

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6489823号  
(P6489823)

(45) 発行日 平成31年3月27日 (2019.3.27)

(24) 登録日 平成31年3月8日 (2019.3.8)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>FO1D</b>	<b>9/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>FO1D</b>	<b>9/02</b>	<b>102</b>
<b>FO2C</b>	<b>7/18</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>FO2C</b>	<b>7/18</b>	<b>A</b>

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-261430 (P2014-261430)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成26年12月25日 (2014.12.25)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2015-127538 (P2015-127538A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
(43) 公開日	平成27年7月9日 (2015.7.9)		45、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成29年12月12日 (2017.12.12)		番
(31) 優先権主張番号	14/141,789	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成25年12月27日 (2013.12.27)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(74) 代理人	100113974
			弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービン・ノズルおよびガスタービン・エンジンのタービン・ノズルを冷却する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービン・エンジン (10) のタービン・ノズル (80) であって、  
 第1のノズル・ベーン (102) と、  
 第2のノズル・ベーン (104) と、  
 前記第1のノズル・ベーン (102) と前記第2のノズル・ベーン (104) を連結するプラットフォームであって、第1及び第2の冷却通路 (112、114) が互いに流体連通しないように前記第1の冷却通路 (112) と、それとは別の前記第2の冷却通路 (114) が内部に画定されている、プラットフォームとを含み、  
 前記第1の冷却通路 (112) が、前記第1のノズル・ベーン (102) 内に画定された第1の冷却キャビティ (122) と流体連通し、  
 前記第2の冷却通路 (114) が、前記第2のノズル・ベーン (104) 内に画定された第2の冷却キャビティ (124) と流体連通し、  
 前記第1及び第2の冷却通路 (112、114) が、軸方向又は半径方向で、少なくとも部分的に互いに重なっており、  
 前記第1の冷却通路 (112) は冷却流体の第1の流れ (132) を第1の方向に誘導するように構成され、  
 前記第2の冷却通路 (114) は冷却流体の第2の流れ (134) を前記第1の方向とはほぼ逆の第2の方向に誘導するように構成され、  
 前記第1の冷却通路 (112) と前記第2の冷却通路 (114) が少なくとも部分的に

10

20

互いに絡み合っている、タービン・ノズル（８０）。

【請求項２】

ガスタービン・エンジン（１０）のタービン・ノズル（８０）であって、

第１のノズル・ベーン（１０２）と、

第２のノズル・ベーン（１０４）と、

前記第１のノズル・ベーン（１０２）と前記第２のノズル・ベーン（１０４）を連結するプラットフォームであって、第１及び第２の冷却通路（１１２、１１４）が互いに流体連通しないように前記第１の冷却通路（１１２）と、それとは別の前記第２の冷却通路（１１４）が内部に画定されている、プラットフォームとを含み、

前記第１の冷却通路（１１２）が、前記第１のノズル・ベーン（１０２）内に画定された第１の冷却キャビティ（１２２）と流体連通し、

前記第２の冷却通路（１１４）が、前記第２のノズル・ベーン（１０４）内に画定された第２の冷却キャビティ（１２４）と流体連通し、

前記第１及び第２の冷却通路（１１２、１１４）が、軸方向又は半径方向で、少なくとも部分的に互いに重なっており、

前記第１の冷却通路（１１２）は冷却流体の第１の流れ（１３２）を第１の方向に誘導するように構成され、

前記第２の冷却通路（１１４）は冷却流体の第２の流れ（１３４）を前記第１の方向とはほぼ逆の第２の方向に誘導するように構成され、

前記第１の冷却通路（１１２）と前記第２の冷却通路（１１４）が半径方向で、少なくとも部分的に互いに重なっている、請求項１に記載のタービン・ノズル（８０）。

【請求項３】

前記第１の冷却通路（１１２）と前記第２の冷却通路（１１４）が前記プラットフォームの高温ガス経路の表面付近に配置されている、請求項１または２に記載のタービン・ノズル（８０）。

【請求項４】

前記第１の冷却通路（１１２）と前記第２の冷却通路（１１４）が前記プラットフォームの前縁部付近に配置されている、請求項１または２に記載のタービン・ノズル（８０）。

【請求項５】

前記第１の冷却通路（１１２）と前記第２の冷却通路（１１４）が、前記第１のノズル・ベーン（１０２）の負圧面側と前記第２のノズル・ベーン（１０４）の正圧面側、つまり前記第１のノズル・ベーン（１０２）と前記第２のノズル・ベーン（１０４）の間に配置されている、請求項１乃至４のいずれかに記載のタービン・ノズル（８０）。

【請求項６】

前記第１の冷却通路（１１２）が前記冷却流体の第１の流れ（１３２）を前記第２のノズル・ベーン（１０４）に向けて前記第１の方向に誘導するように構成され、前記第２の冷却通路（１１４）が前記冷却流体の第２の流れ（１３４）を前記第１のノズル・ベーン（１０２）に向けて前記第２の方向に誘導するように構成されている、請求項１乃至５のいずれかに記載のタービン・ノズル（８０）。

【請求項７】

前記第１の冷却通路（１１２）が前記冷却流体の第１の流れ（１３２）を前記プラットフォームの前縁部に向けて前記第１の方向に誘導するように構成され、前記第２の冷却通路（１１４）が前記冷却流体の第２の流れ（１３４）を前記プラットフォームの後縁部に向けて前記第２の方向に誘導するように構成されている、請求項１乃至６のいずれかに記載のタービン・ノズル（８０）。

【請求項８】

前記第１の冷却通路（１１２）が前記冷却流体の第１の流れ（１３２）を前記プラットフォームの高温ガス経路の表面に沿って排気するように構成され、前記第２の冷却通路（１１４）が前記冷却流体の第２の流れ（１３４）を前記プラットフォームの前記高温ガス

10

20

30

40

50

経路の表面に沿って排気するように構成されている、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のタービン・ノズル（80）。

【請求項 9】

前記第 1 の冷却通路（112）が前記冷却流体の第 1 の流れ（132）を前記プラットフォームの縁部に沿って排気するように構成され、前記第 2 の冷却通路（114）が前記冷却流体の第 2 の流れ（134）を前記プラットフォームの高温ガス経路の表面に沿って排気する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タービン・ノズル（80）。

【請求項 10】

前記プラットフォームが内側プラットフォームであり、前記第 1 の冷却通路（112）と前記第 2 の冷却通路（114）は前記内側プラットフォームの半径方向外表面付近に配置されている、請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載のタービン・ノズル（80）。

【請求項 11】

前記プラットフォームが外側プラットフォームであり、前記第 1 の冷却通路（112）と前記第 2 の冷却通路（114）は前記外側プラットフォームの半径方向内表面付近に配置されている、請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載のタービン・ノズル（80）。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載のタービン・ノズル（80）である、ガスタービン・エンジン（10）のタービン・ノズル（80）を冷却する方法であって、

第 1 のノズル・ベーン（102）と、第 2 のノズル・ベーン（104）と、前記第 1 のノズル・ベーン（102）と前記第 2 のノズル・ベーン（104）を連結するプラットフォームとを含むタービン・ノズル（80）を設けることであって、前記プラットフォーム内には第 1 及び第 2 の冷却通路（112、114）が互いに流体連通しないように前記第 1 の冷却通路（112）と、それとは別の前記第 2 の冷却通路（114）とが画定されている、設けることと、

冷却流体の第 1 の流れ（132）を第 1 の冷却通路（112）内で第 1 の方向に送ることと、

冷却流体の第 2 の流れ（134）を第 2 の冷却通路（114）内で前記第 1 の方向とはほぼ逆の第 2 の方向に送ることとを含む、方法。

【請求項 13】

ガスタービン・エンジン（10）であって、  
圧縮機（15）と、  
前記圧縮機（15）と連通した燃焼器（25）と、  
前記燃焼器（25）と連通したタービン（40）であって、周方向アレイとして配置された請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の複数のタービン・ノズル（80）を含む、  
ガスタービン・エンジン（10）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願および本願に付与される特許は、概してガスタービン・エンジンに関し、より詳細にはタービン・ノズルおよび高動作温度時にガスタービン・エンジンのタービン・ノズルを冷却する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービン・エンジンにおいては、高温の燃焼ガスが一般には 1 つまたは複数の燃焼器からトランジション・ピースを経て高温ガス経路に沿って流れる。典型的には複数のタービン段を高温ガス経路に沿って連続的に配置でき、その結果燃焼ガスはタービンの第 1 の段のノズルとバケットを通過してから後段のノズルとバケットを通過することになる。こうしてノズルはそれぞれのバケットへと燃焼ガスを誘導できるので、バケットを回転さ

10

20

30

40

50

せて発電機などの負荷を駆動できる。燃焼ガスはバケットを取り囲む周方向のシュラウドによって収容され得る。シュラウドはまた、燃焼ガスを高温ガス経路に沿って誘導する補助もできる。このようにタービン・ノズル、バケット、およびシュラウドは高温ガス経路に沿って流れる燃焼ガスに由来する高温に晒されることがあり、その結果としてこれらの構成要素内にホットスポットや高熱応力が形成され得る。ガスタービン・エンジンの効率は動作温度にかかっているため、高温ガス経路内で該経路に沿って配置されたタービン・ノズル、バケット、シュラウドなどの構成要素は、劣化、故障、または耐用年数の短縮なく、上昇し続ける温度に耐えられることが現在も求められている。

#### 【0003】

特定のタービン・ノズル、特に真ん中および後半のタービン段のタービン・ノズルは、冷却目的でノズル内に画定された1つまたは複数の通路またはキャビティを含むことがある。たとえば、冷却通路は、タービンの段ごとに異なるかもしれないが、そのノズル固有の冷却の必要性に応じて、タービン・ノズルの内側プラットフォーム、外側プラットフォーム、および/またはベーンの内部に画定され得る。ある構成によると、冷却通路はタービン・ノズルの高温ガス経路の表面付近に画定され得る。こうすれば冷却通路は圧縮機の抽気などの冷却流体をタービン・ノズルを通じて運び熱交換することができるので、高温ガス経路の表面付近の領域の温度は許容可能な範囲内に維持される。冷却可能領域を最大化したいという要望から、冷却通路を長くしたり、複数の方向転換や曲げを含む曲がりくねった蛇行形状など複雑な形状にすることができる。しかし、複雑な形状の長い冷却通路の製造は困難で高コストになる可能性があり、また、冷却通路に沿って不本意な圧力降下をもたらす可能性もある。さらに、そのような冷却通路の熱伝導率には大きなばらつきが生じる可能性があるため、それを用いるタービン段の冷却通路の最適化は非常に困難となり得る。

#### 【0004】

このように、高動作温度時にタービン・ノズルを冷却する冷却通路構成を含む改良されたタービン・ノズルが望まれている。具体的には、そのような冷却通路構成は、冷却可能領域を最大化するが、一方で冷却通路の長さや複雑さは最小限に止めるべきである。そうすれば、そのような冷却通路構成により、タービン・ノズルの製造コストおよび製造に関する複雑さならびに冷却通路に沿っての圧力降下は最小限に抑えられるはずである。さらに、そのような冷却通路構成により、冷却通路の熱伝導率のばらつきも最小限に抑えられるはずなので、それを用いるタービン段の冷却通路の最適化は容易になるはずである。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0005】

【特許文献1】米国特許出願公開第2013/0175357号明細書

#### 【発明の概要】

#### 【0006】

したがって、本願および本願に付与される特許は、ガスタービン・エンジンのタービン・ノズルを提供する。このタービン・ノズルは、第1のノズル・ベーンと、第2のノズル・ベーンと、第1のノズル・ベーンと第2のノズル・ベーンを連結するプラットフォームとを含み得る。このプラットフォーム内には、第1の冷却通路と、それとは別の第2の冷却通路とが画定され得る。第1の冷却通路は冷却流体の第1の流れを第1の方向に誘導するように構成され得、第2の冷却通路は冷却流体の第2の流れを第1の方向とはほぼ逆の第2の方向に誘導するように構成され得る。

#### 【0007】

本願および本願に付与される特許は、ガスタービン・エンジンのタービン・ノズルを冷却する方法をさらに提供する。この方法には、第1のノズル・ベーンと、第2のノズル・ベーンと、第1のノズル・ベーンと第2のノズル・ベーンを連結するプラットフォームとを含むタービン・ノズルを設けるステップが含まれ得、このプラットフォーム内には第1の冷却通路と、それとは別の第2の冷却通路とが画定されている。この方法には、冷却流

体の第 1 の流れを第 1 の冷却通路内で第 1 の方向に送るステップも含まれ得る。この方法には、冷却流体の第 2 の流れを第 2 の冷却通路内で第 1 の方向とはほぼ逆の第 2 の方向に送るステップもさらに含まれ得る。

【 0 0 0 8 】

さらに、本願および本願に付与される特許は、ガスタービン・エンジンを提供する。このガスタービン・エンジンは、圧縮機と、この圧縮機と連通した燃焼器と、この燃焼器と連結したタービンとを含み得る。このタービンは、周方向のアレイとして配置された複数のタービン・ノズルを含み得る。各タービン・ノズルは、第 1 のノズル・ベーンと、第 2 のノズル・ベーンと、第 1 のノズル・ベーンと第 2 のノズル・ベーンを連結するプラットフォームとを含み得る。このプラットフォーム内には、第 1 の冷却通路と、それとは別の第 2 の冷却通路とが画定され得る。第 1 の冷却通路は冷却流体の第 1 の流れを第 1 の方向に誘導するように構成され得、第 2 の冷却通路は冷却流体の第 2 の流れを第 1 の方向とはほぼ逆の第 2 の方向に誘導するように構成され得る。

10

【 0 0 0 9 】

本願および本願に付与される特許の上記のおよび他の特徴ならびに改良点は、以下の詳細な説明をいくつかの図面および添付の特許請求の範囲と合わせて考察すると、当業者には明白になるう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】圧縮機と、燃焼器と、タービンとを含むガスタービン・エンジンの概略図である。

20

【図 2】複数のタービン段が示されている、図 1 のガスタービン・エンジンで使用され得るタービンの一部の概略図である。

【図 3】図 2 のタービンで使用され得るタービン・ノズルの概略図である。

【図 4】隠れ線で表された冷却通路が示されている、本明細書に記載され得かつ図 2 のタービンで使用され得るタービン・ノズルの一実施形態の概略図である。

【図 5】隠れ線で表された冷却通路が示されている、本明細書に記載され得かつ図 2 のタービンで使用され得るタービン・ノズルの別の実施形態の概略図である。

【図 6】隠れ線で表された冷却通路が示されている、本明細書に記載され得かつ図 2 のタービンで使用され得るタービン・ノズルの別の実施形態の概略図である。

30

【図 7】隠れ線で表された冷却通路が示されている、本明細書に記載され得かつ図 2 のタービンで使用され得るタービン・ノズルの別の実施形態の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

次に図面を参照すると（これらの図では同じ要素を同じ番号で表す）、本明細書で使用され得るガスタービン・エンジン 10 の概略図が図 1 に示されている。ガスタービン・エンジン 10 は、圧縮機 15 を含み得る。圧縮機 15 は取り込んだ空気流 20 を圧縮する。圧縮機 15 は圧縮した空気流 20 を燃焼器 25 に送達する。燃焼器 25 では、この圧縮された空気流 20 を加圧した燃料の流れ 30 と混合した混合物を燃焼させて、燃焼ガスの流れ 35 を発生する。図では燃焼器 25 を 1 つしか示していないが、ガスタービン・エンジン 10 は燃焼器 25 をいくつ含んでもよい。燃焼ガスの流れ 35 は次にタービン 40 に送達される。燃焼ガスの流れ 35 はタービン 40 を駆動し、機械的仕事を生み出す。タービン 40 で生じた機械的仕事によって、シャフト 45 を介し圧縮機 15 および発電機などの外部負荷 50 が駆動される。ここでは他の構成や他の構成要素も使用できる。

40

【 0 0 1 2 】

ガスタービン・エンジン 10 は、天然ガス、あらゆる種類の合成ガス、および/または他の種類の燃料を使用できる。ガスタービン・エンジン 10 は、ニューヨーク州スキネクタディのゼネラル・エレクトリック・カンパニー社（General Electric Company）が提供する、7 シリーズまたは 9 シリーズのヘビー・デューティー・ガスタービン・エンジンなど（ただしこれらに限定されない）、多数の多様なガスタービン・エンジンのいずれであ

50

ってもよい。ガスタービン・エンジン 10 は、別の構成を有してもよいし、他の種類の構成要素を用いてもよい。ここでは他の種類のガスタービン・エンジンも使用できる。ここではまた、複数のガスタービン・エンジン、他の種類のタービン、他の種類の発電装置と一緒に用いてもよい。図ではガスタービン・エンジン 10 を示すが、本願はあらゆる種類のターボ機械に応用できる。

#### 【0013】

図 2 は、ガスタービン・エンジン 10 の高温ガス経路 54 内に配置された複数の段 52 を含むタービン 40 の一部の概略図を示している。第 1 の段 56 は、周方向に離間した複数の第 1 の段のノズル 58 と、周方向に離間した複数の第 1 の段のバケット 60 とを含み得る。第 1 の段 56 は、周方向に延びて第 1 の段のバケット 60 を取り囲んでいる第 1 の段のシュラウド 62 も含み得る。第 1 の段のシュラウド 62 は、互いに隣接するように配置された環状構成の複数のシュラウド・セグメントを含み得る。同様にして、第 2 の段 64 は、複数の第 2 の段のノズル 66 と、複数の第 2 の段のバケット 68 と、第 2 の段のバケット 68 を取り囲む第 2 の段のシュラウド 70 とを含み得る。さらに、第 3 の段 72 は、複数の第 3 の段のノズル 74 と、複数の第 3 の段のバケット 76 と、第 3 の段のバケット 76 を取り囲む第 3 の段のシュラウド 78 とを含み得る。図ではタービン 40 の一部は 3 つの段 52 を含んでいるが、タービン 40 は段 52 をいくつ含んでもよい。

#### 【0014】

図 3 は、タービン 40 の段 52 のうちの 1 つにおいて使用され得るタービン・ノズル 80 の概略図である。一般的な説明をすると、ノズル 80 は、内側プラットフォーム 84 と外側プラットフォーム 86 の間に延びるノズル・ベーン 82 を含み得る。いくつかの実施形態では、ノズル 80 は、内側プラットフォーム 84 と外側プラットフォーム 86 の間に延びる 2 つ以上のノズル・ベーン 82 を含み得る。上述したように、タービン 40 の段 52 内で複数のノズル 80 を周方向アレイとして構成することができる。そうすると、ノズル・ベーン 82 はタービン 40 の中心軸線に対し放射状に延びることができ、内側プラットフォーム 84 と外側プラットフォーム 86 はタービン 40 の中心軸線に対し周方向に延びることができる。隣接するノズル 80 の内側プラットフォーム 84 は互いに当接して高温ガス経路 54 の半径方向内側境界を形成し得る。隣接するノズル 80 の外側プラットフォーム 86 も同様に互いに当接して高温ガス経路 54 の半径方向外側境界を形成し得る。

#### 【0015】

図示のように、タービン・ノズル 80 は、ノズル・ベーン 82 内に画定されて冷却源と連通している、少なくとも 1 つの冷却キャビティ 88 を含み得る。タービン・ノズル 80 は、内側プラットフォーム 84 内に画定されて冷却キャビティ 88 と連通している、冷却プレナム 92 も含み得る。タービン 40 の運転中、圧縮機 15 からの吐出気または抽気の流れなどの冷却流体の流れは冷却キャビティ 88 内に送られ、次いで冷却プレナム 92 に入ってタービン・ノズル 80 の所望の部分を冷却することができる。ここでは他の構成や他の構成要素も使用できる。

#### 【0016】

図 4 は、本明細書に記載され得るタービン・ノズル 100 の一実施形態の概略図を示す。タービン・ノズル 100 は、タービン 40 の段 52 のうちの 1 つにおいて使用され得、上述のタービン・ノズル 80 と概ね同じように構成され配置され得るが、その構造と機能に以下に述べるようないくつかの違いがある。タービン・ノズル 100 は、第 1 のノズル・ベーン 102 と第 2 のノズル・ベーン 104 とを含み得、それぞれが内側プラットフォーム 106 と外側プラットフォーム（図示せず）の間に延在している。こうして内側プラットフォーム 106 は第 1 のノズル・ベーン 102 および第 2 のノズル・ベーン 104 を連結でき、外側プラットフォームも第 1 のノズル・ベーン 102 および第 2 のノズル・ベーン 104 を連結できる。図示のように、内側プラットフォーム 106 は前縁部 108 と、後縁部 110 と、側縁部 111 とを含み得る。外側プラットフォームも同様に構成できる。

#### 【0017】

タービン・ノズル１００は、内側プラットフォーム１０６内に画定された、第１の冷却通路１１２と、それとは別の第２の冷却通路１１４とを含み得る。このように第１の冷却通路１１２と第２の冷却通路１１４とは互いに独立することができるので、第１の冷却通路１１２は第２の冷却通路１１４と流体連通していない。図示のように、第１の冷却通路１１２は、第１のノズル・ベーン１０２内に画定された第１の冷却キャビティ１２２と流体連結でき、第２の冷却通路１１４は、第２のノズル・ベーン１０４内に画定された第２の冷却キャビティ１２４と流体連結できる。このように、第１の冷却通路１１２は第１の冷却キャビティ１２２から冷却流体を受けるように構成でき、第２の冷却通路１１４も同様に第２の冷却キャビティ１２４から冷却流体を受けるように構成できる。いくつかの実施形態では、複数の第１の冷却キャビティ１２２を第１のノズル・ベーン１０２内に画定でき、複数の第２の冷却キャビティ１２４を第２のノズル・ベーン１０４内に画定できる。ここでは第１の冷却通路１１２と第２の冷却通路１１４が内側プラットフォーム１０６に画定されたものとして記載できるが、冷却通路１１２、１１４はあるいはタービン・ノズル１００の外側プラットフォーム内に同様にして画定してもよい。

10

#### 【００１８】

タービン４０の運転中、圧縮機１５からの吐出気または抽気などの冷却流体は、タービン・ノズル１００の第１の冷却キャビティ１２２および第２の冷却キャビティ１２４それぞれに誘導され得る。第１の冷却キャビティ１２２内に誘導された冷却流体の少なくとも一部は第１の冷却通路１１２内に入りそこを通過して冷却流体の第１の流れ１３２を形成し得る。第２の冷却キャビティ１２４内に誘導された冷却流体の少なくとも一部は、同様に第２の冷却通路１１４内に入りそこを通過して冷却流体の第２の流れ１３４を形成し得る。こうして冷却流体の第１の流れ１３２および冷却流体の第２の流れ１３４は、第１の冷却通路１１２と第２の冷却通路１１４を取り囲んでいる内側プラットフォーム１０６の諸領域と熱交換してそれらの領域の温度を許容可能範囲内に維持できる。

20

#### 【００１９】

図４に示すように、第１の冷却通路１１２は、少なくともその一部が、冷却流体の第１の流れ１３２を第１の方向に誘導するように構成され得る。たとえば、第１の冷却通路１１２は、少なくともその一部が、冷却流体の第１の流れ１３２を第２のノズル・ベーン１０４に向けて第１の方向に誘導するように構成され得る。第２の冷却通路１１４は、少なくともその一部が、冷却流体の第２の流れ１３４を第１の方向とはほぼ逆の第２の方向に誘導するように構成され得る。たとえば、第２の冷却通路１１４は、少なくともその一部が、冷却流体の第２の流れ１３４を第１のノズル・ベーン１０２に向けて第２の方向に誘導するように構成され得る。

30

#### 【００２０】

いくつかの実施形態では、第１の冷却通路１１２と第２の冷却通路１１４は、内側プラットフォーム１０６の高温ガス経路の表面付近に配置され得る。たとえば、第１の冷却通路１１２と第２の冷却通路１１４は、内側プラットフォーム１０６の半径方向外表面１４０付近に配置され得る。さらに、いくつかの実施形態では、第１の冷却通路１１２と第２の冷却通路１１４は、図示のように、内側プラットフォーム１０６の前縁部１０８付近に配置され得る。図４の実施形態によると、第１の冷却通路１１２は第２の冷却通路１１４の上流で延在し得るが、この構成は他の実施形態では逆であってもよい。いくつかの実施形態では、第１の冷却通路１１２と第２の冷却通路１１４は、タービン４０の中心軸線に対し半径方向に少なくとも部分的に互いに重なることができる。

40

#### 【００２１】

第１の冷却通路１１２と第２の冷却通路１１４は、それぞれ１つまたは複数の排気アパーチャ１４２、１４４を通じて冷却流体の第１の流れ１３２と冷却流体の第２の流れ１３４を排気するように構成できる。図示のように、排気アパーチャ１４２、１４４は内側プラットフォーム１０６の半径方向外表面１４０に画定できるので、冷却流体の流れ１３２、１３４を半径方向外表面１４０のフィルム冷却に用いることができる。いくつかの実施形態では、排気アパーチャ１４２、１４４は、内側プラットフォーム１０６の前縁部１０

50

8、後縁部 1 1 0、または側縁部 1 1 1 に沿って画定できるので、その周りに冷却流体の流れ 1 3 2、1 3 4 を追い出すことができる。

【 0 0 2 2 】

図 5 は、本明細書に記載され得るタービン・ノズル 2 0 0 の別の実施形態の概略図を示す。タービン・ノズル 2 0 0 は、タービン・ノズル 1 0 0 に関して記載した特徴に相当するさまざまな特徴を含む。そのような特徴は図 5 では相当する数字で特定し、以下に詳述しない。タービン・ノズル 2 0 0 はタービン 4 0 の段 5 2 のうちの 1 つにおいて使用され得、第 1 のノズル・ベーン 2 0 2 と、第 2 のノズル・ベーン 2 0 4 と、前縁部 2 0 8 と後縁部 2 1 0 と側縁部 2 1 1 とを含む内側プラットフォーム 2 0 6 とを含み得る。内側プラットフォーム 2 0 6 は、第 1 の冷却キャビティ 2 2 2 と流体連通した第 1 の冷却通路 2 1 2 と、それとは別の第 2 の冷却キャビティ 2 2 4 と流体連通した第 2 の冷却通路 2 1 4 とを含み得る。いくつかの実施形態では、複数の第 1 の冷却キャビティ 2 2 2 を第 1 のノズル・ベーン 2 0 2 内に画定でき、複数の第 2 の冷却キャビティ 2 2 4 を第 2 のノズル・ベーン 2 0 4 内に画定できる。

【 0 0 2 3 】

図 5 に示すように、第 1 の冷却通路 2 1 2 は、少なくともその一部が、冷却流体の第 1 の流れ 2 3 2 を第 1 の方向に誘導するように構成され得る。たとえば、第 1 の冷却通路 2 1 2 は、少なくともその一部が、冷却流体の第 1 の流れ 2 3 2 を第 2 のノズル・ベーン 2 0 4 に向けて第 1 の方向に誘導するように構成され得る。さらに、第 1 の冷却通路 2 1 2 は、少なくともその一部が、冷却流体の第 1 の流れ 2 3 2 を内側プラットフォーム 2 0 6 の前縁部 2 0 8 に向けて第 1 の方向に誘導するように構成され得る。第 2 の冷却通路 2 1 4 は、少なくともその一部が、冷却流体の第 2 の流れ 2 3 4 を第 1 の方向とはほぼ逆の第 2 の方向に誘導するように構成され得る。たとえば、第 2 の冷却通路 2 1 4 は、少なくともその一部が、冷却流体の第 2 の流れ 2 3 4 を第 1 のノズル・ベーン 2 0 2 に向けて第 2 の方向に誘導するように構成され得る。さらに、第 2 の冷却通路 2 1 4 は、少なくともその一部が、冷却流体の第 2 の流れ 2 3 4 を内側プラットフォーム 2 0 6 の後縁部 2 1 0 に向けて第 2 の方向に誘導するように構成され得る。

【 0 0 2 4 】

いくつかの実施形態では、冷却通路 2 1 2、2 1 4 は、内側プラットフォーム 2 0 6 の高温ガス経路の表面付近、たとえば内側プラットフォーム 2 0 6 の半径方向外表面 2 4 0 付近に配置され得る。さらに、いくつかの実施形態では、冷却通路 2 1 2、2 1 4 の少なくとも一部が、内側プラットフォーム 2 0 6 の前縁部 2 0 8 付近に配置され得る。いくつかの実施形態では、第 2 の冷却通路 2 1 4 は、第 1 の冷却通路 2 1 2 の上流で延在し得るが、この構成は他の実施形態では逆であってもよい。図 5 の実施形態によると、第 1 の冷却通路 2 1 2 と第 2 の冷却通路 2 1 4 は少なくとも部分的に互いにかみ合っている。たとえば、図示のように、第 1 の冷却通路 2 1 2 の諸部分が第 2 の冷却通路 2 1 4 の対応する部分と組み合わせられていてもよい。

【 0 0 2 5 】

第 1 の冷却通路 2 1 2 と第 2 の冷却通路 2 1 4 は、それぞれ 1 つまたは複数の排気アパーチャ 2 4 2、2 4 4 を通じて冷却流体の第 1 の流れ 2 3 2 と冷却流体の第 2 の流れ 2 3 4 を排気するように構成できる。図示のように、排気アパーチャ 2 4 2、2 4 4 は内側プラットフォーム 2 0 6 の半径方向外表面 2 4 0 に画定できるので、冷却流体の流れ 2 3 2、2 3 4 を半径方向外表面 2 4 0 のフィルム冷却に用いることができる。いくつかの実施形態では、排気アパーチャ 2 4 2、2 4 4 は、内側プラットフォーム 2 0 6 の前縁部 2 0 8、後縁部 2 1 0、または側縁部 2 1 1 に沿って画定できるので、その周りに冷却流体の流れ 2 3 2、2 3 4 を追い出すことができる。

【 0 0 2 6 】

図 6 は、本明細書に記載され得るタービン・ノズル 3 0 0 の別の実施形態の概略図を示す。タービン・ノズル 3 0 0 は、タービン・ノズル 1 0 0 に関して記載した特徴に相当するさまざまな特徴を含む。そのような特徴は図 6 では相当する数字で特定し、以下に詳述

10

20

30

40

50



しない。タービン・ノズル 300 はタービン 40 の段 52 のうちの 1 つにおいて使用され得、第 1 のノズル・ベーン 302 と、第 2 のノズル・ベーン 304 と、前縁部 308 と後縁部 310 と側縁部 311 とを含む内側プラットフォーム 306 とを含み得る。内側プラットフォーム 306 は、第 1 の冷却キャビティ 322 と流体連通した第 1 の冷却通路 312 と、それとは別の第 2 の冷却キャビティ 324 と流体連通した第 2 の冷却通路 314 とを含み得る。いくつかの実施形態では、複数の第 1 の冷却キャビティ 322 を第 1 のノズル・ベーン 302 内に画定でき、複数の第 2 の冷却キャビティ 324 を第 2 のノズル・ベーン 304 内に画定できる。

#### 【0027】

図 6 に示すように、第 1 の冷却通路 312 は、少なくともその一部が、冷却流体の第 1 の流れ 332 を第 1 の方向に誘導するように構成され得る。たとえば、第 1 の冷却通路 312 は、少なくともその一部が、冷却流体の第 1 の流れ 332 を第 2 のノズル・ベーン 304 に向けて第 1 の方向に誘導するように構成され得る。さらに、第 1 の冷却通路 312 は、少なくともその一部が、冷却流体の第 1 の流れ 332 を内側プラットフォーム 306 の前縁部 308 に向けて第 1 の方向に誘導するように構成され得る。第 2 の冷却通路 314 は、少なくともその一部が、冷却流体の第 2 の流れ 334 を第 1 の方向とはほぼ逆の第 2 の方向に誘導するように構成され得る。たとえば、第 2 の冷却通路 314 は、少なくともその一部が、冷却流体の第 2 の流れ 334 を第 1 のノズル・ベーン 302 に向けて第 2 の方向に誘導するように構成され得る。さらに、第 2 の冷却通路 314 は、少なくともその一部が、冷却流体の第 2 の流れ 334 を内側プラットフォーム 306 の後縁部 310 に向けて第 2 の方向に誘導するように構成され得る。

#### 【0028】

いくつかの実施形態では、冷却通路 312、314 は、内側プラットフォーム 306 の高温ガス経路の表面付近、たとえば内側プラットフォーム 306 の半径方向外表面 340 付近に配置され得る。さらに、いくつかの実施形態では、冷却通路 312、314 の少なくとも一部が、内側プラットフォーム 306 の前縁部 308 付近に配置され得る。いくつかの実施形態では、第 1 の冷却通路 312 は、第 2 の冷却通路 314 の上流で延在し得るが、この構成は他の実施形態では逆であってもよい。図 6 の実施形態によると、第 1 の冷却通路 312 と第 2 の冷却通路 314 は、タービン 40 の中心軸線に対し半径方向に少なくとも部分的に互いに重なることができる。たとえば、図示のように、少なくとも第 1 の冷却通路 312 の諸部分が第 2 の冷却通路 314 の諸部分に対し半径方向外側に配置されていてもよい。

#### 【0029】

第 1 の冷却通路 312 と第 2 の冷却通路 314 は、それぞれ 1 つまたは複数の排気アパーチャ 342、344 を通じて冷却流体の第 1 の流れ 332 と冷却流体の第 2 の流れ 334 を排気するように構成できる。図示のように、排気アパーチャ 342 は内側プラットフォーム 306 の半径方向外表面 340 に画定できるので、冷却流体の第 1 の流れ 332 を半径方向外表面 340 のフィルム冷却に用いることができる。いくつかの実施形態では、排気アパーチャ 342 は内側プラットフォーム 306 の前縁部 308 付近に配置され得る。いくつかの実施形態では、排気アパーチャ 344 は、内側プラットフォーム 306 の前縁部 308、後縁部 310、または側縁部 311 に沿って画定できるので、その周りに冷却流体の第 2 の流れ 334 を追い出すことができる。

#### 【0030】

図 7 は、本明細書に記載され得るタービン・ノズル 400 の別の実施形態の概略図を示す。タービン・ノズル 400 は、タービン・ノズル 100 に関して記載した特徴に相当するさまざまな特徴を含む。そのような特徴は図 7 では相当する数字で特定し、以下に詳述しない。タービン・ノズル 400 はタービン 40 の段 52 のうちの 1 つにおいて使用され得、第 1 のノズル・ベーン 402 と、第 2 のノズル・ベーン 404 と、前縁部 408 と後縁部 410 と側縁部 411 とを含む内側プラットフォーム 406 とを含み得る。内側プラットフォーム 406 は、第 1 の冷却キャビティ 422 と流体連通した第 1 の冷却通路 41

2と、それとは別の第2の冷却キャビティ424と流体連通した第2の冷却通路414とを含み得る。いくつかの実施形態では、複数の第1の冷却キャビティ422を第1のノズル・ベーン402内に画定でき、複数の第2の冷却キャビティ424を第2のノズル・ベーン404内に画定できる。

#### 【0031】

図7に示すように、第1の冷却通路412は、少なくともその一部が、冷却流体の第1の流れ432を第1の方向に誘導するように構成され得る。たとえば、第1の冷却通路412は、少なくともその一部が、冷却流体の第1の流れ432を第2のノズル・ベーン404に向けて第1の方向に誘導するように構成され得る。さらに、第1の冷却通路412は、少なくともその一部が、冷却流体の第1の流れ432を第1のノズル・ベーン402に向けて第1の方向に誘導するように構成され得る。第2の冷却通路414は、少なくともその一部が、冷却流体の第2の流れ434を第1の方向とはほぼ逆の第2の方向に誘導するように構成され得る。たとえば、第2の冷却通路414は、少なくともその一部が、冷却流体の第2の流れ434を第1のノズル・ベーン402に向けて第2の方向に誘導するように構成され得る。さらに、第2の冷却通路414は、少なくともその一部が、冷却流体の第2の流れ434を第2のノズル・ベーン404に向けて第2の方向に誘導するように構成され得る。

#### 【0032】

いくつかの実施形態では、冷却通路412、414は、内側プラットフォーム406の高温ガス経路の表面付近、たとえば内側プラットフォーム406の半径方向外表面440付近に配置され得る。さらに、いくつかの実施形態では、冷却通路412、414の少なくとも一部が、内側プラットフォーム406の前縁部408付近に配置され得る。いくつかの実施形態では、第1の冷却通路412は、第2の冷却通路414の上流で延在し得るが、この構成は他の実施形態では逆であってもよい。図7の実施形態によると、第1の冷却通路412と第2の冷却通路414は、タービン40の中心軸線に対し半径方向に少なくとも部分的に互いに重なることができる。たとえば、図示のように、少なくとも第2の冷却通路414の諸部分が第2の冷却通路414の諸部分に対し半径方向外側に配置されていてもよい。さらに、図7の実施形態によると、第1の冷却通路412と第2の冷却通路414は少なくとも部分的に互いに絡み合っている。たとえば、第1の冷却通路412と第2の冷却通路414はそれぞれ蛇行形状を有していてもよく、図示のように、第1の冷却通路412の諸部分が第2の冷却通路414の対応する部分の間に配置されるように、冷却通路412、414の正弦曲線はオフセットしていてもよい。

#### 【0033】

第1の冷却通路412と第2の冷却通路414は、それぞれ1つまたは複数の排気アパーチャ442、444を通じて冷却流体の第1の流れ432と冷却流体の第2の流れ434を排気するように構成できる。いくつかの実施形態では、排気アパーチャ442、444は、内側プラットフォーム406の前縁部408、後縁部410、または側縁部411に沿って画定できるので、その周りに冷却流体の流れ432、434を追い出すことができる。他の実施形態では、排気アパーチャ442、444は内側プラットフォーム406の半径方向外表面440に画定できるので、冷却流体の流れ432、434を半径方向外表面440のフィルム冷却に用いることができる。

#### 【0034】

このように、本明細書に記載の実施形態は、高動作温度時にタービン・ノズルを冷却する冷却通路構成を含む改良されたタービン・ノズルを提供している。上述したように、タービン・ノズルは、プラットフォーム内に画定された第1の冷却通路と、それとは別の第2の冷却通路とを含み得、第1のノズル・ベーンと第2のノズル・ベーンを連結している。第1の冷却通路は冷却流体の第1の流れを第1の方向に誘導するように構成され得、第2の冷却通路は冷却流体の第2の流れを第1の方向とは逆の第2の方向に誘導するように構成され得る。したがって、冷却通路は、冷却流体の流れが反対方向に流れる構成を提供することができ、これによって冷却可能範囲は最大限となり、一方で各冷却通路の長さ

複雑さは最小限に抑えることができる。このように、この冷却通路構成により、タービン・ノズルの製造コストおよび製造に関する複雑さならびに冷却通路に沿っての圧力降下を最小限に抑えることができる。さらに、この冷却通路構成により、冷却通路の熱伝導率のばらつきも最小限に抑えることができるので、それを用いるタービン段の冷却通路の最適化が容易になるはずである。最終的には、この冷却通路構成により、タービン・ノズルは劣化、故障、または耐用年数の短縮なく高動作温度に耐えられるようになり、タービンおよびガスタービン・エンジン全体の効率が改善され得る。

【 0 0 3 5 】

上記が本願および本願に付与される特許の特定の実施形態のみに関することは明らかであろう。以下の特許請求の範囲により定義される本発明およびその均等物の一般的な精神と範囲を逸脱することなく、当業者により数々の変更および変形がなされ得る。

10

【符号の説明】

【 0 0 3 6 】

1 0 ガスタービン・エンジン

1 5 圧縮機

2 0 空気流

2 5 燃焼器

3 0 燃料の流れ

3 5 燃焼ガスの流れ

4 0 タービン

20

4 5 シャフト

5 0 外部負荷

5 2 タービン 4 0 の段

5 4 高温ガス経路

5 6 第 1 の段

5 8 第 1 の段のノズル

6 0 第 1 の段のバケット

6 2 第 1 の段のシュラウド

6 4 第 2 の段

6 6 第 2 の段のノズル

30

6 8 第 2 の段のバケット

7 0 第 2 の段のシュラウド

7 2 第 3 の段

7 4 第 3 の段のノズル

7 6 第 3 の段のバケット

7 8 第 3 の段のシュラウド

8 0 タービン・ノズル、ノズル

8 2 ノズル・ベーン

8 4 内側プラットフォーム

8 6 外側プラットフォーム

40

8 8 冷却キャビティ

9 2 冷却プレナム

1 0 0 タービン・ノズル

1 0 2 第 1 のノズル・ベーン

1 0 4 第 2 のノズル・ベーン

1 0 6 内側プラットフォーム

1 0 8 前縁部

1 1 0 後縁部

1 1 1 側縁部

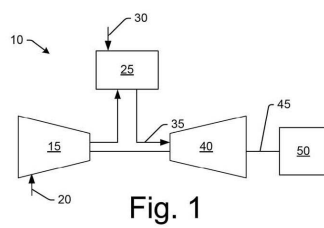
1 1 2 第 1 の冷却通路

50

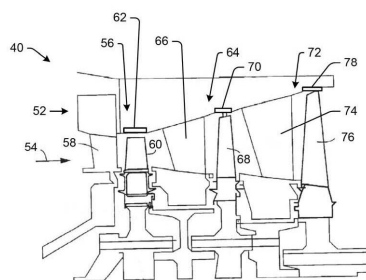
1 1 4	第 2 の冷却通路	
1 2 2	第 1 の冷却キャビティ	
1 2 4	第 2 の冷却キャビティ	
1 3 2	冷却流体の第 1 の流れ	
1 3 4	冷却流体の第 2 の流れ	
1 4 0	半径方向外表面	
1 4 2	排気アパーチャ	
1 4 4	排気アパーチャ	
2 0 0	タービン・ノズル	
2 0 2	第 1 のノズル・ベーン	10
2 0 4	第 2 のノズル・ベーン	
2 0 6	内側プラットフォーム	
2 0 8	前縁部	
2 1 0	後縁部	
2 1 1	側縁部	
2 1 2	第 1 の冷却通路	
2 1 4	第 2 の冷却通路	
2 2 2	第 1 の冷却キャビティ	
2 2 4	第 2 の冷却キャビティ	
2 3 2	冷却流体の第 1 の流れ	20
2 3 4	冷却流体の第 2 の流れ	
2 4 0	半径方向外表面	
2 4 2	排気アパーチャ	
2 4 4	排気アパーチャ	
3 0 0	タービン・ノズル	
3 0 2	第 1 のノズル・ベーン	
3 0 4	第 2 のノズル・ベーン	
3 0 6	内側プラットフォーム	
3 0 8	前縁部	
3 1 0	後縁部	30
3 1 1	側縁部	
3 1 2	第 1 の冷却通路	
3 1 4	第 2 の冷却通路	
3 2 2	第 1 の冷却キャビティ	
3 2 4	第 2 の冷却キャビティ	
3 3 2	冷却流体の第 1 の流れ	
3 3 4	冷却流体の第 2 の流れ	
3 4 0	半径方向外表面	
3 4 2	排気アパーチャ	
3 4 4	排気アパーチャ	40
4 0 0	タービン・ノズル	
4 0 2	第 1 のノズル・ベーン	
4 0 4	第 2 のノズル・ベーン	
4 0 6	内側プラットフォーム	
4 0 8	前縁部	
4 1 0	後縁部	
4 1 1	側縁部	
4 1 2	第 1 の冷却通路	
4 1 4	第 2 の冷却通路	
4 2 2	第 1 の冷却キャビティ	50

- 4 2 4 第 2 の冷却キャビティ
- 4 3 2 冷却流体の第 1 の流れ
- 4 3 4 冷却流体の第 2 の流れ
- 4 4 0 半径方向外表面
- 4 4 2 排気アパーチャ
- 4 4 4 排気アパーチャ

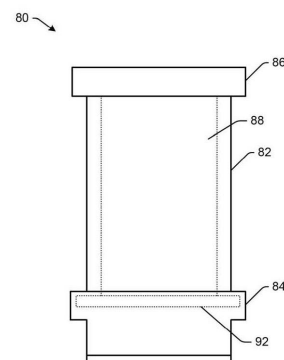
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

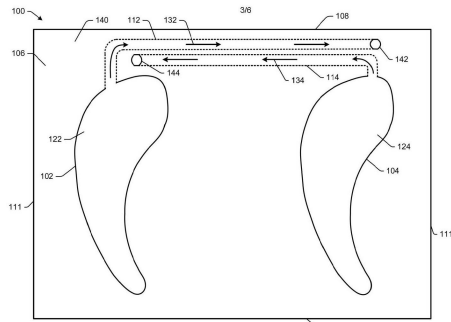


Fig. 4

【図 6】

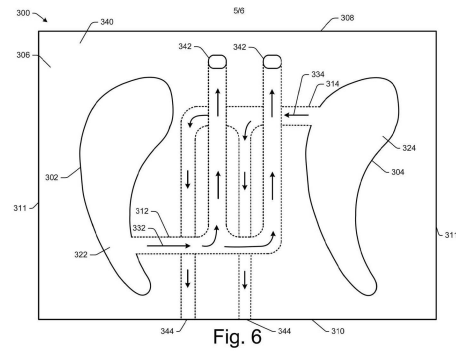


Fig. 6

【図 5】

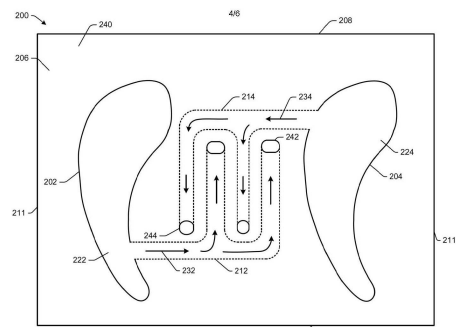


Fig. 5

【図 7】

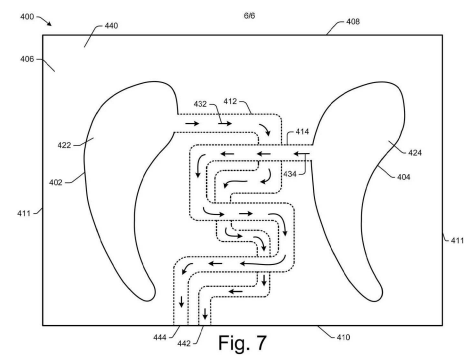


Fig. 7

---

フロントページの続き

- (72)発明者 ミシェル・ジェシカ・イデュエイト  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29681、シンプソンビル、ロムジー・サークル、108番
- (72)発明者 グレゴリー・トーマス・フォスター  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29681、グリア、グレンクリーク・ドライブ、8番
- (72)発明者 デービッド・ウェイン・ウェバー  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29681、シンプソンビル、アンバーリーフ・ウェイ、359番

審査官 齊藤 彬

- (56)参考文献 特開2003-027902(JP, A)  
実開昭60-043102(JP, U)  
特開昭53-016108(JP, A)  
特開平08-177406(JP, A)  
特開平05-052102(JP, A)  
特開平10-280908(JP, A)

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