

(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 I			
FO1D	5/18	(2006.01)	FO1D	5/18	
FO1D	9/02	(2006.01)	FO1D	9/02	1 O 2
FO2C	7/18	(2006.01)	FO2C	7/18	A

請求項の数 16 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2013-2189 (P2013-2189)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成25年1月10日 (2013.1.10)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2013-144981 (P2013-144981A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公開日	平成25年7月25日 (2013.7.25)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成28年1月6日 (2016.1.6)		番
(31) 優先権主張番号	13/349, 852	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成24年1月13日 (2012.1.13)		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】 エアーfoil

(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単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単一の冷却通路と、
を有するエアーfoil。

【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単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単一の冷却通路と、

10

20

を有するエアーフoil。

【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、

10

前記溝セグメントに設けられた単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単一の冷却通路と、

を有するエアーフoil。

【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、

20

各溝セグメントに設けられた単一の冷却通路と、

を有するエアーフoil。

【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、

30

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単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単一の冷却通路と、

を有するエアーフoil。

【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、

40

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単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単一の冷却通路と、

を有するエアーフoil。

【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

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単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単一の冷却通路と、

を有するエアーフoil。

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単一の冷却通路と、

を有するエアーフoil。

【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oil。

【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oil。

【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oil。

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単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oil。

【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単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oil。

【請求項 14】

各々の単一の冷却通路は、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oil。

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oil。

【請求項 16】

各々の単一の冷却通路は、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oil。

【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。

10

【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、冷却媒体をエアフォイルの内部に供給して、エアフォイルを通して放出させることにより、エアフォイルの外側に膜冷却を行うことができる。エアフォイルには、該エア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フォイルが得られれば、有益であろう。

20

【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単一の冷却通路が設けられる。

30

【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単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単一の冷却通路が設けられる。

40

【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

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。

【 0 0 1 0 】

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。

【 0 0 1 1 】

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】

【 0 0 1 2 】

【図 1】図 1 は、本発明の一実施形態に従ったエア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】

【 0 0 1 3 】

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」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。

【 0 0 1 4 】

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ものとして包含するものとする。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、本発明の一実施形態に従ったエアフォイル 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フォイル 10 についての取付け場所を提供する。エアフォイル 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 に接続される外面 18 とを含むことができる。外面は、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

10

20

30

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。

【0016】

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。

【0017】

複数の溝セグメント 40 をエアフォイル 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。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。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。

【0018】

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、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。

【0019】

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

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oil １０の斜視図であり、また図６図は、図５の線Ｃ－Ｃに沿って見た図５のエアーフoil １０の半径方向断面図である。図示のように、エアーフoil 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。この態様では、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。幾分かの溝セグメント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。この態様では、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させて、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oil
- 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 】

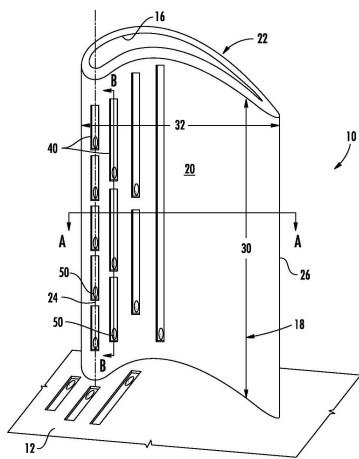


FIG. 1

【 図 2 】

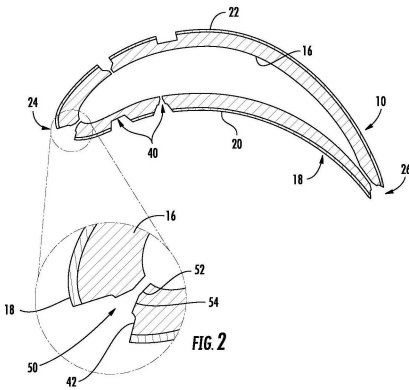


FIG. 2

【図 3】

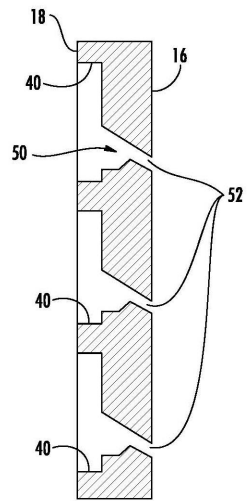


FIG. 3

【図 4】

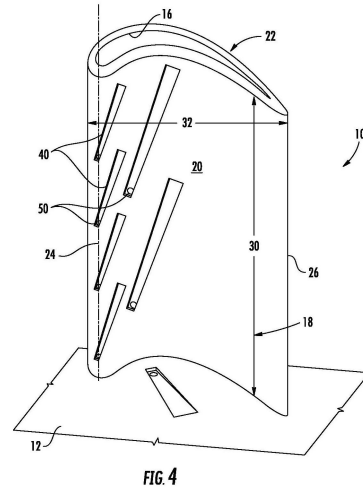


FIG. 4

【図 5】

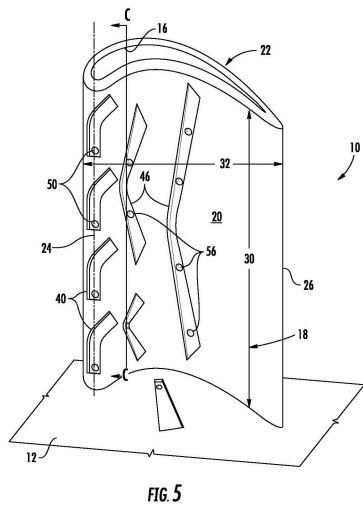


FIG. 5

【図 6】

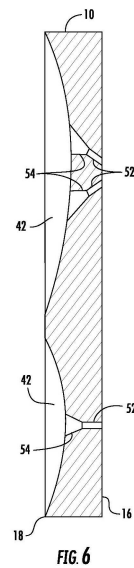


FIG. 6

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