

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6496499号
(P6496499)

(45) 発行日 平成31年4月3日 (2019.4.3)

(24) 登録日 平成31年3月15日 (2019.3.15)

(51) Int.Cl.	F I	
FO 1 D 5/18 (2006.01)	FO 1 D 5/18	
FO 1 D 5/28 (2006.01)	FO 1 D 5/28	
FO 1 D 9/02 (2006.01)	FO 1 D 9/02	1 O 2
FO 1 D 25/00 (2006.01)	FO 1 D 25/00	L
FO 1 D 25/12 (2006.01)	FO 1 D 25/00	X
請求項の数 9 (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2014-138207 (P2014-138207)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成26年7月4日 (2014.7.4)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2015-17609 (P2015-17609A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公開日	平成27年1月29日 (2015.1.29)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成29年6月21日 (2017.6.21)		番
(31) 優先権主張番号	13/940, 806	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成25年7月12日 (2013.7.12)		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】 タービンコンポーネントおよびそれを組立てる方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タービンコンポーネントであって、

第 1 の表面および第 2 の表面を備えるエーロfoilと、
前記第 2 の表面に結合され、第 1 の部分、第 2 の部分、および前記第 1 の部分と前記第 2 の部分との間で画定されるトレンチを備える遮熱コーティングと、
前記第 1 の表面および前記トレンチに流体連通状態で結合されるチャネルであって、第 1 の側壁および前記第 1 の側壁に対向する第 2 の側壁を備え、前記第 1 および第 2 の側壁は、ある角度で前記第 1 表面から前記トレンチに向かって延在する、チャネルと、
前記第 2 の表面に結合され、前記第 1 の部分に結合される第 1 の端部および前記トレン

10

【請求項 2】

前記第 1 の部分は真直ぐの端部を備え、前記第 2 の部分は角度のある端部を備える請求項 1 記載のタービンコンポーネント。

【請求項 3】

前記第 1 の部分は真直ぐの端部を備え、前記第 2 の部分は、前記第 2 の側壁に実質的に整列される角度のある端部を備える請求項 1 または 2 に記載のタービンコンポーネント。

【請求項 4】

前記第 1 の端部は真直ぐの表面を備え、前記第 2 の端部は角度のある表面を備える請求項

20

1乃至3のいずれかに記載のタービンコンポーネント。

【請求項5】

前記第2の端部は、前記第1の側壁に実質的に整列される角度のある表面を備える請求項1乃至4のいずれかに記載のタービンコンポーネント。

【請求項6】

前記カバーは、前記第1の端部から前記第2の端部まで実質的に均一な厚さを備える請求項1乃至5のいずれかに記載のタービンコンポーネント。

【請求項7】

前記カバーは、前記第1の端部から前記第2の端部まで不均一な厚さを備える請求項1乃至5のいずれかに記載のタービンコンポーネント。

10

【請求項8】

前記カバーは予備焼結プリフォームを備える請求項1乃至7のいずれかに記載のタービンコンポーネント。

【請求項9】

前記第2の表面および前記カバーに結合されるろう付け締結具をさらに備える請求項1乃至8のいずれかに記載のタービンコンポーネント。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本明細書で述べる実施形態は、一般に、タービンコンポーネントに関し、より詳細には、タービンコンポーネントに沿う媒体流を容易にするためにタービンコンポーネントにカバーを結合するための方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンでは、高温ガスが環状高温ガス経路に沿って流れる。通常、タービン段は、高温ガスがタービン段のバケットおよびノズルを通して流れるように高温ガス経路に沿って配設される。タービンバケットは、複数のタービンホイールに固定されることができ、各タービンホイールは、タービンホイールと共に回転するためにロータシャフトに搭載される。

30

【0003】

従来より、タービンバケットは、実質的に平坦なプラットフォームから半径方向に外側に延在するエロフォイルを含むことができる。中空シャंक部分は、平坦プラットフォームから半径方向に内側に延在し、バケットをタービンホイールに固定するためにダブテールまたは他の手段を含むことができる。一般に、ガスタービンの運転中に、高温ガスは、全体的に、エロフォイルを覆いかつその周りに方向付けられる。高温からエロフォイルを保護するために、エロフォイルは、空気などの冷却媒体を、エロフォイルを通して供給するように構成されるエロフォイル冷却回路を含むことができる。冷却回路は、エロフォイルの圧力側と吸引側との温度差を減少させることができる。さらに、エロフォイルの外部壁は、遮熱コーティングでコーティングされて、酸化/腐食保護および/または熱保護を提供することができる。これらのコーティングは、エロフォイルの圧力側表面および/または吸引側表面に空気を供給するために冷却スキームまたは配置構成と連携して使用されることができる。

40

【0004】

冷却回路は、エロフォイルを通して画定される一連の膜穴および/またはチャネルを使用することができる。より具体的には、通常、膜穴は、通常ある角度でエロフォイル表面を通してまたエロフォイル冷却回路内に穿孔されて、冷却回路を通して流れる冷却媒体が、エロフォイル表面に供給されることを可能にする。しかし、丸い穴などの一部の膜穴は、エロフォイル表面の最善でない冷却をもたらす場合がある。

【0005】

50

冷却効率を改善するために、一部のエーロfoilは、高度形状の膜穴（たとえば、ディフューザ、シェブロン状穴）または膜穴用の他の複雑形状出口を含むことができる。しかし、これらの高度形状の穴は、製造するのが難しく、また、タービンバケットを生産する全体コストを著しく増加させる場合がある。さらに、一部のエーロfoilは、エーロfoilの外側表面上に配置され、膜穴と流体連通状態のディフューザを含むことができる。しかし、表面ディフューザは、製造し、補修し、かつ／または置換するのが難しい可能性がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

10

【特許文献1】米国特許出願公開第2013/0045106号公報

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0007】

一態様では、タービンコンポーネントが提供される。タービンコンポーネントは、第1の表面および第2の表面を備えるエーロfoilを含む。遮熱コーティングは、第2の表面に結合され、遮熱コーティングは、第1の部分、第2の部分、および第1の部分と第2の部分との間で画定されるトレンチを含む。チャンネルは、第1の表面およびトレンチに流体連通状態で結合され、チャンネルは、第1の側壁および第1の側壁に対向する第2の側壁を含む。第1および第2の側壁は、ある角度で第1表面からトレンチに向かって延在する。タービンコンポーネントは、第2の表面に結合されるカバーを含み、カバーは、第1の部分に結合される第1の端部およびトレンチ内に延在しかつ第2の部分から離間する第2の端部を含む。

20

【0008】

別の態様では、カバーが提供される。カバーは、エーロfoilに結合され、角度のあるチャンネルからエーロfoilに沿って媒体流を方向付けるためにトレンチ内に配置される。カバーは、エーロfoilに結合される第1の端部と、第1の端部に結合され、トレンチ内に延在するように構成される第2の端部とを含む。第2の端部は、角度のあるチャンネルに整列される角度のある表面を含む。ろう付け締結具は、第1および第2の端部ならびにエーロfoilに結合される。

30

【0009】

さらに別の態様では、タービンコンポーネントを製造する方法が提供される。方法は、基材の第1の表面および第2の表面の少なくとも一方の表面を通して角度のあるチャンネルを形成することを含む。第1の端部および第2の端部を備えるカバーが形成される。方法は、カバーを第1の表面に結合させること、および、角度のあるチャンネルを越えてカバーを延在させることを含む。第2の端部は角度のあるチャンネルに整列される。さらに、方法は、角度のあるチャンネルを被覆するために、第1の表面およびカバーにマスクを塗布することを含む。遮熱コーティングは第1の表面に塗布される。方法は、遮熱コーティングを通して、かつ、角度のあるチャンネルと流体連通状態でトレンチを形成することを含む。

【図面の簡単な説明】

40

【0010】

【図1】例示的なタービンコンポーネントの斜視図である。

【図2】図1に示され、ライン2-2に沿って切取られたタービンコンポーネントの断面図である。

【図3】図1に示すタービンコンポーネントに結合された例示的なカバーの斜視図である。

【図4】図3に示され、ライン4-4に沿って切取られたカバーおよびタービンコンポーネントの断面図である。

【図5】図1に示すタービンコンポーネントに結合された別の例示的なカバーの断面図である。

50

【図 6】図 1 に示すタービンコンポーネントに結合された別の例示的なカバーの断面図である。

【図 7】別の例示的なカバーの正面立面図である。

【図 8】タービンコンポーネントに結合された別の例示的なカバーの断面図である。

【図 9】図 1 に示すタービンコンポーネントに結合された別の例示的なカバーの断面図である。

【図 10】タービンコンポーネントを製造する方法を示す例示的なフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本明細書で述べる実施形態は、一般に、タービンコンポーネントに関する。より詳細には、実施形態は、タービンコンポーネントに沿う流体流を容易にするためにタービンコンポーネントにカバーを結合するための方法およびシステムに関する。加熱式コンポーネントについての本明細書で述べる実施形態はタービンエーロfoilに限定されないことを理解されるべきであり、またさらに、タービン、エーロfoil、およびカバーを利用する説明および図は例示に過ぎないことが理解されるべきである。さらに、実施形態がタービンエーロfoilを示すが、本明細書で述べる実施形態は、限定はしないが、タービンノズル、ステータベーン、圧縮機ブレード、燃焼ライン、トランジションピース、および排気ノズルなどの他の適したタービンコンポーネントに含まれることができる。さらに、本明細書で述べる実施形態がタービンコンポーネントに限定される必要がないことが理解されるべきである。具体的には、カバーは、一般に、任意の適した物品であって、その物品を通して、媒体（たとえば、水、蒸気、空気、燃料、および/または任意の他の適した流体）が、物品の表面を冷却するためにおよび/または物品の表面の温度を維持するために方向付けられる、任意の適した物品において使用されることができる。例示的な実施形態では、3つの垂直軸X、Y、およびZ、ならびに、関連するX、Y、およびZの基準平面が、タービンコンポーネントに対する3次元デカルト座標系を規定するために使用される。

【0012】

図1は、タービンコンポーネント10の斜視図である。図2は、ライン2-2に沿って切取ったタービンコンポーネント10（図1に示す）の断面図である。タービンコンポーネント10は、実質的に平坦なプラットフォーム16から延在するシャンク部分12およびエーロfoil14を含む。プラットフォーム16は、ガスタービン（図示せず）のタービンセクションを通して流れる高温燃焼ガス用の半径方向に内側の境界を形成する。シャンク部分12は、プラットフォーム16から半径方向に内側に延在するように構成され、側面18、側面18によって部分的に画定される中空キャビティ20、およびそれぞれの側面から軸方向軸24の方向に延在する1つまたは複数のエンジェルウィング22を含む。シャンク部分12はまた、タービンコンポーネント10をガスタービン（図示せず）のロータディスク（図示せず）に固定するように構成される、ダブテールなどの根元構造（例示せず）を含む。

【0013】

例示的な実施形態では、エーロfoil14は、プラットフォーム16から半径方向軸26に沿って外側に延在し、プラットフォーム16に配設されるエーロfoilベース28およびエーロfoilベースに対向して配設されるエーロfoil先端30を含む。エーロfoil14は、前縁36と後縁38との間に延在する圧力側表面32および吸引側表面34を含む。圧力側表面32は、エーロfoil14の空気力学的凹状外側表面を含む。同様に、吸引側34は、エーロfoil14の空気力学的凸状外側表面を画定する。

【0014】

例示的な実施形態では、タービンコンポーネント10は、エーロfoil14全体を通して冷却流体（たとえば、空気、水、燃料、蒸気、および/または任意のまたは適した流体）などの媒体42を流すために、シャンク部分12から半径方向に外側に延在するエー

10

20

30

40

50

ロフォイル冷却回路 40 を含む。例示的な実施形態では、エーロフォイル回路 40 は、1 つまたは複数の供給通路 46 からエーロフォイル先端 30 に全体が隣接するエーロフォイル 14 のエリアまで半径方向に外側に延在する複数のチャンネル 44 を含む。より具体的には、エーロフォイル回路 40 は、エーロフォイル 14 全体を通して供給通路 46 から供給される媒体 42 を流すように構成される半径方向に延在する 7 つのチャンネル 44 を含む。代替的に、エーロフォイル回路 40 は、エーロフォイル 14 が本明細書で述べるように機能することを可能にする任意の数のチャンネル 44 を含むことができる。

【0015】

エーロフォイル 14 は、第 1 のまたは内側の表面 50 および第 2 のまたは外側の表面 52 を有する基材 48 から形成され、外側表面 52 は、ガスタービン（図示せず）の運転中に、内側表面 50 より比較的高い温度に全体的にさらされる。基材 48 の内側表面 50 は、エーロフォイル回路 40 のチャンネル 44 の全てまたは一部を全体的に画定し、チャンネル 44 を通って流れる媒体 42 はこうした表面 52 を直接冷却する。例示的な実施形態では、基材 48 は、コンポーネント 10 の所望の運転条件に耐えることが可能な任意の適した材料を含む。より具体的には、基材 48 は、限定はしないが、セラミック、ならびに、鋼、耐火金属、ニッケル基超合金、コバルト基超合金、鉄基超合金、および / または同様なものなどの金属材料などの適した材料を含む。さらに、腐食 / 酸化から外側表面 52 を保護するために、および / または、基材 48 の運転温度能力を増加させるために、遮熱コーティング（thermal barrier coating）（TBC）54 が、基材 48 の外側表面 52 にまたそれに沿って結合される。

【0016】

タービンコンポーネント 10 は、角度のあるトレンチ 56 ならびにエーロフォイル 14 内で画定されかつトレンチ 56 と流体連通状態の複数の穴および / または角度のあるチャンネル 58（たとえば、ディフューザ穴 / チャンネル）を含む。例示的な実施形態では、ディフューザチャンネル 58 は、エーロフォイル 14 の圧力側表面 32 および / または吸引側表面 34 を冷却するために、エーロフォイル回路 40 を通って流れる媒体 42 の一部分を角度のあるトレンチ 56 に供給するように構成される。より具体的には、ディフューザチャンネル 58 のそれぞれは、一端でエーロフォイル回路 40 の一部分と流体連通状態にあり、別の端で、角度のあるトレンチ 56 と流体連通状態にある。ディフューザチャンネル 58 は、基材 48 の内側表面 50 から（たとえば、エーロフォイル回路 40 のチャンネル 44 の 1 つのチャンネルから）エーロフォイル 14 の圧力側表面 32 内で画定される角度のあるトレンチ 56 までエーロフォイル 14 内に延在する。したがって、エーロフォイル回路 40 を通って流れる媒体 42 は、ディフューザチャンネル 58 のそれぞれを通して、角度のあるトレンチ 56 内に方向付けられ、その後、角度のあるトレンチ 56 からエーロフォイル 14 の圧力側表面 32 上に吐出されて、こうした表面 32 の膜冷却を容易にする。

【0017】

角度のあるトレンチ 56 は、エーロフォイル 14 内で画定されて、ディフューザチャンネル 58 のそれぞれがトレンチ 56 と流体連通状態になることを可能にする任意の適した半径方向長さ 60 を規定する。より具体的には、ディフューザチャンネル 58 は、エーロフォイルベース 28 からエーロフォイル先端 30 まで全体的に延在する列（row）で、エーロフォイル 14 に沿って半径方向に離間する。代替的に、角度のあるトレンチ 56 は、エーロフォイルベース 28 とエーロフォイル先端 30 との間で部分的にのみ半径方向に延在するように構成されることができる。角度のあるトレンチ 56 および / またはディフューザチャンネル 58 は、エーロフォイル 14 の外部周囲内でおよび / またはその周りの任意の適した場所で画定されうる。たとえば、角度のあるトレンチ 56 は、前縁 36 と後縁 38 との間の任意の適した場所でエーロフォイル 14 の圧力側 32 または吸引側 34 で画定されることができ、ディフューザチャンネル 58 は、エーロフォイル回路 40 を通して角度のあるトレンチ 56 内に流れるように媒体 42 を方向付けるために、適した場所のエーロフォイル 14 内に画定される。さらに、タービンコンポーネント 10 は、2 つ以上の角度のあるトレンチ 56 およびディフューザチャンネル 58 の対応するセットを含むことができる。

複数のトレンチ 5 6 が、エーロfoil 1 4 の圧力側 3 2 または吸引側 3 4 で画定されることができる。代替的に、1 つまたは複数のトレンチ 1 2 が、エーロfoil 1 4 の圧力側 3 2 と吸引側 3 4 の両方で画定されることができる。

【0018】

図 3 は、タービンコンポーネント 1 0 に結合した例示的なカバー 6 2 の斜視図である。図 4 は、図 3 のライン 4 - 4 に沿って切取ったカバー 6 2 およびタービンコンポーネント 1 0 の断面図である。例示的な実施形態では、T B C 5 4 は、基材 4 8 の外側表面 5 2 に結合したボンド層 6 4 およびボンド層 6 4 に沿いかつそれに結合して配設された遮熱層 6 6 を含む。例示的な実施形態では、ボンド層 6 4 は、下にある基材 4 8 の酸化および / または腐食を防止するように設計された耐酸化性金属材料を含む。ボンド層 6 4 は、「M C r A l Y」(「M」は、鉄、ニッケル、またはコバルトを示す)、あるいは、アルミナイドまたは金属アルミナイド材料(たとえば、プラチナアルミナイド)で作られた材料を含むことができる。遮熱層 6 6 は、耐熱材料を含み、耐熱材料は、基材 4 8 の運転温度能力の増加を容易にするように構成される。例示的な実施形態では、遮熱層 6 6 は、たとえば、酸化イットリウム、酸化マグネシウム、または酸化金属によって部分的にまたは完全に安定化されたジルコニアなどの種々の材料から形成される。代替的に、ボンド層 6 4 および遮熱層 6 6 は、T B C 5 4 が本明細書で述べるように機能することを可能にする任意の材料組成を含むことができる。さらに、T B C 5 4 は複数の層を必要としない。たとえば、T B C システム 5 6 は、基材 4 8 の外側表面 5 2 に直接塗布された遮熱層を含むことができる。

【0019】

例示的な実施形態では、T B C 5 4 は、第 1 の部分 6 8 および第 1 の部分 6 8 の下流に配設された第 2 の部分 7 0 を含む。本明細書で使用される場合、用語「下流(downstream)」は、媒体 4 2 の局所流が矢印で示すように移動する方向を指す。第 1 の部分 6 8 は、実質的に真直ぐの端部 7 2 を含み、実質的に真直ぐの端部 7 2 は、第 1 の部分 6 8 と外側表面 5 2 との間に第 1 の角度 7 4 が規定されるように外側表面 5 2 から外側に延在する。さらに、第 2 の部分 7 0 は、角度のある端部 7 8 を含み、角度のある端部 7 8 は、第 2 の部分 7 0 と外側表面 5 2 との間に第 2 の角度 8 0 が規定されるように外側表面 5 2 から外側に延在する。角度のあるトレンチ 5 6 は、角度のあるトレンチ 5 6 の下部表面 8 2 が基材 4 8 の外側表面 5 2 に平行に延在しかつ外側表面 5 2 によって画定されるように T B C 5 4 内に形成される。代替的に、角度のあるトレンチ 5 6 は、T B C 5 4 内に、角度のあるトレンチ 5 6 を形成することなどによって T B C 5 4 の一部分だけを通して画定されることができ、それにより、下部表面 8 2 は、T B C 5 4 の層 6 4 および 6 6 の一方の層によっておよび / または一方の層内に完全に画定される。

【0020】

締結具 8 4 は、カバー 6 2 を外側表面 5 2 および T B C 5 4 に結合する。例示的な実施形態では、締結具 8 4 は、カバー 6 2 を、外側表面 5 2 および / または T B C 5 4 に結合させるように構成されるろう付け締結具を含む。代替的に、締結具 8 4 は、たとえば、接着剤、溶接剤、およびボンディング剤を含みうる。締結具 8 4 は、カバー 6 2 を外側表面 5 2 に結合することを可能にするための任意の構造および / または組成を含みうる。カバー 6 2 は、真直ぐの表面 8 8 を有する第 1 の端部 8 6 および角度のある表面 9 2 を有する第 2 の端部 9 0 を含む。例示的な実施形態では、第 1 の端部 8 6 は第 1 の部分 6 8 に結合され、第 2 の端部 9 0 はトレンチ 5 6 内に延在する。より詳細には、角度のある表面 9 2 は、外側表面 5 2 からトレンチ 5 6 に入るように外側に延在し、それにより、外側表面 5 2 と第 2 の端部 9 0 との間に第 3 の角度 9 4 が規定される。例示的な実施形態では、カバー 6 2 は予備焼結プリフォームを含む。代替的に、カバー 6 2 は、カバー 6 2 が本明細書で述べるように機能することを可能にするために合金および粉末などの任意の構造および材料組成を含むことができる。

【0021】

カバー 6 2 は、タービンコンポーネント 1 0 の製造プロセス中におよび / またはタービ

10

20

30

40

50

ンコンポーネント 10 の修理プロセス中に、効率的でかつ経済的な設置を容易にするようにサイズ決定され、形作られ、外側表面 52 および / または T B C 54 に結合される。さらに、カバー 62 は、第 2 の部分 70 に沿うおよび / または第 2 の部分 70 に隣接する後続の流れのために、チャネル 58 から、角度のある端部 78 に向かう媒体 42 の流れを容易にするようにサイズ決定され、形作られ、外側表面 52 および / または T B C 54 に結合される。

【 0 0 2 2 】

例示的な実施形態では、第 1 の角度 74 は、約 90° の角度を含む。さらに、第 2 および第 3 の角度 80 および 94 は、約 60° 未満か、約 45° 未満か、または約 40° 未満など、約 90° 未満に等しい角度を含む。第 2 の角度 80 は、第 2 の部分 70 とエーロフ
10
ォイル 14 の表面 98 との間の表面端部 96 における移行が比較的スムーズになるように第 3 の角度 94 より小さいとすることができ、それにより、媒体 42 の流れがエーロフ
ォイル表面 98 上へ乗移るのを容易にする。例示的な実施形態では、第 3 の角度 94 は、約 20° ~ 約 40°、約 20° ~ 約 30°、およびそれらの間の部分範囲などの約 15° ~
約 45° の範囲にある角度に等しく、第 2 の角度 80 は、約 10° ~ 約 30°、約 10°
~ 約 20°、およびそれらの間の部分範囲などの約 5° ~ 約 35° の範囲にある角度に等
20
しいとすることができる。代替的に、第 2 および第 3 の角度 80 および 94 は、等しいか
または互いに異なるとすることができる。第 2 および第 3 の角度 80 および 94 は、本明
細書で述べるように、エーロフォイル表面 98 に沿う媒体 42 の流れを容易にするように
構成される。第 1 の角度 74、第 2 の角度 80、および第 3 の角度 94 は、タービンコン
ポーネント 10 が本明細書での述べるように機能することを可能にする任意の角度を含む
ことができる。

【 0 0 2 3 】

例示的な実施形態では、各ディフューザチャネル 58 は、エーロフォイル 14 内に画定
されて、基材 48 の内側表面 50 と角度のあるトレンチ 56 の下部表面 82 との間に延在
する。各ディフューザチャネル 58 は、基材 48 の内側表面 50 と下部表面 82 との間に
角度のある配向を含む。より詳細には、ディフューザチャネル 58 は、約 45° 未満また
は約 40° 未満などの約 60° 未満の第 4 の角度 100 で傾斜することができる。さらに
、ディフューザチャネル 58 の角度 100 は、角度のある表面 92 の第 3 の角度に実質的
に等しい。より詳細には、チャネル 58 は、第 2 の部分 70 の角度のある端部 78 および
30
カバー 62 の角度のある表面 92 に整列される。代替的に、角度 100 は、第 2 の部分 70
の第 2 の角度 80 に等しいかまたは第 2 および第 3 の角度 80 および 94 の両方と異な
るとすることができる。第 4 の角度 100 は、チャネル 58 が本明細書での述べるように
機能することを可能にする任意の角度を含むことができる。代替的に、任意の適した比較
的一定の断面の真直ぐの非拡散チャネル（図示せず）が使用されることができる。

【 0 0 2 4 】

各ディフューザチャネル 58 は、調量部分 102 および拡散部分 104 を含む。例示的
な実施形態では、各ディフューザチャネル 58 の調量部分 102 は、基材 48 の内側表面
50 と拡散部分 104 との間に延在する実質的に真直ぐの通路を含む。エーロフォイル回
路 40（図 2 に示す）を通してかつエーロフォイル回路 40 から供給される媒体 42 は、
40
内側表面 50 において各ディフューザチャネル 58 の調量部分 102 に流入し、各ディフ
ューザチャネル 58 の拡散部分 104 に流れる。調量部分 102 は、内側表面 50 と拡散
部分 104 との間の一定の円形断面形状などの実質的に一定の断面エリアを含む。代替的
に、調量部分 102 は、長方形または長円形断面形状を画定することなどによって任意の
または適した断面形状を有することができる。

【 0 0 2 5 】

各ディフューザチャネル 58 の拡散部分 104 は、調量部分 102 から角度のあるトレ
ンチ 56 の下部表面 82 へと外側に発散するように構成される。拡散部分 104 は、調量
部分 102 と下部表面 82 との間に角度のあるトレンチ 56 の半径方向または長手方向に
外側に発散するように構成される概して長方形の断面形状を含む。例示的な実施形態では
50

、拡散部分 104 は、TBC54 の角度のある端部 78 に実質的に整列する。調量部分 102 を通り、拡散部分 104 に入るように方向付けされる媒体 42 は、ディフューザチャンネル 58 から角度のある表面 92 に沿って角度のあるトレンチ 56 に入るように流れるにつれて外側に広がる。

【0026】

タービンコンポーネント 10 の例示的な冷却中に、供給通路 46 (図 1 に示す) は、媒体 42 を、ソース (図示せず) から冷却回路 40 (図 1 に示す) を通りチャンネル 58 に入るように放出する。チャンネル 58 内に供給される媒体 42 は、各チャンネル 58 の調量部分 102 に流入し、各チャンネル 58 の調量部分 102 を通り拡散部分 104 に流れる。調量部分 102 を通り拡散部分 104 に入るように方向付けられる媒体 42 は、ディフューザチャンネル 58 から角度のあるトレンチ 56 に入り、カバーの角度のある端部 78 に沿って流れるにつれて外側に広がる。より詳細には、発散側壁 106 は、媒体 42 が、拡散部分 104 内で半径方向または長手方向に広がることを可能にし、それにより、速度を減少させ、また、媒体の圧力を増加させる。

【0027】

媒体 42 は、カバーの第 2 の端部 90 の角度のある表面 92 に沿って流れ続ける。角度のある表面 92 は、媒体 42 を、トレンチ 56 に入れ、また、TBC54 の第 2 の部分 70 に向かって、特に、角度のある端部 78 に向かって方向付けるように構成される。例示的な実施形態では、第 2 の部分 70 は、媒体 42 が角度のある表面 92 によって方向付けられるときのエーロfoil 14 の表面に対する媒体 42 の流れ付着 (flow attachment) を容易にするために、角度のある表面 92 より浅い角度を含む。媒体 42 は、第 2 の部分 70 の端部 96 において角度のあるトレンチ 56 を出る。角度のある端部 78 とエーロfoil 表面 98 との間の端部 96 における媒体 42 の移行は、比較的スムーズであり、それにより、媒体の流れがエーロfoil 表面 98 上へ乗移るのを容易にする。さらに、媒体流 42 の速度の減少は、第 2 の部分 70 の角度のある端部 78 に対する媒体 42 の流れ付着の向上を容易にし、したがって、次に、エーロfoil 14 (図 1 に示す) の表面 98 に対する媒体 42 の流れ付着を高める。したがって、エーロfoil 回路 40 (図 1 に示す) を通って流れる媒体 42 は、ディフューザチャンネル 58 のそれぞれのチャンネルを通して角度のある表面 92 に入るよう方向付けられ、その後、エーロfoil 14 の圧力側表面 32 に沿う流れの方向付けのために、角度のある表面 92 から第 2 の部分 70 の角度のある端部 78 上に放出されて、コンポーネント 10 を膜冷却することを容易にする。

【0028】

タービンコンポーネント 10 のための例示的な修理プロセス中に、損傷を受けたおよび / 腐食したカバー 62 は、外側表面 52 および / または TBC54 から除去される。新しいカバー 62 が外側表面 52 および / または TBC54 に結合される。マスク 107 は、第 1 の部分 68、カバー 62、および第 2 の部分 70 の少なくとも 1 つに結合される。マスク 107 は、トレンチ 56 にわたって塗布されて、チャンネル 58 および / または内側表面 50 を被覆および / または封鎖する。さらに、新しい TBC54 が表面 52 に塗布され、マスク 107 は、塗布された TBC54 がチャンネル 58 および / または内側表面 50 に入るのを防止する。マスク 107 は、その後、除去されて、トレンチ 56 およびチャンネル 58 を露出させる。修理プロセスまたはリワークプロセスは、TBC54 からトレンチチャンネル 58 および新しいカバー 62 へのスムーズな移行を形成することを容易にするために実施される。

【0029】

図 5 は、タービンコンポーネント 10 に結合された別のカバー 108 の断面図である。例示的な実施形態では、カバー 108 は、外側表面 52 および / または TBC54 に結合される。カバー 108 は、実質的に第 1 の真直ぐの表面 112 を有する第 1 の端部 110 および実質的に第 2 の真直ぐの表面 116 を有する第 2 の端部 114 を含む。より詳細には、第 1 の端部 110 は第 1 の部分 68 に結合され、第 2 の端部 114 はトレンチ 56 に入るように延在する。第 2 の真直ぐの表面 116 は、チャンネル 58 から出る媒体 42 の流

れを、トレンチ56を通り、第2の部分70の角度のある端部78に向けて方向付けるように構成される。代替的に、表面116は、角のある構成を含むことができる。カバー108は、第1の端部110と第2の端部114との間に本体118をさらに含む。例示的な実施形態では、本体118は、第1の端部110から第2の端部114まで一様な厚さを含む。第1および第2の真直ぐの表面112および116ならびに本体118は、カバー108の好都合な製造、ハンドリング、およびタービンコンポーネント10に対する適用を容易にするように構成される。延在カバー108は、下流表面78の所望の低い角度に媒体42の流れを方向付けることを容易にするように構成される。さらに、延在カバー108は、高温ガスからコンポーネント10を保護する流れ42の膜効率(film effectiveness)を増加させるために、媒体42の流れと入ってくる高温ガス(図示せず)との混合を減少させることを容易にするように構成される。

10

【0030】

図6は、タービンコンポーネント10に結合された別の例示的なカバー120の断面図である。例示的な実施形態では、カバー120は、外側表面52および/またはTBC54に結合される。カバー120は、実質的に第1の真直ぐの表面122を有する第1の端部121および実質的に第2の真直ぐの表面126を有する第2の端部124を含む。カバー120は、第1の端部121と第2の端部124との間に本体128をさらに含む。例示的な実施形態では、本体128は、第1の端部121から第2の端部124まで一様でない厚さを含む。例示的な実施形態では、本体128は、第1の端部121から第2の端部124までテーパ付き構成を含む。代替的に、本体128は、第1の端部121から第2の端部124まで表面に沿っておよび/または第2の端部124で、たとえば湾曲構成およびスラップド構成などの任意の厚さの変動する構成を含みうる。本体128は、カバー120が本明細書で述べるように機能することを可能にする任意の構成を含みうる。第1および第2の真直ぐの表面122および126ならびに本体138は、カバー120の好都合な製造、ハンドリング、およびタービンコンポーネント10に対する適用を容易にするように構成され、また、所望される場合に、流れ不連続性、ホットスポット、およびチャネル冷却剤の流れをなくすかつ/または減少させることを容易にするように構成される。

20

【0031】

図7は、別の例示的なカバー130の正面立面図である。カバー130は、実質的に第1の真直ぐの表面134を有する第1の端部132および実質的に第2の真直ぐの表面140を有する第2の端部138を含む。カバー130は、第1の端部132と第2の端部138との間に本体142をさらに含む。例示的な実施形態では、本体142は、第1の端部132から第2の端部138まで一様でない厚さを含む。例示的な実施形態では、本体142は、第1の端部132から第2の端部138までテーパ付き構成を含む。代替的に、本体142は、第1の端部132から第2の端部138までおよび/または第2の端部138に沿って、たとえば湾曲構成およびスラップド構成などの任意の厚さの変動する構成を含みうる。第1および第2の表面134および140ならびに本体142は、カバー130の好都合な製造、ハンドリング、およびタービンコンポーネント10(図1に示す)に対する適用を容易にするように構成され、また、所望される場合に、流れの不連続性、ホットスポット、およびチャネル冷却剤の流れをなくすかつ/または減少させることを容易にするように構成される。

30

40

【0032】

図8は、別の例示的なタービンコンポーネント145に結合された別の例示的なカバー144の断面図である。例示的な実施形態では、基材50は凹所146を含む。カバー144は、実質的に真直ぐの表面150を有する第1の端部148および角度のある表面154を有する第2の端部152を含む。第1の端部148は凹所146に結合され、第2の端部152はチャネル58の調量部分102に整列する。さらに、TBC56の第1の部分68は、第1の端部148から第2の端部152までカバー144に沿って延在する。カバー144および凹所146は、カバー144の製造、ハンドリング、およびタービ

50

ンコンポーネント 10 (図 1 に示す) に対する適用を容易にするように構成される。さらに、窪んだカバー 144 は、TBC 56 が、所望に応じてチャンネル 58 までまたチャンネル 58 を越えて一様に被覆することを容易にするように構成される。

【0033】

図 9 は、タービンコンポーネント 10 に結合された別の例示的なカバーの断面図である。カバー 156 は、外側表面 52 および / または TBC 54 に結合され、また、限定はしないが、スロット、メッシュ付きスロット、調量スロット、アパーチャ、ピンバンク、および / または多孔質媒体などの非ディフューザ形状 158 を含む。例示的な実施形態では、カバー 156 は、第 1 の部分 160 および第 2 の部分 162 を含む。第 1 の部分 160 は、外側表面 52 および / または TBC 54 に結合され、トレンチ 56 に入るように延在する。第 2 の部分 162 は第 1 の部分 160 および基材 48 に結合される。第 2 の部分 162 は、複数の部材 164 であって、隣接する部材 164 の間に空間 168 を有するアレイ式レイアウト 166 で構成される、複数の部材 164 を含む。

【0034】

各部材 164 は、第 1 の部分 160 に結合した第 1 の端部 170 および基材に結合した第 2 の端部 172 を含む。本体は、第 1 の端部 170 および第 2 の端部 172 に結合され、両者の間に延在する。例示的な実施形態では各部材 164 は、円形断面を有する柱形状を含む。代替的に、部材 164 は、たとえば正方形および長方形などの他の断面形状を含みうる。部材 164 は、カバーが本明細書で述べるように機能することを可能にする任意の形状を含みうる。第 1 の部分 160 および第 2 の部分 162 は、媒体 42 の流れを、チャンネル 58 から空間 168 を通りトレンチ 56 に入るよう方向付けることを容易にするように構成される。さらに、第 1 の部分 160 および第 2 の部分 162 は、第 1 の部分 160 から第 2 の部分 162 を通り媒体 42 に入る熱伝達を容易にするように構成される。

【0035】

図 10 は、タービンコンポーネント、たとえばタービンコンポーネント 10 (図 4 に示す) を製造する方法 1000 を示す例示的なフローチャートである。方法 1000 は、基材 48 (図 4 に示す) などの基材の、第 1 の表面および第 2 の表面、たとえば第 1 の表面 50 (図 4 に示す) および第 2 の表面 52 (図 4 に示す) の少なくとも一方の表面を通して、チャンネル 58 (図 4 に示す) などの角度のあるチャンネルを形成すること 1002 を含む。例示的な方法では、チャンネルは、レーザ機械加工プロセス、EDM プロセス、ウォータージェット機械加工プロセス、ミリングプロセス、および / または任意のまたは適した機械加工プロセスを使用することなどによって、機械加工プロセスによって形成されることができる。さらに、一実施形態では、各ディフューザチャンネルの調量部分、たとえば調量部分 102 (図 4 に示す) は、各ディフューザ穴 14 の拡散部分、たとえば拡散部分 104 (図 4 に示す) とは別個の製造ステップで形成されることができる。たとえば、調量部分は、基材内で最初に形成され、拡散部分は、その後基材内で機械加工される、または、その逆も同様である。代替的に、調量部分および拡散部分は、単一製造ステップで共に形成されることができる。

【0036】

例示的な方法 1000 では、カバー、たとえばカバー 62 (図 4 に示す) が形成され、1004、カバーは、第 1 および第 2 の端部 86 および 90 (図 4 に示す) などの第 1 の端部および第 2 の端部を含む。方法 1000 は、カバーの第 1 の端部を第 1 の表面に結合させること、1006 を含む。さらに、カバーは、角度のあるチャンネルを越えて延在される、1008。例示的な方法 1000 では、カバーを形成することは、真直ぐの表面、たとえば真直ぐの表面 88 (図 4 に示す) を第 1 の端部内に形成すること、および、角度のある表面、たとえば角度のある表面 92 (図 4 に示す) 第 2 の端部内に形成することを含む。方法は、第 2 の端部を角度のあるチャンネルに整列させること、1010 をさらに含む。形成プロセスおよび / または修理プロセス中に、方法は、マスク、たとえばマスク 107 (図 4 に示す) を第 1 の表面に塗布すること、1012 を含む。マスクは、角度のあるチャンネルを被覆および / または封鎖するように構成される。

【 0 0 3 7 】

方法 1 0 0 0 は、T B C、たとえば T B C 5 4（図 4 に示す）を基材の第 1 の表面に塗布すること、1 0 1 4 をさらに含む。例示的な方法 1 0 0 0 では、T B C は、ボンド層、たとえばボンド層 6 4（図 4 に示す）および遮熱層、たとえば遮熱層 6 6（図 4 に示す）を含む。ボンド層および遮熱層は、限定はしないが、バック拡散プロセス、物理的蒸気堆積プロセス、化学的蒸気堆積プロセス、および / または熱噴霧プロセスを含む任意の適したプロセスを使用して基材の第 1 の表面に塗布される。方法 1 0 0 0 は、マスクを除去すること、1 0 1 6 を含む。一実施形態では、マスクは除去されて、カバーおよび角度のあるチャンネルを露出させる。

【 0 0 3 8 】

方法 1 0 0 0 は、T B C を通りがつ角度のあるチャンネルと流体連通状態で、トレンチ、たとえばトレンチ 5 6（図 4 に示す）を形成すること、1 0 1 8 をさらに含む。例示的な方法では、トレンチは、T B C の所定部分を除去することによって形成される。トレンチは、T B C 内にトレンチを形成するために、レーザ機械加工プロセスなどの任意の適したプロセスを使用して形成されることができる。代替的に、トレンチは、電気放電機械加工（electrical discharge machining）（「E D M」）プロセス、ウォータジェット機械加工プロセス（たとえば、アブレイシブウォータジェットプロセスを使用することによる）、および / またはミリングプロセスを使用して T B C 内で形成されることができる。代替的に、対象物から材料の選択された部分を除去するための任意のまたは適した機械加工プロセスが、角度のあるトレンチを形成するために利用されることができる。例示的な方法では、マスクは、第 1 の表面を実質的に被覆するために塗布される。代替的に、マスクは、第 1 の表面を部分的に被覆することができ、また、T B C は、露出したおよび / またはマスクされない第 1 の表面を被覆することができる。

【 0 0 3 9 】

方法 1 0 0 0 は、T B C の、第 1 の部分、たとえば第 1 の部分 6 8（図 4 に示す）を形成すること、および、第 1 の部分から離間する第 2 の部分、たとえば第 2 の部分 7 0（図 4 に示す）を形成することを含む。さらに、方法 1 0 0 0 は、角度のある端部、たとえば角度のある端部 7 8（図 4 に示す）を第 2 の部分の中に形成することを含む。

【 0 0 4 0 】

本明細書に述べるシステムおよび方法の技術的効果は、第 1 の表面および第 2 の表面を有するエーロフォイルに沿って冷却媒体を方向付けること、第 2 の表面に結合され、かつ、第 1 の部分、第 2 の部分、および第 1 の部分と第 2 の部分との間で画定されるトレンチを有する遮熱コーティング、第 1 の表面およびトレンチと流体連通状態で結合されたチャンネルであって、第 1 の側壁および第 1 の側壁に対向する第 2 の側壁を含み、それにより、第 1 および第 2 の側壁が、ある角度で第 1 の表面からトレンチに向かって延在する、チャンネル、および、第 2 の表面に結合され、第 1 の部分に結合した第 1 の端部および第 2 の端部であって、トレンチ内に延在し、第 2 の部分から離間する、第 2 の端部を有するカバー、のうちの少なくとも 1 つを含む。

【 0 0 4 1 】

本明細書で述べる例示的な実施形態は、タービンエーロフォイルの圧力側および / または吸引側などの加熱表面に沿って冷却媒体を方向付けることを容易にする。本明細書で述べる実施形態は、エーロフォイル表面に沿って媒体の流れを方向付ける予備焼結プリフォームなどのカバーを使用して、熱伝達効率を高める。さらに、本明細書で述べる実施形態は、タービンに関連する運転および維持コストを低減させながら、タービン効率ならびに / または出力および / または温度能力の増加を容易にする。なおさらに、本明細書で述べる実施形態は、コンポーネント寿命および部品の改修を高める。カバーは、媒体の流れを改善し、ディフューザ穴 / チャンネルがトレンチの下部になることを可能にすることによってマルチインターバル能力を提供する。

【 0 0 4 2 】

タービンコンポーネントおよびタービンコンポーネントを組立てるための方法の例示的

な実施形態が詳細に上述される。方法およびシステムは、本明細書で述べる特定の実施形態に限定されるのではなく、むしろ、システムのコンポーネントおよび／または方法のステップは、本明細書で述べる他のコンポーネントおよび／またはステップと独立してかつ別々に利用されることができる。たとえば、方法はまた、他の製造システムおよび方法と組合せて使用されることができ、本明細書で述べるシステムおよび方法だけを用いて実施することに限定されない。むしろ、例示的な実施形態は、多くの他の熱アプリケーションに関連して実装され利用されうる。

【 0 0 4 3 】

本発明の種々の実施形態の特定の特徴が、いくつかの図面で示され、他の図面で示されない場合があるが、これは便宜のために過ぎない。本発明の原理によれば、図面の任意の特徴が、任意の他の図面の任意の特徴と組合せて参照および／または特許請求されることができる。

10

【 0 0 4 4 】

この書面による説明は、最良モードを含む本発明を開示するために、また同様に、任意のデバイスまたはシステムを作り使用すること、および、組込まれる任意の方法を実施することを含む、本発明を当業者が実施することを可能にするために例を使用する。本発明の特許可能な範囲は、特許請求の範囲によって規定され、当業者が思い付く他の例を含むことができる。こうした他の例は、特許請求の範囲の逐語的言語と異なる構造的要素を有する場合、または、特許請求の範囲の逐語的言語と非実質的相違を有する等価な構造的要素を含む場合、特許請求の範囲内にあることを意図される。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 4 5 】

- 1 0 タービンコンポーネント
- 1 2 シャンク部分
- 1 4 エーロfoil
- 1 6 平坦プラットフォーム
- 1 8 側面
- 2 0 中空キャビティ
- 2 2 エンジェルウィング
- 2 4 軸方向軸
- 2 6 半径方向軸
- 2 8 エーロfoilベース
- 3 0 エーロfoil先端
- 3 2 圧力側
- 3 4 吸引側
- 3 6 前縁
- 3 8 後縁
- 4 0 冷却回路
- 4 2 媒体
- 4 4 チャンネル
- 4 6 供給通路
- 4 8 基材
- 5 0 第 1 のまたは内側の表面
- 5 2 第 2 のまたは外側の表面
- 5 4 遮熱コーティング
- 5 6 トレンチ
- 5 8 チャンネル
- 6 0 半径方向長さ
- 6 2 カバー
- 6 4 ボンド層

30

40

50

6 6	遮熱層	
6 8	第 1 の部分	
7 0	第 2 の部分	
7 2	真直ぐの端部	
7 4	第 1 の角度	
7 8	角度のある端部	
8 0	第 2 の角度	
8 2	下部表面	
8 4	締結具	
8 6	第 1 の端部	10
8 8	真直ぐの表面	
9 0	第 2 の端部	
9 2	角度のある表面	
9 4	第 3 の角度	
9 6	端部	
9 8	表面	
1 0 0	第 4 の角度	
1 0 2	調量部分	
1 0 4	拡散部分	
1 0 6	側壁	20
1 0 7	マスク	
1 0 8	カバー	
1 1 0	第 1 の端部	
1 1 2	第 1 の真直ぐの表面	
1 1 4	第 2 の端部	
1 1 6	第 2 の真直ぐの表面	
1 1 8	本体	
1 2 0	カバー	
1 2 1	第 1 の端部	
1 2 2	第 1 の真直ぐの表面	30
1 2 4	第 2 の端部	
1 2 6	第 2 の真直ぐの表面	
1 2 8	本体	
1 3 0	カバー	
1 3 2	第 1 の端部	
1 3 4	第 1 の真直ぐの表面	
1 3 8	第 2 の端部	
1 4 0	第 2 の真直ぐの表面	
1 4 2	本体	
1 4 4	カバー	40
1 4 6	凹所	
1 4 8	第 1 の端部	
1 5 0	真直ぐの表面	
1 5 2	第 2 の端部	
1 5 4	角度のある表面	
1 5 6	カバー	
1 5 8	非ディフューザ形状	
1 6 0	第 1 の部分	
1 6 2	第 2 の部分	
1 6 4	部材	50

- 1 6 6 レイアウト
- 1 6 8 空間
- 1 7 0 第 1 の端部
- 1 7 2 第 2 の端部
- 1 7 4 本体
- 1 0 0 0 方法
- 1 0 0 2 基材の第 1 の表面および第 2 の表面を通して角度のあるチャンネルを形成すること
- 1 0 0 4 第 1 端部および第 2 の端部を備えるカバーを形成すること
- 1 0 0 6 カバーを第 1 の表面に結合すること
- 1 0 0 8 角度のあるチャンネルを越えてカバーを延在させること
- 1 0 1 0 第 2 の端部を角度のあるチャンネルに整列させること
- 1 0 1 2 角度のあるチャンネルを被覆するために、第 1 の表面およびカバーにマスクを塗布すること
- 1 0 1 4 遮熱コーティングを第 1 の表面に塗布すること
- 1 0 1 6 マスクを除去すること
- 1 0 1 8 遮熱コーティングを通りかつ角度のあるチャンネルと流体連通状態で、トレンチを形成すること

10

【図 1】

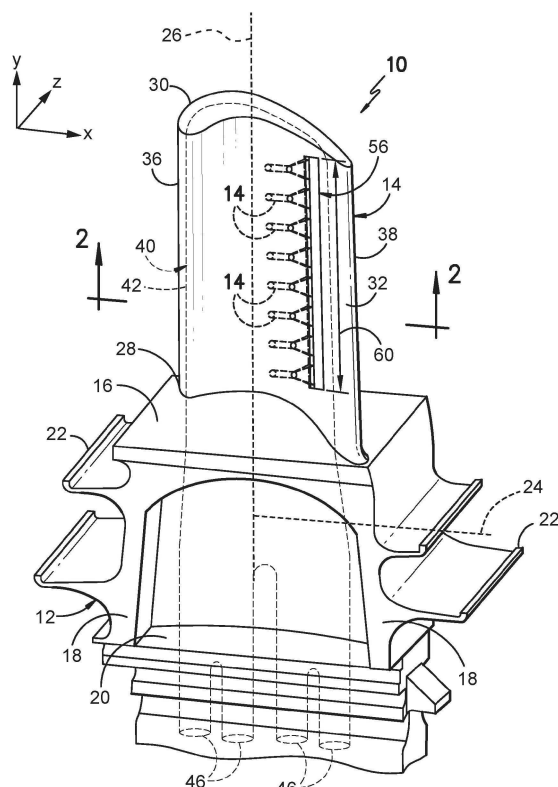


FIG. 1

【図 2】

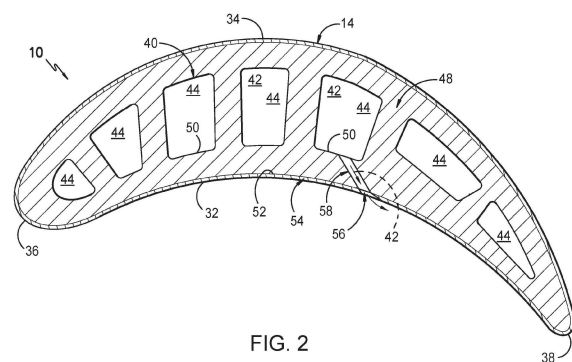


FIG. 2

【図 3】

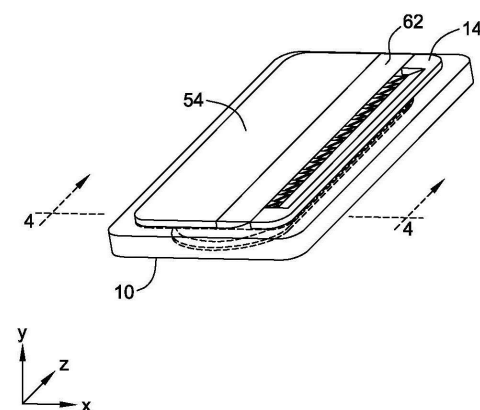


FIG. 3

【図 4】

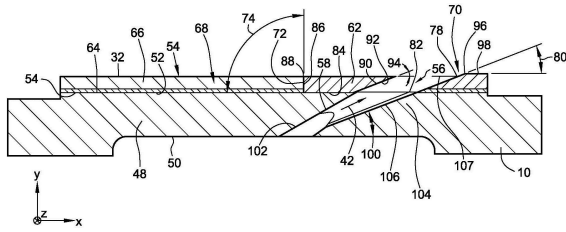


FIG. 4

【図 5】

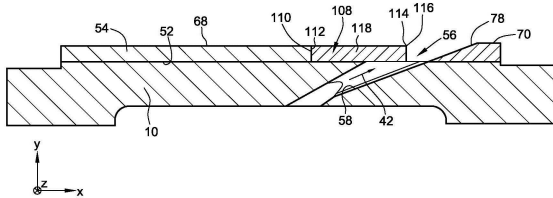


FIG. 5

【図 6】

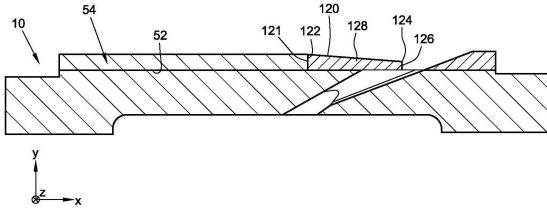


FIG. 6

【図 9】

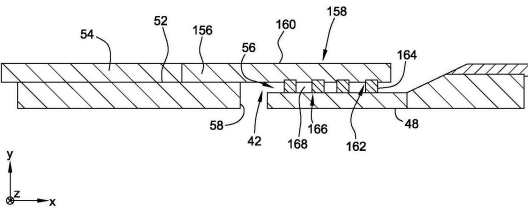


FIG. 9

【図 7】

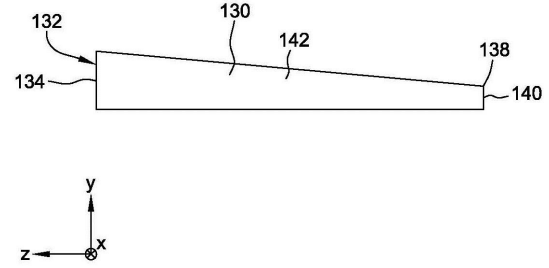


FIG. 7

【図 8】

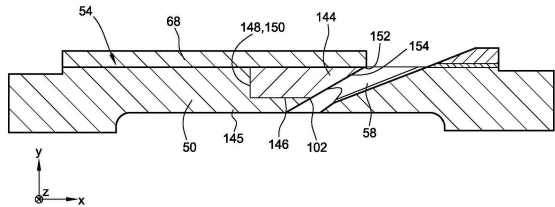


FIG. 8

【図 10】

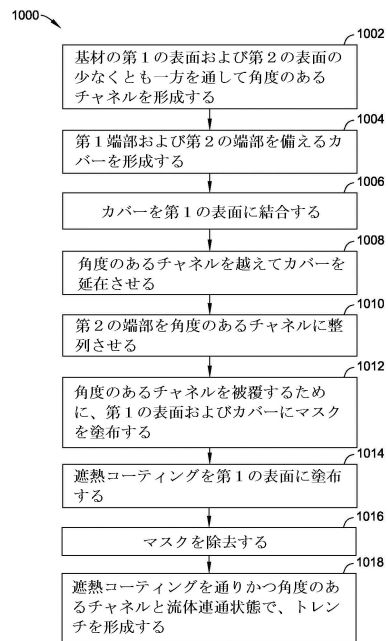


FIG. 10

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>F 0 2 C</i>	<i>7/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 1 D</i>	<i>25/12</i>	
<i>F 0 2 C</i>	<i>7/18</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 C</i>	<i>7/00</i>	<i>C</i>
<i>F 2 3 R</i>	<i>3/42</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 C</i>	<i>7/00</i>	<i>D</i>
			<i>F 0 2 C</i>	<i>7/18</i>	<i>A</i>
			<i>F 0 2 C</i>	<i>7/18</i>	<i>C</i>
			<i>F 2 3 R</i>	<i>3/42</i>	<i>C</i>

- (72)発明者 ベンジャミン・ポール・レイシー
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリアー、トレイバーン・コート、1番
- (72)発明者 ブライアン・ブルゼック
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー・グローバル・リサーチ
- (72)発明者 スリカンス・チャンドリュドゥ・コッティリಂಗム
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シンプソンヴィル、ジンジャー・ゴールド・ドライブ、22番
- (72)発明者 デイビッド・エドワード・シック
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番

審査官 西中村 健一

- (56)参考文献 特開2012-132451(JP,A)
特開2010-216472(JP,A)
特開2010-216471(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0059573(US,A1)
特開2010-144578(JP,A)
特開2012-127343(JP,A)
特開2001-173405(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0045106(US,A1)
米国特許出願公開第2012/0076644(US,A1)
米国特許出願公開第2012/0167389(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 1 D 5/18、28
F 0 1 D 9/02
F 0 1 D 25/00、12
F 0 2 C 7/00、18
F 2 3 R 3/42
 DWPI(Derwent Innovation)