

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6002028号
(P6002028)

(45) 発行日 平成28年10月5日(2016.10.5)

(24) 登録日 平成28年9月9日(2016.9.9)

(51) Int.Cl.

F01D 9/02 (2006.01)
F01D 25/32 (2006.01)

F 1

F 01 D 9/02 103
F 01 D 25/32 B

請求項の数 8 外国語出願 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2012-281922 (P2012-281922)
 (22) 出願日 平成24年12月26日 (2012.12.26)
 (65) 公開番号 特開2013-139807 (P2013-139807A)
 (43) 公開日 平成25年7月18日 (2013.7.18)
 審査請求日 平成27年12月14日 (2015.12.14)
 (31) 優先権主張番号 M12012A000010
 (32) 優先日 平成24年1月5日 (2012.1.5)
 (33) 優先権主張国 イタリア (IT)

(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、スケネクタディ、リバーロード、1
 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聰志
 (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】スロット付きタービン翼形部

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タービン静止ノズル翼形部であって、当該タービン静止ノズル翼形部が、
凹状正圧壁であってその凹状正圧壁を貫通するスロットを有する凹状正圧壁と、
 各々の端部接合部で前記凹状正圧壁と接する凸状負圧壁と、
 前記スロットと流体接続し前記凸状負圧壁と前記凹状正圧壁の間に位置するポケットと
 を備えており、前記凸状負圧壁又は前記凹状正圧壁の少なくとも一方が、前記各々の端部
 接合部の一方の近傍に薄肉セグメントを含んでいて、薄肉セグメントが前記タービン静止
 ノズル翼形部の後縁に向かってポケットを延長せしめるように構成されており、前記各々
 の端部接合部が溶接接合部を含んでいて、前記溶接接合部の第1のものが前記タービン静
 止ノズル翼形部の前縁の近傍に位置し、前記溶接接合部の第2のものが前記タービン静止
 ノズル翼形部の後縁に位置しており、前記スロットが、前記タービン静止ノズル翼形部の
 後縁の近傍の前記薄肉セグメント内に位置していて、前記薄肉セグメントが前記溶接接合
 部の第2のものと当接しており、前記スロットが凹状正圧壁の薄肉セグメントを完全に貫
 通している、タービン静止ノズル翼形部。

【請求項 2】

前記凸状負圧壁及び前記凹状正圧壁が両方とも薄肉セグメントを含む、請求項1記載の
 タービン静止ノズル翼形部。

【請求項 3】

前記薄肉セグメントが前記ポケット内にネック部を画成しており、該ネック部が前記凸

状負圧壁と凹状正圧壁の間にサブポケットを形成し、前記スロットが、前記サブポケットの後縁の近傍で前記サブポケットに流体接続している、請求項1記載のタービン静止ノズル翼形部。

【請求項4】

前記薄肉セグメントが、ポケット終端基準点を越えて前記ポケットを延長せしめ、該ポケット終端基準点が、いずれも薄肉セグメントを含まない2つのノズル翼形部壁の連結部を表す、請求項1記載のタービン静止ノズル翼形部。

【請求項5】

前記スロットが、前記ポケット終端基準点と前記ポケットの後縁との間の位置で前記ポケットと流体連通するよう構成される、請求項4記載のタービン静止ノズル翼形部。 10

【請求項6】

前記凸状負圧壁又は前記凹状正圧壁の少なくとも一方の残りのものが、前記薄肉セグメントの厚さの1.5~2倍の厚さを有する、請求項1記載のタービン静止ノズル翼形部。

【請求項7】

作動流体を配向するための軸方向に分散したノズルのセットを備えるタービンステータであって、前記軸方向に分散したノズルのセットの1つが、請求項1乃至請求項6のいずれか1項記載のタービン静止ノズル翼形部を複数含んでいる、タービンステータ。

【請求項8】

一対の端壁と、
前記一対の端壁の間に配設され各端壁と接続する請求項1乃至請求項6のいずれか1項記載のタービン静止ノズル翼形部と
を備えるタービン静止ノズル。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書で開示する主題は、スロット付きタービン翼形部に関する。より詳細には、本発明の態様は、当該翼形部を含むタービン段の効率を高めるための水分迂回スロットを有するタービン翼形部を含む。

【背景技術】

【0002】

タービンの一部の段（例えば、低圧蒸気タービンセクションの最終段）において、これらの段を通過する高速で局所的な蒸気の水分濃度は、回転バケットの先端領域並びに静止ノズル翼形部の壁をエロージョンする可能性がある。この領域における蒸気のエロージョン作用に対処するため、従来、製造者らは、先端領域付近のバケット翼形部前縁を硬化し、又は周辺ストリップでこの区域をシールドしている。別の従来手法は、ノズル外側側壁（又は端壁）の排水装置を通じて、或いは、中空静止ノズル翼形部内に形成された正圧及び/又は負圧スロットを通じて蓄積した水を除去することを含む。その結果、この水分は、タービンダイアフラムとタービンケーシングとの間の円周方向キャビティ内に集められ、復水器又は他の好適な圧力ダンプ（又はチャンバ）に排出される。しかしながら、これら従来手法は何れも各々欠点を有する。硬化又はシールドの場合には、このような保護に伴うコストが相当なものとなる可能性がある。正圧又は負圧スロットを備えた従来の中空翼形部の場合には、これらの翼形部及びスロットの製造が困難であり、翼形部に変形を生じることなくタービンダイアフラムリング内に溶接するのが難しい可能性がある。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第7422415号明細書

【発明の概要】

【0004】

10

20

30

40

50

タービン静止ノズル翼形部について開示する。一実施形態では、タービン静止ノズル翼形部は、壁を貫通するスロットを有する凹状正圧壁と、各々の端部接合部で凹状正圧壁と接する凸状負圧壁と、スロットと流体接続し凸状負圧壁と凹状正圧壁の間に位置するポケットとを備えており、凸状負圧壁又は凹状正圧壁の少なくとも一方が、各々の端部接合部の一方の近傍に薄肉セグメントを含んでおり、薄肉セグメントはタービン静止ノズル翼形部の後縁に向かってポケットを延長せしめるように構成されている。

【0005】

本発明の第1の態様は、壁を貫通するスロットを有する凹状正圧壁と、各々の端部接合部で凹状正圧壁と接する凸状負圧壁と、スロットと流体接続し凸状負圧壁と凹状正圧壁の間に位置するポケットとを備えるタービン静止ノズル翼形部であって、凸状負圧壁又は凹状正圧壁の少なくとも一方が、各々の端部接合部の一方の近傍に薄肉セグメントを含み、薄肉セグメントはタービン静止ノズル翼形部の後縁に向かってポケットを延長せしめるように構成されている、タービン静止ノズル翼形部を包含する。10

【0006】

本発明の第2の態様は、壁を貫通するスロットを有する凹状正圧壁と、各々の端部接合部で凹状正圧壁と接する凸状負圧壁と、スロットと流体接続し凸状負圧壁と凹状正圧壁の間に位置するポケットとを備えるタービンステータであって、凸状負圧壁又は凹状正圧壁の少なくとも一方が、各々の端部接合部の一方の近傍に薄肉セグメントを含み、薄肉セグメントはタービン静止ノズル翼形部の後縁に向かってポケットを延長せしめるように構成されている、タービンステータを含む。20

【0007】

本発明の第3の態様は、一対の端壁と、一対の端壁の間に配設され各端壁と接続するタービン翼形部とを備え、タービン翼形部が、壁を貫通するスロットを有する凹状正圧壁と、各々の端部接合部で凹状正圧壁と接する凸状負圧壁と、スロットと流体接続し凸状負圧壁と凹状正圧壁の間に位置するポケットとを備え、凸状負圧壁又は凹状正圧壁の少なくとも一方が、各々の端部接合部の一方の近傍に薄肉セグメントを含み、薄肉セグメントはタービン静止ノズル翼形部の後縁に向かってポケットを延長せしめるように構成されている、タービン静止ノズルを含む。

【0008】

本発明のこれら及び他の特徴は、本発明の種々の実施形態を示した添付図面を参照しながら、本発明の種々の態様に関する以下の詳細な説明から容易に理解されるであろう。30

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の態様に係るノズル翼形部の側断面図。

【図2】本発明の態様に係る、図1のノズル翼形部の拡大断面図。

【図3】本発明の態様に係るタービンの一部の平面図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明の図面は縮尺通りではない点に留意されたい。当該図面は、本発明の典型的な態様のみを描くことを意図しており、従って、本発明の範囲を限定するものとみなすべきではない。図面において、同様の参照符号は通常、前後関係から別の意味を示さない限り、同じ構成要素とみなされる。40

【0011】

本明細書で開示する主題は、スロット付きタービン翼形部に関する。より詳細には、本発明の態様は、当該翼形部を含むタービン段の効率を高めるための水分迂回スロットを有するタービン翼形部を含む。

【0012】

タービンの一部の段（例えば、低圧蒸気タービンセクションの最終段）において、これらの段を通過する高速で局所的な蒸気の水分濃度は、回転バケットの先端領域並びに静止ノズル翼形部の壁をエロージョンする可能性がある。この領域における蒸気のエロージョ50

ン作用に対処するため、従来では製造者らは、先端領域付近のバケット翼形部前縁を硬化し、又は周辺ストリップでこの区域をシールドしている。別の従来手法は、ノズル外側側壁（又は端壁）の排水装置を通じて、或いは、中空静止ノズル翼形部内に形成された正圧及び／又は負圧スロットを通じて蓄積した水を除去することを含む。その結果、この水分は、タービンダイアフラムとタービンケーシングとの間の円周方向キャビティ内に集められ、復水器又は他の好適な圧力ダンプ（又はチャンバ）に排出される。しかしながら、これら従来手法は何れも欠点を各々有する。硬化又はシールドの場合には、このような保護に伴うコストが相当なものとなる可能性がある。正圧又は負圧スロットを備えた従来の中空翼形部の場合には、これらの翼形部及びスロットを製造するのが困難であり、翼形部に変形を生じることなくタービンダイアフラムリング内に溶接するのが難しくなる可能性がある。

10

【 0 0 1 3 】

蒸気タービンの低圧（L P）セクションにおける水分除去段は、幾つかの利点の目的を果たす。セクションからの水分除去により、最終段回転バケットに対するエロージョンが低減される。このことは、バケットの寿命を延ばすだけでなく、バケットの輪郭形状を維持する。加えて、水分除去により、バケットに衝突する蒸気軌道に悪影響を及ぼす可能性がある水滴が除去されることで性能が改善される。蒸気軌道の不良は、段効率の低下につながる可能性がある。

【 0 0 1 4 】

本明細書で記載されるように、L Pタービンの静止ノズル組立体における水分除去の従来の取り組みは、様々な点で不十分である。タービンノズル翼形部の壁がおよそ4 mmの均一な厚さを有するような、従来の「薄壁」設計は、タービン翼形部の後縁の近傍に水分除去スロットを配置することができる。この「薄壁」設計におけるスロットの配置は、（前縁のかなり下流側にあるので）ノズル翼形部の面から水分を除去する助けとなるが、「薄壁」設計は、壁の厚さに起因した変形などの製造容易性上の問題を生じる傾向がある。この変形は、空気力学的輪郭を悪化させることにつながり、更に最終ダイアフラム組立体の溶接を変形させる恐れがあり、タービン性能に悪影響を及ぼす。逆に、およそ6～8 mmの厚さを備えたタービンノズル翼形部壁を有する、従来の「厚壁」設計は、「薄壁」設計よりも変形が少なくなるが、水分除去スロットを翼形部の前縁の近傍に位置付ける必要がある。この設計におけるスロットの位置は、水分除去にあまり効果的ではない。

20

【 0 0 1 5 】

これらの従来設計とは対照的に、本発明の態様は、壁を貫通するスロットを有する凹状正圧壁と、各々の端部接合部で凹状正圧壁と接する凸状負圧壁と、スロットと流体接続し凸状負圧壁と凹状正圧壁の間に位置するポケットとを備えたタービン静止ノズル翼形部を含み、凸状負圧壁又は凹状正圧壁の少なくとも一方が各々の端部接合部の一方の近傍に薄肉セグメントを含み、薄肉セグメントはタービン静止ノズル翼形部の後縁に向かってポケットを延長せしめるように構成されている。

30

【 0 0 1 6 】

図1を参照すると、本発明の実施形態に係るタービン翼形部（又は翼形部）2の側断面図を示す。図示のように、タービン静止ノズル翼形部2は、凸状負圧壁4と、壁を貫通するスロット6を有する凹状正圧壁8とを含むことができる。凹状正圧壁8は、各々の端部接合部10（例えば、溶接部）にて凸状負圧壁4と隣接することができる。また図示のように、翼形部2は、スロット6と流体接続され且つ凸状負圧壁4と凹状正圧壁8の間に位置するポケット12（具体的にはサブポケット12B）を含むことができる。より詳細には、ある実施形態では、スロット6は、サブスロット12Bの後縁13の近傍で該サブスロット12Bに流体接続する。加えて、凸状負圧壁4又は凹状正圧壁8の少なくとも1つは、凸状負圧壁4又は凹状正圧壁8の少なくとも1つの残りの部分16（厚さ「t」を有する）よりも小さい厚さ（t）を有する薄肉セグメント14を含む。本明細書で更に説明するように、薄肉セグメント14は、タービン静止ノズル翼形部2の後縁に向かってポケット12を延長せしめるように構成されており、スロット6を従来の水分除去静止ノズ

40

50

ル翼形部よりも後縁 18 の近傍に配置できるようになる。ある実施形態では、スロット 6 は、例えば、薄肉セグメントが凹状正圧壁 8 内に配置されたときに、薄肉セグメント 14 を貫通する。

【 0 0 1 7 】

図 1 は、凹状正圧壁 8 だけが薄肉セグメント 14 を有し、凸状負圧壁 4 は実質的に均一な厚さ（破線で示す）を有する実施形態（仮想線）を示している。別の実施形態では、図 2 に示すように、凸状負圧壁 4 のみが薄肉セグメント 14 を含み、凹状正圧壁 8 が実質的に均一な厚さ（当該図では破線で示す）を有することができることは理解される。すなわち、一部の場合では、凸状負圧壁 4 又は凹状正圧壁 8 の一方だけが薄肉セグメント 14 を含むことができる。他の場合では、凸状負圧壁 4 及び凹状正圧壁 8 の両方が薄肉セグメント 14 を含むことができる。しかしながら、いずれの場合も、薄肉セグメント 14 は、後縁 18 に向かってポケット 12（サブポケット 12B を形成する）を延長せしめる。薄肉セグメント 14 は、凸状負圧壁 4 と凹状正圧壁 8 の間にポケット 12 のサブポケット 12A、12B を形成するネック部 19 を画成することができる。

【 0 0 1 8 】

図 1 に示すように、薄肉セグメント 14 は、各々の端部接合部 10（例えば、溶接部）とスロット 6 のうちの一方の近傍に配置し得る。一部の例では、薄肉セグメント 14 が凹状正圧壁 8 に配置される場合、スロット 6 は、凹状正圧壁 8 の薄肉セグメント 14 内に配置（つまり貫通）することができる。加えて、薄肉セグメント 14（及びスロット 6）は、翼形部 2 の後縁 18 の近傍に配置することができる。すなわち、薄肉セグメント 14 は、翼形部の後縁 18 に位置する接合部 10（溶接部）に当接（例えば、物理的に接触）することができ、この場合、この接合部 10 は、凸状負圧壁 4 を凹状正圧壁 8 に結合している。「厚壁」設計を用いた従来手法と比べて、本明細書で開示する翼形部 2 は、凹状正圧壁 8 に沿って約 10 ~ 20 パーセント後縁 18 により近接したスロット 6 の位置付けを可能にする。この場合のスロット 6 の位置付けは、凹状正圧壁 8 にわたってより効率的な水分除去を可能にする。

【 0 0 1 9 】

図示のように、凸状負圧壁 4 又は凹状正圧壁 8 の一方もしくは両方は、壁の残りの部分 16 よりも小さい厚さ（t）を有する薄肉セグメント 14 を含むことができ、ここで当該残りの部分 16 は第 2 のより大きな厚さ（t'）を有する。一部の例におけるこの第 2 の厚さ（t'）は、小さな厚さ（t）の約 1.5 ~ 2 倍とすることができる。このことは、薄壁設計に関連する製造問題を防ぎながら、従来の厚壁設計におけるよりもより後縁 18 に近接したスロット 6 の配置を可能にすることができる。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、図 1 の翼形部 2 の拡大側断面図を示し、スロット 6 と薄肉セグメント 14 との関係をより明確に示している。この図に示すように、薄肉セグメント 14 は、凸状負圧壁 4 も凹状正圧壁 8 も薄肉セグメント 14 を含まない場合（本明細書で「厚壁」実施例を参照して説明したような）よりも後縁 18 に近接したスロット 6 の配置を可能にする。

【 0 0 2 1 】

図 2 にはまた、従来技術の「厚壁」実施形態に係る水分除去スロット（又は従来技術のスロット）PA の位置を示す（仮想線で）。翼形部 2 の図から明らかになるように、従来技術のスロット PA は、本発明の実施形態に従って形成されたスロット 6 よりも後縁から離れて配置される。これは、溶接部（端部接合部 10 のような）がこれまで配置されていたはずの場所にスロット 6 を配置することができる壁（4 又は 8）の少なくとも 1 つの薄肉セクション 14 に起因して実施可能となる。一部の例では、本発明の実施形態に係る翼形部 2 におけるスロット 6 は、従来技術の「厚壁」実施例におけるよりも後縁 18 に 10 ~ 20 % 近接して配置される。図 2 は更に、ポケット終端基準点 21 を示し、これは、「厚壁」設計を用いた従来技術のポケットの終端となる位置を示している。このポケット終端基準点 21 は、各々が薄肉セグメント 14 を含まない 2 つのノズル翼形部壁（従来技術による）の連結部を表している。すなわち、図示され本明細書で記載される少なくとも 1

10

20

30

40

50

つの薄肉セグメント 14 を使用しなければ、ポケット（例えば、ポケット 12）は、後縁 18 に向かってポケット終端基準点 21 を越えて延在することはない。図示のように、これにより、ポケット終端基準点 21 とポケット 12 の後縁 13 の間の位置でスロット 6 がポケット 12（例えば、サブポケット 12B）と流体連通できるようになる。この場合、「厚壁」設計の欠点に関して本明細書で説明されたように、従来技術のスロット PA は、後縁 18 からより離れて位置し、水分除去の効果が少ない。このポケット終端基準点 21 に関して、図示され本明細書で開示する薄肉セグメント 14 は、ポケット 12 がポケット終端基準点 21 を越えて延在し、サブポケット 12B の形成及び本明細書で記載される水分除去の増強が可能となる。

【0022】

10

実施形態に係る翼形部 2 の製造は、凸状負圧壁 4 及び凹状正圧壁 8 を各々別個にハイドロフォーミングする段階を含むことができ、ここで壁（4、8）の少なくとも 1 つが薄肉セグメント 14 を含む。壁（4、8）のハイドロフォーミング後、これらの壁は、ガスタンクスチアーケ溶接（又は不活性ガス、TIG 溶接）、ガス金属アーク溶接（又は金属不活性ガス、MIG 溶接）、その他などの従来の溶接技術を用いて各々の接合部 10（図 1 の前縁 20 及び後縁 18 各々に近接した）において共に溶接することができる。別の実施形態では、各々の凸状負圧壁 4 及び凹状正圧壁 8 は、成型、機械加工、又は他の方法で別個に形成され、次いで各々の接合部にて共に溶接することができる。いずれの場合も、従来の翼形部と比べて、本発明の実施形態に係る翼形部 2 は、凸状負圧壁 4 の後縁の近傍にスロット 6 を配置し、これによりこれらの翼形部 2 の 1 以上を含むタービン段における水分除去を改善することができる。

【0023】

20

図 3 は、本発明の態様に係るタービン 22（例えば、低圧蒸気タービンセクションのような蒸気タービン）の一部の平面図を示す。図示のように、タービン 22 は、実質的にタービンロータ 26 を囲むタービンステータ 24 を含むことができる。ステータ 24 は、ノズル 28 の軸方向に分散したセット（1 つのセットが図示される）を含むことができ、ここではノズル 28 の軸方向に分散したセットの 1 以上が複数のタービン静止ノズル翼形部（例えば、図 2 に示し且つ図 1～2 を参照して説明された翼形部 2）を含むことができる。すなわち、ある実施形態では、ノズル 28 のセット全体がノズル翼形部 2 を含むことができ、一部の例では、ノズル 28 の複数のセットがノズル翼形部 2 を含むことができる。一部の例では、ノズル 28 のセットにおける各タービン静止ノズル 2 は、端壁 30 のペアと、該端壁 30 のペアの各々の間で分散され且つこれらと接続されたノズル翼形部 2 とを含むことができる。当該技術分野で公知のように、これらのタービン静止ノズル 28 は、タービン 22 の作動中にステータ 24 内に静止したままであり、ロータ 26 の回転ブレード 32 に向けて作動流体を配向し、ロータのシャフト（図示しないが、当該技術分野で公知のように、軸線 a-a と整列している）の運動を誘起する。本明細書で説明されるように、タービン 22 におけるノズル 28 のこれらのセットの少なくとも 1 つは、1 以上のスロット 6 を用いて翼形部面（凹状正圧側面 4）から水分を除去するよう構成することができる。

【0024】

30

本明細書で使用される用語は、特定の実施形態を説明するためのものに過ぎず、本開示を限定するものではない。本明細書で使用される単数形態は、前後関係から明らかに別の意味を示さない限り複数形態も含む。更に、本明細書内で使用する場合に、用語「備える」及び / 又は「備えている」という用語は、そこに述べた特徴部、完全体、ステップ、動作、要素及び / 又は構成部品の存在を明示しているが、1 以上の他の特徴部、要素、構成部品及び / 又はそれらの群の存在又は付加を排除するものではないことは理解されるであろう。用語「前方」及び「後方」は、限定を意図するものではなく、適切な場合には置き換えることを意図している。

【0025】

本明細書は、最良の形態を含む実施例を用いて本発明を開示し、更に、あらゆる当業者

40

50

があらゆるデバイス又はシステムを実施及び利用すること並びにあらゆる包含の方法を実施することを含む本発明を実施することができる。本発明の特許保護される範囲は、請求項によって定義され、当業者であれば想起される他の実施例を含むことができる。このような他の実施例は、請求項の文言と差違のない構造要素を有する場合、或いは、請求項の文言と僅かな差違を有する均等な構造要素を含む場合には、本発明の範囲内にあるものとする。

【符号の説明】

【0026】

2 ターピン翼形部

4 凸状負圧壁

10

6 スロット

8 凹状正圧壁

10 端部接合部

12 ポケット

12A、12B サブポケット

14 薄肉セグメント

18 後縁

19 ネック部

【図1】

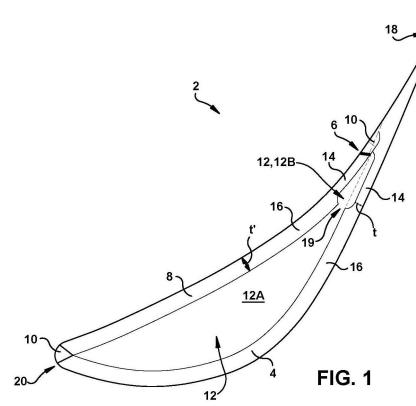


FIG. 1

【図2】

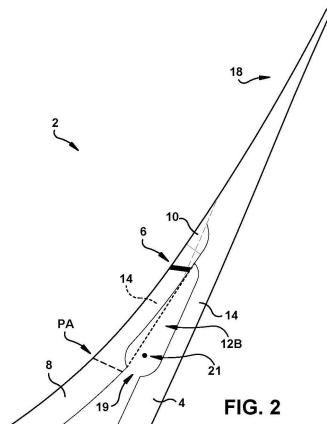


FIG. 2

【図3】

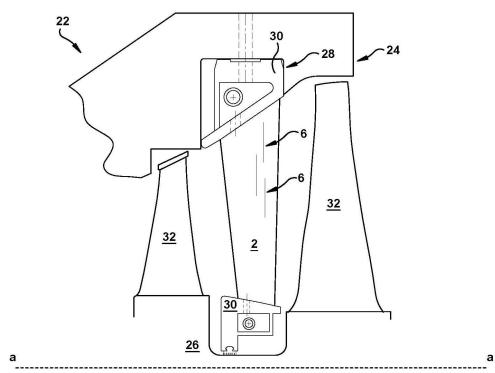


FIG. 3

フロントページの続き

(72)発明者 スティーブン・セバスチャン・バージック
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12345、ニスカユナ、スケネクタディ、273 120ビ
ー、リバー・ロード、1番
(72)発明者 アルベルト・ディサンテ
イタリア、フィレンツェ・50127、ヴィア・マッテウッчи・2番

審査官 稲葉 大紀

(56)参考文献 特開平7-229402(JP, A)
米国特許第3420502(US, A)
米国特許出願公開第2008/0240919(US, A1)
米国特許第7762775(US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 01 D 9 / 02

F 01 D 25 / 32

F 01 D 5 / 18