

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5802493号  
(P5802493)

(45) 発行日 平成27年10月28日(2015.10.28)

(24) 登録日 平成27年9月4日(2015.9.4)

|              |           |            |   |
|--------------|-----------|------------|---|
| (51) Int.Cl. |           | F I        |   |
| FO1D 11/12   | (2006.01) | FO1D 11/12 |   |
| FO1D 9/04    | (2006.01) | FO1D 9/04  |   |
| FO2C 7/28    | (2006.01) | FO2C 7/28  | A |
|              |           | FO2C 7/28  | E |

請求項の数 12 (全 9 頁)

|              |                              |           |                     |
|--------------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2011-197910 (P2011-197910) | (73) 特許権者 | 390041542           |
| (22) 出願日     | 平成23年9月12日 (2011.9.12)       |           | ゼネラル・エレクトリック・カンパニー  |
| (65) 公開番号    | 特開2012-62887 (P2012-62887A)  |           | アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123 |
| (43) 公開日     | 平成24年3月29日 (2012.3.29)       |           | 45、スケネクタデイ、リバーロード、1 |
| 審査請求日        | 平成26年9月12日 (2014.9.12)       |           | 番                   |
| (31) 優先権主張番号 | 12/882, 311                  | (74) 代理人  | 100137545           |
| (32) 優先日     | 平成22年9月15日 (2010.9.15)       |           | 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           |
|              |                              | (72) 発明者  | ジェムス・アルバート・トールマン    |
|              |                              |           | アメリカ合衆国、ニューヨーク州・123 |
|              |                              |           | 09、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サー |
|              |                              |           | クル                  |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摩耗性バケットシュラウド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

通過する漏れ流(240)を制限すると共に熱負荷を低減するようにバケット先端(75)と共に使用される摩耗性バケットシュラウド(100)であって、当該摩耗性バケットシュラウド(100)が、

ベース(120)と、

その上に位置する複数のリッジ(110)と

を備えており、

前記複数のリッジ(110)が摩耗性材料(130)からなり、

前記複数のリッジ(110)がパターン(140)を有しており、

前記複数のリッジ(110)の各々が複数の曲面(190、200)を有していて、

前記複数の曲面(190、200)が少なくとも第1曲面(190)及び第2曲面(200)を含んでおり、

前記第1曲面(190)が、漏れ流(240)に垂直な遮断位置(265)を有しており、

前記第2曲面(200)が逆反り形状(210)を有する、摩耗性バケットシュラウド(100)。

【請求項2】

前記第1曲面(190)及び前記第2曲面(200)が正弦波形状(180)を有する、請求項1に記載の摩耗性バケットシュラウド(100)。

## 【請求項 3】

前記第 1 曲面 ( 1 9 0 ) が凹面形状を有する、請求項 1 に記載の摩耗性バケットシュラウド ( 1 0 0 )。

## 【請求項 4】

前記第 2 曲面 ( 2 0 0 ) が凸面形状を有する、請求項 1 に記載の摩耗性バケットシュラウド ( 1 0 0 )。

## 【請求項 5】

前記バケット先端 ( 7 5 ) が、前方部分 ( 2 2 0 ) 及び後方部分 ( 2 3 0 ) からなり、前記第 1 曲面 ( 1 9 0 ) が前記前方部分 ( 2 2 0 ) の周囲に位置し、前記第 2 曲面 ( 2 0 0 ) が前記後方部分 ( 2 3 0 ) の周囲に位置する、請求項 1 に記載の摩耗性バケットシュラウド ( 1 0 0 )。

10

## 【請求項 6】

前記複数のリッジ ( 1 1 0 ) が略平行である、請求項 1 に記載の摩耗性バケットシュラウド ( 1 0 0 )。

## 【請求項 7】

前記複数のリッジ ( 1 1 0 ) が略等距離である、請求項 1 に記載の摩耗性バケットシュラウド ( 1 0 0 )。

## 【請求項 8】

前記第 1 曲面 ( 1 9 0 ) が複数の基準点 ( 2 4 5 ) を有し、前記第 1 曲面 ( 1 9 0 ) が、前記複数の基準点 ( 2 4 5 ) の各々における最大遮断位置 ( 2 6 5 ) を有する、請求項 1 に記載の摩耗性バケットシュラウド ( 1 0 0 )。

20

## 【請求項 9】

前記複数のリッジ ( 1 1 0 ) が、それらの中に再循環流 ( 2 7 0 ) を有する、請求項 1 に記載の摩耗性バケットシュラウド ( 1 0 0 )。

## 【請求項 10】

バケット先端 ( 7 5 ) とシュラウド ( 1 0 0 ) の間のバケット先端隙間 ( 9 5 ) を通る漏れ流 ( 2 4 0 ) を最小限に抑える方法であって、

前記バケット先端 ( 7 5 ) に沿った複数の基準点 ( 2 4 5 ) における前記バケット先端隙間 ( 9 5 ) を超える前記漏れ流 ( 2 4 0 ) の方向を決定するステップと、

前記シュラウド ( 1 0 0 ) 上に複数の摩耗性材料リッジ ( 1 1 0 ) を配置して複数の遮断位置 ( 2 6 5 ) を設けるするステップであって、前記複数の摩耗性材料リッジ ( 1 1 0 ) の各々が、複数の基準点 ( 2 4 5 ) の各々において漏れ流に垂直な遮断位置 ( 2 6 5 ) を有する第 1 曲面 ( 1 9 0 ) と、第 1 曲面 ( 1 9 0 ) に対して逆反り形状 ( 2 1 0 ) を有する第 2 曲面 ( 2 0 0 ) とを含んでいる、ステップとを含む方法。

30

## 【請求項 11】

前記バケット先端 ( 7 5 ) を回転させるステップと、前記複数の摩耗性材料リッジ ( 1 1 0 ) の周囲に圧力脈動 ( 1 4 5 ) を形成するステップとを更に含む、請求項 10 に記載の方法。

## 【請求項 12】

前記バケット先端 ( 7 5 ) を回転させるステップと、前記複数の摩耗性材料リッジ ( 1 1 0 ) の各々の間に再循環流 ( 2 7 0 ) を形成するステップとを更に含む、請求項 10 に記載の方法。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、概してガスタービンエンジンに関し、より詳細には、ガスタービンエンジン等に用いられるバケットシュラウド上の摩耗性パターンの最適形状に関する。

## 【背景技術】

50

## 【 0 0 0 2 】

一般的に、ガスタービンエンジンの効率は、燃焼温度の上昇によって向上する傾向がある。しかしながら、高温の燃焼温度は、高温燃焼ガス経路などの内部の構成部品の完全性、製錬性、及び平均寿命に関する様々な問題を引き起こすことがある。これらの問題は、特にタービンの初期段階に位置する回転バケット及び固定タービンシュラウド等の構成部品に関する問題である。

## 【 0 0 0 3 】

高いタービン効率にはまた、バケットの先端上の高温燃焼ガスの不必要な「漏れ」を防止するために、バケットが最小の干渉でタービンケーシング又はシュラウド内で回転することが要求される。効率の大きな損失を伴わずに適切な間隔を維持する必要性は、タービンが回転する時に遠心力によってバケットがシュラウドに向かって外側方向に膨張するようになるという事実によってより困難になる。しかしながら、バケット先端は、シュラウドとこすれると腐食することがある。そのような腐食は、それらの間の間隔の増大だけでなく、構成部品の寿命の減少を引き起こすことがある。漏れのその他の原因としては、熱膨張と、更に、例えば軍用用途等におけるエンジンの攻撃的操縦が挙げられる。

10

## 【 0 0 0 4 】

摩耗性皮膜はタービンシュラウドの表面に適用され、シュラウドとバケットの間の最小又は最適間隔、即ちバケット先端隙間を形成しやすくしている。そのような材料は、バケットに対するダメージはほとんどないが、バケットの先端によって容易に摩耗してしまうことがある。そのため、バケット先端隙間間隔は、摩耗性皮膜がバケット先端材料の代わりに犠牲になることによって減少させることができる。

20

## 【 0 0 0 5 】

先端とシュラウドの接触を考慮に入れることに加えて、その上のリッジ等のパターンとしての摩耗性表面の使用は、通過する流れを更に削減するという更なる空力的利点をもたらすことがわかっている。具体的に、リッジは、先端隙間間隔から離れたメインストリーム流に方向性を与えることができる。従って、既知の摩耗性パターンは、最小の先端間隔高さやその他の削減という空力的利点をもたらすことがわかっている。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 米国特許第 7 6 1 4 8 4 7 B 2 号

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 7 】

従って、バケット先端隙間などによる流れを削減するように改良された摩耗性バケットシュラウドパターンに対する要求が存在する。そのような摩耗性バケットシュラウドパターンは、通過する流れ及びそれにかかる熱負荷に関して特定のバケット設計用に最適化される。具体的に、そのようなバケットシュラウド設計は、性能向上のための流れ減少パターンに関連して適切な摩耗性シュラウド表面を提供するであろう。

30

## 【 課題を解決するための手段 】

40

## 【 0 0 0 8 】

従って、本発明は、通過する流れを制限すると共にそれにかかる熱負荷を低減するようにバケット先端で使用される摩耗性バケットシュラウドを提供する。摩耗性バケットシュラウドは、ベースと、その上に位置する複数のリッジとを含む。リッジは、摩耗性材料から製造される。リッジは、パターンを形成する。リッジは、少なくとも第 1 曲面及び第 2 曲面を有し、第 2 曲面は逆反り形状を有している、複数の曲面を有する。

## 【 0 0 0 9 】

本発明は、更に、バケット先端とシュラウドの間のバケット先端隙間を通る流れを最小限に抑える方法を提供する。この方法は、バケット先端に沿った複数の基準点におけるバケット先端隙間を超える流れの方向を決定するステップと、シュラウド上に複数の摩

50

耗性材料リッジを配置するステップと、摩耗性材料リッジを少なくとも第1曲面及び第2曲面に形成するステップとを含む。第1曲面は、基準点において漏れ流に垂直な遮断位置を有する。

【0010】

本発明は、更に、通過する漏れ流を制限すると共にそれにかかる熱負荷を低減するようにバケット先端で使用される摩耗性バケットシュラウドを提供する。摩耗性バケットシュラウドは、ベースと、その中に位置する複数の平行リッジとを含む。リッジは、摩耗性材料からなる。リッジは、少なくとも第1曲面及び第2曲面を有する正弦波形状を備えたパターンを含む。第1曲面は、通過する漏れ流に対する垂直位置を有する。

【0011】

本発明の上記及びその他の特徴及び改良点は、幾つかの図面及び添付の特許請求の範囲に関連してなされる以下の詳細な説明を検討することで当業者には明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】ガスタービンエンジンの概略図である。

【図2】タービン段の一部の既知のバケット及びシュラウドの側面平面図である。

【図3】バケット先端に隣接して位置する、本明細書に記載される摩耗性シュラウドの側面平面図である。

【図4】パターンリッジ上に仮想線で示されるタービンバケット先端の外面の輪郭を備えた、本明細書に記載されるシュラウド上の摩耗性パターンの平面図である。

【図5】漏れ流が上に示されたバケット先端の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

次に、幾つかの図面を通して同様の参照番号が同様の要素を示す図面を参照すると、図1は、本明細書に記載されるガスタービンエンジン10の概略図を示す。ガスタービンエンジン10は、圧縮機15を含む。圧縮機15は、流入空気流20を圧縮する。圧縮機15は、圧縮空気流20を燃焼器25に供給する。燃焼器25は、圧縮空気流20を圧縮燃料流30と混合し、混合物に点火して燃焼ガス流35を発生させる。単一の燃焼器25のみが示されているが、ガスタービンエンジン10は任意の数の燃焼器25を含む。次いで、燃焼ガス流35は、タービン40に供給される。燃焼ガス流35は、機械的作用を生成するようにタービン40を駆動する。タービン40内で生成された機械的作用は、圧縮機15と、例えば発電機等の外部負荷45とを駆動する。

【0014】

ガスタービンエンジン10は、天然ガス、様々な種類の合成ガス、及び/又はその他の種類の燃料を使用する。ガスタービンエンジン10は、例えば重荷重7FAガスタービンエンジン等の、ニューヨーク州スケネクタディのゼネラル・エレクトリック・カンパニーによって提供されるあらゆる数の様々なガスタービンエンジンの1つである。ガスタービンエンジン10は、その他の構成を有しても良く、その他の種類の構成部品を使用しても良い。本明細書では、その他のガスタービンエンジンを使用しても良い。本明細書では、複数のガスタービンエンジン10、その他の種類のタービン、及びその他の種類の発電装置を併せて使用しても良い。

【0015】

図2は、タービン段50の一部の一例を示す。各々のタービン段50は、回転タービンブレード又はバケット55を含む。周知のように、各々のタービンバケット55は、シャンク60、プラットホーム65、延長された翼形70、及びバケット先端75を含む。バケット先端75は、1つ又は複数の切削歯80を有する。本明細書では、その他の構成及びその他の種類のバケット55を使用しても良い。

【0016】

各々の回転バケット55は、固定シュラウド85に隣接して配置される。シュラウド8

10

20

30

40

50

5 は、複数のシール 90 を有し、これらは各々のバケット 55 のバケット先端 85 と協動する。或いは、摩耗性シュラウド等の場合、後述するように、シュラウド 85 は複数の摩耗性リッジを含む。本明細書では、その他の構成及びその他の種類のシュラウド 85 及びシール 90 を使用しても良い。

#### 【0017】

周知のように、翼形 70 は、燃焼ガス 35 の膨張流のエネルギーを機械的エネルギーに転換する。バケット先端 75 は、翼形 70 の表面に略垂直に広がる表面を形成する。従って、バケット先端 75 はまた、より大きな割合の燃焼ガス流 35 が機械的エネルギーに変換されるように、翼形 70 上に燃焼ガス流 35 を保持するのを助けることが。同様に、固定シュラウド 85 は、バケット先端 75 とシュラウド 85 の間のバケット先端隙間 95 を通すのとは対照的に、翼形 70 の上に燃焼ガス流 35 を向けることによって全体効率を向上させる。従って、バケット先端隙間 95 を最小化することによって、上述したように通過する流れを最小限に抑えるのを助ける。本明細書では、その他の構成を使用しても良い。

10

#### 【0018】

図 3 は、本明細書に記載される摩耗性シュラウド 100 を示す。摩耗性シュラウド 100 は、ベース表面 120 上に位置する複数のリッジ 110 を含む。リッジ 110 は、摩耗性材料 130 から製造される。摩耗性材料は、一般的に、金属及び / 又はセラミック合金から製造される。本明細書では、あらゆる種類の摩耗性材料を使用できる。摩耗性材料 130 はまた、ベース表面 120 などの上に配置しても良い。

20

#### 【0019】

図 4 に示すように、摩耗性シュラウド 100 のリッジ 110 は、摩耗性パターン 140 を形成する。バケット先端 75 の輪郭を有する接地面 150 が、仮想線で示される。矢印 160 は、摩耗性パターン 140 に対するタービンバケット 55 の回転方向を示す。矢印 170 は、摩耗性パターン 140 に対する燃焼ガス流 35 の方向を表す。

#### 【0020】

図示のように、リッジ 110 は、互いに対して略平行であっても良く、更に略等距離であっても良い。しかしながら、リッジ 110 の間隔及び形状は、位置によって変動し得る。リッジ 110 は、あらゆる所望の深さ及び / 又は断面形状を有する。本明細書では、その他の構成も使用できる。この例では、リッジ 110 は、少なくとも凹面又は第 1 曲面 190 と、前方部分 220 から後方部分 230 まで延在する凸面又は第 2 曲面 200 とを備えた、略正弦波形状 180 を有する。従って、摩耗性パターン 140 は、第 1 曲面 190 と比べて逆反り形状 210 を有する第 2 曲面を備えた二重弧形状を有する。本明細書では、その他の種類のパターンを使用しても良い。本明細書では、その他の種類及び数の曲面を使用しても良い。

30

#### 【0021】

摩耗性パターン 140 は、関連するバケット先端 75 の形状に対して最適化される。摩耗性シュラウド 100 とバケット 55 の相対的な位置決めが、それらの間に位置するバケット先端隙間 95 と共に図 3 に示されている。摩耗性シュラウド 100 は静止しているのに対して、バケット 55 は回転している。バケット先端 75 と摩耗性シュラウド 100 の間の相対運動は、リッジ 110 のパターン 140 の通過によって、そこを通過して伸長する流れ 240 に作用する時限周期的圧力脈動 145 を生じさせる。この非定常圧力は、通過する同一又は同様の隙間 95 を備えた軸対称シュラウドと比べて、先端隙間 95 を通る流れ 240 の純減をもたらす。具体的に、摩耗性シュラウド 110 のリッジ 110 は組み合わさって、通過する流れ 240 を制限する。

40

#### 【0022】

リッジ 110 の特定の正弦波形状 180 又はその他の形状は、流れ方向に対して最大化される。例えば、図 5 は、バケット先端隙間 95 を通る流れ 240 を図示する。流れ速度ベクトルは、バケット先端 75 に対する座標系で示される。中間コード (mid - cord) 基準点 245 における流れ 240 の方向は、回転軸から約 20 度 (20°) の

50

矢印 250 によって図示される。静止座標系に変換すると、漏れ流 240 は約 55 度 (55°) の角度の矢印 260 で示される。従って、マイナス 35 度 (-35°) 方向の固定リッジ 110 は、漏れ流路 95 に対して垂直即ち遮断位置 265 にあることになる。従って、そのような遮断位置 265 は、リッジ 110 が先端隙間 95 に対して移動する時に、最大遮断角を形成する。その後、このプロセスは、パターン 140 の少なくとも第 1 曲面 190 の形状を形成するために、バケット先端 75 の長さに沿って複数の基準点 245 で繰り返す。従って、バケットの種類、タービンの種類、特定の動作条件、及びその他の変数をもとに、このプロセスに基づいて多くの様々なパターン 140 が形成される。

#### 【0023】

例えば、漏れ流 240 の角度は、先端隙間 95 内の軸方向位置によって変動する。そのため、最適遮断角もまた、バケット先端 75 の長さに沿って変動する。従って、図 4 の正弦波形状 180 は、その長さに沿って特定のバケット先端 75 の形状を与えられた最適遮断角を最大化する。従って、摩耗性パターン 140 は、その前方部分 220 上に凹面又は第 1 曲面 190 を、後方部分 230 上に逆反り 210 の凸面又は第 2 曲面 200 を有する。また、様々なパターン 140 をこのようにして本明細書で形成しても良い。

10

#### 【0024】

一般にパターン 140 の全体形状と、特に二重弧形状又は後方部分 230 の周囲の逆反り 210 はまた、全シュラウド 100 にかかる熱負荷を低減するように作用する。具体的に、全てのリッジ 110 は、浸水面積が大きいので、熱伝達を向上させる。パターン 140 は、前方部分 220 の周囲の第 1 曲面 190 が遮断を高める一方、後方部分 230 の周囲の第 2 曲面 200 又は逆反り 210 は過熱を防ぐように最適化される。通過する漏れ流 240 の遮断に加えて、リッジ 110 はまた、隣接するリッジ 110 の間に最適再循環流 270 を形成する。このリッジ間再循環流 270 は、隣接するバケット 55 の間に保持される冷気から構成されることになる。パターン 140 はこのようにして、漏れの低減と熱伝達の低下とのバランスをとる。

20

#### 【0025】

従って、摩耗性パターン 140 を備えた摩耗性シュラウド 100 は、通過する漏れ流 240 と、空力性能の劣化及びシュラウドの熱負荷の増加等のそれに付随する問題を制限する。具体的に、摩耗性パターン 140 は、バケット先端 75 を通過する漏れ流 240 及び全体の熱伝達に関して最適化される。その他の種類及び形状のバケット先端を備えたその他の種類の摩耗性パターン 140 を使用しても良い。パターンのないシュラウドと比べて、本明細書に記載の摩耗性シュラウド 100 は、著しく冷たく、その前方部分 220 の周囲の通過する漏れ流 240 を少なくする。後方部分 230 は幾分温かいが、さもなければ通過する同様の漏れ流がある場合よりも温かくはないことになる。

30

#### 【0026】

従って、漏れ流 240 の削減によって、バケット 55 及びシュラウド 100 の周囲の空気力学的損失を低減して、より高い効率を提供する。同様に、シュラウド 100 にかかる熱負荷を低減して、全体の耐久性と構成部品の寿命を向上させることができる。

#### 【0027】

上述の内容は本発明の特定の実施形態のみに関連していること、また特許請求の範囲及びその等価物によって規定される本発明の一般的な技術的思想及び技術的範囲から逸脱することなく、当業者が本明細書において多くの変更及び修正を行なうことができることを理解されたい。

40

#### 【符号の説明】

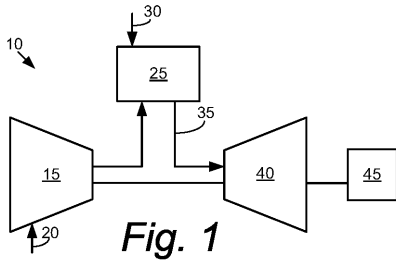
#### 【0028】

- 10 ガスタービンエンジン
- 15 圧縮機
- 20 空気流
- 25 燃焼器
- 30 燃料流

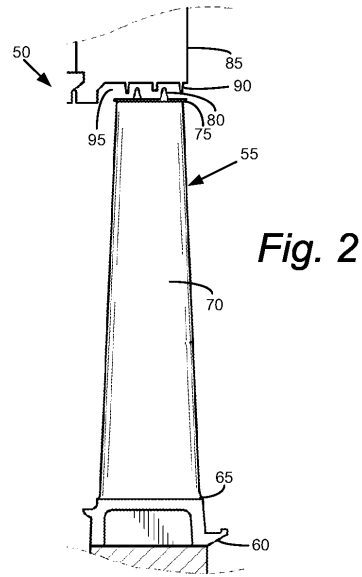
50

|       |          |    |
|-------|----------|----|
| 3 5   | 燃焼ガス流    |    |
| 4 0   | タービン     |    |
| 4 5   | 負荷       |    |
| 5 0   | タービン段    |    |
| 5 5   | バケット     |    |
| 6 0   | シャンク     |    |
| 6 5   | プラットホーム  |    |
| 7 0   | 翼形       |    |
| 7 5   | バケット先端   |    |
| 8 0   | 歯        | 10 |
| 8 5   | シュラウド    |    |
| 9 0   | シール      |    |
| 9 5   | バケット先端隙間 |    |
| 1 0 0 | 摩耗性シュラウド |    |
| 1 1 0 | リッジ      |    |
| 1 2 0 | ベース表面    |    |
| 1 3 0 | 摩耗性材料    |    |
| 1 4 0 | 摩耗性パターン  |    |
| 1 4 5 | 圧力脈動     |    |
| 1 5 0 | 接地面      | 20 |
| 1 6 0 | 矢印       |    |
| 1 7 0 | 矢印       |    |
| 1 8 0 | 正弦波形状    |    |
| 1 9 0 | 第 1 曲面   |    |
| 2 0 0 | 第 2 曲面   |    |
| 2 1 0 | 逆反り形状    |    |
| 2 2 0 | 前方部分     |    |
| 2 3 0 | 後方部分     |    |
| 2 4 0 | 流れ流      |    |
| 2 4 5 | 基準点      | 30 |
| 2 5 0 | 矢印       |    |
| 2 6 0 | 矢印       |    |
| 2 6 5 | 垂直即ち遮断位置 |    |
| 2 7 0 | 再循環流     |    |

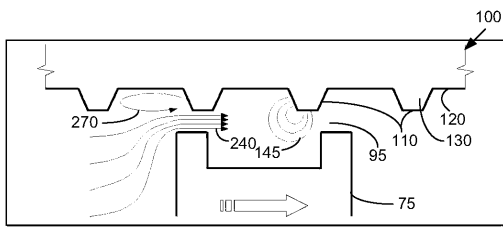
【 図 1 】



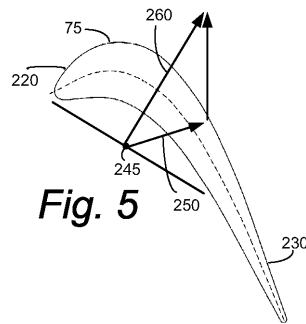
【 図 2 】



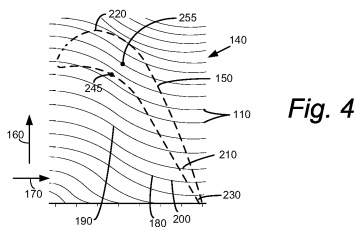
【 図 3 】



【 図 5 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

審査官 瀬戸 康平

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2006/0110248(US,A1)  
米国特許出願公開第2003/0175116(US,A1)  
特開2006-36632(JP,A)  
特開2001-234707(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

F01D 5/14, 9/04, 11/00, 25/00  
F02C 7/00