

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2014-51981  
(P2014-51981A)

(43) 公開日 平成26年3月20日 (2014.3.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1D 9/02 (2006.01)	FO1D 9/02 1 O 2	3 G 2 O 2
FO2C 7/18 (2006.01)	FO2C 7/18 A	
FO1D 25/12 (2006.01)	FO1D 25/12 E	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-185809 (P2013-185809)	(71) 出願人 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、スケネ クタディ、リバーロード、1 番
(22) 出願日 平成25年9月9日 (2013.9.9)	
(31) 優先権主張番号 13/608, 269	(74) 代理人 100137545 弁理士 荒川 聡志
(32) 優先日 平成24年9月10日 (2012.9.10)	(74) 代理人 100105588 弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国 米国 (US)	(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

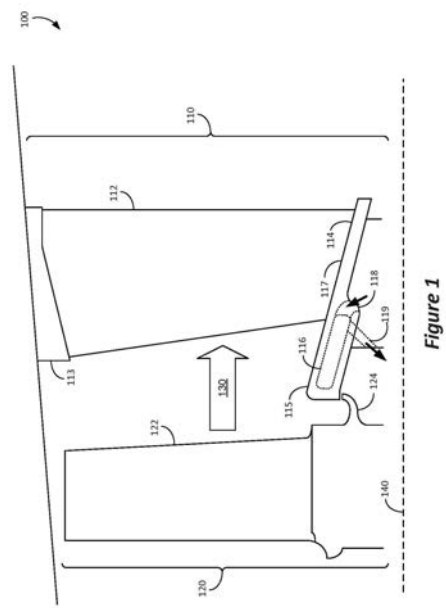
(54) 【発明の名称】 ノズル端壁の蛇行冷却

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ガスタービンのノズルの前縁を冷却する。

【解決手段】 ガスタービンのガスタービンノズルセクション110が、前縁115を備えた内端壁114を有する。実質的に前縁115内に、蛇行流路116が構成される。蛇行流路116は、入口118及び出口119を有する。空気を入口118で受け取り、出口119で排出することによって、前縁115を冷却する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内端壁と、

前記内端壁の前縁と、

実質的に前記前縁内に構成される蛇行流路であって、空気を受け取る入口と該空気を排出する出口とを有する蛇行流路と、

10

を有する、ガスタービンノズルセクション。

## 【請求項 2】

前記出口が、空気をガスタービンのホイール空間へと排出するように構成される、請求項 1 に記載のガスタービンノズルセクション。

## 【請求項 3】

前記入口が、ガスタービンのインピンジメント冷却部分からの空気を受け取るように構成される、請求項 1 に記載のガスタービンノズルセクション。

20

## 【請求項 4】

前記蛇行流路の第 1 のパスが、前記前縁のフロントエッジに対して実質的に平行である、請求項 1 に記載のガスタービンノズルセクション。

## 【請求項 5】

前記蛇行流路の第 2 のパスが、前記前縁の前記フロントエッジに対して実質的に平行に、前記第 1 のパスと該ガスタービンノズルセクションのエアfoilセクションとの間にある、請求項 4 に記載のガスタービンノズルセクション。

30

## 【請求項 6】

前記蛇行流路が少なくとも 2 つの蛇行流路である、請求項 1 に記載のガスタービンノズルセクション。

## 【請求項 7】

前記少なくとも 2 つの蛇行流路が相互接続されていない、請求項 6 に記載のガスタービンノズルセクション。

40

## 【請求項 8】

前記少なくとも 2 つの蛇行流路が実質的に同じ寸法及び形状を有する、請求項 6 に記載のガスタービンノズルセクション。

## 【請求項 9】

50

前記少なくとも２つの蛇行流路が、実質的に鏡像の向きに構成された２つの蛇行流路である、請求項６に記載のガスタービンノズルセクション。

【請求項１０】

前記蛇行流路が、該ガスタービンノズルセクションのエアfoilに対して実質的に垂直に配向される、請求項１に記載のガスタービンノズルセクション。

【請求項１１】

ガスタービンノズルセクションの冷却方法であって、

実質的に前記ガスタービンノズルセクションの内端壁の前縁内に構成された蛇行流路の入口で空気を受け取ることと、

前記蛇行流路に前記空気を通すことと、

前記蛇行流路の出口から前記空気を排出することを含む、方法。

10

【請求項１２】

前記蛇行流路の前記出口から空気を排出することが、ガスタービンのホイール空間へと前記空気を排出することである、請求項１１に記載の方法。

20

【請求項１３】

前記蛇行流路の前記入口で空気を受け取ることが、ガスタービンのインピンジメント冷却部分から空気を受け取ることである、請求項１１に記載の方法。

【請求項１４】

前記蛇行流路の第１のパスが、前記前縁のフロントエッジに対して実質的に平行である、請求項１１に記載の方法。

30

【請求項１５】

前記蛇行流路の第２のパスが、前記前縁の前記フロントエッジに対して実質的に平行に、前記第１のパスと前記ガスタービンノズルセクションのエアfoilセクションとの間にある、請求項１４に記載の方法。

40

【請求項１６】

実質的に前記ガスタービンノズルセクションの前記内端壁の前記前縁内に構成された、第２の蛇行流路の第２の入口で第２の空気を受け取ることと、

前記第２の空気を前記第２の蛇行流路に通すことと、

前記第２の空気を前記第２の蛇行流路の第２の出口から排出することを更に含む、請求項１１に記載の方法。

50

## 【請求項 17】

前記蛇行流路と前記第2の蛇行流路が相互接続されていない、請求項16に記載の方法。

## 【請求項 18】

前記蛇行流路と前記第2の蛇行流路が実質的に同じ寸法及び形状を有する、請求項16に記載の方法。

10

## 【請求項 19】

前記蛇行流路及び前記第2の蛇行流路が、実質的に鏡像の向きに構成される、請求項16に記載の方法。

## 【請求項 20】

前記蛇行流路が前記ガスタービンノズルセクションのエアfoilに対して実質的に垂直に配向される、請求項11に記載の方法。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、概してガスタービンに関し、特に、ガスタービンのノズルの前縁の冷却方法及びシステムに関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

燃焼タービンとも称されるガスタービンは内燃機関を有し、この内燃機関は、ガスを加速させて燃焼室に送り込み、燃焼室では、熱を加えることでガスの容積を増大させる。その後、膨張したガスはタービンへと導かれ、この膨張したガスにより生成させるエネルギーが抽出される。ガスタービンには、ジェットエンジンとしての使用や産業用発電システムでの使用をはじめ、数多くの実用的な用途がある。

## 【0003】

ガスタービンの部品において、1つ以上のノズルが、ガス流をタービンブレード（「バケット」とも称される）に向けて加速させ、ガスタービンの中心軸のまわりでブレードを回転させる。こうしたノズルは、固定されており、ガスタービンの外端壁と内端壁との間で半径方向に延在するエアfoilの形状である。高温のガスが、この外端壁及び内端壁とエアfoil壁によって形成される流路を流れる。各端壁の前縁は、かかるエアfoilの各々から上流に延在するオーバーハングを形成する。明らかなように、この前縁と端壁は非常に高温に達し、過熱はタービン性能に影響を与えることがある。したがって、大抵の場合、ガスタービンのこれらの部分を冷却する方策をとる。端壁の中央部分にはインピンジメント冷却が可能であるが、ノズルエアfoil端壁の前縁部は、前縁の下方の空間をガスが流れないように、設計上、タービンブレードの各部（例えば、タービンブレードの「エンジェルウィング」）と重なっている。このような、ノズル端壁の前縁のオーバーハング構造の冷却は特に困難である。また、この部分は特に高温に曝され、場合によ

40

50

ては、ブレード部分がノズルエアフォイルの前縁部に直接的に近接する際の応力が、前縁を摩擦することがある。インピンジメントプレートの設計は、ブレードとノズルエアフォイル端壁との接触に耐えるほど通常は強固ではないので、この部分の冷却にはさほど適当ではないことがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許第6254333号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

ガスタービンのノズルの前縁を冷却する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

例示的且つ非限定的な実施形態において、ガスタービンノズルセクションが、前縁を備えた内端壁を有する。実質的に前縁内に、蛇行流路が構成される。蛇行流路は、入口及び出口を有し、空気を入口で受け取り、出口で排出することによって、前縁を冷却する。

【0007】

例示的且つ非限定的な別の実施形態において、ガスタービンノズルセクションの内端壁の前縁内に実質的に構成される蛇行流路の入口で空気を受け取り、蛇行流路に空気を通し、蛇行流路の出口から空気を排出することにより、ガスタービンノズルセクションを冷却する方法を開示する。

20

【0008】

上記の概要並びに下記の詳細な説明を図面と組み合わせて読むと、その理解が深まる。特許請求の主題を図示する目的で、様々な実施形態を示した図面の例を示すが、本発明が、開示した具体的なシステム及び方法に限定されることはない。

【0009】

添付図面を参照して下記の詳細な説明を読むと、本主題のこれら及びその他の特徴、態様、及び利点の理解が深まるであろう。

【図面の簡単な説明】

30

【0010】

【図1】非限定的且つ例示的なガスタービンのノズル及びタービンプレード部分の側断面図である。

【図2】非限定的且つ例示的なガスタービンのノズル部分の断面の平面図である。

【図3】非限定的且つ例示的なガスタービンノズル前縁の3つの側断面図である。

【図4】非限定的且つ例示的なガスタービンノズル前縁の断面の平面図である。

【図5】非限定的且つ例示的な別のガスタービンノズル前縁の断面の平面図である。

【図6】非限定的且つ例示的な別のガスタービンノズル前縁の断面の平面図である。

【図7】非限定的且つ例示的な別のガスタービンノズル前縁の断面の平面図である。

【図8】非限定的且つ例示的な別のガスタービンノズル前縁の断面の平面図である。

40

【図9】非限定的且つ例示的な別のガスタービンノズル前縁の断面の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図1は、ノズルセクションとブレードセクションとを有する非限定的且つ例示的なガスタービン部分100を側断面図で示す。なお、図1は、説明を目的とした前記のガスタービン部分の略図であり、本明細書で記載する実施形態のいずれかに係るガスタービンに存在し得る部品及びシステムの多くを省略している。当業者には明らかなように、ここで開示する実施形態は、あらゆるタイプ及び構造の幅広いガスタービンにおいて実装可能である。かかる実施形態は全て、本開示の範囲内であるものとする。

【0012】

50

部分１００は、エアfoil１２２を有するタービンブレード１２０を有する。タービンブレード１２０は、軸１４０の周りを回転する。部分１００は更に、固定され、外端壁１１３と内端壁１１４とを有するノズルセクション１１０を有する。外端壁１１３と内端壁１１４との間にエアfoil１１２が結合されている。内端壁１１４は、エアfoil１１２の上流にある前縁１１５を有する。部分１００内の気流は、方向１３０へと流れ、ブレード１２０上を通過した後、ノズルセクション１１０上を通過する。

#### 【００１３】

前縁１１５の下方の空間を流れるガスの流れを最小限にするために、タービンブレード１２０は、タービンブレード１２０とノズルセクション１１０との間にシールを創出するように設計された部分１２４（例えば「エンジェルウィング」）を有する。内端壁１１４の中央部分１１７はインピンジメントにより空気が通過する際に冷却可能であるが、ノズルセクション１１０のエアfoil１１２と前縁１１５とは、冷却が困難である。したがって、一実施形態では、１つ以上の流路１１６を実質的に前縁１１５内に構築することにより、内端壁１１４の中央部分１１７のインピンジメント冷却が行われた後に流路入口１１８でこの空気を受け取る（図１の矢印で示す気流方向）。入口１１８から受け取った空気が流路１１６を通過することにより前縁１１５を冷却する。流路１１６は、空気が流路１１６を通過した後に、この空気が流路出口１１９からガスタービン部分１００のホイール空間に排出されるように構成される。なお、流路１１６等の流路の入口及び出口のいかなる構成、設計、数、及び位置も、本開示の範囲内であるものとする。

#### 【００１４】

図２は、一実施形態に係る、前縁２１０を含むノズルセクション２００の断面平面図である。なお、図２～図９は、縮尺通りではなく、これらの断面の説明がより詳細に図示されている。一对の流路２３０及び２４０が前縁２１０に構成される。エアfoil２２０が、ノズルセクション２００の流路の位置及び配向を参照するために、鎖線で図示されている。本図面からわかるように、流路２３０及び２４０は、前縁２１０の内部にある。なお、図２は、例示目的において単一のエアfoilを図示しているが、複数のエアfoilが本実施形態を実施可能ななどのノズルセクションに存在してもよく、かかる実施形態は全て、本開示の範囲内であるものとする。

#### 【００１５】

一実施形態において、流路２３０及び２４０は、実質的に同じ寸法及び形状で蛇行しており、前縁２１０のフロントエッジ又は最外部、即ちエアfoil２２０から最も離れた部分に沿って延びる蛇行流路の第１のパスの後、エアfoil２２０により近い位置に延びる蛇行流路の第２のパスを通過する。このように、前縁部は流路によって冷却される。図２に示すように、第１のパス及び第２のパスは、その他のパスによって接続され、蛇行流路２３０及び２４０の全体が形成される。例えば、空気が入口パス２３１及び２４１からそれぞれ、流路２３０及び２４０の各々に流入し（図２に矢印で示す気流）、流路２３０及び２４０の流路を通過した後、流路２３０及び２４０のそれぞれ出口パス２３２及び２４２から流出する。入口パス２３１及び２４１で受け取る空気は、ノズルセクションのインピンジメント冷却領域又は端壁のインピンジメント領域からのものである。或いは、これらの入口で受け取る空気は、エアfoilのインピンジメント冷却領域及び非インピンジメント領域を含むガスタービンのその他いかなる部分からのものでもよい。なお、本開示の範囲において、出口、入口、及びその他の関連するパスは、前縁２１０のいかなる位置、又はノズルセクション２００のどこにあってよく、１つの流路に対して複数の出口及び／又は入口を実装できる。例えば、図２に示すように、入口をノズルセクションのエアfoil部分に向けて配置して（その他の例として、図１の入口１１８及び図３の入口３１１も参照）、端壁のインピンジメント後の空気を受け入れるように構成すること、並びに、出口をホイール空間に向けて配置する（その他の例として、図１の出口１１９及び図３の出口３３１も参照）こともできる。なお、流路２３０及び２４０が相互接続されている実施形態もあるが、流路２３０及び２４０が相互接続されていない実施形態もある。

## 【 0 0 1 6 】

図 3 は、例えば図 2 に示すような蛇行流路を備えた前縁の 3 つの側断面図である。断面 3 1 0 は、蛇行流路の入口部分の側断面であり、入口 3 1 1 により、空気が流路に流入して流路部分 3 1 2 から前縁の最外部へと流れる。断面 3 2 0 は、蛇行流路の中間部分の側断面であり、空気が流路部分 3 1 2 から、流路部分 3 1 2 よりもノズルセクションのエアfoilセクションに近い流路部分 3 2 1 へと流れる。断面 3 3 0 は、蛇行流路の出口部分の側断面であり、出口 3 3 1 は、流れている空気を流路部分 3 2 1 から出口 3 3 1 を通してタービンのホイール空間へと排出する。本図面からわかるように、出口が前縁の側部又は底部にあり、空気がタービンのホイール空間へと排出されるようになっており、入口が、ノズルセクションのインピンジメント冷却区画付近の領域の、前縁の側部にある。別の実施形態では、出口及び / 又は入口をそれぞれどこに配置してもよく、かかる実施形態は全て、本開示の範囲内にあるものとする。

10

## 【 0 0 1 7 】

図 4 ~ 図 9 は、ガスタービンのノズルセクションの前縁の冷却に使用する蛇行流路の別の実施例を示す。なお、ここで説明するこれら及びその他の実施形態において、かかる流路はいかなる形状、寸法、数量、配向、構成のものであってもよく、かかる実施形態は全て、本開示の範囲内にあるものとする。

## 【 0 0 1 8 】

図 4 は、流路が図 2 のものとはほぼ同じ形状であるが、流路の寸法が異なる実施形態を示す。なお、図 4 ~ 図 9 では、実施形態の説明を明瞭にするために、ガスタービンノズルセクションの内端壁の前縁部のみを示している。

20

## 【 0 0 1 9 】

図 4 では、前縁 4 0 0 が蛇行流路 4 3 0 及び 4 4 0 を有し、蛇行流路 4 3 0 及び 4 4 0 は各々、前縁 4 0 0 の最外部（即ち、前縁 4 0 0 付近のエアfoilから最も遠い部分）に沿って延びる蛇行流路の第 1 のパスと、この後に、関連するエアfoilにより近い位置に延びる蛇行流路の第 2 のパスとを有する。本実施形態では、流路の内径又は幅は可変である。例えば、流路 4 3 0 及び 4 4 0 の第 1 のパスの幅 4 3 3 及び 4 4 3 はそれぞれ、流路 4 3 0 及び 4 4 0 の第 2 のパスの幅 4 3 4 及び 4 4 4 よりも小さい。或いは、別の実施形態では、第 1 のパスの幅が流路の第 2 のパスの幅よりも大きくてもよい。どの流路が、いかなる幅、直径、寸法、及びそのバリエーションであっても、本開示の範囲内であるものとする。図 2 の流路と同様に、空気が流路 4 3 0 及び 4 4 0 の各々に入口 4 3 1 及び 4 4 1 からそれぞれ流入し（図 4 の気流を示す矢印。明瞭性のため（図 2 のような）入口パス及び出口パスの全容は示していない）、両方の流路を通った後、流路 4 3 0 及び 4 4 0 のそれぞれの出口 4 3 2 及び 4 4 2 を出ると、前縁 4 0 0 は流路 4 3 0 及び 4 4 0 により冷却される。なお、ここで開示する全ての実施形態について、出口及び入口を前縁のいかなる位置又はノズルセクションのいかなるその他の位置に設置してもよく、1 つの流路に複数の出口及び / 又は入口があっても、本開示の範囲内にあるものとする。

30

## 【 0 0 2 0 】

図 5 は、図 2 及び図 4 で示す実施形態とは異なり、それぞれが 2 つ以上のパスを有する蛇行流路 5 3 0 及び 5 4 0 を有する、非限定的且つ例示的な前縁 5 0 0 を示す。流路 5 3 0 及び 5 4 0 の第 1 のパス 5 3 5 及び 5 4 5 がそれぞれ、前縁 5 0 0 の最外部（即ち、前縁 5 0 0 付近のエアfoilから最も遠い部分）に沿って延び、その後、流路 5 3 0 及び 5 4 0 の第 2 のパス 5 3 6 及び 5 4 6 がそれぞれ、他の 2 つのパスの中間に配置されており、更に流路 5 3 0 及び 5 4 0 の第 3 のパス 5 3 7 及び 5 4 7 がそれぞれ、関連するエアfoilの最も近くに延びている。本実施形態において、流路の内径又は幅は、ここで開示するその他の実施形態全てと同様に可変である。パスの数が幾つであっても、いかなる構成のこうしたパスも、本開示の範囲内であるものとする。前縁 5 0 0 に構成される流路に対してより多数のパスを使用することにより、空気が流路 5 3 0 及び 5 4 0 のそれぞれに入口 5 3 1 及び 5 4 1 の各々に流入し（図 5 の気流を示す矢印）、流路を通過した後、流路 5 3 0 及び 5 4 0 の出口 5 3 2 及び 5 4 2 からそれぞれ出ると、前縁 5 0 0 を流路 5

40

50

30及び540により更に容易且つ十分に冷却できる。なお、ここで開示した全ての実施形態と同様に、出口及び入口を前縁のいかなる位置又はノズルセクションの他のいかなる位置に設置してもよく、1つの流路に対して複数の出口及びノズル入口があっても、本開示の範囲内であるものとする。

#### 【0021】

図6は、2つ以上の蛇行流路を有する非限定的且つ例示的な前縁600を示すが、流路の数が幾つであっても本開示の範囲内であるものとする。図示の実施形態において、3つの流路630、640、650が前縁600に各々構成され、各々が幾つのパス、いかなる内径、又は幅を有してもよい。パスの数が幾つであっても、流路630、640、650の各々についてこうしたパスの構成がいかなるものでも、本開示の範囲内であるものとする。前縁600により多数の流路を用いることにより、前縁600をより容易且つ十分に冷却できる(図6の流路を示す矢印)。

10

#### 【0022】

複数の流路ではなく、一実施形態では、単一の(任意で更に長尺の)流路を前縁に使用することがある。図7に、かかる実施形態を示す。前縁700は、幾つのパスを有してもよく、パスの各々がいかなる内径又は幅を有してもよい、単一の流路730を有する。流路730に対してパスの数が幾つであっても、かかるパスのいかなる構成も、本開示の範囲内であるものとする。単一の(任意で更に大型の)流路を前縁700に用いることにより、流路730で前縁700を十分に冷却できる(図7の気流を示す矢印)。

20

#### 【0023】

流路が互いに対して、及びノズル又はガスタービンのノズルセクションのその他のいかなる部分に対して、いかなる配向であっても、本開示の範囲内であるものとする。例えば、図8に示すように、前縁800の流路830及び840の各々を鏡像の向きに配向してもよい。別の例では、図9に示すように、前縁900の流路930及び940の各々を、流路の長い方のパスが、例えば図4、図7、図8のように前縁のフロント部に対して実質的に平行ではなく、実質的にフロント部(即ち、関連するエアフォイルから遠い部分)に対して垂直になるように構成する。

#### 【0024】

ここで記載するシステム及び方法の技術的効果は、インピンジメント冷却空気の使用による、ガスタービンノズルの前縁部分の冷却改善である。当業者には明らかなように、開示のプロセス及びシステムの使用により、主要なガスタービン部品における温度低下又は必要な冷却流の削減が可能になるので、当該部品の性能が向上し、寿命が延びる。開示の実施形態の製造においては、鑄造後の作業の一部が不要になるので、コスト削減に繋がる。当業者であれば、開示の端壁冷却システム及び方法をその他の冷却システム及び技術と組み合わせて、更に優れた温度低下又は冷却流削減を行ってもよいことが理解できよう。かかる実施形態は全て、本開示の範囲内であるものとする。

30

#### 【0025】

本明細書では、最良の態様を含む例を用いて本明細書に含まれる主題を開示し、更に、あらゆる装置又はシステムの作製及び使用、並びにあらゆる付随の方法の実施を含め、当業者が本明細書に含まれる主題を実施できるように本発明を開示している。本発明の特許請求の範囲は、請求項によって定義されるが、当業者に想到可能なその他の例もこれに含まれる。かかるその他の例は、請求項の文言と相違ない構成要素を有する場合、又は請求項の文言と実質的に相違ない等価の構成要素を有する場合、特許請求の範囲内であることを意図している。

40

#### 【符号の説明】

#### 【0026】

- 100 ガスタービンセクション
- 110 ノズル
- 112 エアフォイル
- 113 外端壁

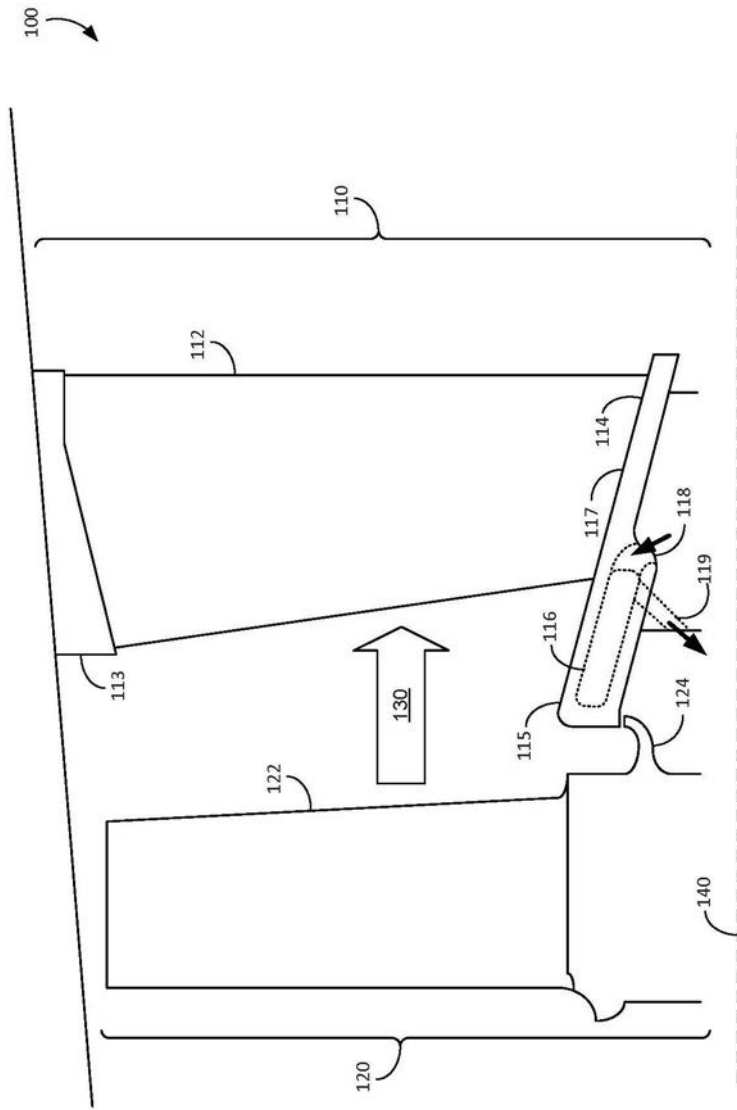
50



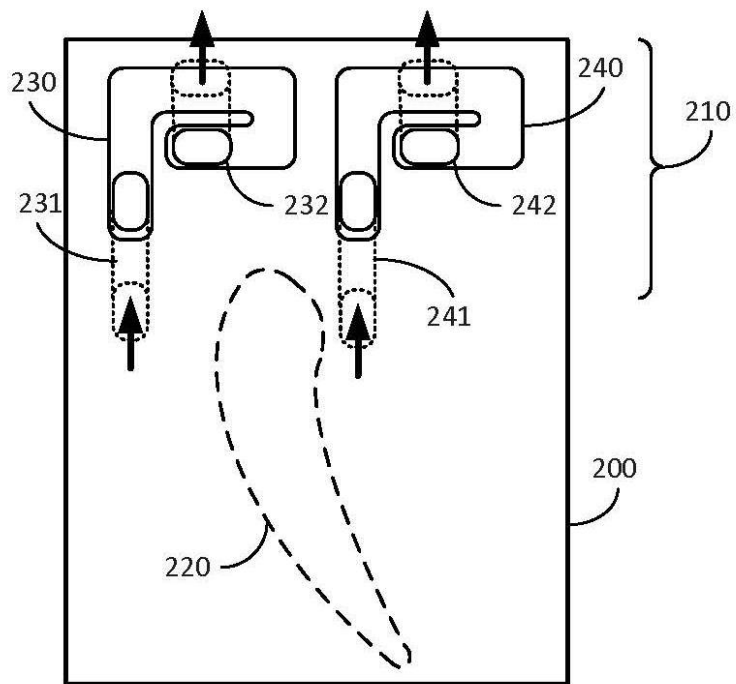
1 1 4	内 端 壁	
1 1 5	前 縁	
1 1 6	流 路	
1 1 7	端 壁 部 分	
1 1 8	流 路 入 口	
1 1 9	流 路 出 口	
1 2 0	タービンブレード	
1 2 2	エアfoil	
1 2 4	タービンブレード部分	
1 4 0	軸	10
2 0 0	ノズルセクション	
2 1 0	前 縁	
2 3 0	流 路	
2 3 1	流 路 入 口	
2 3 2	流 路 出 口	
2 4 0	流 路	
2 4 1	流 路 入 口	
2 4 2	流 路 出 口	
3 1 0	前縁断面	
3 1 1	流 路 入 口	20
3 1 2	流 路 部 分	
3 2 0	前縁断面	
3 2 1	流 路 部 分	
3 3 0	前縁断面	
3 3 1	流 路 出 口	
4 0 0	前 縁	
4 3 0	流 路	
4 3 2	流 路 出 口	
4 3 3	流 路 幅	
4 3 4	流 路 幅	30
4 4 0	流 路	
4 4 2	流 路 出 口	
4 4 3	流 路 幅	
4 4 4	流 路 幅	
5 0 0	前 縁	
5 3 0	流 路	
5 3 1	流 路 入 口	
5 3 2	流 路 出 口	
5 3 5	流 路 パス	
5 3 6	流 路 パス	40
5 3 7	流 路 パス	
5 4 0	流 路	
5 4 1	流 路 入 口	
5 4 2	流 路 出 口	
5 4 5	流 路 パス	
5 4 6	流 路 パス	
5 4 7	流 路 パス	
6 0 0	前 縁	
6 3 0	流 路	
6 4 0	流 路	50

6 5 0	流 路
7 0 0	前 縁
7 3 0	流 路
8 0 0	前 縁
8 3 0	流 路
8 4 0	流 路
9 0 0	前 縁
9 3 0	流 路
9 4 0	流 路

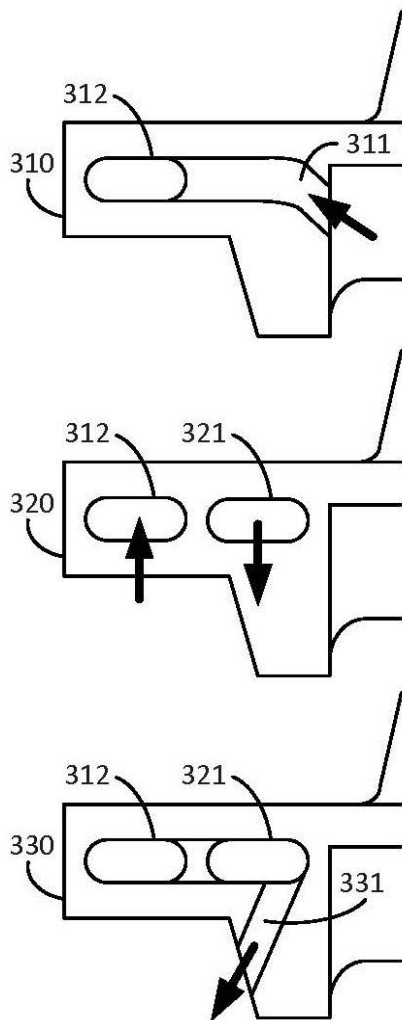
【図 1】

**Figure 1**

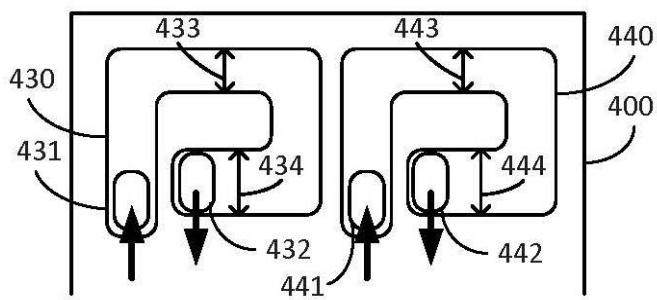
【 図 2 】

**Figure 2**

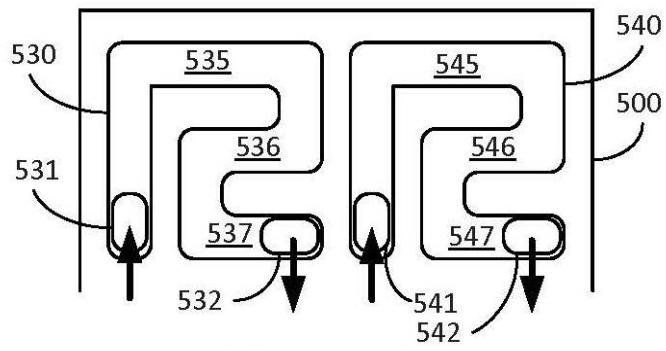
【 図 3 】

**Figure 3**

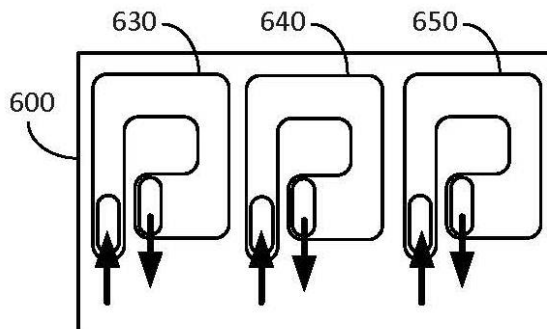
【 図 4 】

**Figure 4**

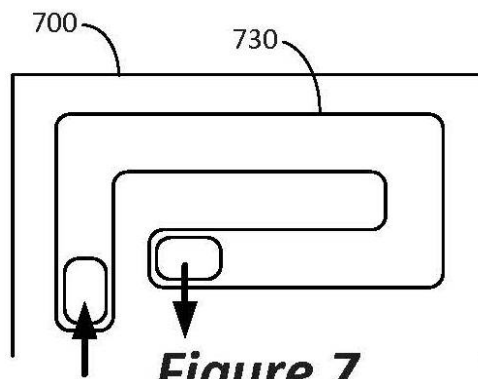
【 図 5 】

**Figure 5**

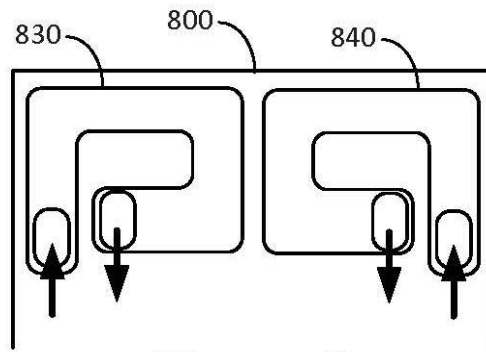
【 図 6 】

**Figure 6**

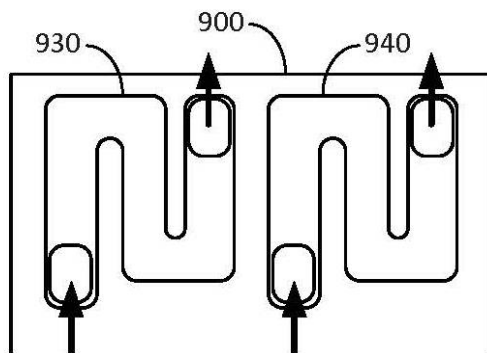
【 図 7 】

**Figure 7**

【 図 8 】

**Figure 8**

【 図 9 】

**Figure 9**

---

フロントページの続き

(72)発明者 ダニエル・ジャクソン・ディラード

アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、  
300番

(72)発明者 クリストファー・ドナルド・ポーター

アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、  
300番

Fターム(参考) 3G202 GA05 GB01 JJ09 JJ14 JJ18 JJ19 JJ21