

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6334113号
(P6334113)

(45) 発行日 平成30年5月30日 (2018. 5. 30)

(24) 登録日 平成30年5月11日 (2018. 5. 11)

(51) Int. Cl.	F 1				
FO1D 5/18	(2006.01)	FO1D	5/18		
FO2C 7/00	(2006.01)	FO2C	7/00		D
FO2C 7/18	(2006.01)	FO2C	7/18		A

請求項の数 15 外国語出願 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2013-177422 (P2013-177422)
(22) 出願日 平成25年8月29日 (2013. 8. 29)
(65) 公開番号 特開2014-47787 (P2014-47787A)
(43) 公開日 平成26年3月17日 (2014. 3. 17)
審査請求日 平成28年8月5日 (2016. 8. 5)
(31) 優先権主張番号 13/600, 717
(32) 優先日 平成24年8月31日 (2012. 8. 31)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 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 123
45、スケネクタデイ、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
(74) 代理人 100113974
弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 翼形及び翼形の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

翼形であって、
正圧面、正圧面に対向する負圧面、前縁及び後縁、
正圧面と翼形の負圧面の間の翼形内部に画定されたキャビティ、並びに
翼形の根元部と翼形の先端部との間で翼形の後縁に沿って画定され、キャビティと流体連
通する複数の冷却通路
を備えており、前記複数の冷却通路が、
第1の組の冷却通路であって、先端部の近くに画定された上部の組の冷却通路と根元部の
近くに画定された下部の組の冷却通路とに分けられた第1の組の冷却通路と、
上部の組の冷却通路と下部の組の冷却通路との間に画定された第2の組の冷却通路と
を含んでおり、
前記上部の組の冷却通路の上部冷却通路を画定する第1の対の半径方向に離隔した壁の間の
第1の半径方向距離が、第2の組の冷却通路の中間冷却通路を画定する第2の対の半径
方向に離隔した壁の間の第2の半径方向距離よりも大きく、
前記翼形が、正圧面から負圧面まで延在する第1の複数のピンを備えていて、第1の複数の
ピンが、第1の対の半径方向に離隔した壁の間の上部冷却通路内に配置されている、
翼形。

【請求項 2】

第1の複数のピンは、上部冷却通路内で軸方向に少しずつずらして配置される、請求項

1 に記載の翼形。

【請求項 3】

第 1 の対の半径方向に離隔した壁が翼形の後縁を終端とする、請求項 1 又は請求項 2 に記載の翼形。

【請求項 4】

第 2 の対の半径方向に離隔した壁が翼形の後縁を終端とする、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の翼形。

【請求項 5】

前記下部の組の冷却通路の下部冷却通路を画定する第 3 の対の半径方向に離隔した壁の間の第 3 の半径方向距離が、第 2 の組の冷却通路の中間冷却通路を画定する第 2 の対の半径方向に離隔した壁の間の第 2 の半径方向距離よりも大きい、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の翼形。

10

【請求項 6】

第 3 の対の半径方向に離隔した壁が翼形の後縁を終端とする、請求項 5 に記載の翼形。

【請求項 7】

前記翼形が、正圧面から負圧面まで延在する第 2 の複数のピンを備えていて、第 2 の複数のピンが、第 3 の対の半径方向に離隔した壁の間の下部冷却通路内に配置されている、請求項 5 又は請求項 6 に記載の翼形。

【請求項 8】

翼形であって、
正圧面、前記正圧面に対向する負圧面、前縁及び後縁、並びに
翼形の根元部と翼形の先端部との間で翼形の後縁に沿って画定された複数の冷却通路を備えており、前記複数の冷却通路が、
第 1 の組の冷却通路であって、先端部の近くに画定された上部の組の冷却通路と根元部の近くに画定された下部の組の冷却通路とに分けられた第 1 の組の冷却通路と、
前記上部の組の冷却通路と前記下部の組の冷却通路との間に画定された第 2 の組の冷却通路と
を含んでおり、

20

前記上部の組の冷却通路の上部冷却通路を画定する第 1 の対の半径方向に離隔した壁の間の第 1 の半径方向距離が、第 2 の組の冷却通路の中間冷却通路を画定する第 2 の対の半径方向に離隔した壁の間の第 2 の半径方向距離よりも大きく、
前記下部の組の冷却通路の下部冷却通路を画定する第 3 の対の半径方向に離隔した壁の間の第 3 の半径方向距離が、第 2 の組の冷却通路の中間冷却通路を画定する第 2 の対の半径方向に離隔した壁の間の第 2 の半径方向距離よりも大きく、
前記上部冷却通路及び前記下部冷却通路の少なくとも一方が正圧面から負圧面まで延在する複数のピンを備えている、
翼形。

30

【請求項 9】

前記上部冷却通路及び前記下部冷却通路の両方が正圧面から負圧面まで延在する複数のピンを備えている、請求項 8 に記載の翼形。

40

【請求項 10】

正圧面と負圧面の間の翼形内部に画定されたキャビティであって、前記複数の冷却通路と流体連通したキャビティを更に備える、請求項 8 又は請求項 9 に記載の翼形。

【請求項 11】

第 1 の対の半径方向に離隔した壁が翼形の後縁を終端とする、請求項 8 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載の翼形。

【請求項 12】

第 2 の対の半径方向に離隔した壁が翼形の後縁を終端とする、請求項 8 乃至請求項 11 のいずれか 1 項に記載の翼形。

【請求項 13】

50

第3の対の半径方向に離隔した壁が翼形の後縁を終端とする、請求項8乃至請求項12のいずれか1項に記載の翼形。

【請求項14】

前記上部の組の冷却通路が第2の上部冷却通路を含む、請求項8乃至請求項13のいずれか1項に記載の翼形。

【請求項15】

前記下部の組の冷却通路が第2の下部冷却通路を含む、請求項8乃至請求項14のいずれか1項に記載の翼形。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して、翼形及び翼形の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

タービンは、工業及び商業運転において広く使用されている。電力を発生するために使用される一般的な商業用の蒸気又はガスタービンは、固定及び回転翼形の交互の段を含む。例えば、静翼は、タービンを囲むケーシングのような固定構成要素に取り付けられ、動翼は、タービンの中心線に沿って位置するロータに取り付けられる。圧縮された作動流体（例えば、蒸気、燃焼ガス、又は空気だがこれに限らない）がタービンを流れ、静翼が圧縮された作動流体を加速し、後段の動翼上に誘導して動翼に運動を与えることで、ロータを回転させて仕事を行う（即ち、推力を発生する）。

20

【0003】

タービンの効率は、一般に、圧縮された作動流体の温度の上昇と共に増加する。しかしながら、タービン内の温度上昇が過大になると、タービンの翼形の寿命を縮め、ひいてはタービンに関連する修理、保守、及び停止期間を増やすことになる。そのため、翼形に対する冷却を行うために様々な設計及び方法が開発されている。例えば、冷却媒体を翼形内のキャビティに供給して、翼形から熱を対流的及び／又は伝導的に除去することができる。特定の実施形態では、冷却媒体はキャビティから出て翼形内の冷却通路を通して流れて、翼形の外面に対して膜冷却を行うことができる。

30

【0004】

翼形内のキャビティ及び冷却通路は、一般にロストワックス法と呼ばれるインベストメント鑄造法を用いて製造することができる。ロストワックス法では、翼形内のキャビティを画定するためにセラミックコアを使用する。ワックスがセラミックコア上に塗布され、ワックス表面は翼形にとって望ましい曲率に成形される。次いで、ワックスで覆われたセラミックコアを液体セラミック溶液に繰り返し浸漬して、ワックス表面上にセラミックシェルを形成する。次いで、ワックスを加熱してセラミックコアとセラミックシェルの間からワックスを除去すると、セラミックコアとセラミックシェルの間に、翼形の鑄型としての役割を果たす空洞が形成される。次いで、熔融金属を鑄型に注入して翼形を形成する。金属が冷えて凝固した後、セラミックシェルを壊して取り除くと、ワックスの除去によって生じた空洞の形状になった金属がむき出しになる。次いで、セラミックコアを溶解して、キャビティ及び冷却通路を備えた翼形を製造する。

40

【0005】

翼形を流れる冷却媒体の量を減らすために様々な努力が試みられている。例えば、冷却通路の寸法及び／又は幅を縮小することにより、冷却媒体への熱伝達を向上させると共に、翼形を流れる冷却媒体の量も減らすことができる。しかしながら、小さな冷却通路はそれに応じて小さな、セラミックコアからの突起を必要とし、これらの突起は鑄造プロセス中にダメージを受けやすい。特に、セラミックコアの両端付近の、セラミックコアからの突起は、鑄造中に折れやすい。小さな冷却通路をなおも提供しながらセラミックコアを強化しようという努力の一環として、セラミックコアからの突起を両端では大きく中央では

50

狭くしてもよい。しかしながら、大きな突起はそれに応じて大きな冷却通路を通る冷却媒体流を不均一なものとし、翼形の中央の小さな冷却通路から十分な冷却媒体流を奪うことになる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第8096771号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

10

従って、翼形内の冷却通路を通る冷却媒体の所望の流れプロファイルを生じる翼形及び翼形の製造方法が有用であろう。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の態様及び利点は、以下の説明において後述するが、その説明から自明なものとすることができ、或いは本発明の実施により学ぶことができる。

【0009】

本発明の一実施形態は、翼形であって、正圧面と、正圧面に対向する負圧面と、正圧面及び負圧面間の翼形内のキャビティと、正圧面及び負圧面間のキャビティの下流の後縁とを含む。後縁を通る第1の組の冷却通路は、キャビティから後縁までの流体連通を提供する。第1の組の冷却通路における各々の冷却通路間の第1の仕切りは、後縁の正圧面から負圧面まで延在する。

20

【0010】

本発明の別の実施形態は、翼形であって、正圧面と、正圧面に対向する負圧面と、正圧面及び負圧面間の翼形内のキャビティと、正圧面及び負圧面間のキャビティの下流の後縁とを含む。後縁を通る第1の組の冷却通路は、キャビティから後縁までの流体連通を提供する。第1の組のピンは、後縁の上流の第1の組の冷却通路における各々の冷却通路間に延在する。

【0011】

本発明はまた、翼形であって、正圧面と、正圧面に対向する負圧面と、正圧面及び負圧面間の翼形内のキャビティと、正圧面及び負圧面間のキャビティの下流の後縁とを有する翼形を含む。後縁を通る第1の組の冷却通路は、キャビティから後縁までの流体連通を提供する。後縁を通る第2の組の冷却通路は、キャビティから後縁までの流体連通を提供し、第1の組の冷却通路は第2の組の冷却通路よりも幅が広い。翼形は、第1の組の冷却通路を通る流れを減少させるための第1の手段を更に含む。

30

【0012】

本明細書を精査することにより、当業者には、そのような実施形態の特徴及び態様並びにその他がより良好に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0013】

40

添付図面を参照することを含む本明細書の残り部分において、当業者に対する本発明の最良の形態を含む本発明の完全且つ有効な開示をより具体的に説明する。

【図1】本発明の第1の実施形態に従った翼形の斜視図である。

【図2】図1に示す翼形を製造するためのコアの平面図である。

【図3】本発明の第2の実施形態に従った翼形の斜視図である。

【図4】図3に示す翼形を製造するためのコアの平面図である。

【図5】本発明の第3の実施形態に従った翼形の斜視図である。

【図6】図5に示す翼形を製造するためのコアの平面図である。

【図7】本発明の第4の実施形態に従った翼形の斜視図である。

【図8】図7に示す翼形を製造するためのコアの平面図である。

50

【図 9】図 8 に示すコア内の応力の例示的なグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

次に、その 1 つ又はそれ以上の実施例を添付図面に示している本発明の現在の実施形態を詳細に参照することにする。詳細な説明では、図面における特徴を指すために数字表示又は文字表示を使用する。図面及び説明における同様又は類似の表示は、本発明の同様又は類似の部品を参照するのにも使用している。ここで使用しているように、「第 1 の」、「第 2 の」、及び「第 3 の」という用語は 1 つの構成要素と別の構成要素を区別するために互換性を持って使用することができ、個々の構成要素の位置又は重要性を意味することを意図していない。更に、「上流」及び「下流」という用語は、流体経路における構成要素の相対位置を指す。例えば、流体が構成要素 A から構成要素 B へと流れる場合、構成要素 A は構成要素 B の上流にある。反対に、構成要素 B が構成要素 A からの流体流を受ける場合、構成要素 B は構成要素 A の下流にある。

【0015】

各々の実施例は、本発明を説明するために提示されるものであり、本発明を限定するものではない。実際に、本発明の技術的範囲又は技術的思想を逸脱することなく、本発明に修正及び変更を加えることができることは、当業者には明らかであろう。例えば、一実施形態の一部として例示又は説明された特徴を、別の実施形態で使用し、更なる実施形態を得ることができる。従って、本発明は、添付の特許請求の範囲及びそれらの同等物の技術的範囲にあるような、上述の修正及び変更を含むことを意図している。

【0016】

本発明の様々な実施形態は、翼形及び翼形の製造方法を含む。翼形は、概して、凹曲率を有する正圧面と、凸曲率を有して正圧面に対向する負圧面と、正圧面及び負圧面間の翼形内のキャビティと、正圧面及び負圧面間のキャビティの下流の後縁とを含む。翼形は、後縁を通る 1 つ以上の組の冷却通路を更に含み、これらの冷却通路はキャビティから後縁までの流体連通を提供する。1 つ以上の組の冷却通路は、冷却通路を通る流れを減らすための様々な手段を含んでよい。特定の実施形態では、例えば、手段として、後縁の一部の冷却通路間の 1 つ以上の仕切りが含まれる。他の特定の実施形態では、手段として、一部の冷却通路間に延在する 1 組のピンが含まれる。本発明の例示的实施形態は、概して、タービンに組み込まれた翼形に関連して説明されているが、特許請求の範囲において具体的に詳述しない限り、本発明の実施形態がタービンに限定されないことが、当業者には本明細書の教示から容易に理解されるであろう。

【0017】

次に、図全体にわたって同一の数字が同じ要素を示す図面を参照すると、図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に従った翼形 10 の斜視図を提供する。図 1 に示すように、翼形 10 は、概して、凹曲率を有する正圧面 12 と、凸曲率を有して正圧面 12 に対向する負圧面 14 とを含む。正圧面 12 及び負圧面 14 は互いに離隔されて、正圧面 12 及び負圧面 14 間の翼形 10 内にキャビティ 16 を画定する。キャビティ 16 は、冷却媒体が翼形 10 内を流れて翼形 10 から熱を除去するための蛇行経路を提供することができる。翼形 10 は、正圧面 12 及び負圧面 14 間のキャビティ 16 の下流の後縁 18 と、キャビティ 16 から後縁 18 までの流体連通を提供する、後縁 18 を通る複数の冷却通路 20 とを更に含む。ここで使用しているように、「後縁」という用語は、翼形 10 の最下流部分に限定されるのではなく、キャビティ 16 の下流にある、正圧面 12 及び／又は負圧面 14 上の翼形 10 の部分を含んでもよい。

【0018】

冷却通路 20 は、各々の組の冷却通路 20 が異なる寸法、形状、及び／又は幅を有する、複数の組に配設してもよい。例えば、後縁 18 の上部及び下部に位置する第 1 の組の冷却通路 22 は、後縁 18 の中央に位置する第 2 の組の冷却通路 24 よりも大きな寸法及び／又は幅を有してもよい。図 1 に示す特定の実施形態では、例えば、第 1 の組の冷却通路 22 は、後縁 18 の上部の 3 つの冷却通路 20 と、下部の 3 つの冷却通路 20 とを含むこ

とができる。図1に示すように、各々の冷却通路20は軸方向にテーパーさせてもよく、第1の組の冷却通路22における各々の冷却通路20は、第2の組の冷却通路24における各々の冷却通路20の約3倍の大きさの寸法及び／又は幅を有してもよい。第1の組の冷却通路22における冷却通路20の数は1～10の間かそれ以上で変化してもよく、特許請求の範囲において具体的に詳述しない限り、本発明がいかなる組の冷却通路22、24のいかなる特定の数の冷却通路20にも限定されないことが、当業者には本明細書の教示から容易に理解されるであろう。同様に、各組の冷却通路20の間の寸法、及び／又は幅の差は、翼形10の寸法や翼形10内の異なる組の冷却通路22、24の数に応じて、約1.1倍～10倍かそれ以上の間で変化してもよく、特許請求の範囲において具体的に詳述しない限り、本発明は、特定の差の寸法及び／又は幅の冷却通路20に限定されない。

10

【0019】

第1及び第2の組の冷却通路22、24間の寸法、形状、及び／又は幅の差は、通常、後縁18の長さに沿った冷却媒体流において望ましくない不均衡を生じさせることになる。具体的には、第1の組の冷却通路22の寸法及び／又は幅が大きいと、第1の組の冷却通路22を通して流れる冷却媒体が多くなり、場合によっては第2の組の冷却通路24を通る冷却媒体流が不十分になる。この不均衡を減らすために、第1の組の冷却通路22は、第1の組の冷却通路22を通る流れを減らすための手段を更に含むことができる。図1に示す特定の実施形態では、例えば、この手段に使われる構造には、第1の組の冷却通路22における各々の冷却通路20間の第1の仕切り30が含まれる。各々の第1の仕切り30は、基本的に、後縁18の正圧面12から負圧面14まで延在する、ポスト、タブ、スタブ、ピン、又は同様の構造である。そのため、各々の第1の仕切り30は、第1の組の冷却通路22における各々の冷却通路20を通る冷却媒体流を部分的に遮断して、後縁18の長さに沿った冷却媒体流の不均衡を減らすことができる。更に、第1の組の冷却通路22を他の冷却通路20以上にテーパーさせて、この不均衡を更にもっと減らすことができる。

20

【0020】

図2は、図1に示す翼形10を製造するのに使用することができるコア40の平面図を提供する。図2に示すように、コア40は蛇行部分42を含み、この蛇行部分42から複数の細長い分岐又は突起44が延在している。蛇行部分42は、概して、翼形10内のキャビティ16の寸法及び位置に対応し、突起44は、概して、後縁18を通る冷却通路20の寸法及び位置に対応している。例えば、図2に示すように、突起44は、コア40の上部及び下部にある第1の組の突起46にグループ化され、これらはコア40の中央にある第2の組の突起48における残りの突起44の寸法及び／又は幅の約3倍である。更に、第1の組の突起46は、タブ又はノッチ50を含み、これらは、概して、図1に関して説明した第1の組の冷却通路22における第1の仕切り30の位置に対応している。第1の組の突起46の寸法及び／又は幅が増大すると、その後の casting 操作中の、突起44のダメージに対する耐久性や抵抗力が向上する。

30

【0021】

コア40は、 casting 中にコア40に必要とされる密接な配置を維持しつつ、 casting 材料（例えば、高合金金属）に伴う高温に耐える十分な強度を有する任意の材料から製造することができる。例えば、コア40は、セラミック材料、セラミック複合材料、又はその他の適切な材料から casting することができる。 casting 又は別の方法で製造した後、レーザー、放電加工機、ドリル、ウォータージェット、又はその他の適切な装置を用いて、図2に示す蛇行部分42、突起44、及び／又はノッチ50を精製又は形成することができる。次いで、コア40を周知のようにロストワックス法に利用する。例えば、コア40は、翼形10にとって望ましい厚さ及び曲率に容易に成形されるワックス又はその他の適切な材料で被覆することができる。次いで、ワックスで覆われたコア40を液体セラミック溶液に繰り返し浸漬して、ワックス表面上にセラミックシェルを形成する。次いで、ワックスを加熱してコア40とセラミックシェルの間からワックスを除去すると、コア40とセラミックシ

40

50

ェルの間に、翼形１０の鋳型としての役割を果たす空洞が形成される。次いで、溶融金属を鋳型に注入して翼形１０を形成する。金属が冷えて凝固した後、セラミックシェルを壊して取り除くと、ワックスの除去によって生じた空洞の形状になった金属がむき出しになる。次いで、コア４０を溶解して、図１に示すキャビティ１６、冷却通路２０、及び第１の仕切り３０を備えた翼形１０を製造する。

【００２２】

図３は、本発明の第２の実施形態に従った翼形１０の斜視図を提供する。図３に示すように、翼形１０は、概して、図１に関して前述したように、正圧面１２、負圧面１４、キャビティ１６、後縁１８、及び冷却通路２０を含む。この特定の実施形態では、冷却通路２０は、各々の組の冷却通路２０が異なる寸法及び／又は幅を有する、第１、第２、及び第３の組の冷却通路２２，２４，２６に配設される。図３に示すように、例えば、第１の組の冷却通路２２は後縁１８の上部及び下部に位置する単一の冷却通路２０を含み、第２の組の冷却通路２４は第１の組の冷却通路２２における各々の冷却通路２０の隣に位置する単一の冷却通路２０を含み、第３の組の冷却通路２６は後縁１８の中央に位置する残りの冷却通路２０を含む。図３に示す特定の実施形態では、各々の冷却通路２０を軸方向にテーパーさせてもよい。第１の組の冷却通路２２における各々の冷却通路２０は、第３の組の冷却通路２６における各々の冷却通路２０の約５倍の大きさの寸法及び／又は幅を有してもよく、第２の組の冷却通路２４における各々の冷却通路２０は、第３の組の冷却通路２６における各々の冷却通路２０の約３倍の大きさの寸法及び／又は幅を有してもよい。第１及び第２の組の冷却通路２２，２４の冷却通路２０の数は１～１０の間かそれ以上で変化してもよく、特許請求の範囲において具体的に詳述しない限り、本発明がいかなる組の冷却通路２２，２４，２６のいかなる特定の数の冷却通路２０にも限定されないことが、当業者には本明細書の教示から容易に理解されるであろう。同様に、各組の冷却通路２２，２４，２６の間の寸法、及び／又は幅の差は、翼形１０の寸法や翼形１０内の異なる組の冷却通路２２，２４，２６の数に応じて、約１．１倍～１０倍かそれ以上の間で変化してもよく、特許請求の範囲において具体的に詳述しない限り、本発明は、特定の差の寸法、形状、及び／又は幅の冷却通路２０に限定されない。

【００２３】

第１、第２、及び第３の組の冷却通路２２，２４，２６間の寸法、形状、及び／又は幅の差は、通常、後縁１８の長さに沿った冷却媒体流において望ましくない不均衡を生じさせることになる。具体的には、第１及び第２の組の冷却通路２２，２４の寸法及び／又は幅が大きいと、第１及び第２の組の冷却通路２２，２４を通して流れる冷却媒体が多くなり、場合によっては第３の組の冷却通路２６を通る冷却媒体流が不十分になる。この不均衡を減らすために、第１及び／又は第２の組の冷却通路２２，２４は、各冷却通路２０を通る流れを減らすための手段を更に含むことができる。図３に示す特定の実施形態において、例えば、第１の組の冷却通路２２における手段に使われる構造には、第１の組の冷却通路２２における各々の冷却通路２０間の複数の第１の仕切り３０が含まれる。各々の第１の仕切り３０は、基本的に、後縁１８の正圧面１２から負圧面１４まで延在する、ポスト、タブ、スタブ、ピン、又は同様の構造である。そのため、複数の第１の仕切り３０は、第１の組の冷却通路２２における各々の冷却通路２０を通る冷却媒体流を部分的に遮断することができる。第２の組の冷却通路２４における手段に使われる構造には、同様に、第２の組の冷却通路２４における各々の冷却通路２０間の１つ以上の第２の仕切り３２が含まれる。第１及び第２の組の冷却通路２２，２４を通る流れを減らすための手段の組み合わせにより、後縁１８の長さに沿った冷却媒体流の不均衡が減る。更に、第１及び／又は第２の組の冷却通路２２，２４を第３の組の冷却通路２６以上にテーパーさせて、この不均衡を更にもっと減らすことができる。

【００２４】

図４は、図３に示す翼形１０を製造するのに使用することができるコア４０の平面図を提供する。図４に示すように、コア４０はここでもまた、図２に関して前述したように、蛇行部分４２、突起４４、及びノッチ５０を含むことができる。図４に示す特定の実施形

態では、突起 44 は、それぞれ、第 1、第 2、及び第 3 の組の冷却通路 22, 24, 26 における冷却通路 20 の位置及び寸法に対応する第 1、第 2、及び第 3 の組の突起 46, 48, 49 に配設される。具体的には、第 1 の組の突起 46 は、コア 40 の上部及び下部の突起 44 を含み、これらは第 3 の組の突起 49 における突起 44 の寸法及び／又は幅の約 5 倍である。同様に、第 2 の組の突起 48 は、第 1 の組の突起 46 に隣接する突起 44 を含み、これらは第 3 の組の突起 49 における突起 44 の寸法及び／又は幅の約 3 倍である。最後に、第 3 の組の突起 49 は、コア 40 の中央に位置する。更に、第 1 及び第 2 の組の突起 46, 48 は、タブ又はノッチ 50 を含み、これらは、概して、図 3 に関して説明した第 1 及び第 2 の組の冷却通路 22, 24 における第 1 及び第 2 の仕切り 30, 32 の位置に対応している。第 1 及び第 2 の組の突起 46, 48 の寸法及び／又は幅が増大すると、その後の鋳造操作中の、突起 44 のダメージに対する耐久性や抵抗力が向上する。

10

【0025】

図 5 は、本発明の第 3 の実施形態に従った翼形 10 の斜視図を提供し、図 6 は、図 5 に示す翼形 10 を製造するためのコア 40 の平面図を提供する。図 5 及び 6 に示すように、翼形 10 及びコア 40 は、概して、図 1～4 に示す実施形態に関して前述したのと同じ構成要素を含む。この特定の実施形態では、各々の冷却通路 20 を軸方向にテーパーさせてもよい。第 1 の組の冷却通路 22 における各々の冷却通路 20 は、第 3 の組の冷却通路 26 における各々の冷却通路 20 の約 4 倍の大きさの寸法及び／又は幅を有してもよく、第 2 の組の冷却通路 24 における各々の冷却通路 20 は、第 3 の組の冷却通路 26 における各々の冷却通路 20 の約 3 倍の大きさの寸法及び／又は幅を有してもよい。第 1 及び第 2 の組の冷却通路 22, 24 における冷却通路 20 を通る流れを減らすための手段に使われる構造には、ここでもまた、図 3 に関して前述したように、第 1 及び第 2 の仕切り 30, 32 が含まれる。しかしながら、図 5 に示す特定の実施形態では、各々の第 1 の仕切り 30 は各々の第 2 の仕切り 32 よりも幅が広い。具体的には、各々の第 1 の仕切り 30 は、特定の実施形態にもよるが、各々の第 2 の仕切り 32 よりも約 1.1～5 倍かそれ以上幅が広くてもよい。そのため、幅広の第 1 の仕切り 30 を第 1 の組の冷却通路 22 における幅広の冷却通路 20 と組み合わせ、後縁 18 の長さに沿った冷却媒体流の不均衡を減らすことができる。更に、第 1 及び／又は第 2 の組の冷却通路 22, 24 を第 3 の組の冷却通路 26 以上にテーパーさせて、この不均衡を更にもっと減らすことができる。

20

【0026】

30

図 6 に最も明瞭に示されているように、第 1 の組の突起 46 は、コア 40 の上部及び下部の突起 44 を含み、これらは第 3 の組の突起 49 における突起 44 の寸法及び／又は幅の約 4 倍であり、第 2 の組の突起 48 は、第 3 の組の突起 49 における突起 44 の寸法及び／又は幅の約 3 倍である。第 1 及び第 2 の組の突起 46, 48 の寸法及び／又は幅が増大すると、その後の鋳造操作中の、突起 44 のダメージに対する耐久性や抵抗力が向上する。

【0027】

図 7 は、本発明の第 4 の実施形態に従った翼形 10 の斜視図を提供し、図 8 は、図 7 に示す翼形 10 を製造するためのコア 40 の平面図を提供する。具体的には、翼形 10 は、概して、図 1 に関して前述したように、正圧面 12、負圧面 14、キャビティ 16、後縁 18、及び冷却通路 20 を含む。この特定の実施形態では、第 1 の組の冷却通路 22 は、後縁 18 の上部及び下部に 2 つの冷却通路 20 を含み、第 2 の組の冷却通路 24 は、後縁 18 の中央に位置する冷却通路 20 を含む。各々の冷却通路 20 を軸方向にテーパーさせてもよく、第 1 の組の冷却通路 22 における各々の冷却通路 20 は、第 2 の組の冷却通路 24 における各々の冷却通路 20 の約 3 倍の大きさの寸法及び／又は幅を有してもよい。第 1 の組の冷却通路 22 における冷却通路 20 を通る流れを減らすための手段に使われる構造には、後縁 18 の上流の第 1 の組の冷却通路 22 における各々の冷却通路 20 間に延在する第 1 の組のピン 60 が含まれる。ピン 60 は、冷却通路 20 を通る冷却媒体流を阻害して、第 1 の組の冷却通路 22 を通って流れる冷却媒体の量を減らすと共に、翼形 10 と冷却媒体の間の熱交換も向上させることができる。図 7 に示す特定の実施形態で示すよ

40

50

うに、1つ以上のピン60を冷却通路20内で軸方向に少しずつずらして配列して、更に熱交換を向上させ、冷却通路20を通る冷却媒体流を制御することができる。そのため、第1の組のピン60を第1の組の冷却通路22における幅広の冷却通路20と組み合わせ、後縁18の長さに沿った冷却媒体流の不均衡を減らすことができる。更に、第1の組の冷却通路22を第2の組の冷却通路24以上にテーパーさせて、この不均衡を更にもっと減らすことができる。また更なる実施形態において、図3及び5に示す第2の組の冷却通路24を通る流れを減らすための手段には、後縁18の上流の第2の組の冷却通路24における各々の冷却通路20内の第2の組のピンが含まれ、この代替構造の更なる図示は必要ないことが、当業者には本明細書の教示から容易に理解されるであろう。

【0028】

図8で最も明瞭に示されているように、コア40はここでもまた、図2に関して前述したように、蛇行部分42及び突起44を含むことができる。図8に示す特定の実施形態では、突起44は、第1及び第2の組の突起46、48に配設され、これらはそれぞれ、第1及び第2の組の冷却通路22、24における冷却通路20の位置及び寸法に対応している。具体的には、第1の組の突起46は、コア40の上部及び下部の2つの突起44を含み、これらは第2の組の突起48における突起44の寸法及び／又は幅の約3倍である。更に、第1の組の突起46は、図7に関して説明した第1の組の冷却通路22における第1の組のピン60の位置に略対応する複数の孔62を含む。第1の組の突起46の寸法及び／又は幅が増大すると、その後の鋳造操作中の、突起44のダメージに対する耐久性や抵抗力が向上する。

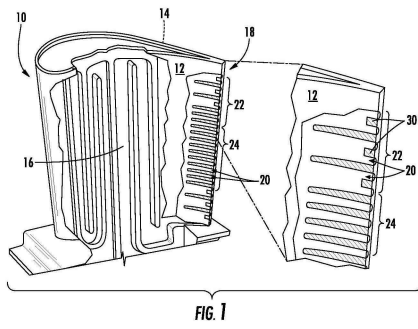
【0029】

図9は、図8に示すコア40内の応力の例示的なグラフを提供する。具体的には、水平軸は、ピン60が有る場合と無い場合の突起44の幅の割合を表し、垂直軸は、ピン60が有る場合と無い場合の突起にかかる応力の割合を表す。図9に示すように、突起44の幅を2倍にし、突起にピン60を追加することにより、突起44のそばを横切る応力が50%以上低下する。図8に示す特定の実施形態に関しては、第1の組の突起46における突起44が第2の組の突起48における突起44よりも約3倍の大きさ及び／又は幅であるが、第1の組の突起46における突起44を横切る応力は、第2の組の突起48における突起44を横切る応力の20%未満と計算される。

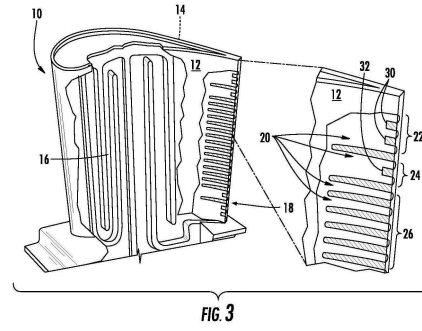
【0030】

本明細書は、実施例を使用して、最良の形態を含む本発明を開示し、更にあらゆる装置又はシステムを製作且つ使用すること及びあらゆる組み込まれた方法を実行することを含む本発明の実施を当業者が行うのを可能にする。本発明の特許性がある技術的範囲は、特許請求の範囲によって規定され、当業者が想到するその他の実施例を含むことができる。そのようなその他の実施例は、それらが特許請求の範囲の文言と相違しない構造的要素を有する場合、又はそれらが特許請求の範囲の文言と本質的でない相違を有する同等な構造的要素を含む場合には、特許請求の範囲の技術的範囲内に属することになるものとする。

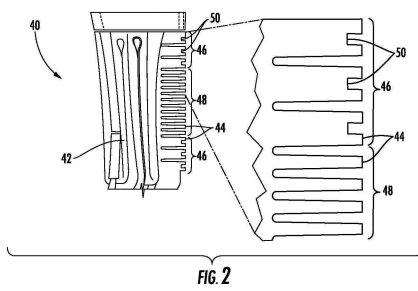
【図 1】



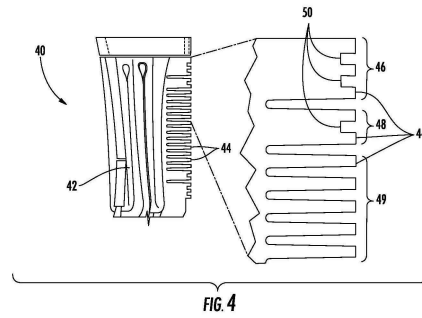
【図 3】



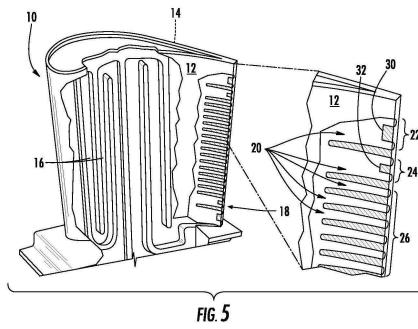
【図 2】



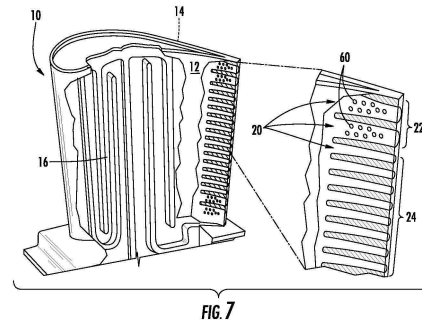
【図 4】



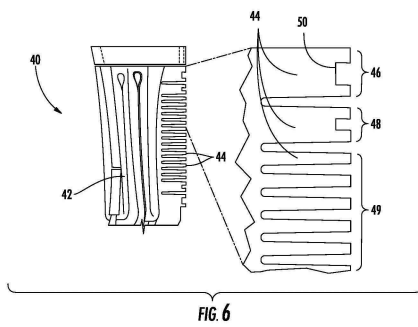
【図 5】



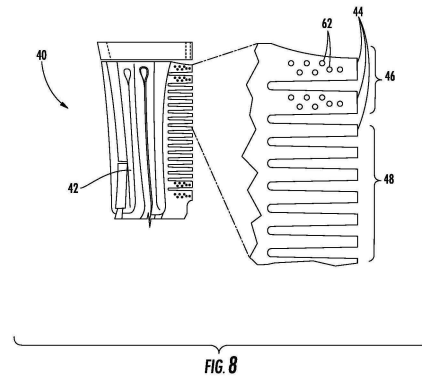
【図 7】



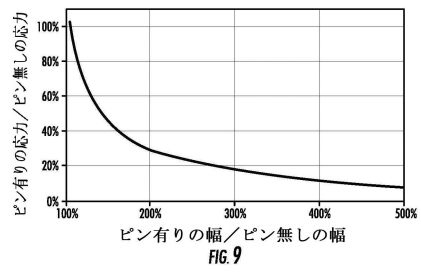
【図 6】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 マーク・アンドリュー・ジョーンズ
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 アーロン・エゼキエル・スミス
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 ハリカ・セネム・カーヴェチ
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

審査官 高吉 続久

- (56)参考文献 特開2000-230401 (JP, A)
特開平06-137102 (JP, A)
特開平07-189603 (JP, A)
特開昭60-111002 (JP, A)
米国特許第03574481 (US, A)
特開2007-292006 (JP, A)
米国特許出願公開第2002/0187043 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|------|
| F01D | 5/18 |
| F02C | 7/00 |
| F02C | 7/18 |