

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6105942号
(P6105942)

(45) 発行日 平成29年3月29日(2017.3.29)

(24) 登録日 平成29年3月10日(2017.3.10)

(51) Int.Cl.

F 1

FO 1 D 5/18 (2006.01)

FO 1 D 5/18

FO 1 D 9/02 (2006.01)

FO 1 D 9/02

FO 2 C 7/18 (2006.01)

FO 2 C 7/18

1 O 2

A

請求項の数 16 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2013-2189 (P2013-2189)
 (22) 出願日 平成25年1月10日 (2013.1.10)
 (65) 公開番号 特開2013-144981 (P2013-144981A)
 (43) 公開日 平成25年7月25日 (2013.7.25)
 審査請求日 平成28年1月6日 (2016.1.6)
 (31) 優先権主張番号 13/349,852
 (32) 優先日 平成24年1月13日 (2012.1.13)
 (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・カンパニー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
 45、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 智志
 (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】エアーフォイル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内面と、

前記内面に対向する外面であって、正圧面、該正圧面に対向する負圧面、前記正圧面と前記負圧面との間の淀み線、及び前記正圧面と前記負圧面との間にあり且つ前記淀み線より下流にある後縁を含んでいる外面と、

前記外面に設けられた複数の溝セグメントであって、少なくとも1つの溝セグメントが弓形の形状であり、各溝セグメントが、前記外面の一部を含む1以上の壁により、半径方向に隣接する溝セグメントから隔てられている、複数の溝セグメントと、

各溝セグメントに設けられた单一の冷却通路であって、前記内面から対応する溝セグメント及び前記外面へ流体連通させる单一の冷却通路と、

を有するエアーフォイル。

10

【請求項 2】

プラットフォームと、

前記プラットフォームに接続された外面と、

前記外面に設けられた複数の溝セグメントであって、少なくとも1つの溝セグメントが弓形の形状であり、各溝セグメントが、前記外面の一部を含む1以上の壁により、半径方向に隣接する溝セグメントから隔てられている、複数の溝セグメントと、

各溝セグメントに設けられた单一の冷却通路であって、対応する溝セグメント及び前記外面に冷却媒体を供給する单一の冷却通路と、

20

を有するエアーフォイル。

【請求項 3】

内面と、

前記内面に対向する外面であって、正圧面、該正圧面に対向する負圧面、前記正圧面と前記負圧面との間の淀み線、及び前記正圧面と前記負圧面との間にあり且つ前記淀み線より下流にある後縁を含んでいる外面と、

前記正圧面、負圧面、淀み線又は後縁の内の少なくとも1つに設けられた複数の溝セグメントであって、少なくとも1つの溝セグメントが弓形の形状であり、各溝セグメントが、前記外面の一部を含む1以上の壁により、半径方向に隣接する溝セグメントから隔てられている、複数溝セグメントと、

前記溝セグメントに設けられた单一の冷却通路であって、前記内面から前記外面へ流体連通させる单一の冷却通路と、

を有するエアーフォイル。

【請求項 4】

内面と、

前記内面に対向する外面であって、正圧面、該正圧面に対向する負圧面、前記正圧面と前記負圧面との間の淀み線、及び前記正圧面と前記負圧面との間にあり且つ前記淀み線より下流にある後縁を含んでいる外面と、

前記外面に隣接するプラットフォーム又は側壁の少なくとも一方と、

前記プラットフォーム又は側壁に設けられた複数の溝セグメントであって、少なくとも1つの溝セグメントが弓形の形状であり、各溝セグメントが、前記外面の一部を含む1以上の壁により、半径方向に隣接する溝セグメントから隔てられている、複数溝セグメントと、

各溝セグメントに設けられた单一の冷却通路と、

を有するエアーフォイル。

【請求項 5】

内面と、

前記内面に対向する外面であって、正圧面、該正圧面に対向する負圧面、前記正圧面と前記負圧面との間の淀み線、及び前記正圧面と前記負圧面との間にあり且つ前記淀み線より下流にある後縁を含んでいる外面と、

前記外面に設けられた複数の溝セグメントであって、少なくとも1つの溝セグメントが、該少なくとも1つの溝セグメントの長さに沿って変化する寸法を持っており、各溝セグメントが、前記外面の一部を含む1以上の壁により、半径方向に隣接する溝セグメントから隔てられている、複数の溝セグメントと、

各溝セグメントに設けられた单一の冷却通路であって、前記内面から対応する溝セグメント及び前記外面へ流体連通させる单一の冷却通路と、

を有するエアーフォイル。

【請求項 6】

プラットフォームと、

前記プラットフォームに接続された外面と、

前記外面に設けられた複数の溝セグメントであって、少なくとも1つの溝セグメントが、該少なくとも1つの溝セグメントの長さに沿って変化する寸法を持っており、各溝セグメントが、前記外面の一部を含む1以上の壁により、半径方向に隣接する溝セグメントから隔てられている、複数の溝セグメントと、

各溝セグメントに設けられた单一の冷却通路であって、対応する溝セグメント及び前記外面に冷却媒体を供給する单一の冷却通路と、

を有するエアーフォイル。

【請求項 7】

内面と、

前記内面に対向する外面であって、正圧面、該正圧面に対向する負圧面、前記正圧面と

10

20

30

40

50

前記負圧面との間の淀み線、及び前記正圧面と前記負圧面との間にあり且つ前記淀み線より下流にある後縁を含んでいる外面と、

前記正圧面、負圧面、淀み線又は後縁の内の少なくとも1つに設けられた複数の溝セグメントであって、少なくとも1つの溝セグメントが、該少なくとも1つの溝セグメントの長さに沿って変化する寸法を持っており、各溝セグメントが、前記外面の一部を含む1以上の壁により、半径方向に隣接する溝セグメントから隔てられている、複数溝セグメントと、

前記溝セグメントに設けられた单一の冷却通路であって、前記内面から前記外面へ流体連通させる单一の冷却通路と、

を有するエアーフォイル。

10

【請求項8】

内面と、

前記内面に対向する外面であって、正圧面、該正圧面に対向する負圧面、前記正圧面と前記負圧面との間の淀み線、及び前記正圧面と前記負圧面との間にあり且つ前記淀み線より下流にある後縁を含んでいる外面と、

前記外面に隣接するプラットフォーム又は側壁の少なくとも一方と、

前記プラットフォーム又は側壁に設けられた複数の溝セグメントであって、少なくとも1つの溝セグメントが、該少なくとも1つの溝セグメントの長さに沿って変化する寸法を持っており、各溝セグメントが、前記外面の一部を含む1以上の壁により、半径方向に隣接する溝セグメントから隔てられている、複数溝セグメントと、

20

各溝セグメントに設けられた单一の冷却通路と、
を有するエアーフォイル。

【請求項9】

少なくとも1つの溝セグメントが正圧面と負圧面との間の前記淀み線上に少なくとも部分的に配置されている、請求項1乃至8のいずれかに記載のエアーフォイル。

【請求項10】

少なくとも2つの隣り合った溝セグメントが互いに対して食違い配置されている、請求項1乃至9のいずれかに記載のエアーフォイル。

【請求項11】

少なくとも2つの隣り合った溝セグメントが異なる長さを持っている、請求項1乃至10のいずれかに記載のエアーフォイル。

30

【請求項12】

少なくとも1つの溝セグメントが、減少する寸法を持ち、該少なくとも1つの溝セグメントの中の前記单一の冷却通路が該減少する寸法へ向かって斜めに形成されている、請求項1乃至11のいずれかに記載のエアーフォイル。

【請求項13】

隣り合った溝セグメントの中のそれぞれの前記单一の冷却通路が互いからずれている、請求項1乃至12のいずれかに記載のエアーフォイル。

【請求項14】

各々の单一の冷却通路は、前記内面で終端する第1の部分と、前記外面で終端する第2の部分とを有し、前記第1の部分は円筒形であり、また前記第2の部分は円錐形又は球形である、請求項1乃至13のいずれかに記載のエアーフォイル。

40

【請求項15】

プラットフォーム溝セグメントを備えるプラットフォームを有している請求項1乃至14のいずれかに記載のエアーフォイル。

【請求項16】

各々の单一の冷却通路は、円筒形の第1の部分と、円錐形又は球形の第2の部分とを有している、請求項1乃至15のいずれかに記載のエアーフォイル。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、一般的に云えば、タービンに用いることのできるようなエアーフォイル（翼又は翼形部材）に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

タービンは、仕事を遂行するために航空機用、工業用及び発電用などの多種多様な用途に広く用いられている。各々のタービンは、一般に、円周方向に装着された複数の静翼及び複数の動翼の交互の段を含む。各々の静翼及び動翼は、エアーフォイルに成形された高合金鋼及び／又はセラミック材料を含むことができ、また、蒸気、燃焼ガス又は空気のような圧縮された作動流体が、タービン内のガス流路に沿って静翼及び動翼を横切って流れれる。静翼は、圧縮された作動流体を加速して次の段の動翼へ導いて、動翼に運動を与えて仕事を遂行する。

【0003】

圧縮された作動流体に伴う高い温度が、静翼及び／又は動翼の摩耗及び／又は損傷を増大させるおそれがある。このため、冷却媒体をエアーフォイルの内部に供給して、エアーフォイルを通じて放出させることにより、エアーフォイルの外側に膜冷却を行うことができる。エアーフォイルには、該エアーフォイルの外面にわたって冷却媒体を均等に分布させる溝が設けられている。しかしながら、エアーフォイルの外面にわたる冷却媒体の分布を変えられる改良されたエアーフォイルが得られれば、有益であろう。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】****【特許文献1】米国特許第6210112号****【発明の概要】****【0005】**

本発明の様々な面及び利点は、以下に記載し、又は以下の記載から明らかであり、或いは本発明の実施を通じて習得することができよう。

【0006】

本発明の一実施形態は、内面及び該内面に対向する外面を含むエアーフォイルである。前記外面は、正圧面、該正圧面に対向する負圧面、前記正圧面と前記負圧面との間の淀み線(stagnation line)、及び前記正圧面と前記負圧面との間にあり且つ前記淀み線より下流にある後縁を含む。1つ以上の溝セグメントが前記外面に設けられ、また各溝セグメントには、前記内面から前記外面へ流体連通させる单一の冷却通路が設けられる。

【0007】

本発明の別の実施形態は、プラットフォーム及び該プラットフォームに接続された外面を含むエアーフォイルである。1つ以上の溝セグメントが前記外面に設けられ、また各溝セグメントには、前記外面に冷却媒体を供給する单一の冷却通路が設けられる。

【0008】

本発明の更に別の実施形態は、内面及び該内面に対向する外面を含むエアーフォイルである。前記外面は、正圧面、該正圧面に対向する負圧面、前記正圧面と前記負圧面との間の淀み線、及び前記正圧面と前記負圧面との間にあり且つ前記淀み線より下流にある後縁を含む。1つ以上の溝セグメントが前記正圧面、負圧面、淀み線又は後縁の内の少なくとも1つに設けられ、また各溝セグメントには、前記内面から前記外面へ流体連通させる单一の冷却通路が設けられる。

【0009】

本発明のまた更に別の実施形態は、内面及び該内面に対向する外面を含むエアーフォイルである。前記外面は、正圧面、該正圧面に対向する負圧面、前記正圧面と前記負圧面との間の淀み線、及び前記正圧面と前記負圧面との間にあり且つ前記淀み線より下流にある後縁を含む。プラットフォーム又は側壁の少なくとも一方が前記外面に隣接する。1つ以

10

20

30

40

50

上の溝セグメントがプラットフォーム又は側壁に設けられ、また各溝セグメントには単一の冷却通路が設けられる。

【0010】

当業者には、明細書を読むことにより、このような実施形態の特徴及び側面などがより良く理解されよう。

【0011】

当業者を対象として、最良の実施形態を含む本発明の完全で実現可能な開示を、明細書の以下の記載において添付の図面を参照してより詳しく行う。

【図面の簡単な説明】

【0012】

10

【図1】図1は、本発明の一実施形態に従ったエアーフォイルの斜視図である。

【図2】図2は、図1の線A-Aに沿って見た図1のエアーフォイルの軸方向断面図である。

【図3】図3は、図1の線B-Bに沿って見た図1のエアーフォイルの半径方向断面図である。

【図4】図4は、本発明の別の実施形態に従ったエアーフォイルの斜視図である。

【図5】図5は、本発明の更に別の実施形態に従ったエアーフォイルの斜視図である。

【図6】図6は、図5の線C-Cに沿って見た図5のエアーフォイルの半径方向断面図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0013】

次に本発明の様々な実施形態について詳しく説明するが、その内の1つ以上の例を図面に示す。以下の詳しい説明では、図面中の特徴部分を表すために英数字の符号を用いている。図面及び明細書中の同様な英数字の符号は、本発明の同様な部品を表すために用いている。本書で用いる「第1」、「第2」、「第3」などの用語は、一構成部品を別の構成部品から区別するために交換可能に用いることができ、また個々の構成部品の場所や重要性を表そうとするものではない。更に、用語「上流」と及び「下流」は、流体の経路内の様々な構成部品の相対的な位置を表す。例えば、流体が構成部品Aから構成部品Bへ流れる場合、構成部品Aは構成部品Bより上流にある。逆に、構成部品Bが構成部品Aから流体の流れを受け取る場合は、構成部品Bは構成部品Aより下流にある。

30

【0014】

各々の例は本発明を説明するためのものであり、本発明を制限するものではない。実際に、当業者には、本発明の範囲及び精神から逸脱することなく本発明に様々な修正及び変更を為し得ることが明らかであろう。例えば、一実施形態の一部として例示し説明した特徴を別の実施形態に用いて、更に別の実施形態を作成することが可能である。従って、本発明は、このような修正及び変更を「特許請求の範囲」の記載及びその等価な内容の範囲内に入るとして包含するものとする。

【0015】

図1は、本発明の一実施形態に従ったエアーフォイル10の斜視図であり、図2及び図3は、図1の線A-A及び線B-Bに沿って見た図1のエアーフォイル10の軸方向及び半径方向断面図をそれぞれ示す。エアーフォイル10は、例えば、圧縮された作動流体に関連した運動エネルギーを機械的エネルギーへ変換するためにタービン内の動翼又は静翼として使用することができる。圧縮された作動流体は、蒸気、燃焼ガス、空気、又は運動エネルギーを持つ任意の他の流体であってよい。図1～図3に示されているように、エアーフォイル10は、一般に、プラットフォーム又は側壁12に接続される。プラットフォーム又は側壁12は、一般に、タービン内部のガス流路に対して半径方向境界として作用し且つエアーフォイル10についての取付け場所を提供する。エアーフォイル10は、内面16と、該内面16に対向し且つプラットフォーム12に接続される外側面18とを含むことができる。外側面は、一般に、正圧面20と、該正圧面20に対向する負圧面22とを含む。図1及び図2に示されているように、正圧面20は一般に凹面であり且つ負圧面22は一

40

50

般に凸面であって、それに対して圧縮された作動流体が流れる空気力学的表面を提供する。正圧面 20 と負圧面 22 との間のエアーフォイル 10 の前縁にある淀み線 24 は、一般に最高の温度を持つ外面 18 上の位置である。後縁 24 は正圧面 20 と負圧面 22 との間にあり且つ淀み線 24 よりも下流にある。この態様では、外面 18 は、圧縮された作動流体に関連した運動エネルギーを機械的エネルギーへ変換するのに適した空気力学的表面を生成する。

【 0 0 1 6 】

外面 18 は、一般に、プラットフォーム 12 から伸びる半径方向長さ 30、及び淀み線 24 から後縁 26 まで伸びる軸方向長さ 32 を含む。1 つ以上の溝セグメント 40 が外面 18 内で半径方向及び / 又は軸方向に延在し、その各溝セグメント 40 は、内面 16 から外面 18 へ流体連通させる単一の冷却通路 50 を含む。この態様では、冷却媒体をエアーフォイル 10 の内部に供給することができ、そこで、冷却通路 50 は、冷却媒体がエアーフォイル 10 を通って流れて外面 18 に対して膜冷却を行うようにすることができる。

【 0 0 1 7 】

複数の溝セグメント 40 をエアーフォイル 10 及び / 又はプラットフォーム又は側壁 12 上の任意の場所に配置することができ、またそれらは一様な長さ又は相異なる長さにすることができる。更に、溝セグメント 40 は真っ直ぐな形状又は弓形の形状にすることができる、また互いに対して整列させ又は食違い配置にすることができる。例えば、図 1 に示されているように、溝セグメント 40 は、プラットフォーム又は側壁 12、正圧面 20、及び淀み線 24 に縦列及び / 又は横列を成すように配置することができる。この代わりに又はこれに加えて、溝セグメント 40 は負圧面 22 及び / 又は後縁 26 に配置することができる。図 1 に示された特定の実施形態では、各々の溝セグメント 40 は実質的に真っ直ぐであって、外面 18 に沿って半径方向に延在する。更に、隣り合った縦列の溝セグメント 40 は相異なる長さを持ち且つ互いと食違い配置されて、隣り合った縦列の溝セグメント 40 の端が一致していない。この態様では、横列の溝セグメント 40 が互いにオーバーラップしていて、冷却通路 50 を通って流れる冷却媒体の半径方向の分布を向上させる。代替の実施形態では、単一の冷却通路 50 の溝セグメント 40 を、2 つ以上の冷却通路 50 を持つ溝セグメント 40 と組み合わせることができ、またそれらの溝セグメント 40 の長さを最大で外面 18 の半径方向長さ 30 全体まで変えることができる。

【 0 0 1 8 】

図 2 及び図 3 に最も明瞭に示されているように、各々の溝セグメント 40 は、一般に、外面 18 に凹み又は溝を画成する対向する壁 42 を含む。対向する壁 42 は真っ直ぐであっても湾曲していてもよく、また溝セグメント 40 について一定の幅又は変化する幅を画成することができる。隣り合った溝セグメント 40 のそれぞれの単一の冷却通路 50 は互いと整列させ又は互いからずらすことができる。各々の単一の冷却通路 50 は、内面 16 で終端する第 1 の部分 52 と、外面 18 で終端する第 2 の部分 54 とを含むことができる。第 1 の部分 52 は円筒形にすることができる、また第 2 の部分 54 は円錐形又は球形にすることができる。図 3 に示されているように、第 1 の部分 52 は、第 2 の部分 54 及び / 又は溝セグメント 40 に対して角度を成して（すなわち、斜めに）形成して、単一の冷却通路 50 を通って溝セグメント 40 に流入する冷却媒体について指向性の流れを生じさせることができる。この代わりに又はこれに加えて、溝セグメント 40 の第 2 の部分 54 及び / 又は壁 42 は非対称にして、外面 18 にわたって冷却媒体を選択的に分布させることができる。

【 0 0 1 9 】

図 4 は、本発明の別の実施形態に従った動翼 10 の斜視図である。図示のように、エアーフォイル 10 は、図 1 ~ 図 3 に関して前に述べたように、プラットフォーム又は側壁 12、複数の溝セグメント 40、複数の単一の冷却通路 50 を含む。この特定の実施形態では、これらの溝セグメント 40 は真っ直ぐであって、外面 18 に沿って斜めに延在する。更に、各々の溝セグメント 40 は、外面 18 の半径方向長さ 30 及び / 又は軸方向長さ 32 の 50 % 未満にわたって延在し、また幅及び / 又は深さが変化している。溝セグメント

10

20

30

40

50

40の変化する幅及び／又は深さ並びに斜めの配置は、外面18にわたる冷却媒体の分布を変更する。例えば、冷却通路50から遠ざかるにつれて溝セグメント40の幅をより広くし且つその深さをより浅くすることは、外面18にわたって冷却媒体を拡散させるのに役立つことができる。

【0020】

図5は、本発明の更に別の実施形態に従ったエアーフォイル10の斜視図であり、また図6は、図5の線C-Cに沿って見た図5のエアーフォイル10の半径方向断面図である。図示のように、エアーフォイル10は、図1～図3に関して前に述べたように、プラットフォーム又は側壁12、複数の溝セグメント40、複数の冷却通路50を含む。この特定の実施形態では、これらの溝セグメント40は湾曲した又は弓形の形状であって、変化する幅及び／又は深さを持つ。この様子では、湾曲した溝セグメント40は、該溝セグメント40を通る冷却媒体の流れを曲げ又は旋回させる。幾つかの溝セグメント40は、外面18の半径方向長さ30及び／又は軸方向長さ32の50%未満にわたって延在し、また図1～図3におけるように、単一の冷却通路50を含む。しかしながら、他の溝セグメント46は、外面18の半径方向長さ30及び／又は軸方向長さ32の50%以上にわたって延在し、また複数の冷却通路56を持つ。

【0021】

1つ以上の冷却通路56は溝セグメント46に対して斜めに形成して、溝セグメント46内の冷却媒体を選択的に方向付けることができる。具体的に述べると、図6に最も明瞭に示されているように、1つ以上の冷却通路56内の第1の部分52及び／又は第2の部分54は、溝セグメント46内のより幅の広い及び／又はより深さの浅い部分へ向かって斜めに形成することができる。この様子では、斜めの冷却通路58が、溝セグメント46の変化する幅及び／又は深さと組み合わせて、外面18に沿った冷却媒体の分布を改善する。

【0022】

本明細書は、最良の実施形態を含めて、本発明を開示するために、また当業者が任意の装置又はシステムを作成し使用し、任意の採用した方法を遂行すること含めて、本発明を実施できるようにするために、様々な例を使用した。本発明の特許可能な範囲は「特許請求の範囲」の記載に定めており、また当業者に考えられる他の例を含み得る。このような他の例は、それらが「特許請求の範囲」の文字通りの記載から差異のない構造的要素を持つ場合、或いはそれらが「特許請求の範囲」の文字通りの記載から実質的に差異のない等価な構造的要素を含む場合、特許請求の範囲内にあるものとする。

【符号の説明】

【0023】

- 10 エアーフォイル
- 12 プラットフォーム
- 16 内面
- 18 外面
- 20 正圧面
- 22 負圧面
- 24 淀み線
- 26 後縁
- 30 半径方向長さ
- 32 軸方向長さ
- 40 溝セグメント
- 42 対向する壁
- 46 溝セグメント
- 50 冷却通路
- 52 第1の部分
- 54 第2の部分

10

20

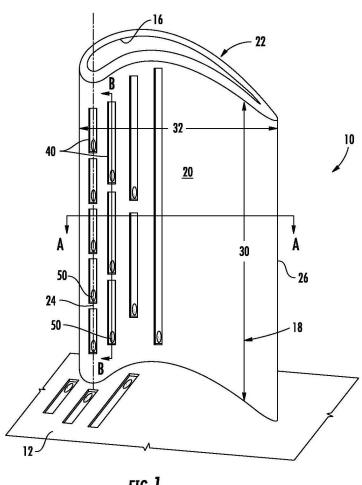
30

40

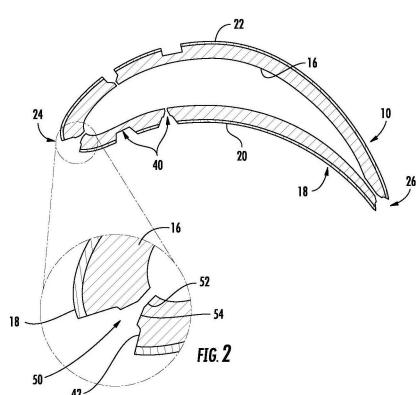
50

5 6 冷却通路

【図1】



【図2】



【図3】

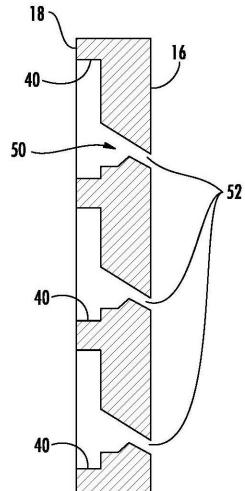


FIG. 3

【図4】

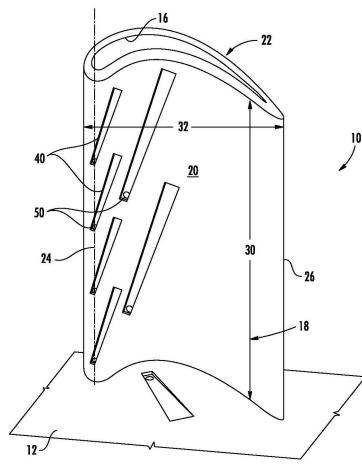


FIG. 4

【図5】

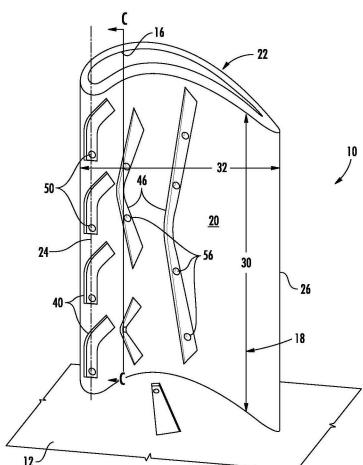


FIG. 5

【図6】

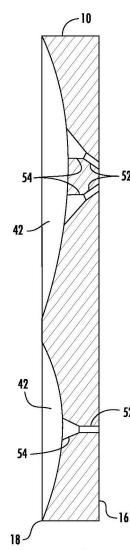


FIG. 6

フロントページの続き

(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、29615、ガーリングトン・ロード、300番

審査官 米澤 篤

(56)参考文献 特開昭62-165503(JP,A)

米国特許第6994521(US,B1)

米国特許出願公開第2010/0040478(US,A1)

米国特許第6210112(US,B1)

特開2000-186504(JP,A)

特開平7-305603(JP,A)

特開2011-089519(JP,A)

米国特許出願公開第2010/0150733(US,A1)

米国特許出願公開第2010/0068033(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 5/18

F01D 9/02

F02C 7/18