

(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2011-69359
(P2011-69359A)

(43) 公開日 平成23年4月7日(2011. 4. 7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1D 9/02 (2006.01)	FO1D 9/02 102	3G002
FO2C 7/18 (2006.01)	FO2C 7/18 A	3G202

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 (22) 出願日 (31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国 (31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国	特願2010-208729 (P2010-208729) 平成22年9月17日 (2010. 9. 17) 61/245, 649 平成21年9月24日 (2009. 9. 24) 米国 (US) 12/618, 241 平成21年11月13日 (2009. 11. 13) 米国 (US)	(71) 出願人 390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ GENERAL ELECTRIC CO MPANY 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 (74) 代理人 100137545 弁理士 荒川 聡志 (74) 代理人 100105588 弁理士 小倉 博 (74) 代理人 100129779 弁理士 黒川 俊久
最終頁に続く		

(54) 【発明の名称】 ファーストバックタービュレータ構造及びこれを組み込んだタービンノズル

(57) 【要約】

【課題】 高速流のよどみを阻止するファーストバックタービュレータを提供すること。

【解決手段】 熱伝達装置は、所定の流れ方向で流体流に露出される壁（66）を定める部材（18）と、壁上に配置される複数のタービュレータ（100）とを含む。各タービュレータ（100）は、流れ方向にほぼ面する直立前面（102）と、前面（102）から壁（66）に先細になったランプ状形状を定める背面（104）とを含む。

【選択図】 図 7

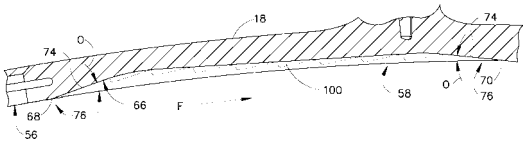


FIG. 7

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定の流れ方向で流体流に露出される壁(66)を定める部材(18)と、
前記壁(66)から延びる複数のタービュレータ(100)と、
を備え、前記各タービュレータ(100)が、前記流れ方向にほぼ面する直立前面(102)と、前記前面(102)から前記壁(66)に先細になったランプ形状を定める背面(104)とを有する、
熱伝達装置。

【請求項 2】

前記タービュレータ(100)が、前記壁(66)の上方のタービュレータ(100)のピーク高さの約8から10倍の距離だけ流れ方向で互いに離間している、
請求項1に記載の装置。

10

【請求項 3】

前記背面(104)の各々が、前記壁(66)と約20°又はそれ未満の角度を形成する、
請求項1に記載の装置。

【請求項 4】

前記背面(104)の各々が、前記壁(66)と約7°の角度を形成する、
請求項1に記載の装置。

【請求項 5】

前記各タービュレータ(100)が、前記壁(66)の上方に約0.18mm(0.007インチ)から約0.64mm(0.025インチ)のピーク高さを有する、
請求項1に記載の装置。

20

【請求項 6】

前記各タービュレータ(100)が、前記壁(66)の上方に約0.25mm(0.010インチ)のピーク高さを有する、
請求項1に記載の装置。

【請求項 7】

前記各タービュレータ(100)の背面(104)が、下流側タービュレータ(100)の前面(102)の根元まで延びる、
請求項1に記載の装置。

30

【請求項 8】

前記部材が、少なくとも1つの中空の翼形部形タービンペーンを含むタービンノズルの弓形の第1のバンド(18)であり、前記第1のバンド(18)が、前記タービンペーンに隣接する流路面と、対向する背面(104)とを含み、前記背面(104)は、前記タービュレータ(100)が延びる壁を定める底壁(66)により部分的に定められる開放ポケットを含む、
請求項1に記載の装置。

【請求項 9】

前記底壁(66)が、前記底壁(66)と前記背面(104)との間に延びる対向する前方及び後方壁により境界付けられる、
請求項8に記載の装置。

40

【請求項 10】

前記前方及び後方壁が、ほぼ平面で且つ互いに平行である、
請求項8に記載の装置。

【請求項 11】

前記第1のバンド(18)から前記タービンペーンの対向する端部に配置される弓状の第2のバンドを更に備える、
請求項8に記載の装置。

【請求項 12】

50

前記第 1 及び第 2 のバンド間に複数の中空の翼形部形タービンペーンが配置される、請求項 1 1 に記載の装置。

【請求項 1 3】

前記底壁 (6 6) が、末端部分間に配置される中央部分を含み、前記末端部分の各々が、前記背面 (1 0 4) と前記底壁 (6 6) の中央部分との間にランプ部を形成する、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 1 4】

前記末端部分の各々が、前記背面 (1 0 4) と約 2 0 ° 又はそれ未満の角度を形成する、請求項 8 に記載の装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本出願は、2 0 0 9 年 9 月 2 4 日に出願された暫定特許出願 6 1 / 2 4 5 , 6 4 9 の利益を主張する。本発明は、全体的に、ガスタービンエンジンにおける熱伝達に関し、より詳細には、このようなエンジンの構造物を冷却するための装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

ガスタービンエンジンは、高圧圧縮機、燃焼器、及び高圧タービン (「 H P T 」) を直列流れの関係で有するターボ機械コアを含む。コアは、一次ガス流を生成するよう既知の方法で動作可能である。高圧タービンは、燃焼器から回転ブレード又はバケットに流出するガスを配向する固定ペーン又はノズルの環状アレイ (「 列 」) を含む。全体として、ノズルの 1 つの列及びブレードの 1 つの列が 1 つの「段」を構成する。通常、2 つ又はそれ以上の段が直列流れの関係で使用される。燃焼器及び H P T 構成部品は、極めて高温の環境で動作し、十分な耐用年数を確保するために空気流により冷却する必要がある。

20

【0 0 0 3】

空気流の冷却は、例えば高圧圧縮機などのエンジンの上流側部分から取り出された比較的低温の「ブリード」空気を利用して、当該ブリード空気を高温の下流側構成部品に送給することによって行われる。ブリード空気は、例えば、内部対流冷却又はフィルム冷却を通じて、多くの方法で加えることができる。対流冷却において用いられる場合、ブリード空気は、蛇行通路又は他の構造物を通して送られることが多く、冷却空気が通過したときに圧力損失が発生する。ブリード空気がエンジンサイクルに対する損失を示し、効率を低下させるので、熱伝達速度を最大にして、これによりできる限り最小量の冷却流を使用することが望ましい。この理由から、乱流プロモータすなわち「タービュレータ」などの熱伝達改善構造物が冷却表面上に形成されることが多い。

30

【0 0 0 4】

タービュレータは、正方形、矩形、又は他の対称的断面を有する細長いストリップ又はリブであり、流れ方向に対してほぼ横方向に整列される。タービュレータは、構成部品表面にて境界層を「トリップ」し、熱伝達を増大させる乱流を生成するよう機能する。これにより冷却効果が向上する。従来 of タービュレータを使用することに関する 1 つの問題は、各タービュレータの下流側に流れのよどみゾーンが存在することである。このゾーンは、冷却空気中に必然的に同伴される塵埃をタービュレータの後方に堆積し蓄積させる。この蓄積は、熱伝達を低下させ、更に望ましくない摩耗を引き起こす可能性がある断熱層である。

40

【0 0 0 5】

効果的な冷却を必要とする特定のガスタービンエンジン構造の 1 つの実施例は、H P T ノズルである。H P T ノズルは、ノズルを通る一次流路を定める環状の内側及び外側バンド間に延びる翼形部形ペーンのアレイとして構成されることが多い。一部の従来技術の H P T ノズルは、後方内側バンド上に設計意図を上回る温度を生じることがある。これは、エンジンの低サイクル数の時の酸化に起因して、後方内側バンドの損失を招いた。この材

50

料損失は、一連の望ましくない事象を誘起する可能性があり、深刻なエンジン故障につながる。例えば、多段HPTでは、第1段ノズル内側バンドの後方部分の損失は、第1段ノズルと、隣接する第1段ブレードの前方回転シール部材すなわち「エンジェルウィング」との間で高温ガスの吸込みを生じる場合がある。次いで、吸い込んだ一次流は、第1段ロータディスクの前方冷却プレートを加熱して、これに亀裂を生じさせる可能性がある。冷却プレートに亀裂が生じると、高温の空気が第1段ロータディスクを加熱し、ディスクボストに損傷を与え、第1段タービンブレードの放出につながる可能性がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

10

従来技術のこれら及び他の欠点は、高速流のよどみを阻止する「ファーストバック」タービュレータを提供する本発明により対処される。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の1つの態様によれば、熱伝達装置は、(a)所定の流れ方向で流体流に露出される壁を定める部材と、(b)壁上に配置される複数のタービュレータと、を含み、各タービュレータが、(i)流れ方向にほぼ面する直立前面と、(ii)前面から壁に先細になったランプ形状形状を定める背面とを有する。

【0008】

20

本発明の別の態様によれば、タービンノズルは、(a)中空の翼形部形タービンペーンと、(b)タービンペーンの第1の端部に配置され、タービンペーンに隣接する流路面と対向する背面とを有する弓状の第1のバンドと、を備え(c)裏面が、該裏面から凹状にされた底壁により部分的に定められる少なくとも1つの開放ピケットを含み、底面の対向する端部が裏面と併合され、ここでピケットが所定の流れ方向で流体流に露出され、タービンノズルが更に、(d)底壁上に配置される複数のタービュレータを備え、各タービュレータが、(i)流れ方向にほぼ面する直立前面と、(ii)前面からポケットの底面に先細になったランプ形状形状を定める背面と、を有する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

30

【図1】本発明の1つの態様に従って構成された、ガスタービンエンジンの高圧タービンセクションの断面図。

【図2】タービンノズルセグメントの斜視図。

【図3】タービンノズルセグメントの別の斜視図。

【図4】図2のタービンノズルセグメントの底面図。

【図5】図2のタービンノズルセグメントの横断面図。

【図6】図2のタービンノズルセグメントの断面図。

【図7】複数のタービュレータが付加された、図2のタービンノズルセグメントの内側バンドの一部の横断面図。

【図8】図7の一部の拡大図。

【発明を実施するための形態】

40

【0010】

本発明は、添付図面の図と共に以下の説明を参照することによってより理解することができる。

【0011】

複数の図を通して同じ参照符号が同じ要素を示す図面を参照すると、図1は、公知のタイプのガスタービンエンジン部分である高圧タービン10の一部を示している。高圧タービン10の機能は、上流側燃焼器(図示せず)からの高温の加圧燃焼ガスからエネルギーを取り出し、このエネルギーを公知の方法で機械的仕事に変換することである。高圧タービン10は、シャフトを通じて上流側圧縮機(図示せず)を駆動し、加圧空気を燃焼器に供給するようにする。

50

【 0 0 1 2 】

例示の実施例では、エンジンはターボファンエンジンであり、低圧タービン（図示せず）は、ガス発生器タービン 10 の下流側に位置付けられ、ファンを駆動するシャフトに結合される。しかしながら、本明細書で記載される原理は、ターボプロップ及びターボジェットエンジン、並びに他の移動体又は定置用途で使用するタービンエンジンにも等しく適用可能である。

【 0 0 1 3 】

高圧タービン 10 は、複数の円周方向に間隔を置いて配置され、翼形部形で中空の第 1 段ベーン 14 を備えた第 1 段ノズル 12 を含み、該ベーンは、弓形のセグメント化された第 1 段外側バンド 16 と、弓形のセグメント化された第 1 段内側バンド 18 との間に支持される。第 1 段ベーン 14、第 1 段外側バンド 16、及び第 1 段内側バンド 18 は、複数の円周方向に隣接したノズルセグメントに配列されて、全体として完全な 360° 組立体を形成する。第 1 段外側及び内側バンド 16 及び 18 は、第 1 段ノズル 12 を通って流れる高温ガストリームに対する外側及び内側半径方向流路境界をそれぞれ定める。第 1 段ベーン 14 は、燃焼ガスを第 1 段ロータ 20 に最適に配向するよう構成される。

【 0 0 1 4 】

第 1 段ロータ 20 は、エンジン回転軸線の周りを回転する第 1 段ディスク 24 から外向きに延びる翼形部形第 1 段タービンブレード 22 のアレイを含む。セグメント化された弓形の第 1 段シュラウド 26 は、第 1 段タービンブレード 22 を近接して囲み、これにより第 1 段ロータ 20 を通って流れる高温ガストリームの外側半径方向流路境界を定めるよう配列される。

【 0 0 1 5 】

第 2 段ノズル 28 は、第 1 段ロータ 20 の下流側に位置付けられ、複数の円周方向に間隔を置いて配置され、翼形部形で中空の第 2 段ベーン 30 を備え、該ベーンは、弓形のセグメント化された第 2 段外側バンド 32 と、弓形のセグメント化された第 2 段内側バンド 34 との間に支持される。第 2 段ベーン 30、第 2 段外側バンド 32、及び第 2 段内側バンド 34 は、複数の円周方向に隣接したノズルセグメントに配列されて、全体として完全な 360° 組立体を形成する。第 2 段外側及び内側バンド 32 及び 34 は、第 2 段ノズル 28 を通って流れる高温ガストリームに対する外側及び内側半径方向流路境界をそれぞれ定める。第 2 段ベーン 30 は、燃焼ガスを第 2 段ロータ 38 に最適に配向するよう構成される。

【 0 0 1 6 】

第 2 段ロータ 38 は、エンジン回転軸線の周りを回転する第 2 段ディスク 42 から外向きに延びる翼形部形第 2 段タービンブレード 40 の半径方向アレイを含む。セグメント化された弓形の第 2 段シュラウド 44 は、第 2 段タービンブレード 40 を近接して囲み、これにより第 2 段ロータ 38 を通って流れる高温ガストリームの外側半径方向流路境界を定めるよう配列される。

【 0 0 1 7 】

図 2 及び 3 は、第 1 段ノズル 12 を構成する複数のノズルセグメント 46 の 1 つを示している。ノズルセグメント 46 は、2 つの個別の「シングレット」鋳造物 48 を含み、並んで配列され、例えば、ろう付けによって互いに接合されて一体構成部品を形成する。各シングレット 48 は、ニッケル基又はコバルト基の「超合金」などの好適な高温特性を有する公知の材料から鋳造され、外側バンド 16 のセグメント、内側バンド 18 のセグメント、及び中空の第 1 段ベーン 14 を含む。本明細書で記載される概念は、「ダブレット」鋳造物並びに複数ベーン鋳造物及び連続タービンノズルリングから作られるタービンノズルにも等しく適用可能である。

【 0 0 1 8 】

内側バンド 18 は、流路面 54 と、対向する背面 56 とを有する。1 つ又はそれ以上の開放ポケット 58 が背面 56 内に形成される。ポケット 58 は、鋳造物に組み込むことにより、又は機械加工により、或いはこれらの技法の組み合わせによって形成することがで

10

20

30

40

50

きる。

【 0 0 1 9 】

図 4 から 6 は、ポケット 5 8 をより詳細に示している。各ポケット 5 8 は、開放周縁部 6 0 を有する。ポケットの形状は、前方壁 6 2、後方壁 6 4、及び底壁 6 6 によって境界付けられ、全体的に定められる。前方及び後方壁 6 2 及び 6 4 は、互いに平行なほぼ平面であり、半径方向に整列している。これらの形状は、本発明の動作にとって重要ではない。

【 0 0 2 0 】

底壁 6 6 は、第 1 及び第 2 の端部 6 8 及び 7 0 間をほぼ円周方向に延びる。底壁 6 6 は、背面 5 6 及び 2 つの末端部分 7 4 から凹状にされた中央部分 7 2 を含む。末端部分 7 4 は、中央部分 7 2 と背面 5 6 との間にランプ部を形成する。中央部分 7 2 は、円弧の一部、又は別の好適な湾曲輪郭を定めることができる。

10

【 0 0 2 1 】

底壁 6 6 が背面 5 6 から半径方向にオフセットした距離は、ポケット 5 8 の「深さ」と呼ばれ、「D」で表記される。「D」の特定の値は、ポケット 5 8 の各位置で変化し、一般に、ポケット 5 8 の円周方向中央付近で最も大きくなり、端部 6 8 及び 7 0 においてゼロにまで先細になる。重量軽減の目的で、深さ「D」をできる限り大きくするのが望ましい。達成可能な最大深さは、「T」で示される（図 5 を参照）、内側バンド 1 8 及びベーン 1 4 の最小許容可能な材料厚みにより制限される。例証として、最小厚みは、約 1 . 0 mm (0 . 0 4 0 インチ) とすることができる。

20

【 0 0 2 2 】

図 7 は、ポケット 5 8 の輪郭を断面で示している。末端部分 7 4 の各々は、内側バンド 1 8 の背面 5 6 に対して非垂直且つ非平行な角度で配置される。角度は、特定の用途に適合するように変わることになるが、解析により、約 2 0 ° 又はそれ未満のランプ角度が再循環を最小化又は排除すると示唆される。何れの場合においても、底壁 6 6 は、内部コーナーを構成するどのような鋭利な移行部又は小半径湾曲部も実質的に存在しない。末端部分 7 4 と背面 5 6 との交点には円滑な移行領域を設けることができる。例えば、背面 5 6 に対して約 2 ° から約 3 ° の角度で配置され、末端部分 7 4 まで円滑な丸みが設けられた導入セクション 7 6、又は簡単な凸面状の丸み形状を用いることができる。

30

【 0 0 2 3 】

図 7 に示すように、ポケット 5 8 は、任意選択的に、一般に「タービュレータ」1 0 0 と呼ばれる複数の乱流プロモータを備えることができる。タービュレータ 1 0 0 は、ポケット 5 8 にわたって延びる隆起リブである。これらは、矢印「F」で示される、ポケット 5 8 にわたり流れ方向に対しほぼ横方向に整列されるが、必要であれば、空気流に対して異なる角度の向きにすることができる。タービュレータ 1 0 0 は、構成部品表面（すなわち、底壁 6 6）にて境界層を「トリップ」し、空気がこれらを通過するときに熱伝達を増大させる乱流を生成するよう機能する。これにより冷却効果が向上する。

【 0 0 2 4 】

上述の先行技術のタービュレータとは異なり、タービュレータ 1 0 0 は、流れのよどみ及び塵埃蓄積を避けるような形状にされる。詳細には、図 8 を参照すると、各タービュレータ 1 0 0 は、冷却流の方向にほぼ面した直立前面 1 0 2 と、前面 1 0 2 からポケット 5 8 の底壁 6 6 に先細にされたランプ形状（又は傾斜面形状）を定める背面 1 0 4 とを有する。この一般的な形状は、本明細書では「ファーストバック」形状と呼ばれる。丸みのある又は融合された形状は、前面 1 0 2 と背面 1 0 4 との間の接合部で形成することができる。

40

【 0 0 2 5 】

底壁 6 6 の上方のタービュレータ 1 0 0 のピーク高さ「H」は、従来技術の実施に従って選択され、各タービュレータ 1 0 0 が乱流生成に有効であるように十分に大きく、すなわち、タービュレータ 1 0 0 は、鑄造構成部品表面における表面欠陥よりも有意に高いが、一般に有意な流れ閉塞を形成するほど大きくはない。例えば、高さ「H」は、約 0 . 1

50

8 mm (0.007 インチ) から約 0.64 mm (0.025 インチ) とすることができる。約 0.25 mm (0.010 インチ) の高さは、図示の特定の実施例において好ましい値であると考えられる。

【0026】

タービュレータ 100 は、冷却空気流の方向で互いに距離「S」だけ間隔を置いて配置され、該「S」は、特定の用途に適合するように選択される。一般的な経験則として、距離 S は、高さ H の約 8 から 10 倍とすることができる。

【0027】

図示のように、背面 104 は、その表面の大部分にわたって実質的に平面であり、タービュレータ 100 に夾角 θ を与えるように傾斜している。角度 θ は、各タービュレータ 100 が適切な全長（すなわち、冷却空気流の方向）を有するように十分に大きい、作動中によどみゾーンが存在するほど大きくないように選択される。例証として、角度 θ は約 20°。又はそれ未満とすることができる。約 7° の角度 θ が再循環を阻止するのに好ましい値であると考えられる。各タービュレータ 100 の背面 104 は、下流側タービュレータの前面 102 の根元まで延びることができ、或いは、各タービュレータ 100 間に底壁 66 の露出部分を残して、より短い距離で終端することができる。

【0028】

タービュレータ 100 は、平面形状を有する必要はなく、例えば、背面は、凸面状に湾曲した翼形部形状の形状（図示せず）とし、タービュレータ 100 全体にわたる流れのコアアンダ効果を最小限にし、更に流れ剥離を阻止するようにすることができる。

【0029】

作動時には、比較的低温の空気のかんりのパージ流が、内側バンド 18 の背面 56 と接触して二次空気流路内で生じる。その速度は、主に接線方向（すなわち、図 1 のページの内外、及び図 7 の矢印「F」の方向）である。タービュレータ 100 は、空気が通過するときに熱伝達を増大させる乱流を生成する。タービュレータのファーストバック形状は、よどみ、境界層分離、及びタービュレータ 100 間の塵埃蓄積を阻止する。

【0030】

上述の「ファーストバック」タービュレータ構造は、タービンノズルだけでなく、熱伝達強化を必要とするあらゆる構造体、詳細には、従来技術のタービュレータを使用することができるあらゆる構造体において使用可能である。このような構造体の非限定的な実施例は、ガスタービンエンジン燃焼器ライナ、固定（すなわちフレーム）構造体、タービンシュラウド及びハンガー、タービンディスク及びシール、並びにノズル及びブレードなどの固定又は回転エンジン翼形部の内部が挙げられる。従って、上述の構成部品は、単に、タービュレータが配置され、流体流に曝される壁を有する熱伝達構造体の代表的な 1 つの実施例とみなすべきである。ファーストバックタービュレータは、構成部品の鋳造物に組み込むことができ、又は既存の表面に機械加工することができ、或いは、表面に取り付けられる別個の構造体として設けることができる。これらは、高速流の領域、及びスワール流が支配的な場所において特に有効と考えられる。

【0031】

以上、ファーストバックタービュレータ及びタービンノズルバンドのポケット幾何形状について説明した。本発明の特定の実施形態を説明してきたが、本発明の技術的思想及び範囲から逸脱することなく種々の修正形態を実施できることは、当業者であれば理解されるであろう。従って、本発明の好ましい実施形態及び本発明を実施する最良の形態に関する上記の説明は、限定ではなく例示の目的で提供されたものである。

【符号の説明】

【0032】

- 18 内側バンド
- 56 背面
- 58 ポケット
- 66 底壁

10

20

30

40

50

7 4 末端部分
 1 0 0 タービュレータ
 1 0 2 直立前面
 1 0 4 背面

【図 1】

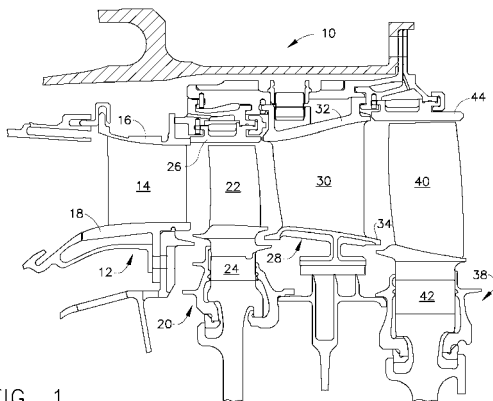


FIG. 1

【図 3】

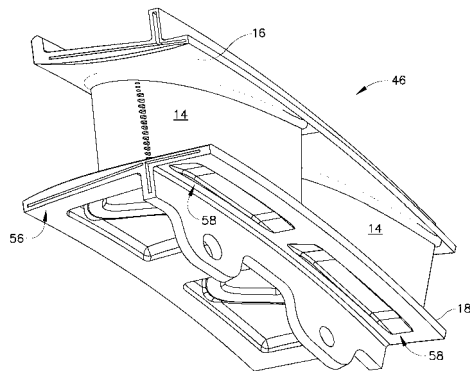


FIG. 3

【図 2】

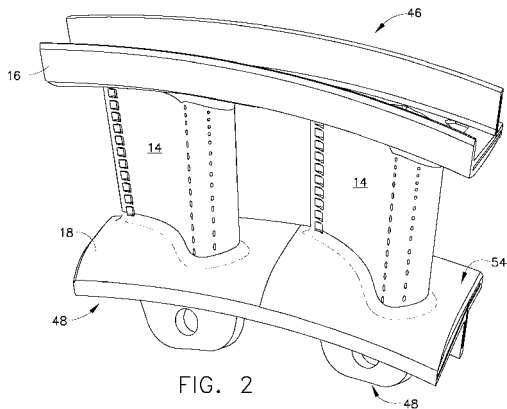


FIG. 2

【 図 4 】

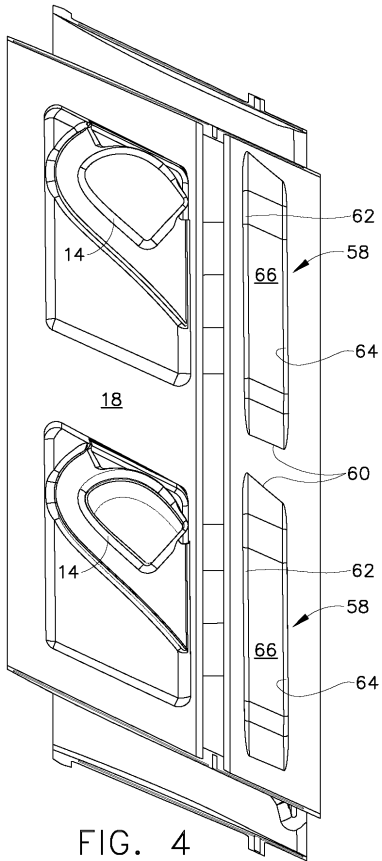


FIG. 4

【 図 5 】

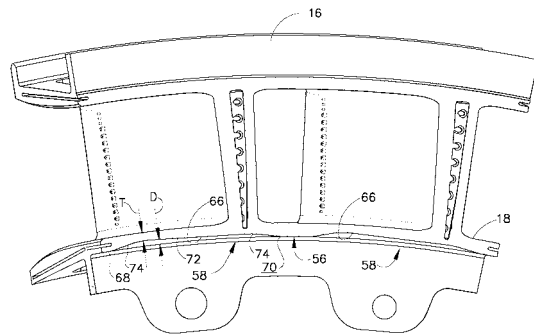


FIG. 5

【 図 6 】

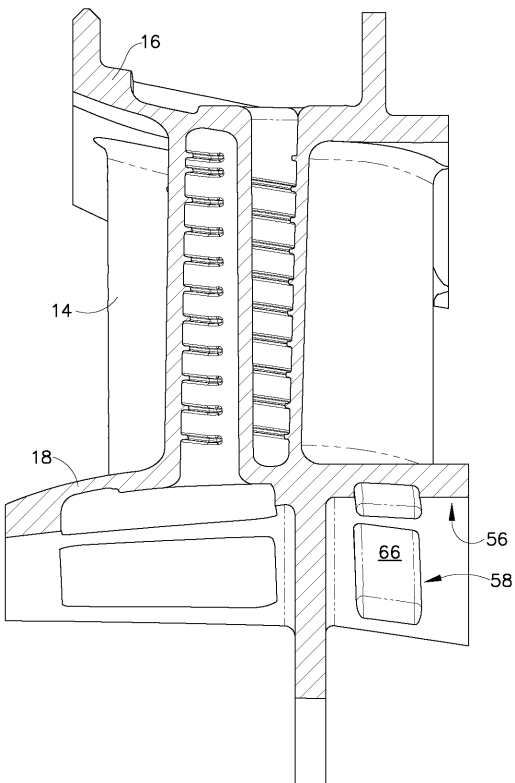


FIG. 6

【 図 7 】

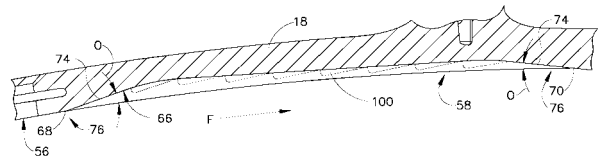


FIG. 7

【 図 8 】

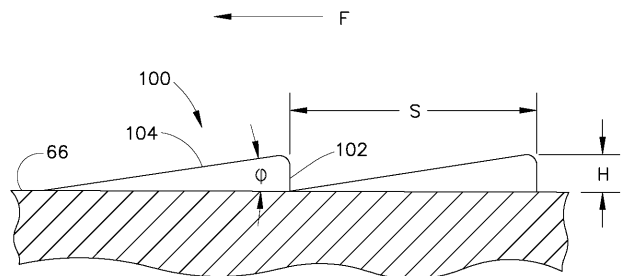


FIG. 8

フロントページの続き

- (72)発明者 ロバート・デビッド・ブリッグス
アメリカ合衆国、オハイオ州、イーヴンデイル、エムディ・ジー 3 2 6、ニューマン・ウェイ、1
番、
- (72)発明者 ショーン・マイケル・ピアソン
アメリカ合衆国、オハイオ州、イーヴンデイル、エムディ・ピー 3 0、ニューマン・ウェイ、1 番
- (72)発明者 ジョン・クレイトン・シリリング
アメリカ合衆国、オハイオ州、イーヴンデイル、エムディ・ピー 3 0、ニューマン・ウェイ、1 番
- F ターム(参考) 3G002 GA08 GB01
3G202 GA08 GB01