

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6378588号
(P6378588)

(45) 発行日 平成30年8月22日 (2018. 8. 22)

(24) 登録日 平成30年8月3日 (2018. 8. 3)

(51) Int. Cl.	F I	
F O 2 C 7/18 (2006. 01)	F O 2 C	7/18 E
B 2 3 K 26/36 (2014. 01)	B 2 3 K	26/36
B 2 3 K 15/00 (2006. 01)	B 2 3 K	15/00 5 O 1 A
F O 1 D 25/12 (2006. 01)	F O 1 D	25/12 E
F O 1 D 5/18 (2006. 01)	F O 1 D	5/18
請求項の数 14 (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2014-180724 (P2014-180724)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成26年9月5日 (2014. 9. 5)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2015-72007 (P2015-72007A)		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4月16日 (2015. 4. 16)		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9月1日 (2017. 9. 1)		番
(31) 優先権主張番号	14/020, 997	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成25年9月9日 (2013. 9. 9)		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】 3次元印刷プロセス、スワール装置、及び熱管理プロセス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱管理されたタービン構成要素の製造方法であって、当該方法が、
タービンシュラウド、タービンバケット及びタービンノズルからなる群から選択されるタービン構成要素を形成するステップと、
3次元印刷プロセスによって、タービン構成要素に実質的に平行に並べられた複数のボルテックス管を形成するステップと
を含んでおり、3次元印刷プロセスが、材料を選択領域に分配するステップと、材料を選択的にレーザ溶融するステップとを含んでおり、複数のボルテックス管が、円形輪郭又は実質的に円形輪郭を有するチャンパを有していて、該チャンパに加圧流体を接線方向に受け入れて、加圧流体を相対的に温度の高い第1の流体ストリームと相対的に温度の低い第2の流体ストリームとに分けるように構成及び配置されている、方法。

【請求項 2】

前記複数のボルテックス管を形成するステップが複数の *R a n q u e - H i l s c h* ボルテックス管を形成することを含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記複数のボルテックス管と流体連通した冷却チャネルであって、第2の流体ストリームを受け入れるように構成及び配置された流体チャネルを形成するステップを更に含む、請求項 1 又は請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

第 1 の流体ストリームが、タービンの高温ガス経路、タービン構成要素のパージすべき部分、及びタービン構成要素の低い熱負荷部分の少なくとも 1 つと流体連通するように前記複数のボルテックス管を構成及び配置するステップを更に含む、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 5】

前記選択的レーザ溶融が不活性ガス雰囲気において行われる、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 6】

前記材料が噴霧粉体である、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 7】

前記選択的レーザ溶融が、電子ビーム溶融、レーザ溶融、及びこれらの組合せからなる群から選択される、請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】

前記選択的レーザ溶融が、複数のボルテックス管を形成するために繰り返し実施される、請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 9】

前記複数のボルテックス管が、 $20\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ の厚さを有する 2 次元スライスから形成される、請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 10】

前記複数のボルテックス管が、ニアネットシェイプで形成される、請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 11】

前記複数のボルテックス管の少なくとも 1 つにタービュレータを形成することを更に含む、請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 12】

前記選択領域が基材プレートであり、前記材料の分配がコーティング機構を用いて行われる、請求項 1 乃至請求項 11 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 13】

前記材料が、熱可塑性材料、金属、金属様、セラミック、及びこれらの組合せからなる材料の群から選択される、請求項 12 記載の方法。

【請求項 14】

前記材料が、ステンレス鋼、工具鋼、コバルト・クロム、チタン、ニッケル、アルミニウム、これらの合金、及びこれらの組合せからなる材料の群から選択される、請求項 12 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、製品、製造プロセス、及びかかる製品を用いることによる熱管理プロセスに関する。より具体的には、本発明は、印刷されたスワール装置、及び印刷スワール装置を含む製品及びプロセスに関する。

【背景技術】

【0002】

タービンスystemは、効率の向上及びコストの低減を求めて常に改良されている。タービンスystemの効率を向上させるための 1 つの方法は、タービンスystemの作動温度を上昇させることである。温度を上昇させるためには、タービンスystemは、連続稼働中にかかる温度に耐え得る材料から構成しなければならない。

【0003】

構成要素材料及びコーティングを改善することに加えて、タービン構成要素の温度性能を向上させる 1 つの一般的な方法は、複雑な冷却チャンネルを使用することである。複雑

10

20

30

40

50

な冷却チャンネルは、ガスタービンの高温領域で使用される金属及び合金に組み込まれることが多い。複雑な冷却チャンネルは、形成が困難である可能性がある。チャンネルを鑄造するには、冷却が必要とされる高温ガス経路付近への位置決め及び配置の制御が困難な複雑なモールドを必要とする可能性がある。材料のろう付け及び／又は溶射などの方法では複雑な冷却チャンネルを意図せずに充填することが多く、ガスタービンの圧縮機セクションからの空気のような冷却流体の流れを遮断するので、鑄造後のチャンネルの機械加工は、これらのチャンネルを表面で閉鎖する必要がある。実際に、一部の設計は、複雑さに起因して従来の方法を用いては製造することができず、粉体層レーザ焼結のような方法を用いる必要がある。

【0004】

10

チャンネルを覆うために基材表面への材料のろう付けが行われる場合、材料を十分にろう付けするのに必要なろう付け温度は、材料を軟化させる可能性がある。軟化した材料は、複雑な冷却チャンネル内に沈下又は垂下し、固化したときにこれらチャンネルを遮断する可能性がある。従って、ろう付けは、極めて狭い温度範囲を必要とし、この範囲外では構成要素が損傷を受け、又は使用不能になる可能性がある。一般に、チャンネルの機械加工は極めて困難となる可能性が高い。

【0005】

溶射コーティングが実施される場合、スプレーされる材料は、複雑な冷却チャンネルをコーティングで充填する可能性がある。複雑な冷却チャンネルの充填を避けるために、充填及びリーチング法を用いることができる。充填及びリーチング法は、複雑な冷却チャンネルを犠牲材料で充填するステップと、構成要素をコーティングするステップと、犠牲材料をリーチングして、複雑な冷却チャンネルを形成するステップと、を含む。かかる方法は、高価で、施工及び除去が難しく、スクラップ比率が高いことが多い。また、小型サイズの構成要素及び特徴要素を従来の製造法を用いて作ると、かかる欠点を悪化させることになる。

20

【0006】

上述の欠点の1以上が無い製造プロセス、スワール装置、及び熱管理プロセスが当該技術分野で望まれている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0007】

【特許文献1】米国特許第8221055号明細書

【発明の概要】

【0008】

一実施形態では、3次元印刷(3Dプリント)法は、材料を選択領域に分配するステップと、材料を選択的にレーザ溶融するステップと、材料からスワール装置を形成するステップと、を含む。

【0009】

別の実施形態では、スワール装置は、選択的レーザ溶融によって印刷される。

【0010】

40

別の実施形態では、熱管理方法は、選択的レーザ溶融によって印刷されたスワール装置を有する物品を提供するステップと、スワール装置を通じて空気を移送することにより物品の一部を冷却するステップと、を含む。

【0011】

本発明の他の特徴及び利点は、例証として本発明の原理を示す添付図面を参照しながら、以下の好ましい実施形態のより詳細な説明から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本開示の実施形態による、スワール装置、具体的にはボルテックス管の概略側面図。

50

【図 2】本開示の実施形態による、複数のスワール装置、具体的にはボルテックス管の配列の斜視図。

【図 3】本開示の実施形態による、円形輪郭を有するスワール装置の軸方向概略図。

【図 4】本開示の実施形態による、内部突出部を備えた円形輪郭を有するスワール装置の軸方向概略図の概略側面図。

【図 5】本開示の実施形態による、スワール装置を有するタービンバケット又はブレードの斜視図。

【図 6】本開示の実施形態による、スワール装置、具体的にはスワール熱伝達装置を有するタービンシュラウドの低温側の斜視図。

【図 7】図 6 のタービンシュラウドの高温側の斜視図。

【図 8】本開示の実施形態による、スワール装置を有するタービンノズルの斜視図。

【図 9】本開示の実施形態による、スワール装置を有するタービンノズルの斜視図。

【図 10】本開示の実施形態による、スワール装置、具体的にはスワール熱伝達装置の概略側面図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

可能な限り、図面全体を通じて同じ要素を示すために同じ参照符号が使用される。

【0014】

製造プロセス、スワール装置、及び熱管理プロセスが提供される。本開示の実施形態は、本明細書で開示される特徴要素の 1 以上を含まないプロセス及び物品と比べると、追加の冷却を提供し、新しい領域の冷却を可能にし、新しい材料での冷却を可能にし、低温及び/又は高温ストリームをタービン構成要素内の流れから配向するのを可能にし、分離することなく複数のストリームへのスワールを可能にし、タービン構成要素の有効寿命の延長を可能にし、タービン構成要素の実施形態を用いたタービンシステムをより効率的にすることができ、低温ストリームを用いてホットスポットを冷却することができ、高温ストリームを用いて低温スポットを加熱することができ、温度及び/又は温度の均一性の調整可能な制御を可能にし、熱管理/分布による望ましくない作用（例えば、熱疲労、酸化、クリープ、又はこれらの組合せ）を阻止し、安価な材料の使用を可能にし、冷却流の低減（例えば、効率の向上、スループットの増大、及び/又はエミッション低減）を可能にし、或いはこれらの組合せを提供する。

【0015】

図 1 ~ 図 4 及び図 10 は、選択的レーザ溶融により製造可能なボルテックス管（図 1 ~ 図 2 を参照）又はスワール熱伝達装置 608（図 10 を参照）などのスワール装置 102 の実施形態を示している。本明細書で使用される用語「ボルテックス管」は、流れ 104 の回転によって低温ストリーム 108 と高温ストリーム 106 に流れ 104 を受動的に分離する装置を指す。ボルテックス管の一例は Ranque-Hilsch ボルテックス管である。対照的に、スワール熱伝達装置 608 は、流れ 104 を高温ストリーム 106 と低温ストリーム 108 に分離せず、スワール熱伝達装置 608 の平坦面又はあらゆる好適な長さを有するスワール熱伝達装置 608 の細長い管部分を通過できる単一ストリーム 610 を通じて熱伝達を行って流れる。

【0016】

スワール装置 102 は、あらゆる好適な寸法を有する。好適な寸法は、限定ではないが、約 0.25 インチ ~ 約 0.75 インチ、約 0.3 インチ ~ 約 0.6 インチ、約 0.4 インチ ~ 約 0.6 インチ、約 0.5 インチ、或いはこれらの任意の組合せ又は二次的組合せ又は範囲又は部分範囲の直径又は最大幅を含む。他の好適な寸法は、限定ではないが、約 0.05 インチ ~ 約 0.2 インチ、約 0.05 インチ ~ 約 0.15 インチ、約 0.1 インチ ~ 約 0.2 インチ、約 0.06 インチ ~ 約 0.3 インチ、約 0.1 インチ、約 0.05 インチ、約 0.06 インチ、約 0.2 インチ、約 0.3 インチ、或いはこれらの任意の組合せ又は二次的組合せ又は範囲又は部分範囲の最大高さを含む。

【0017】

選択的レーザ溶融は、好適な３次元印刷又は追加印刷プロセスによって行われる。一実施形態では、選択的レーザ溶融は、コーティング機構（図示せず）を用いて噴霧粉体を基材プレート上に分配する。基材プレートは、制御雰囲気（例えば、アルゴン、窒素、他の好適な不活性ガス、又はこれらの組合せのような不活性ガス）を有するチャンバ（図示せず）内に位置付けられる。噴霧粉体は、例えば、電子ビーム溶融、レーザ溶融、又は他のエネルギー源からの他の溶融によって溶かされ、スワール装置１０２の一部のような３次元製品の一部又は層を形成する。このプロセスを繰り返してスワール装置１０２のような３次元製品を形成し、該３次元製品は、ボルトテックス管、熱伝達装置、又は流体をスワールする能力を有する他の何れかの好適な装置とすることができる。

【００１８】

10

選択的レーザ溶融は、例えば、コンピュータ支援設計プログラムからの所定の設計ファイル、又は３次元ファイルの２次元スライスにより行われる。２次元スライスの厚みは、選択的レーザ溶融の分解能を決定付ける。例えば、２次元スライスが２０μm厚さである場合、分解能は、２次元スライスがスワール装置１０２などの所定の構成要素の選択的レーザ溶融における１００μm厚さよりも大きいことになる。一実施形態では、選択的レーザ溶融から形成されたスワール装置１０２は、ニアネットシェイプである。

【００１９】

噴霧粉体は、熱可塑性材料、金属、金属様、セラミック、他の好適な材料、又はこれらの組合せである。噴霧粉体用の好適な材料は、限定ではないが、ステンレス鋼、工具鋼、コバルト・クロム、チタン、ニッケル、アルミニウム、これらの合金、及びこれらの組合せを含む。一実施形態では、噴霧粉体用の材料は、タービンシステムの高圧ガス経路に好適な合金（例えば、ニッケル基超合金、コバルト基超合金、又は他の好適な超合金）のような基材材料に相当する。

20

【００２０】

一実施形態では、基材は、重量基準で、約１３．７０％～約１４．３％のクロム、約９％～１０％のコバルト、約３．５％～約４．１％のタングステン、約１．４％～約１．７％のモリブデン、約４．７％～約５．１％のチタン、約２．８％～約３．２％のアルミニウム、約０．０８％～約０．１２％の炭素、約０．００５％～約０．０２％のホウ素、約２．４％～約３．１％のタンタル、約０．０４％のジルコニウム、０．３５％の鉄、０．３％のケイ素、約０．１％のマンガン、約０．１％の銅、約０．０１５％のリン、約０．００５％の硫黄、約０．１５％のニオブ、不可避不純物、及び残部のニッケルの組成を有する。

30

【００２１】

一実施形態では、基材は、重量基準で、約９．７５％のクロム、約７．５％のコバルト、約３．５％のチタン、約４．２％のアルミニウム、約６．０％のタングステン、約１．５％のモリブデン、約４．８％のタンタル、約０．０８％の炭素、約０．００９％のジルコニウム、約０．００９％のホウ素、不可避不純物、及び残部のニッケルの組成を有する。

【００２２】

基材に好適な材料は、ニッケル基合金又はコバルト基合金である。一実施形態では、基材は、重量基準で、約８．０％～約８．７％のクロム、約９％～約１０％のコバルト、約５．２５％～約５．７５％のアルミニウム、約０．９％以下のチタン（例えば、約０．６％～約０．９％）、約９．３％～約９．７％のタングステン、約０．６％以下のモリブデン（例えば、約０．４％～約０．６％）、約２．８％～約３．３％のタンタル、約１．３％～約１．７％のハフニウム、約０．１％以下の炭素（例えば約０．０７％～約０．１％）、約０．０２％以下のジルコニウム（例えば、約０．００５％～約０．０２％）、約０．０２％以下のホウ素（例えば約０．０１％～約０．０２％）、約０．２％以下の鉄、約０．１２％以下のケイ素、約０．１％以下のマンガン、約０．１％以下の銅、約０．０１％以下のリン、約０．００４％以下の硫黄、約０．１％以下のニオブ、不可避不純物、及び残部のニッケルの組成を有する。

40

50

【 0 0 2 3 】

一実施形態では、基材は、重量基準で、約 6 . 6 % ~ 約 7 . 0 % のクロム、約 1 1 . 4 % ~ 約 1 2 . 0 5 % のコバルト、約 5 . 9 4 % ~ 約 6 . 3 % のアルミニウム、約 0 . 0 2 % 以下のチタン、約 4 . 7 % ~ 約 5 . 1 % のタングステン、約 1 . 3 % ~ 約 1 . 7 % のモリブデン、約 2 . 6 % ~ 約 3 % のレニウム、約 6 . 2 % ~ 約 6 . 5 % のタンタル、約 1 . 3 % ~ 約 1 . 7 % のハフニウム、約 0 . 1 % 以下又は約 0 . 1 % ~ 約 0 . 1 4 % の炭素、約 0 . 0 0 3 5 % 以下のマンガン、約 0 . 0 3 % 以下のジルコニウム、約 0 . 0 1 % 以下又は約 0 . 0 1 % ~ 約 0 . 0 2 % のホウ素、約 0 . 2 % 以下の鉄、約 0 . 0 6 % 以下のケイ素、約 0 . 1 % 以下のカリウム、約 0 . 0 0 4 % 以下の硫黄、約 0 . 1 % 以下のニオブ、不可避不純物及び残部のニッケルの組成を有する。

10

【 0 0 2 4 】

一実施形態では、基材は、重量基準で、約 5 % の鉄、約 2 0 % ~ 約 2 3 % のクロム、約 0 . 5 % 以下のケイ素、約 8 % ~ 約 1 0 % のモリブデン、約 0 . 5 % 以下のマンガン、約 0 . 1 % 以下の炭素、不可避不純物及び残部のニッケルの組成を有する。

【 0 0 2 5 】

一実施形態では、基材は、重量基準で、約 1 3 . 7 % ~ 1 4 . 3 % のクロム、約 9 % ~ 約 1 0 % のコバルト、約 2 . 8 % ~ 約 3 . 2 % のアルミニウム、約 4 . 8 % ~ 約 5 . 2 0 % のチタン、約 3 . 7 % ~ 約 4 . 3 % のタングステン、約 0 . 1 % 以下のレニウム、不可避不純物、及び残部のニッケルの組成を有する。別の実施形態では、基材は、重量基準で、約 4 . 3 % 以下のレニウム及びタングステン、約 0 . 1 % 以下のタンタル、0 . 1 % 以下のハフニウム、約 0 . 1 9 % 以下の炭素、約 0 . 1 5 % 以下のパラジウム、約 0 . 3 % 以下の白金、約 0 . 0 1 % 以下のマグネシウム、約 0 . 1 % 以下のジルコニウム、約 0 . 0 2 % 以下のホウ素、約 0 . 3 5 % 以下の鉄、約 0 . 1 % 以下のケイ素、約 0 . 1 % 以下のマンガン、約 0 . 0 1 5 % 以下のリン、約 0 . 0 0 7 5 % 以下の硫黄、0 . 1 % のニオブ、又はこれらの組合せの組成を有する。

20

【 0 0 2 6 】

一実施形態では、基材は、重量基準で、約 2 2 % のクロム、約 1 4 % のタングステン、約 2 % のモリブデン、約 3 % 以下の鉄、約 5 % 以下のコバルト、約 0 . 5 % のマンガン、約 0 . 4 % のケイ素、約 0 . 3 % のアルミニウム、約 0 . 1 0 % の炭素、約 0 . 0 2 % のランタン、約 0 . 0 1 5 % 以下のホウ素、不可避不純物、及び残部のニッケルの組成を有する。

30

【 0 0 2 7 】

一実施形態では、基材は、重量基準で、約 2 0 % のクロム、約 1 0 % のコバルト、約 8 . 5 % のモリブデン、約 2 . 5 % 以下のチタン、約 1 . 5 % のアルミニウム、約 1 . 5 % 以下の鉄、約 0 . 3 % 以下のマンガン、約 0 . 1 5 % 以下のケイ素、約 0 . 0 6 % の炭素、約 0 . 0 0 5 % のホウ素、不可避不純物、及び残部のニッケルの組成を有する。

【 0 0 2 8 】

一実施形態では、基材は、重量基準で、約 1 8 % ~ 約 2 0 % のクロム、約 9 % ~ 約 1 0 . 5 % のモリブデン、約 1 0 % ~ 約 1 2 % のコバルト、約 1 . 4 % ~ 約 1 . 8 % のアルミニウム、約 3 . 0 % ~ 約 3 . 3 % のチタン、約 0 . 0 1 % 以下のホウ素、約 0 . 1 2 % の炭素、約 5 % の鉄、約 0 . 1 % のマンガン、約 0 . 5 % のケイ素、約 0 . 0 1 5 % の硫黄、約 0 . 5 % の銅、不可避不純物、及び残部のニッケルの組成を有する。

40

【 0 0 2 9 】

一実施形態では、基材は、重量基準で、約 1 % 以下の炭素、約 0 . 5 % 以下のマンガン、約 0 . 0 2 % 以下の硫黄、約 0 . 7 5 % 以下のケイ素、約 1 8 . 0 % ~ 約 2 1 . 0 % のクロム、約 3 . 5 % ~ 約 5 . 0 % のモリブデン、約 0 . 1 % 以下の銅、約 1 2 % ~ 約 1 5 % のコバルト、約 2 . 6 % ~ 約 3 . 2 5 % のチタン、約 1 . 0 % ~ 約 1 . 5 % のアルミニウム、約 2 % 以下の鉄、約 0 . 2 % ~ 約 0 . 1 2 % のジルコニウム、不可避不純物、及び残部のニッケルの組成を有する。

【 0 0 3 0 】

50

一実施形態では、基材は、重量基準で、約 0.01% 以下のホウ素、約 0.03% 以下の炭素、約 19% ~ 約 21% のクロム、約 0.01% ~ 約 1% の鉄、約 0.15% 以下のマンガン、約 9% ~ 約 10.5% のモリブデン、約 33% ~ 約 37% のニッケル、約 0.015% 以下のリン、約 0.15% 以下のケイ素、約 0.01% 以下の硫黄、約 1% 以下のチタン、不可避不純物、及び残部のコバルトの組成を有する。

【0031】

一実施形態では、基材は、重量基準で、約 0.15% 以下の炭素、約 19% ~ 約 21% のクロム、約 3% 以下の鉄、約 1% ~ 約 2% のマンガン、約 9% ~ 約 11% のニッケル、約 0.03% 以下のリン、約 0.4% 以下のケイ素、約 0.03% 以下の硫黄、約 14% ~ 約 16% のタングステン、不可避不純物、及び残部のコバルトの組成を有する。

10

【0032】

一実施形態では、基材は、重量基準で、約 0.1% 以下のベリリウム、約 0.15% 以下の炭素、約 18.5% ~ 約 21% のクロム、約 39% ~ 約 42% のコバルト、約 1% ~ 約 2.5% のマンガン、約 6% ~ 約 8% のモリブデン、約 14% ~ 約 18% のニッケル、約 0.015% 以下のリン、約 1.2% 以下のケイ素、約 0.015% 以下の硫黄、不可避不純物、及び残部の鉄の組成を有する。

【0033】

一実施形態では、基材は、重量基準で、約 0.14% 以下の炭素、約 26% ~ 約 30% のクロム、約 0.75% 以下の鉄、約 1% 以下のマンガン、約 5% ~ 約 7% のモリブデン、約 1% 以下のニッケル、約 0.25% 以下の窒素、約 1% 以下のケイ素、不可避不純物、及び残部のコバルトの組成を有する。

20

【0034】

図 1 を参照すると、一実施形態では、スワール装置 102 は、高温ストリーム 106 が低温ストリーム 108 とは反対又は実質的に反対に、或いは他の何れかの状態で配向されるように流れ 104 を高温ストリーム 106 及び低温ストリーム 108 に配向するよう構成される。かかる分離は、加圧ガスをスワールチャンバに接線方向に噴射し、チャンバ及び / 又はスワールチャンバに流体接続された管状部分内での回転に起因して加速されることによって行われる。一実施形態では、スワール装置 102 は、管体端部にて円錐ノズルを含み、加圧ガスを当該端部にて逃がすことができる。ガスの残りは、外側渦内で縮小直径の内側渦において押し戻される。

30

【0035】

図 2 を参照すると、一実施形態では、スワール装置 102 の配列 201 は、平行又は実質的に平行に並べられる。別の実施形態では、複数の低温ストリーム 108 は、共通の冷却管 202 に統合又は流体接合され、該冷却管 202 は、冷却開口 / 孔 204 を通じて空気などの冷却流体（図示せず）を排出することができる。これに加えて、又は代替として、複数の高温ストリーム 106 は、共通の管体 206 に統合又は流体接合され、該管体 206 は、加熱開口 / 孔 208 を通じて空気などの加熱流体（図示せず）を排出することができる。一実施形態では、低温ストリーム 108 の 1 以上は、冷却による恩恵を受ける領域及び / 又は低温ストリーム 108 が薄膜を形成する領域に配向される。これに加えて、又は代替として、高温ストリーム 106 の 1 以上は、低い熱負荷の領域及び / 又は他の構成要素に配向され、及び / 又は高温ガス経路に直接配向される。

40

【0036】

図 3 を参照すると、一実施形態では、スワール装置 102 は、低温ストリーム 108 と高温ストリーム 106 の分離を促進することができる円形輪郭又は実質的に円形輪郭を有するチャンバ 302 を含む。或いは、スワール装置 102 がスワール熱伝達装置 608 である実施形態では、チャンバ 302 が熱伝達を可能にする。例えば、この実施形態では、スワール装置 102 は、熱伝達を増大させ、従って、冷却空気により熱を取り込む。本装置は、流れを 2 つの別個の流れに分離するのではなく、空気を単にスワールさせるよう機能し、空気の高い熱伝達効率をより効果的に利用することができる。加熱後、空気は、例えば、フィルム冷却孔を通して配向され、及び / 又は高温ガス経路内に放出される。スワ

50

ール装置 102 がボルテックス管又はスワール熱伝達装置 608 である別の実施形態では、図 4 に示すように、チャンバ 302 は、タービュレータ、ガイドベーン、2 次 / 3 次 / 4 次入口、2 次 / 3 次 / 4 次出口、又はこれらの組合せのような突出部 402 を含む。

【0037】

図 5 は、印刷又は他の好適なプロセスによって製作されたタービンバケット 502 を示し、スワール装置 102 (図 1 又は図 10) の 1 以上がタービンバケット 502 又はブレード内又はその上に位置付けられている。スワール装置 102 がボルテックス管である一実施形態では、スワール装置 102 は、流れ 104 (図 1 を参照) を高温ストリーム 106 (図 1 を参照) 及び低温ストリーム 108 (図 1 を参照) に分離することにより冷却を増大又は減少させるようタービンバケット 502 の好適な領域に位置付けられ、これら高温ストリーム 106 及び低温ストリーム 108 は、好適な領域において冷却を増大又は減少させるように位置付けられる。一実施形態では、スワール装置 102 は、タービンバケット 502 の高温又は負圧側面に近接して位置付けられ、ここで流れ 104 を分離して、冷却チャンネルを通じて低温ストリーム 108 を冷却孔 506 に配向し、高温ストリーム 106 を直接高温ガス経路内に、ダブテール 508 (例えば、パージなど) に戻って、構成要素のより低い熱負荷領域に向けて、又はこれらの組合せのような所定領域に配向する。一実施形態では、スワール装置 102 は、構成要素の高温側に沿って位置付けられ、要求に応じた多くの又は僅かな外部表面を覆うようなサイズにされ、及び / 又は排出された (加熱された) 冷却空気を高温ガス経路に直接又はフィルム冷却空気として放出するよう構成される。スワール装置 102 がスワール熱伝達装置 608 である他の実施形態では、タービンバケット 502 の少なくとも一部は、例えば、高温ガス経路に流入する単一ストリーム 610 (図 6 を参照) を用いた熱伝達により冷却される。

【0038】

図 6 ~ 図 7 は、印刷又は他の好適なプロセスによって製作されたタービンシュラウド 602 を示し、スワール装置 102 (図 10 を参照)、具体的にはスワール熱伝達装置 608 の 1 以上がタービンシュラウド 602 内又はその上に位置付けられている。スワール装置 102 は、冷却を増大又は減少させるようタービンシュラウド 602 の好適な領域に位置付けられる。一実施形態では、スワール装置 102 は、構成要素の高温側に沿って位置付けられ、要求に応じた多くの又は僅かな外部表面を覆うようなサイズにされ、及び / 又は冷却空気を高温ガス経路に戻って又は他の下流側に冷却空気を配向するよう構成される。スワール装置 102 がボルテックス管である一実施形態では、流れ 104 (図 1 を参照) は、好適な領域において冷却を増大又は減少させるように位置付けられた高温ストリーム 106 (図 1 を参照) 及び低温ストリーム 108 (図 1 を参照) に分離され、スワール装置 102 は、タービンシュラウド 602 の高温側面 604 に近接して位置付けられ、ここで流れ 104 を分離して、高温側面 604 から高温ストリーム 106 を配向し、低温ストリーム 108 をタービンシュラウド 208 の縁部及び / 又は非冷却側に向けてなど所定領域に配向し、及び / 又は高温ストリーム 106 が、タービンバケット 502 の後縁に移動して、高温ガス経路に直接流れ、又は低い熱負荷の構成要素に向けて下流側に流れる。

【0039】

図 8 ~ 図 9 は、印刷又は他の好適なプロセスによって製作されたタービンノズル 802 を示し、スワール装置 102 の 1 以上がタービンノズル 802 内又はその上に位置付けられている。一実施形態では、1 つ又は複数のスワール装置 102 はスワール熱伝達装置 602 (図 10 を参照) である。別の実施形態では、1 つ又は複数のスワール装置 102 はボルテックス管である。スワール装置 102 がボルテックス管である一実施形態では、スワール装置 102 は、流れ 104 (図 1 を参照) を高温ストリーム 106 (図 1 を参照) 及び低温ストリーム 108 (図 1 を参照) に分離することにより冷却を増大又は減少させるようタービンノズル 802 の好適な領域に位置付けられ、これら高温ストリーム 106 及び低温ストリーム 108 は、好適な領域において冷却を増大又は減少させるように位置付けられる。一実施形態では、スワール装置 102 は、タービンノズル 802 の高温 804 に近接して位置付けられ、ここで流れ 104 を分離して、冷却孔 806 に向けて高温ス

トリーム 106 を配向し、低温ストリーム 108 をタービンバケット 502 の後縁に向けてタービンバケット 502 の高温側の冷却チャンネルに沿って、及び / 又はタービンシュラウド 208 の非冷却側に向けてなど所定領域に配向する。一実施形態では、高温ストリーム 106 は、タービンバケット 502 の後縁に流れ、高温ガス経路に流れ、及び / 又は低熱負荷の構成要素に向けて下流側に流れる。

【0040】

好ましい実施形態を参照しながら本発明を説明してきたが、本発明の範囲から逸脱することなく種々の変更を行うことができ且つ本発明の要素を均等物で置き換えることができる点は理解されるであろう。加えて、本発明の本質的な範囲から逸脱することなく、特定の状況又は物的事項を本発明の教示に適合するように多くの修正を行うことができる。従って、本発明は、本発明を実施するために企図される最良の形態として開示した特定の実施形態に限定されるものではなく、また本発明は、提出した請求項の技術的範囲内に属する全ての実施形態を包含することになるものとする。

【符号の説明】

【0041】

- 102 スワール装置
- 104 流れ
- 106 高温ストリーム
- 108 低温ストリーム

【図 1】

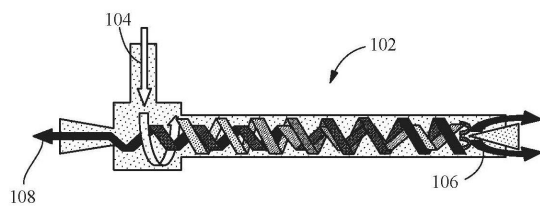


FIG. 1

【図 2】

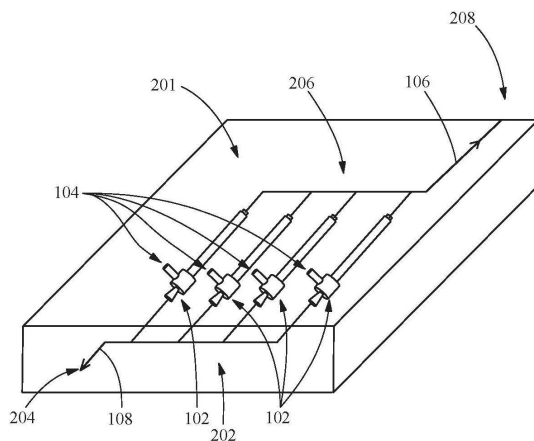


FIG. 2

【図 3】

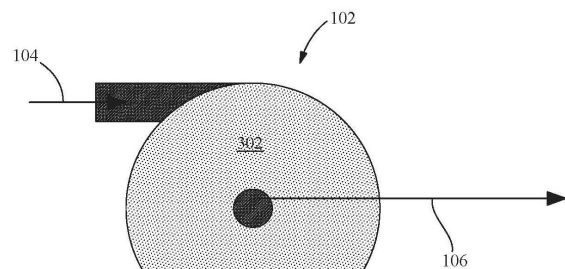


FIG. 3

【図 4】

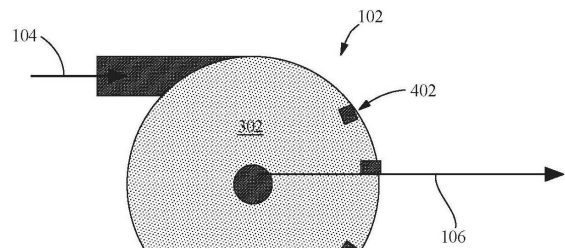


FIG. 4

【図 5】

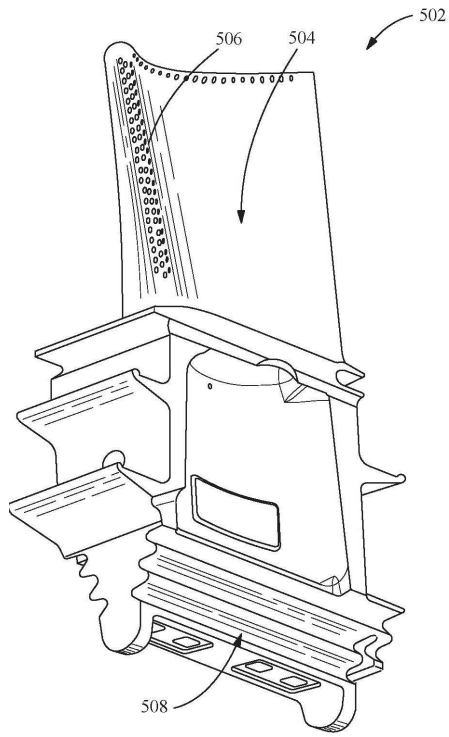


FIG. 5

【図 6】

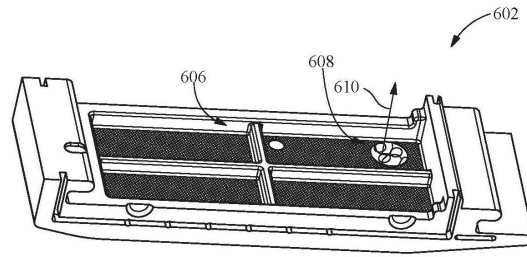


FIG. 6

【図 7】

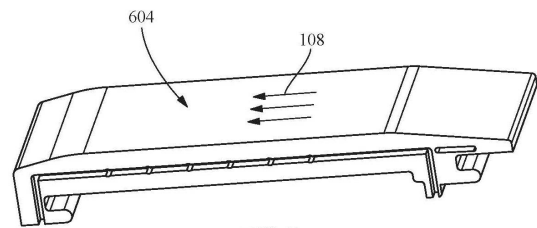


FIG. 7

【図 8】

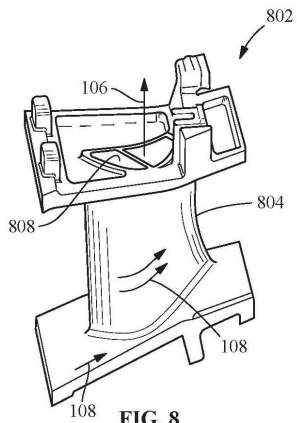


FIG. 8

【図 9】

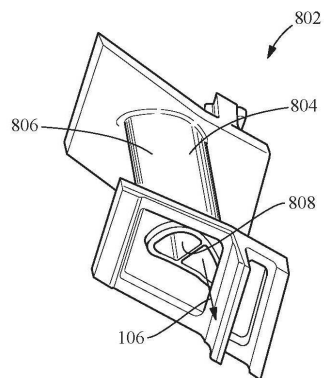
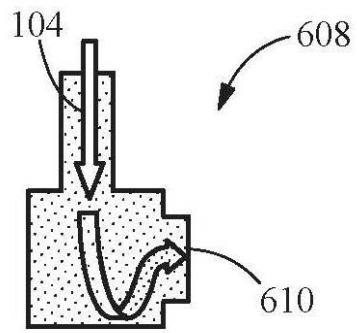


FIG. 9

【図 10】

**FIG. 10**

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
B 2 2 F	3/105	(2006.01)	B 2 2 F	3/105	
B 2 2 F	3/16	(2006.01)	B 2 2 F	3/16	
F 0 1 D	9/02	(2006.01)	F 0 1 D	9/02	1 0 2
F 0 1 D	25/00	(2006.01)	F 0 1 D	25/00	X
C 2 2 C	19/05	(2006.01)	C 2 2 C	19/05	C
C 2 2 C	19/07	(2006.01)	C 2 2 C	19/07	H
C 2 2 C	38/00	(2006.01)	C 2 2 C	38/00	3 0 2 Z
C 2 2 C	38/58	(2006.01)	C 2 2 C	38/58	

- (72)発明者 スリカンス・チャンドリュドゥ・コッティリンガム
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
- (72)発明者 ビクター・ジョン・モーガン
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
- (72)発明者 ベンジャミン・ボール・レイシー
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
- (72)発明者 ジョン・ウェズリー・ハリス、ジュニア
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
- (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 北村 亮

- (56)参考文献 特表昭63-502913(JP,A)
特開2008-208830(JP,A)
特開昭56-132406(JP,A)
独国特許出願公開第102004032093(DE,A1)
米国特許第5837960(US,A)
米国特許第8221055(US,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 C 7 / 1 8
B 2 2 F 3 / 1 0 5
B 2 2 F 3 / 1 6
B 2 3 K 1 5 / 0 0
B 2 3 K 2 6 / 3 6
F 0 1 D 5 / 1 8
F 0 1 D 9 / 0 2
F 0 1 D 2 5 / 0 0
F 0 1 D 2 5 / 1 2
C 2 2 C 1 9 / 0 5
C 2 2 C 1 9 / 0 7
C 2 2 C 3 8 / 0 0
C 2 2 C 3 8 / 5 8