分（例えば、シールレールまたは歯）を効果的に冷却できない可能性がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

10

【文献】米国特許第8967972号明細書

【発明の概要】

【0004】

当初に特許請求された主題の範囲と相応するある実施形態が以下に要約されている。これらの実施形態は、特許請求された主題の範囲を限定することを目的とせず、むしろこれらの実施形態は、専ら、主題の可能性のある形態の概要を与えることを目的としている。実際、主題は、以下に記載されている実施形態に類似しているかまたはそれと異なる可能性がある様々な形態を包含し得る。

【0005】

第1の実施形態によれば、ガスタービンエンジンが提供される。該ガスタービンエンジンはタービンセクションを含む。該タービンセクションは、ロータに連結されている複数のタービン翼を有するタービン段を含む。複数のタービン翼のうちの少なくとも1つのタービン翼が、基部と、該基部から径方向に延在している第1のシールレールとを有する先端シュラウド部を含む。第1のシールレールは、接線方向端部（*tangential end*）間に延在している接線方向表面（*tangential surface*）を含む。また、少なくとも1つのタービン翼は、ロータに連結されている根元部を含む。少なくとも1つのタービン翼は、根元部と先端シュラウド部との間に延在しているエーロfoil部をさらに含む。該エーロfoil部は、エーロfoil部を貫通して径方向に延在しておりかつ冷却流体を受容するように構成されている第1の冷却プレナムを含む。該第1の冷却プレナムは、ロータの回転軸に対してシールレールから軸方向にずらされている。第1のシールレールは、第1のシールレールの第1の長さに沿って延在している第1の冷却通路を含む。該第1の冷却通路は第1の冷却プレナムに流体連結されており、第1の冷却通路と第1の冷却プレナムとの間に延在している第1の中間冷却通路経由で冷却流体を受容する。第1のシールレールは、第1の冷却通路に流体連結されており冷却流体を受容する第1の複数の冷却出口通路を含む。第1の複数の冷却出口通路は、第1のシールレールの内部に配設され、第1の冷却通路と第1のシールレールの接線方向表面との間に延在している。第1の複数の冷却出口通路は、先端シュラウド部から接線方向表面を介して冷却流体を排出するように構成されている。

20

30

【0006】

第2の実施形態によれば、タービンが提供される。該タービンは、ロータと、該ロータに連結されている複数のタービン翼を有するタービンとを含む。複数のタービン翼のうちの少なくとも1つのタービン翼が、基部と、該基部から径方向に延在しているシールレールとを有する先端シュラウド部を含む。該シールレールは、接線方向端部間に延在している接線方向表面を含む。また、少なくとも1つのタービン翼は、ロータに連結されている根元部を含む。少なくとも1つのタービン翼は、根元部と先端シュラウド部との間に延在しているエーロfoil部をさらに含む。該エーロfoil部は、エーロfoil部を貫通して径方向に延在しておりかつ冷却流体を受容するように構成されている冷却プレナムを含む。該冷却プレナムは、ロータの回転軸に対してシールレールから軸方向にずらされている。シールレールは、シールレールの長さに沿って延在している冷却通路を含む。冷却通路は冷却プレナムに流体連結されており、冷却通路と冷却プレナムとの間に延在して

40

50

いる中間冷却通路経由で冷却流体を受容する。シールレールは、冷却通路に流体連結されており冷却流体を受容する複数の冷却出口通路を含む。該複数の冷却出口通路は、シールレールの内部に配設され、冷却通路とシールレールの接線方向表面との間に延在している。複数の冷却出口通路は、先端シュラウド部から接線方向表面を介して冷却流体を排出するように構成されている。

【0007】

第3の実施形態によれば、タービン翼が提供される。該タービン翼は、基部と、該基部から径方向に延在しているシールレールとを有する先端シュラウド部を含む。シールレールは、接線方向端部間に延在している接線方向表面を含む。また、タービン翼は、タービンのロータに連結するように構成されている根元部を含む。タービン翼は、根元部と先端シュラウド部との間に延在しているエーロfoil部をさらに含む。該エーロfoil部は、エーロfoil部を貫通して径方向に延在しておりかつ冷却流体を受容するように構成されている冷却プレナムを含む。該冷却プレナムは、ロータの回転軸に対してシールレールから軸方向にずらされている。シールレールは、シールレールの長さに沿って延在している冷却通路を含む。冷却通路は冷却プレナムに流体連結されており、冷却通路と冷却プレナムとの間に延在している中間冷却通路経由で冷却流体を受容する。シールレールは、冷却通路に流体連結されており冷却流体を受容する複数の冷却出口通路を含む。該複数の冷却出口通路はシールレールの内部に配設され、冷却通路とシールレールの接線方向表面との間に延在している。複数の冷却出口通路は、先端シュラウド部から接線方向表面を介して冷却流体を排出するように構成されている。

【0008】

本発明の主題のこれらおよび他の特徴、態様および利点が、全図面を通して同様の符号が同様の部分を表す添付図面を参照して以下の詳細な説明を読むと、よりよく理解されるようになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】長手方向軸を通して切断されたガスタービンエンジンの横断面側面図である。

【図2】複数の冷却プレナムを有するタービン翼の側面図である。

【図3】図2の線3-3の範囲内で取った、タービン翼の先端シュラウド部の上面斜視図である。

【図4】(例えば、シールレールの複数の側面からの冷却流の排出を有する)図2の線3-3の範囲内で取った、タービン翼の先端シュラウド部の上面斜視図である。

【図5】図3の線5-5に沿って取った、タービン翼の先端シュラウド部のシールレールの横断面側面図である。

【図6】(例えば、シールレールの(例えば、長手方向の)長さに沿った単一冷却通路を有する)図2の線3-3の範囲内で取った、タービン翼の先端シュラウド部の上面斜視図である。

【図7】(例えば、シールレールの複数の側面からの冷却流の排出を有するシールレールの長さ(例えば、長手方向長さ)に沿って単一冷却通路を有する)図2の線3-3の範囲内で取った、タービン翼の先端シュラウド部の上面斜視図である。

【図8】(例えば、回転方向の、シールレールの上面からの冷却流の排出を有する)図2の線3-3に沿って取った、タービン翼の先端シュラウド部の上面斜視図である。

【図9】(例えば、回転方向から離れる、シールレールの上面からの冷却流の排出を有する)図2の線3-3に沿って取った、タービン翼の先端シュラウド部の上面斜視図である。

【図10】(例えば、滑らかな)冷却通路の部分の横断面側面図である。

【図11】(例えば、陥凹部を有する)冷却通路の部分の横断面側面図である。

【図12】(例えば、突出部を有する)冷却通路の部分の横断面側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明の主題の1つまたは複数の特定の形態が以下に記載される。これらの実施形

態の簡潔な説明を与えるために、本明細書においては、実際の実装形態の全ての特徴が説明されない可能性がある。当然のことながら、任意のそのような実際の実装形態の開発において、任意の工学プロジェクトまたは設計プロジェクトの場合と同様に、実装形態ごとに変わる可能性がある、システム関連の制約またはビジネス関連の制約の順守などの開発者の特定の目標を達成するために、多数の実装形態固有の決定がなされなければならない。さらに、当然のことながら、そのような開発努力は複雑で、時間がかかる可能性があると考えられるが、それでも、本開示の利益を得る当業者には、設計、製作および製造の慣行的な仕事であると考えられる。

【0011】

本発明の主題の様々な実施形態の要素を導入するとき、冠詞「a」、「an」、「the」および「said」は、要素の1つまたは複数が存在することを意味するものとする。用語「comprising（含む）」、「including（含む）」および「having（有する）」は包括的であることを目的としており、列挙された要素以外に追加の要素が存在し得ることを意味する。

【0012】

開示される実施形態は、タービン翼またはタービンバケットの先端シュラウドを冷却するための冷却システムを対象とする。以下に開示されている通り、開示されている冷却システムは、先端シュラウドの1つもしくは複数のシールレールまたは歯の冷却を可能にする。例えば、タービン翼は、シールレールの各長さ（例えば、長手方向長さまたは最大寸法）に沿ってシールレールの内部に延在している1つもしくは複数の冷却通路を各々が含む1つまたは複数のシールレールを含む。タービン翼は、（例えば、根元部から先端シュラウド部への方向にエーロfoil部内で）翼を貫通して径方向に延在している、（例えば、シールレールから軸方向にずらされている）1つまたは複数の冷却プレナムを含む。冷却通路は、冷却通路と冷却プレナムとの間に延在している中間冷却通路経由で、冷却プレナムに流体連結されている。冷却通路は、冷却通路からシールレールの接線方向表面（例えば、シールレールの接線方向端部間に延在している上面または側面）まで延在している複数の冷却出口通路を含む。冷却プレナムは、シールレールの接線方向表面（例えば、上面）からの排出のために、冷却通路へのかつ冷却出口通路への中間冷却通路内へ、（冷却流体流路経由で）後に流入する冷却流体（例えば、圧縮機からの空気）を受容するように構成されている。ある実施形態では、シールレールの上面からの冷却流体の排出は、上面と、該上面の向かい側に径方向に配設されている固定シュラウドとの間の（例えば、排気の）過度の翼端漏れ流体流を、（例えば、シールにより）阻止するかまたは低減する。他の実施形態では、シールレールの上面からの冷却流体の排出は、タービン翼がロータを中心に回転するとき、タービン翼のトルクを増大させる。冷却流体流路に沿って流動する冷却流体は、タービン翼のシュラウド先端（具体的には、1つまたは複数のシールレール）の温度（例えば、金属温度）を低下させる。シールレールに沿って低下した温度は、先端シュラウドの構造強度を強めて、全体としてタービン翼の耐久性を増大させる。また、シールレールに沿って低下した温度は、先端シュラウドのフィレットクリープ能力（fillet creep capability）を高める。

【0013】

図1は、長手方向軸102（タービンまたはロータの回転軸も表す）を通して切断されたガスタービンエンジン100の実施形態の横断面側面図である。説明では、ガスタービンエンジン100は、軸方向軸または軸方向104、軸104に向かうまたはそれから離れる径方向106、および軸104周りの円周方向または接線方向108に対して言及される可能性がある。分かるように、この先端シュラウド冷却システムは、ガスタービンシステムおよび蒸気タービンシステムなどの任意のタービンシステムにおいて使用されてよく、任意の特定の機械またはシステムに限定されることは意図されていない。以下にさらに記載されている通り、冷却システムが、タービン翼の先端シュラウドの1つもしくは複数のシールレールまたは歯を冷却するのに利用されてもよい。例えば、冷却流体流路が各タービン翼を貫通して（例えば、翼部またはエーロfoil部および先端シュラウド部を

10

20

30

40

50

貫通して)延在していてもよく、該冷却流体流路は、冷却流体(例えば、圧縮機からの空気)が1つまたは複数のシールレールを通過してかつそれらから外へ流動して、1つまたは複数のシールレールの温度を低下させることを可能にする。シールレールに沿って低下した温度は先端シュラウドの構造強度を強めて、全体としてタービン翼の耐久性を増大させる。また、シールレールに沿って低下した温度は、先端シュラウドのフィレットクリーブ能力を高める。

【0014】

ガスタービンエンジン100は、燃焼器セクション162の内部に配置されている1つまたは複数の燃料ノズル160を含む。ある実施形態では、ガスタービンエンジン100は、燃焼器セクション162内の環状装置内に配設されている複数の燃焼器120を含んでいてもよい。さらに、各燃焼器120は、環状装置もしくは他の装置内の各燃焼器120のヘッド端部にまたはその付近に取り付けられている複数の燃料ノズル160を含んでいてもよい。

10

【0015】

空気が吸気セクション163を通過して進入し、圧縮機132により圧縮される。圧縮機132からの圧縮空気は、次いで、燃焼器セクション162内へ導かれ、そこで圧縮空気は燃料と混合される。圧縮空気と燃料との混合物は、一般に、燃焼器セクション162内で燃焼し、高温高圧燃焼ガスを生成し、該燃焼ガスは、タービンセクション130内にトルクを生成するために使用される。上記の通り、複数の燃焼器120は、燃焼器セクション162内に環状に配設されていてもよい。各燃焼器120は、燃焼器120からの高温燃焼ガスをタービンセクション130へ導くトランジションピース172を含む。詳細には、各トランジションピース172は、一般に、燃焼器120から、タービンセクション130の第1の段174内に含まれる、タービンセクション130のノズル組立体までの高温ガス経路を画定している。

20

【0016】

図示の通り、タービンセクション130は、3つの別個の段174、176、および178を含む(ただしタービンセクション130は任意の数の段を含んでいてもよい)。各段174、176、および178は、シャフト184(例えば、ロータ)に回転自在に取り付けられているロータホイール182に連結されている複数の翼180(例えば、タービン翼)を含む。また、各段174、176、および178は、翼180の各組の上流に直接配設されているノズル組立体186を含む。該ノズル組立体186は、高温燃焼ガスを翼180の方へ導き、そこで高温燃焼ガスは翼180に原動力を付与して翼180を回転させ、それによりシャフト184を回動させる。高温燃焼ガスは、段174、176、および178の各々を通過して流動し、各段174、176、および178内で翼180に原動力を付与する。高温燃焼ガスは、次いで、排気ディフューザセクション188を通過してガスタービンセクション130を出ることができる。

30

【0017】

図示の実施形態では、各段174、176、178の各翼180は、先端シュラウド部194から径方向106に延在している1つまたは複数のシールレール195を含む先端シュラウド部194を含む。1つまたは複数のシールレール195は、複数の翼180の周囲に配設されている固定シュラウド196に向かって径方向106に延在している。ある実施形態では、単一段の翼180(例えば、最後の段178)のみが、先端シュラウド部194を含んでいてもよい。

40

【0018】

図2は、複数の冷却プレナム198を有するタービン翼180の側面図である。タービン翼180は、先端シュラウド部194と、ロータ(例えば、ロータホイール182)に連結されるように構成されている根元部200と、エーロfoil部202とを含む。先端シュラウド部194は、長手方向軸102または回転軸に対して円周方向108および軸方向104の両方に延在している基部204を含む。図示の通り、先端シュラウド部194は、基部204から、径方向106に(例えば、長手方向軸102または回転軸から

50

離れて)延在している単一シールレール195を含む。ある実施形態では、先端シュラウド部194は2つ以上のシールレール195を含んでいてもよい。翼180は、根元部200と先端シュラウド部194との間に垂直に(例えば、径方向106に)延在している複数の冷却プレナム198を含む。冷却プレナム198の数は、1と20または任意の他の数の間で変化する可能性がある。冷却プレナム198は、シールレール195から(例えば、長手方向軸または回転軸102に対して)軸方向104にずらされている。各冷却プレナム198は、冷却流体(例えば、圧縮機132からの空気)を受容するように構成されている。以下により詳細に説明されている通り、先端シュラウド部194は、1つまたは複数の冷却プレナム198に連結されている(例えば、1つまたは複数の中間冷却通路経由で流体連結されている)1つまたは複数の冷却通路と冷却出口通路とを含み、先端シュラウド部194を含む翼180の全体に亘って冷却流体流路を画定している。例えば、冷却流体は、(例えば、根元部200の底面206を通過して)1つまたは複数の冷却プレナム198内へ、1つまたは複数の冷却通路内へ、次いで1つまたは複数の冷却出口通路内へ流入し、そこで冷却流体はシールレール195から排出されて、シールレール195の温度を低下させる。

【0019】

図3は、図2の線3-3の範囲内で取った、タービン翼180の先端シュラウド部194の上面斜視図である。先端シュラウド部194のシールレール195は、円周方向108(例えば、接線方向)および(例えば、長手方向軸または回転軸102に対して)軸方向104の両方に延在している。シールレール195は、接線方向表面208と、接線方向端部212間に延在している長さ210(例えば、長手方向長さ)とを含む。シールレール195の接線方向表面208は、上面214(例えば、シールレール195の径方向106最も外側の面)と、基部204と上面214との間に径方向106に延在している側面216、218とを含む。側面216、218は互いに対向して配設されている。例えば、側面216、218の一方は(例えば、圧縮機132の方へ配向されている)前面または上流面であってもよく、一方、他方の側面216、218は(例えば、排気セクション188の方へ配向されている)後面または下流面であってもよい。

【0020】

図示の通り、先端シュラウド部194は、各々がシールレール195の長さ210の(全体より少ない)一部分に沿って延在している、シールレール195の内部に配設されている複数の冷却通路220を含む。ある実施形態では、冷却通路220は、長さ210の約1パーセントから100パーセントまでの間で延在していてもよい。例えば、冷却通路220は、長さ210の1パーセントから25パーセントまで、25パーセントから50パーセントまで、50パーセントから75パーセントまで、75パーセントから100パーセントまで、およびそれらの中の全ての部分的範囲の間で延在していてもよい。図示の通り、各冷却通路220は、各冷却プレナム198に連結されており(例えば、流体連結されており)冷却流体を受容する。冷却プレナム198は図2に関して記載されている通りである。具体的には、各中間冷却通路222が、(例えば、シールレール195から軸方向104にずらされている)各冷却プレナム198と各冷却通路220との間に(例えば、軸方向104にかつ/または径方向106に)延在しており、プレナム198を通路220に連結している(例えば、流体連結している)。ある実施形態では、各冷却通路220は2つ以上の冷却プレナム198に連結されていてもよい(図4参照)。ある実施形態では、各冷却プレナム198は2つ以上の冷却通路220に連結されていてもよい。各冷却通路220は、複数の冷却出口通路224(2つから20以上までの出口通路224)に連結されている(例えば、流体連結されている)。複数の冷却出口通路224は冷却通路220から接線方向表面208(例えば、上面214、側面216、218)まで延在している。図示の通り、複数の冷却出口通路224は側面218まで延在している。ある実施形態では、複数の冷却出口通路224は側面216まで延在している。他の実施形態では、複数の冷却出口通路224は側面216、218の両方まで延在している(側面216からの冷却流体排出236を示している図4参照)。いくつかの実施形態では、複

10

20

30

40

50

数の冷却出口通路 2 2 4 は上面まで延在している（図 8 および図 9 参照）。ある実施形態では、複数の冷却出口通路 2 2 4 は上面 2 1 4 および側面 2 1 6、2 1 8 の 1 つまたは複数まで延在している。複数の冷却出口通路 2 2 4 は、矢印 2 2 6 で示されている通り、シールレール 1 9 5 の接線方向表面 2 0 8 から冷却流体を排出する。結果として、冷却流体が、（矢印 2 3 0 で示されているように）冷却プレナム 1 9 8 を通って冷却流体流路 2 2 8 に沿って流動し、（矢印 2 3 2 で示されているように）中間冷却通路 2 2 2 内へ入り、次いで、（矢印 2 3 4 で示されているように）冷却通路 2 2 0 内へ入り、その後シールレール 1 9 5 から排出される。冷却流体流路 2 2 8 に沿った冷却流体の流動が、先端シュラウド部 1 9 4 および特にシールレール 1 9 5 の温度の低下を可能にする。

【 0 0 2 1 】

図 5 は、図 3 の線 5 - 5 に沿って取った、タービン翼 1 8 0 の先端シュラウド部 1 9 4 のシールレール 1 9 5 の横断面側面図である。図 3 に関して記載されているように、シールレール 1 9 5 は冷却通路 2 2 0 と冷却出口通路 2 2 4 とを含む。図示の通り、冷却出口通路 2 2 4 は、（例えば、シールレール 1 9 5 の中心を通って）長さ 2 1 0 に沿ってシールレール 1 9 5 を貫通して径方向 1 0 6 に延在している径方向平面 2 4 0 に対して角度 2 3 8 で、冷却通路 2 2 0 と側面 2 1 8 との間に延在している。角度 2 3 8 は 0 度超から 1 8 0 度未満までに及ぶ可能性がある。角度 2 3 8 は、0 度超から 3 0 度まで、3 0 度から 6 0 度まで、6 0 度から 9 0 度まで、9 0 度から 1 2 0 度まで、1 2 0 度から 1 5 0 度まで、1 5 0 度から 1 8 0 度未満まで、およびそれらの中の全ての部分的範囲に及ぶ可能性がある。例えば、角度 2 3 8 は、約 1 0 度、2 0 度、3 0 度、4 0 度、5 0 度、6 0 度、7 0 度、8 0 度、9 0 度、1 0 0 度、1 1 0 度、1 2 0 度、1 3 0 度、1 4 0 度、1 5 0 度、1 6 0 度、または 1 7 0 度であってもよい。ある実施形態では、冷却出口通路 2 2 4 は、径方向平面 2 4 0 に対して角度 2 3 8 で冷却通路 2 2 0 と側面 2 1 8 との間に延在している。

【 0 0 2 2 】

図 6 は、（例えば、シールレール 1 9 5 の長さ 2 1 0 に沿って単一冷却通路 2 2 0 を有する）図 2 の線 3 - 3 の範囲内で取った、タービン翼 1 8 0 の先端シュラウド部 1 9 4 の上面斜視図である。全般的に、先端シュラウド部 1 9 4 は、シールレール 1 9 5 が単一冷却通路 2 2 0 を含むことを除いて、図 4 に関して記載されているものと同様である。単一冷却通路 2 2 0 はシールレール 1 9 5 の長さ 2 1 0（例えば、その全体）に延在している。ある実施形態では、単一冷却通路 2 2 0 は長さ 2 1 0 の部分（例えば、全体未満）に沿って延在している。ある実施形態では、単一冷却通路 2 2 0 は、長さ 2 1 0 の約 1 パーセントと 1 0 0 パーセントの間に延在していてもよい。例えば、単一冷却通路 2 2 0 は、長手方向長さ 2 1 0 の 1 パーセントから 2 5 パーセントまで、2 5 パーセントから 5 0 パーセントまで、5 0 パーセントから 7 5 パーセントまで、7 5 パーセントから 1 0 0 パーセントまで、かつそれらの中の全ての部分的範囲の間に延在していてもよい。図示の通り、冷却通路 2 2 0 は複数の冷却プレナム 1 9 8 に連結されている。加えて、冷却出口通路 2 2 4 は冷却通路 2 2 0 から側面 2 1 8 まで延在している。冷却出口通路 2 2 4 は、矢印 2 2 6 で示されている通り、側面 2 1 8 から冷却流体を排出する。ある実施形態では、冷却出口通路 2 2 4 は冷却通路 2 2 0 から側面 2 1 6 まで延在している。他の実施形態では、冷却出口通路 2 2 4 は、冷却流体の排出 2 2 6、2 3 6 のために、冷却通路から側面 2 1 6、2 1 8 の両方まで延在している（図 7 参照）。

【 0 0 2 3 】

図 8 は、（例えば、回転方向の、シールレール 1 9 5 の上面 2 1 4 からの冷却流の排出を有する）図 2 の線 3 - 3 に沿って取った、タービン翼 1 8 0 の先端シュラウド部 1 9 4 の上面斜視図である。全般的に、図 8 に描写されている先端シュラウド部 1 9 4 は、図 6 に関して前述されているものと同様である。しかし、冷却出口通路 2 2 4 は冷却通路 2 2 0 から上面 2 1 4 まで延在しており、冷却流体の排出 2 4 2 を可能にする。冷却出口通路 2 2 4 は、シールレール 1 9 5 の長さ 2 1 0 の全体または全体未満に沿って冷却流体を排出 2 4 2 してもよい。ある実施形態では、冷却出口通路 2 2 4 は長さ 2 1 0 の大部分に沿

10

20

30

40

50

って冷却流体を排出して 2 4 2 (例えば、過度の翼端漏れ流れを阻止するかまたは低減して) もよい。ある実施形態では、また、冷却出口通路 2 2 4 は冷却通路 2 2 0 から側面 2 1 6、2 1 8 の 1 つまたは複数まで延在していてもよい。ある実施形態では、先端シュラウド部 1 9 4 は、中間冷却通路 2 2 2 の 1 つまたは複数経由で冷却プレナム 1 9 8 の 1 つまたは複数に連結されている 2 つ以上の冷却通路 2 2 0 を含んでいてもよい。

【 0 0 2 4 】

図示の通り、冷却出口通路 2 2 4 は、シールレール 1 9 5 の長さ 2 1 0 に対して角度 2 4 4 で曲げられている。ある実施形態では、角度 2 4 4 は 0 度超から 1 8 0 度未満までに及ぶ可能性がある。角度 2 4 4 は、0 度超から 3 0 度まで、3 0 度から 6 0 度まで、6 0 度から 9 0 度まで、9 0 度から 1 2 0 度まで、1 2 0 度から 1 5 0 度まで、1 5 0 度から 1 8 0 度未満まで、かつそれらの中の全ての部分的範囲に及ぶ可能性がある。例えば、角度 2 4 4 は、約 1 0 度、2 0 度、3 0 度、4 0 度、5 0 度、6 0 度、7 0 度、8 0 度、9 0 度、1 0 0 度、1 1 0 度、1 2 0 度、1 3 0 度、1 4 0 度、1 5 0 度、1 6 0 度、または 1 7 0 度であってもよい。図示の通り、冷却出口通路 2 2 4 は、翼 1 8 0 の回転方向 2 4 8 に、接線方向端部 (例えば、接線方向端部 2 4 6) に向かって曲げられている。上面 2 1 4 からの、冷却出口通路 2 2 4 による冷却流体の排出 2 4 2 は、上面 2 1 4 と、該上面 2 1 4 の向かい側に径方向 1 0 6 に配設されている固定シュラウド 1 9 6 (図 1 参照) の最内面との間の過度の翼端漏れ流れ (例えば、排気流) を、(例えば、シールにより) 低減するかまたは阻止する。

【 0 0 2 5 】

図 9 は、(例えば、回転方向から離れる、シールレール 1 9 5 の上面 2 1 4 からの冷却流の排出を有する) 図 2 の線 3 - 3 に沿って取った、タービン翼 1 8 0 の先端シュラウド部 1 9 4 の上面斜視図である。全般的に、図 9 に示されている先端シュラウド部 1 9 4 は、冷却出口通路 2 2 4 が、翼 1 8 0 の回転方向 2 4 8 から離して接線方向端部 (例えば、接線方向端部 2 5 0) に向かって曲げられていることを除いて、図 8 に関して前述されているものと同様である。上面 2 1 4 からの、冷却出口通路 2 2 4 による冷却流体の排出 2 5 2 は、上面 2 1 4 と、該上面 2 1 4 の向かい側に径方向 1 0 6 に配設されている固定シュラウド 1 9 6 (図 1 参照) の最内面との間の過度の翼端漏れ流れ (例えば、排気流) を低減するかまたは阻止する。加えて、回転方向 2 4 8 と反対方向の、冷却流体の排出 2 5 2 は、各タービン翼がロータの回転軸 1 0 2 を中心に回転するとき、各タービン翼 1 8 0 のトルク (およびしたがって、タービンエンジン 1 0 0 の馬力) を増大させる。

【 0 0 2 6 】

ある実施形態では、冷却通路 2 2 0、中間冷却通路 2 2 2、および/または冷却出口通路 2 2 4 の内面 2 5 4 が滑らかである (図 1 0 参照)。ある実施形態では、冷却通路 2 2 0、中間冷却通路 2 2 2、および/または冷却出口通路 2 2 4 の内面 2 5 4 は陥凹部 2 5 6 を含み (図 1 1 参照)、各通路を通る冷却流体の流動中に乱流を誘発するかまたは生成する。ある実施形態では、冷却通路 2 2 0、中間冷却通路 2 2 2、および/または冷却出口通路 2 2 4 の内面 2 5 4 は突出部 2 5 8 を含み (図 1 2 参照)、各通路を通る冷却流体の流動中に乱流を誘発するかまたは生成する。ある実施形態では、冷却通路 2 2 0、中間冷却通路 2 2 2、および/または冷却出口通路 2 2 4 の内面 2 5 4 は陥凹部 2 5 6 および突出部 2 5 8 の両方を含み、各通路を通る冷却流体の流動中に乱流を誘発するかまたは生成する。

【 0 0 2 7 】

開示されている実施形態の技術的効果は、タービン翼の 1 つまたは複数のシールレールのための冷却システムを提供することを含む。冷却流体流路に沿って流動する冷却流体は、タービン翼のシュラウド先端 (具体的には、1 つまたは複数のシールレール) の温度 (例えば、金属温度) を低下させる。シールレールに沿って低下した温度は、先端シュラウドの構造強度を強めて、全体としてタービン翼の耐久性を増大させる。また、シールレールに沿って低下した温度は、先端シュラウドのフィレットクリープ能力を高める。ある実施形態では、シールレールの上面からの冷却流体の排出は、上面と、該上面の向かい側に

10

20

30

40

50

径方向に配設されている固定シュラウドとの間の（例えば、排気の）過度の翼端漏れ流体流を阻止するかまたは低減する。他の実施形態では、シールレールの上面からの冷却流体の排出は、タービン翼がロータを中心に回転するときに、タービン翼のトルクを増大させる。

【 0 0 2 8 】

本明細書は、例を用いて、最良の形態を含む本主題を開示しており、また、任意のデバイスまたはシステムを作製することおよび使用することならびに任意の援用されている方法を実施することを含めて、当業者が本主題を实践することを可能にしている。本主題の特許性のある範囲は特許請求の範囲により定められており、当業者が思い付く他の例を含み得る。そのような他の例は、それらが特許請求の範囲の文言と異なる構造要素を有する場合、またはそれらが特許請求の範囲の文言と僅かしか異なる同等の構造要素を含む場合、特許請求の範囲の範囲内にあることが意図されている。

10

【 0 0 2 9 】

最後に、代表的な実施態様を以下に示す。

[実施態様 1]

ガスタービンエンジン（ 1 0 0 ）であって、

タービンセクション（ 1 3 0 ）を含み、前記タービンセクション（ 1 3 0 ）は、ロータに連結されている複数のタービン翼（ 1 8 0 ）を有するタービン段（ 1 7 4、 1 7 6、 1 7 8 ）を含み、前記複数のタービン翼（ 1 8 0 ）のうちの少なくとも1つのタービン翼（ 1 8 0 ）が、

20

基部（ 2 0 4 ）、および前記基部（ 2 0 4 ）から径方向（ 1 0 6 ）に延在している第1のシールレール（ 1 9 5 ）を有する先端シュラウド部（ 1 9 4 ）であって、前記第1のシールレール（ 1 9 5 ）は接線方向端部（ 2 1 2、 2 4 6、 2 5 0 ）間に延在している接線方向表面（ 2 0 8 ）を含む、先端シュラウド部（ 1 9 4 ）と、

前記ロータに連結されている根元部（ 2 0 0 ）と、

前記根元部（ 2 0 0 ）と前記先端シュラウド部（ 1 9 4 ）との間に径方向（ 1 0 6 ）に延在しているエーロfoil部（ 2 0 2 ）と

を含み、

前記エーロfoil部（ 2 0 2 ）が、前記エーロfoil部（ 2 0 2 ）を貫通して径方向（ 1 0 6 ）に延在しておりかつ冷却流体を受容するように構成されている第1の冷却プレナム（ 1 9 8 ）を含み、前記第1の冷却プレナム（ 1 9 8 ）は、前記ロータの回転軸（ 1 0 2 ）に対して前記第1のシールレール（ 1 9 5 ）から軸方向（ 1 0 4 ）にずらされており、前記第1のシールレール（ 1 9 5 ）は、前記第1のシールレール（ 1 9 5 ）の第1の長さ（ 2 1 0 ）に沿って延在している第1の冷却通路（ 2 2 0 ）を含み、前記第1の冷却通路（ 2 2 0 ）は前記第1の冷却プレナム（ 1 9 8 ）に流体連結されており、前記第1の冷却通路（ 2 2 0 ）と前記第1の冷却プレナム（ 1 9 8 ）との間に延在している第1の中間冷却通路（ 2 2 2 ）経由で前記冷却流体を受容し、前記第1のシールレール（ 1 9 5 ）は、前記第1の冷却通路（ 2 2 0 ）に流体連結されて前記冷却流体を受容する第1の複数の冷却出口通路（ 2 2 4 ）を含み、前記第1の複数の冷却出口通路（ 2 2 4 ）は、前記第1のシールレール（ 1 9 5 ）の内部に配設され、前記第1の冷却通路（ 2 2 0 ）と前記第1のシールレール（ 1 9 5 ）の前記接線方向表面（ 2 0 8 ）との間に延在しており、前記複数の冷却出口通路（ 2 2 4 ）は、前記接線方向表面（ 2 0 8 ）を介して前記先端シュラウド部（ 1 9 4 ）から前記冷却流体を排出する（ 2 2 6、 2 3 6、 2 4 2、 2 5 2 ）ように構成されている、ガスタービンエンジン（ 1 0 0 ）。

30

40

[実施態様 2]

前記接線方向表面（ 2 0 8 ）は、前記接線方向端部（ 2 1 2、 2 4 6、 2 5 0 ）間に延在している前記第1シールレール（ 1 9 5 ）の上面（ 2 1 4 ）を含み、前記上面（ 2 1 4 ）は前記ロータの前記回転軸（ 1 0 2 ）に対して前記第1のシールレール（ 1 9 5 ）の径方向（ 1 0 6 ）最も外側の面であり、前記第1の複数の冷却出口通路（ 2 2 4 ）は、前記上面（ 2 1 4 ）から前記冷却流体を排出して（ 2 4 2、 2 5 2 ）、前記上面（ 2 1 4 ）と

50

、前記上面(214)の向かい側に径方向(106)に配設されている固定シュラウド(196)の最内面との間の過度の翼端漏れを低減するように構成されている、実施態様1記載のガスタービンエンジン(100)。

[実施態様3]

前記第1の複数の冷却出口通路(224)は、前記第1のシールレール(195)の前記第1の長さ(210)に対して、0度より大きく180度より小さい角度(244)で曲げられている、実施態様2記載のガスタービンエンジン(100)。

[実施態様4]

前記第1の複数の冷却出口通路(224)は、前記ロータを中心とした前記複数のタービン翼(180)の回転方向(248)に曲げられている、実施態様3記載のガスタービンエンジン(100)。

10

[実施態様5]

前記第1の複数の冷却出口通路(224)は、前記ロータを中心とした前記複数のタービン翼(180)の回転方向(248)から離して曲げられており、前記第1の複数の冷却出口通路(224)は、前記上面(214)から前記冷却流体を排出して(242、252)、前記各タービン翼(180)が前記ロータの前記回転軸(102)を中心に回転するとき前記各タービン翼(180)のトルクを増大させるように構成されている、実施態様3記載のガスタービンエンジン(100)。

[実施態様6]

前記接線方向表面(208)は、前記第1のシールレール(195)の前記接線方向端部(212、246、250)間に延在しておりかつ前記第1のシールレール(195)の上面(214)と前記基部(204)との間に径方向(106)に延在している、前記第1のシールレール(195)の第1の側面(216)または第2の側面(218)を含み、前記第1の側面(216)は前記第2の側面(218)に対向して配設されている、実施態様1記載のガスタービンエンジン(100)。

20

[実施態様7]

前記第1の複数の冷却出口通路(224)は、前記第1の冷却プレナム(198)と前記第1の側面(216)および前記第2の側面(218)の両方との間に延在している、実施態様6記載のガスタービンエンジン(100)。

[実施態様8]

前記第1の複数の冷却出口通路(224)は、前記第1の長さ(210)に沿って前記第1のシールレール(195)を貫通して延在している径方向平面(240)に対して、0度より大きく180度より小さい角度(238)で曲げられている、実施態様6記載のガスタービンエンジン(100)。

30

[実施態様9]

前記第1の冷却通路(220)は前記第1のシールレール(195)の前記第1の長手方向長さ(210)の全体に沿って延在している、実施態様1記載のガスタービンエンジン(100)。

[実施態様10]

前記第1の冷却通路(220)は前記第1のシールレール(195)の前記第1の長さ(210)の全体未満に沿って延在している、実施態様1記載のガスタービンエンジン(100)。

40

[実施態様11]

前記エーロフォイル部(202)は、前記エーロフォイル部(202)を貫通して径方向(106)に延在しておりかつ前記冷却流体を受容するように構成されている第2の冷却プレナム(198)を含み、前記第1のシールレール(195)は、前記第1のシールレール(195)の前記第1の長さ(210)に沿って延在している第2の冷却通路(220)を含み、前記第2の冷却通路(220)は前記第2の冷却プレナム(198)に流体連結されており、前記第2の冷却通路(220)と前記第2の冷却プレナム(198)との間に延在している第2の中間冷却通路(222)経由で前記冷却流体を受容し、前記

50

第1のシールレール(195)は、前記第1のシールレール(195)の内部に配設されておりかつ前記第2の冷却通路(220)と前記第1のシールレール(195)の前記接線方向表面(208)との間に延在している第2の複数の冷却出口通路(224)を含み、前記第2の複数の冷却出口通路(224)は、前記接線方向表面(208)を介して前記先端シュラウド部(194)から前記冷却流体を排出する(226、236、242、252)ように構成されている、実施態様1記載のガスタービンエンジン(100)。

[実施態様12]

前記先端シュラウド部(194)は、前記基部(204)から延在している第2のシールレール(195)を含み、前記エーロフォイル部(202)は、前記エーロフォイル部(202)を貫通して長手方向に延在しておりかつ前記冷却流体を受容するように構成されている第2の冷却プレナム(198)を含み、前記第2のシールレール(195)は、前記第2のシールレール(195)の第2の長さ(210)に沿って延在している第2の冷却通路(220)を含み、前記第2の冷却通路(220)は前記第2の冷却プレナム(198)に流体連結されており、前記第2の冷却通路(220)と前記第2の冷却プレナム(198)との間に延在している第2の中間冷却通路(222)経由で前記冷却流体を受容し、前記第2のシールレール(195)は、前記第2のシールレール(195)の内部に配設されておりかつ前記第2の冷却通路(220)と前記第2のシールレール(195)の接線方向表面(208)との間に延在している第2の複数の冷却出口通路(224)を含み、前記第2の複数の冷却出口通路(224)は、前記第2のシールレール(195)の接線方向表面(208)を介して前記先端シュラウド部(194)から前記冷却流体を排出する(226、236、242、252)ように構成されている、実施態様1記載のガスタービンエンジン(100)。

[実施態様13]

前記第1の冷却通路(220)の内面(254)が滑らかである、実施態様1記載のガスタービンエンジン(100)。

[実施態様14]

前記第1の冷却通路(220)の内面(254)が、前記第1の冷却通路(220)を通る前記冷却流体の流動中に乱流を誘発するように構成されている陥凹部または突出部を含む、実施態様1記載のガスタービンエンジン(100)。

[実施態様15]

タービン(130)であって、

ロータと、

前記ロータに連結されている複数のタービン翼(180)を有するタービン段(174、176、178)とを含み、前記複数のタービン翼(180)のうちの少なくとも1つのタービン翼(180)が、

基部(204)、および前記基部(204)から径方向(106)に延在しているシールレール(195)を有する先端シュラウド部(194)であって、前記シールレール(195)は接線方向端部(212、246、250)間に延在している接線方向表面(208)を含む、先端シュラウド部(194)、

前記ロータに連結されている根元部(200)、および

前記根元部(200)と前記先端シュラウド部(194)との間に径方向(106)に延在しているエーロフォイル部(202)

を含み、

前記エーロフォイル部(202)は、前記エーロフォイル部(202)を貫通して径方向(106)に延在しておりかつ冷却流体を受容するように構成されている冷却プレナム(198)を含み、前記冷却プレナム(198)は、前記ロータの回転軸(102)に対して前記シールレール(195)から軸方向(104)にずらされており、前記シールレール(195)は、前記シールレール(195)の長さ(210)に沿って延在している冷却通路(220)を含み、前記冷却通路(220)は前記冷却プレナム(198)に流体連結されており、前記冷却通路(220)と前記冷却プレナム(198)との

10

20

30

40

50

間に延在している中間冷却通路(222)経由で前記冷却流体を受容し、前記シールレール(195)は、前記冷却通路(220)に流体連結されており前記冷却流体を受容する複数の冷却出口通路(224)を含み、前記複数の冷却出口通路(224)は、前記シールレール(195)の内部に配設され、前記冷却通路(220)と前記シールレール(195)の前記接線方向表面(208)との間に延在しており、前記複数の冷却出口通路(224)は、前記接線方向表面(208)を介して前記先端シュラウド部(194)から前記冷却流体を排出する(226、236、242、252)ように構成されている、タービン(130)。

[実施態様16]

前記接線方向表面(208)は、前記接線方向端部(212、246、250)間に延在している、前記シールレール(195)の上面(214)を含み、前記上面(214)は、前記ロータの前記回転軸(102)に対する前記シールレール(195)の径方向(106)最も外側の面であり、前記第1の複数の冷却出口通路(224)は前記上面(214)から前記冷却流体を排出して(242、252)、前記上面(214)と、前記上面(214)の向かい側に径方向(106)に配設されている固定シュラウド(196)の最内面との間の過度の翼端漏れを低減するように構成されている、実施態様15記載のタービン(130)。

10

[実施態様17]

前記複数の冷却出口通路(224)は、前記シールレール(195)の前記長さ(210)に対して、0度より大きく180度より小さい角度(244)で曲げられている、実施態様16記載のタービン(130)。

20

[実施態様18]

前記接線方向表面(208)は、前記シールレール(195)の前記接線方向端部(212、246、250)間に延在しておりかつ前記シールレール(195)の上面と前記基部との間に径方向(106)に延在している、前記シールレール(195)の第1の側面(216)または第2の側面(218)を含み、前記第1の側面(216)は前記第2の側面(218)に対向して配設されている、実施態様15記載のタービン(130)。

[実施態様19]

前記複数の冷却出口通路(224)は前記冷却プレナム(198)と前記第1の側面(216)および前記第2の側面(218)の両方との間に延在している、実施態様18記載のタービン(130)。

30

[実施態様20]

タービン翼(180)であって、

基部(204)、および、前記基部(204)から径方向(106)に延在しているシールレール(195)を有する先端シュラウド部(194)であり、前記シールレール(195)は接線方向端部(212、246、250)間に延在している接線方向表面(208)を含む、先端シュラウド部(194)と、

タービンのロータに連結されるように構成されている根元部(200)と、

前記根元部(200)と前記先端シュラウド部(194)との間に径方向(106)に延在しているエーロfoil部(202)とを含み、

40

前記エーロfoil部(202)は、前記エーロfoil部(202)を貫通して径方向(106)に延在しておりかつ冷却流体を受容するように構成されている冷却プレナム(198)を含み、前記冷却プレナム(198)は、前記ロータの回転軸(102)に対して前記シールレール(195)から軸方向(104)にずらされており、前記シールレール(195)は、前記シールレール(195)の長さ(210)に沿って延在している冷却通路(220)を含み、前記冷却通路(220)は前記冷却プレナム(198)に流体連結されており、前記冷却通路(220)と前記冷却プレナム(198)との間に延在している中間冷却通路(222)経由で前記冷却流体を受容し、前記シールレール(195)は、前記冷却通路(220)に流体連結されており前記冷却流体を受容する複数の冷

50

却出口通路(224)を含み、前記複数の冷却出口通路(224)は、前記シールレール(195)の内部に配設され、前記冷却通路(220)と前記シールレール(195)の前記接線方向表面(208)との間に延在しており、前記複数の冷却出口通路(224)は、前記接線方向表面(208)を介して前記先端シュラウド部(194)から前記冷却流体を排出する(226、236、242、252)ように構成されている、タービン翼(180)。

【符号の説明】

【0030】

100	ガスタービンエンジン	
102	長手方向軸、回転軸	10
104	軸方向軸、軸方向	
106	径方向	
108	円周方向、接線方向	
120	燃焼器	
130	タービンセクション	
132	圧縮機	
160	燃料ノズル	
162	燃焼器セクション	
163	吸気セクション	
172	トランジションピース	20
174、176、178	段	
180	翼、タービン翼	
182	ロータホイール	
184	シャフト	
186	ノズル組立体	
188	排気ディフューザセクション、排気セクション	
194	先端シュラウド部	
195	シールレール	
196	固定シュラウド	
198	冷却プレナム	30
200	根元部	
202	エーロfoil部	
204	基部	
206	底面	
208	接線方向表面	
210	長さ、長手方向長さ	
212、246、250	接線方向端部	
214	上面	
216、218	側面	
220	冷却通路	40
222	中間冷却通路	
224	冷却出口通路	
226	矢印、冷却流体の排出	
228	冷却流体流路	
230、232、234	矢印	
236、242、252	冷却流体の排出	
238、244	角度	
240	径方向平面	
248	回転方向	
254	内面	50

2 5 6 陥凹部
2 5 8 突出部

【図面】

【図 1】

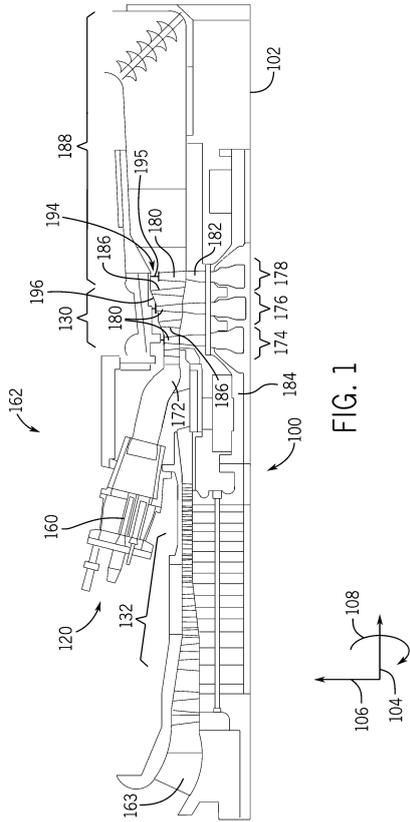


FIG. 1

【図 2】

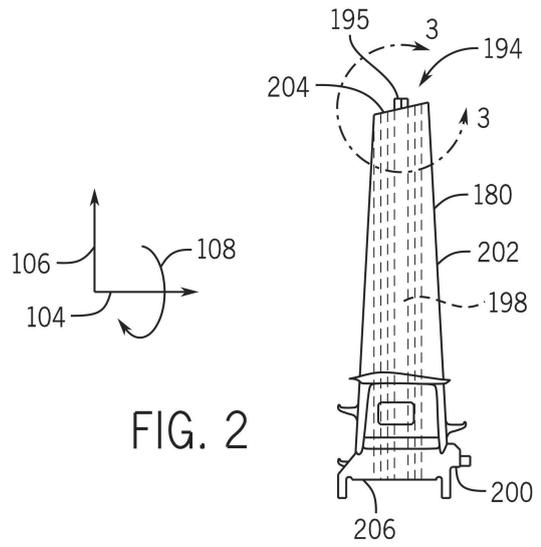


FIG. 2

【図 3】

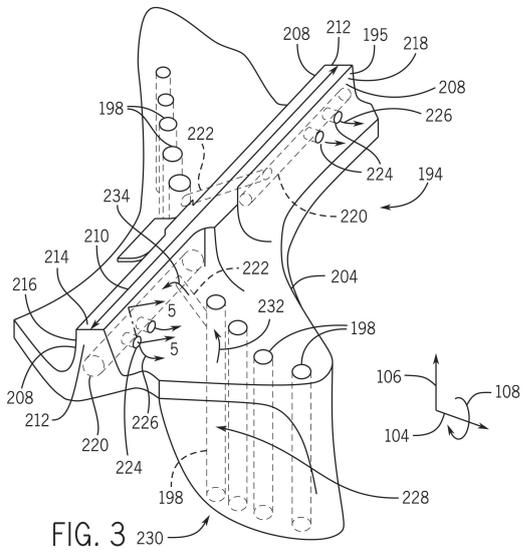


FIG. 3

【図 4】

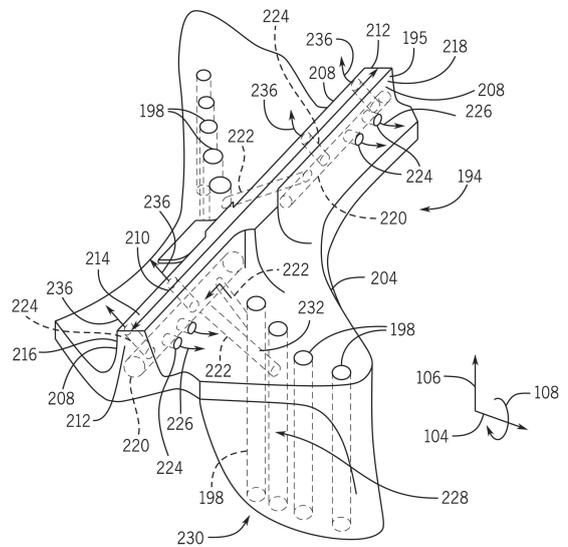


FIG. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

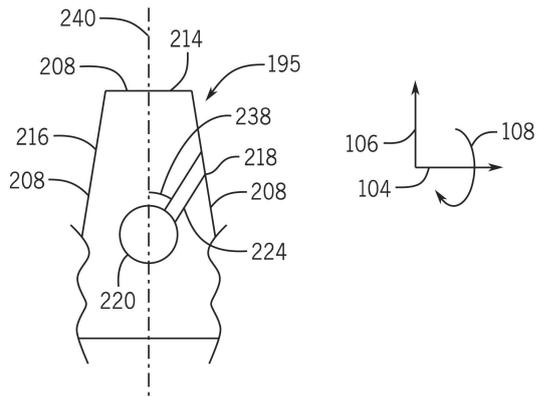


FIG. 5

【 図 6 】

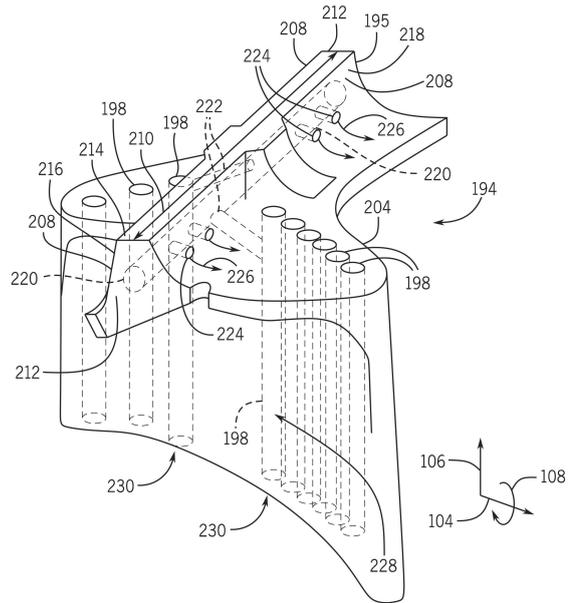


FIG. 6

【 図 7 】

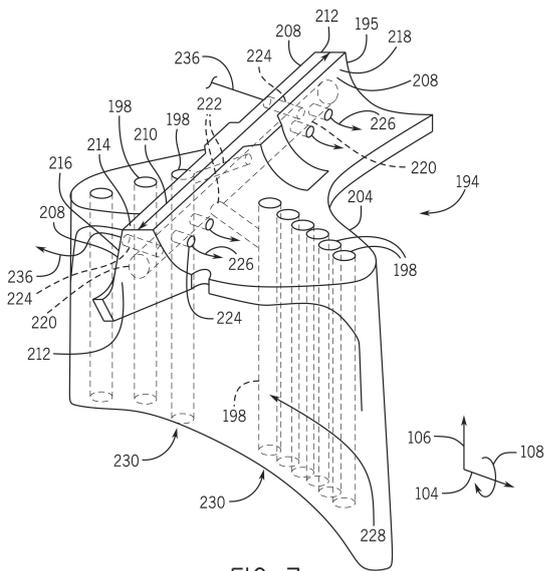


FIG. 7

【 図 8 】

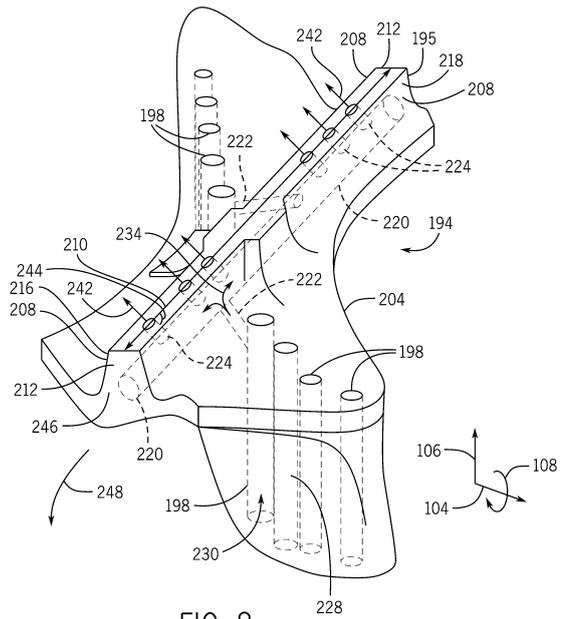


FIG. 8

10

20

30

40

50

【 図 9 】

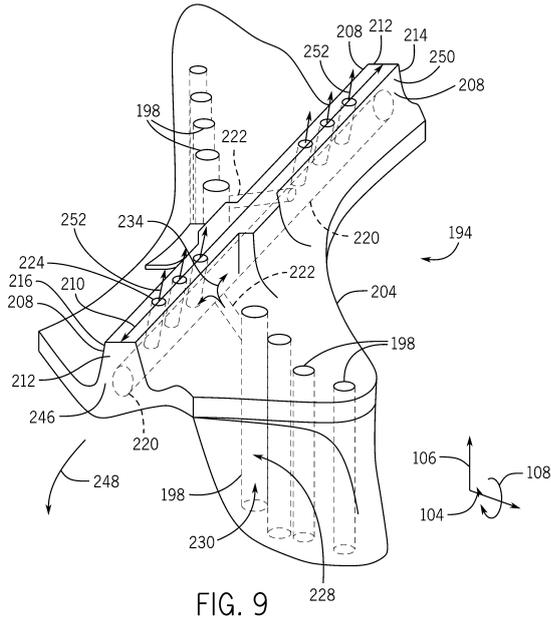


FIG. 9

【 図 1 0 】

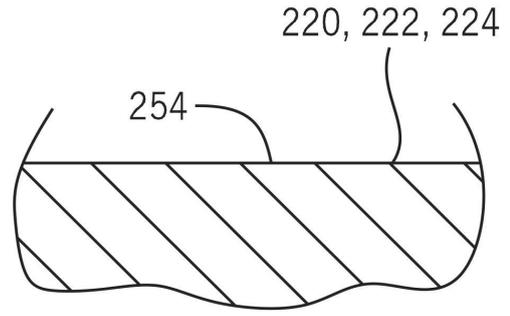


FIG. 10

10

20

【 図 1 1 】

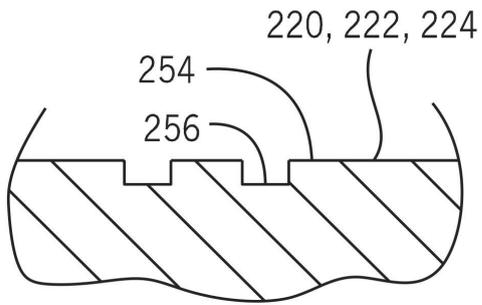


FIG. 11

【 図 1 2 】

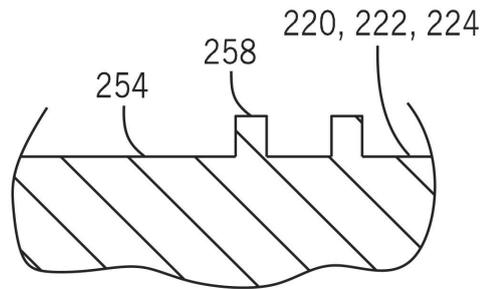


FIG. 12

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 ジェームズ・タイソン・バルクカム, サード
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番
- (72)発明者 イアン・ダーノール・リーヴス
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番
- (72)発明者 ジョセフ・アンソニー・コトロネオ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、12345、スケネクタディ、リバー・ロード、1番
- 審査官 中村 大輔
- (56)参考文献 特開2011-001919(JP, A)
独国特許出願公開第19904229(DE, A1)
特開2006-316750(JP, A)
特開2012-225211(JP, A)
米国特許出願公開第2015/0337667(US, A1)
米国特許出願公開第2013/0205793(US, A1)
特表2013-525689(JP, A)
特開2013-117227(JP, A)
特開2010-031865(JP, A)
特開2007-327493(JP, A)
特開平07-253003(JP, A)
実開昭63-143704(JP, U)
米国特許出願公開第2010/0316486(US, A1)
米国特許出願公開第2009/0180895(US, A1)
米国特許第05460486(US, A)
欧州特許出願公開第02607629(EP, A1)
英国特許出願公開第02434842(GB, A)
英国特許出願公開第02298245(GB, A)
英国特許出願公告第01605335(GB, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F01D 5/12 - 5/28
F01D 11/08
F02C 7/18
F01D 7/28