

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5681384号
(P5681384)

(45) 発行日 平成27年3月4日(2015.3.4)

(24) 登録日 平成27年1月16日(2015.1.16)

(51) Int.Cl.

F 1

F01D	5/20	(2006.01)	F 01 D	5/20
F01D	5/16	(2006.01)	F 01 D	5/16
F01D	11/08	(2006.01)	F 01 D	11/08
F02C	7/28	(2006.01)	F 02 C	7/28

A

請求項の数 10 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-117907 (P2010-117907)
(22) 出願日	平成22年5月24日 (2010.5.24)
(65) 公開番号	特開2011-33020 (P2011-33020A)
(43) 公開日	平成23年2月17日 (2011.2.17)
審査請求日	平成25年5月21日 (2013.5.21)
(31) 優先権主張番号	12/533,378
(32) 優先日	平成21年7月31日 (2009.7.31)
(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
(72) 発明者	マシュー・アール・ピアソル アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グ リーンヴィル、ハードウッド・ロード、2 36番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】タービンエンジン用のロータブレード

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タービンエンジン用の先端シュラウド付きロータブレードにおける先端シュラウド(200)であって、単一の当該先端シュラウド(200)が、

前記タービンエンジンの始動段階時の後、前記タービンエンジンが暖まった時に、隣接する第1のロータブレードの先端シュラウド(200)と接触するが、前記タービンエンジンの始動段階時には無接触又は部分的接触となるように構成された非半径方向整列表面を備えた前端縁減衰フィン(204)と、

前記タービンエンジンが暖まった時に、隣接する第2のロータブレードの先端シュラウド(200)と接触するが、前記タービンエンジンの始動段階時には無接触又は部分的接触となるように構成された非半径方向整列表面を備えた後端縁減衰フィン(204)と、
10 を含んでおり、

前記前端縁減衰フィン(204)が前記第1のロータブレードの先端シュラウド(200)の後端縁減衰フィン(204)に対応しており、

前記後端縁減衰フィン(204)が前記第2のロータブレードの先端シュラウド(200)の前端縁減衰フィン(204)に対応しており、

前記前端縁減衰フィン(204)及び前記後端縁減衰フィン(204)の一方が、前記単一の先端シュラウド(200)の正圧側面に配置され、

前記前端縁減衰フィン(204)及び前記後端縁減衰フィン(204)の他方が、前記単一の先端シュラウド(200)の負圧側面に配置される、

先端シュラウド(200)。

【請求項2】

前記单一の先端シュラウド(200)の前記前端縁減衰フィン(204)の半径方向位置が、前記タービンエンジンの運転時に前記第1のロータブレードの前記後端縁減衰フィン(204)の半径方向位置から、所望の接触レベルが維持されるようにオフセットされており、前記所望の接触レベルが、

前記タービンエンジンの始動段階時における部分的接触及びその後の一一定接触、

前記タービンエンジンの始動段階時における部分的接触及びその後の部分的接触、

前記タービンエンジンの始動段階時における無接触及びその後の一一定接触、並びに

前記タービンエンジンの始動段階時における無接触及びその後の部分的接触

10

のうちの1つを含む、請求項1記載の先端シュラウド(200)。

【請求項3】

半径方向に整列しあつ前記第1のロータブレードの前記先端シュラウド(200)と接触するように構成された第1の半径方向整列接触表面(202)と、

半径方向に整列しあつ前記第2のロータブレードの前記先端シュラウド(200)と接触するように構成された第2の半径方向整列接触表面(202)と、

を含む、請求項1または2に記載の先端シュラウド(200)。

【請求項4】

前記单一の先端シュラウド(200)の前端縁における前記半径方向整列接触表面(202)が、前記第1の先端シュラウド(200)の後端縁における前記半径方向整列接触表面に対応している、請求項3記載の先端シュラウド(200)。

20

【請求項5】

前記先端シュラウド(200)の半径方向外側表面から半径方向外向きに突出したシールレール(106)を備え、

前記シールレール(106)は、円周方向に延び、

前記单一の先端シュラウド(200)の前記前端縁減衰フィン(204)と前記後端縁減衰フィン(204)は、前記シールレール(106)の両側に配置される、請求項4記載の先端シュラウド(200)。

【請求項6】

前記第1のロータブレードの前記先端シュラウド(200)と接触する第1の接触面(108)がZ形状の輪郭を有し、

30

前記第2のロータブレードの前記先端シュラウド(200)と接触する第2の接触面(108)がZ形状の輪郭を有し、

前記前端縁減衰フィン(204)がZを構成する第3の直線の位置に配置され、

前記後端縁減衰フィン(204)がZを構成する第1の直線の位置に配置される、

請求項1乃至5のいずれかに記載の先端シュラウド(200)。

【請求項7】

前記後端縁減衰フィン(204)が、前記前端縁減衰フィン(204)の丁度外側寄りの半径方向位置を含み、前記前端縁減衰フィン(204)の半径方向外側表面が第1の接触面を含みかつ前記後端縁減衰フィン(204)の半径方向内側表面が第2の接触面を含み、前記第1の接触面及び第2の接触面のうちの少なくとも1つが、摩耗皮膜を含み、前記減衰フィン(204)が、前記タービンエンジンの運転時に隣り合うタービンブレードの前記前端縁減衰フィン(204)の半径方向外側表面及び前記後端縁減衰フィン(204)の半径方向内側表面が、少なくとも部分接触状態になり、前記前端縁減衰フィン(204)及び後端縁減衰フィン(204)が各々矩形形状及び半円形形状のうちの1つを含む、請求項1乃至6のいずれかに記載の先端シュラウド(200)。

40

【請求項8】

前記前端縁減衰フィン(204)が、前記後端縁減衰フィンの丁度外側寄りの半径方向位置を含み、前記前端縁減衰フィン(204)の半径方向内側表面が第1の接触面を含みかつ前記後端縁減衰フィン(204)の半径方向外側表面が第2の接触面を含む、請求項1

50

乃至 6 のいずれかに記載の先端シラウド (2 0 0)。

【請求項 9】

前記単一の先端シラウド (2 0 0) の前端縁における前記半径方向整列接触表面 (2 0 2) が、半径方向基準線に対して $\pm 10^\circ$ 間の角度を形成した接触表面を含み、前記減衰フィン (2 0 4) が、半径方向基準線に対して 90° の角度を形成しており、前記減衰フィン (2 0 4) が、前記半径方向基準線に対して $60^\circ \sim 120^\circ$ の角度を形成している、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の先端シラウド (2 0 0)。

【請求項 10】

複数のステータブレード (6 2) を備えるステータと、

前記ステータの内部に配置されたシャフトと、

前記シャフトに取り付けられ、請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の先端シラウド (2 0 0) を備えるロータブレード (6 0) と、

前記シャフトに取り付けられ、前記第 1 及び第 2 の先端シラウド (2 0 0) を備える第 1 及び第 2 のロータブレード (6 0) と、
を含む、装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、総括的にはタービンロータブレードの設計及び作動に関連した装置、方法及び / 又はシステムに関する。より具体的には、それに限定されないが、本発明は、減衰性及びその他の特徴を備えたタービンブレード先端シラウドに関連する装置、方法及び / 又はシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジンでは、圧縮機内で加圧した空気を使用して燃焼器内で燃料を燃焼させて、高温燃焼ガスの流れを発生させ、その結果としてのこののような燃焼ガスを 1 以上のタービンを通して下流方向に流して、該燃焼ガスからエネルギーを取出せるようにすることはよく知られている。一般的に、そのようなタービンによると、円周方向に間隔を置いて配置されたタービンロータブレードの列が、支持ロータディスクから半径方向外向きに延びる。各ブレードは一般的に、ロータディスクの対応するダブルテールスロット内でのブレードの組付け及び取外しを可能にするダブルテール、並びに該ダブルテールから半径方向外向きに延びかつエンジンを通る作動流体の流れと相互作用する翼形部を含む。翼形部は、対応する前縁及び後縁間で軸方向に延びかつ根元及び先端間で半径方向に延びるほぼ凹面形の正圧側面及びほぼ凸面形の負圧側面を有する。ブレード先端は、半径方向外側タービンシラウドに近接して間隔を置いて配置されて、タービンロータブレード間を下流方向に流れる燃焼ガスの該タービンシラウドとの間での漏洩を最少にする記載のことを理解されたい。

【0003】

当業者には分かるように、エンジン運転時における様々な励振発生源に起因して、ロータブレードは多くの場合に、振動又は共振の状態となる。振動発生源には一般的に、回転アンバランス、ステータブレード励振、非定常圧力擾動及び燃焼音響音が含まれる。発生した振動は通常、一般的にロータブレードの寿命を短縮させる高サイクル疲労損傷の発生を引き起こし、該疲労により運転時にブレード損傷が生じた場合には、タービンエンジンに対して壊滅的な損傷をもたらす可能性がある。振動の大きさは、少なくともその一部はシステム内に導入される減衰の量と関連する。導入される減衰が多ければ多いほど、振動応答がより少なくなりかつタービンシステムの信頼性が一層高くなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許第 6 8 5 1 9 3 2 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従って、作動時におけるタービンエンジンのロータブレードが受ける振動を減衰しかつそれによって該振動を減少させるための装置、システム及び方法の改良に対する継続した必要性が存在する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

従って、本発明は、先端シュラウドについて記述しており、本先端シュラウドは、隣接するロータブレードの先端シュラウドと接触するように構成された実質的非半径方向整列表面をその各々が備えた複数の減衰フィンを含む。少なくとも 1 つの減衰フィンは、前端縁減衰フィンを含み、また少なくとも 1 つの減衰フィンは、後端縁減衰フィンを含む。前端縁減衰フィンは、後端縁減衰フィンに対応している。

10

【0007】

本発明はさらに、タービンロータブレード用の先端シュラウドについて記述しており、本先端シュラウドは、隣接するロータブレードの先端シュラウドと接触するように構成された実質的非半径方向整列表面をその各々が備えた複数の減衰フィンを含む。少なくとも 1 つの減衰フィンは、前端縁減衰フィンを含むことができ、また少なくとも 1 つの減衰フィンは、後端縁減衰フィンを含むことができる。前端縁減衰フィン及び後端縁減衰フィンは、同一設計の先端シュラウドを有するロータブレードの組をタービンエンジンのロータディスク内に据付けた時に、第 1 のロータブレードの前端縁減衰フィンが、該第 1 のロータブレードにすぐ先行する第 2 のロータブレードの後端縁減衰フィンに係合し、かつ該第 1 のロータブレードの後端縁減衰フィンが、該第 1 のロータブレードにすぐ追従する第 3 のロータブレードの前端縁減衰フィンに係合するように構成することができる。前端縁減衰フィンの半径方向位置は、後端縁減衰フィンの半径方向位置から、タービンエンジンの運転時に該前端縁減衰フィンの実質的非半径方向整列接触表面及び後端縁減衰フィンの実質的非半径方向整列接触表面間の所望の接触レベルが維持されるようにオフセットさせることができる。

20

【0008】

30

本発明のこれらの及びこれ以外の特徴は、図面及び特許請求の範囲と関連して行った時の好ましい実施形態の以下の詳細な説明を精査することにより、明らかになることになる。

【0009】

本発明のこれらの及びこれ以外の特徴は、添付図面と関連して行った本発明の例示的な実施形態の以下のより詳細な説明を注意深く検討することによってより完全に理解されかつか納得されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0010】

40

【図 1】本発明の実施形態を使用することができる例示的なガスタービンエンジンの概略図。

【図 2】図 1 のガスタービンエンジンにおける圧縮機の断面図。

【図 3】図 1 のガスタービンエンジンにおけるタービンの断面図。

【図 4】従来型の設計の先端シュラウドを有する例示的なガスタービンエンジンロータブレードの斜視図。

【図 5】従来型の設計の先端シュラウドを有する一連の据付タービンブレードの外側面図。

【図 6】本発明の例示的な実施形態による先端シュラウド及び減衰フィンを有するタービンエンジンロータブレードの前縁の斜視図。

【図 7】本発明の例示的な実施形態による先端シュラウド及び対応する減衰フィンを有す

50

る図6のタービンエンジンロータブレードの後縁の斜視図。

【図8】本発明の例示的な実施形態による先端シュラウド、より具体的には本発明による減衰フィンにおける実施可能な角度構成を有するタービンエンジンロータブレードの前縁の斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

最初の事項として、本願発明を明確に伝えるために、タービンエンジンの特定の部分又は機械構成要素を示しかつそれらについて説明する用語を選択する必要があることになる。可能である場合には常に、その通常の意味に一致するように共通の工業用語を使用しかつ採用することにする。しかしながら、あらゆるそのような用語は、本明細書で意図した意味及び特許請求の範囲の技術的範囲が不当に制限されることがないように広い意味を与えられまた狭く解釈されないことを意図している。多くの場合に幾つかの異なる用語を使用して特定の構成要素を説明することができることを、当業者には理解されたい。さらに、本明細書において単一部品として説明することができるものは、他の情況においては幾つかの構成要素部分を含みかつそれら構成要素部分から成るものとして説明することができ、或いは本明細書において複数構成要素部分を含むものとして説明することができるものは、單一部分に製作しかつ幾つかのケースでは單一部分として説明することができる。従って、本明細書で説明した本発明の技術的範囲を理解する上で、提示した用語及び説明に対して注意を払うだけでなく、本明細書に示した構成要素の構造、構成、機能及びノ又は用途に対しても注意を払われたい。

【0012】

さらに、本明細書では、幾つかの説明的な用語を定的に使用することができ、またここでこれらの用語を定義しておくことは、役立つものとなるであろう。本明細書で使用するこれらの用語及びその定義は、次の通りである。さらなる詳述がない状態で「ロータブレード」という用語は、圧縮機52又はタービン54のいずれかの回転ブレードを意味する表現であり、この回転ブレードには、圧縮機ロータブレード60及びタービンロータブレード66の両方が含まれる。さらなる詳述がない状態で「ステータブレード」という用語は、圧縮機52又はタービン54のいずれかの固定ブレードを意味する表現であり、この固定ブレードには、圧縮機ステータブレード62及びタービンステータブレード68の両方が含まれる。本明細書では、「ブレード」という用語は、いずれかの形式のブレードを意味するために使用することになる。従って、さらなる詳述がない状態で、「ブレード」という用語は、圧縮機ロータブレード60、圧縮機ステータブレード62、タービンロータブレード66及びタービンステータブレード68を含む全ての形式のタービンエンジンブレードを包含する。さらに、本明細書で使用する場合、「下流方向」及び「上流方向」というのは、タービンを通る作動流体の流れに対する方向を示す用語である。従って、「下流方向」という用語は、一般的に作動流体の流れの方向に対応する方向を意味し、また「上流方向」という用語は一般的に、作動流体の流れの方向の反対方向である方向を意味する。「トレーリング(後)」及び「リーディング(前)」という用語は一般的に、回転部品の回転の方向に関する相対的位置を意味している。従って、回転部品の「リーディングエッジ(前端縁)」は、部品が回転している方向でみての前部又は前方端縁であり、また回転部品の「トレーリングエッジ(後端縁)」は、部品が回転している方向でみての後部又は後方端縁である。「半径方向」という用語は、軸線に対して垂直方向の移動又は位置を意味する。「半径方向」という用語は、軸線に関して異なる半径方向位置にある部分を記述するために必要となることが多い。そのようなケースでは、第1の構成要素が第2の構成要素よりも軸線に対してより近接して存在する場合には、本明細書では、第1の構成要素が、第2の構成要素の半径方向内側又は内側寄りにあると記述することができる。それに対して、第1の構成要素が第2の構成要素よりも軸線からさらに遠くに存在する場合には、本明細書では、第1の構成要素が、第2の構成要素の半径方向外側又は外側寄りにあると記述することができる。「軸方向」という用語は、軸線に平行な移動又は位置を意味する。最後に、「円周方向」という用語は、軸線周りでの移動又は位置を意味する

10

20

30

40

50

。

【0013】

背景技術として、次に図面を参照すると、図1から図3は、本発明の実施形態を使用することができる例示的なガスタービンエンジンを示している。本発明がこの形式での使用に限定されるものではないことは、当業者には分かるであろう。上述したように、本発明は、発電及び航空機で使用するエンジンのようなガスタービンエンジン、蒸気タービンエンジン、及びその他の形式の回転エンジンで使用することができる。図1は、ガスタービンエンジン50の概略図である。一般的に、ガスタービンエンジンは、加圧空気ストリーム内で燃料を燃焼させることによって生成した加圧高温ガス流からエネルギーを取出すことによって作動する。図1に示すように、ガスタービンエンジン50は、共通シャフト又はロータによって下流側のタービンセクションつまりタービン54に対して機械的に連結された軸流圧縮機52と、該軸流圧縮機52及びタービン56間に配置された燃焼器56と備えるように構成することができる。10

【0014】

図2は、図1のガスタービンエンジンで使用することができる例示的な多段式軸流圧縮機52の図を示している。図示するように、軸流圧縮機52は、複数の段を含むことができる。各段は、圧縮機ステータブレード62の列が続く圧縮機ロータブレード60の列を含むことができる。従って、第1段は、中心シャフトの周りで回転する圧縮機ロータブレード60の列を含み、これに運転時にも固定状態を維持する圧縮機ステータブレード62の列が続くことができる。圧縮機ステータブレード62は一般的に、互いに円周方向に間隔を置いて配置されかつ回転軸線の周りに固定される。圧縮機ロータブレード60は、円周方向に間隔を置いて配置されかつシャフトに取付けられて、運転時に該シャフトが回転すると、圧縮機ロータブレード60は、シャフトの周りで回転する。当業者には分かるよう、圧縮機ロータブレード60は、シャフトの周りで回転すると、圧縮機52を通って流れる空気又は流体に運動エネルギーを与えるように構成される。圧縮機52は、図2に示した段よりも多くの段を有することができる。付加的な段は、複数の円周方向に間隔を置いて配置された圧縮機ロータブレード60を含み、これに複数の円周方向に間隔を置いて配置された圧縮機ステータブレード62が続くことができる。20

【0015】

図3は、図1のガスタービンエンジンで使用することができる例示的なタービンセクションつまりタービン54の部分図を示している。タービン54もまた、複数の段を含むことができる。3つの例示的な段を示しているが、それよりも多くの又はそれよりも少ない段をタービン54内に設けることができる。第1段は、運転時にシャフトの周りで回転する複数のタービンバケットつまりタービンロータブレード66と、運転時にも固定状態を維持する複数のノズルつまりタービンステータブレード68とを含む。タービンステータブレード68は一般的に、互いに円周方向に間隔を置いて配置されかつ回転軸線の周りに固定される。タービンロータブレード66は、タービンホイール(図示せず)上に取付けてシャフト(図示せず)の周りで回転するようにすることができる。また、タービン54の第2段も同様に、複数の円周方向に間隔を置いて配置されたタービンステータブレード68を含み、これにタービンホイール上に同様に取付けられて回転する複数の円周方向に間隔を置いて配置されたタービンロータブレード66が続く。第3段もまた示しており、かつ同様に複数のタービンステータブレード68及びロータブレード66を含む。タービンステータブレード68及びタービンロータブレード66はタービン54の高温ガス通路内に位置していることが分かるであろう。3040

【0016】

該高温ガス通路を通る高温ガスの流れの方向は、矢印によって示している。当業者には分かるように、タービン54は、図3に示した段よりも多くのその他の段を有することができる。各付加的段は、タービンロータブレード66の列が続くタービンステータブレード68の列を含むことができる。

【0017】

使用中に、軸流圧縮機 5 2 内での圧縮機ロータブレード 6 0 の回転は、空気の流れを加圧することができる。燃焼器 5 6 において、加圧空気が燃料と混合されかつ点火燃焼された時に、エネルギーを放出することができる。作動流体とも呼ぶことができる得られた燃焼器 5 6 からの高温ガスの流れは次に、タービンロータブレード 6 6 上に案内され、該作動流体の流れは、シャフトの周りでタービンロータブレード 6 6 の回転を生じさせる。これによって、作動流体の流れのエネルギーは、回転ブレードの機械的エネルギーに変換され、かつロータブレードとシャフトとの間の連結により、該シャフトを回転させる。シャフトの機械的エネルギーは次に、圧縮機ロータブレード 6 0 の回転を駆動して加圧空気の必要な供給を行うようにし、またさらに発電機を駆動して電気を発生させるように使用することができる。

10

【0018】

図 4 及び図 5 は、従来型の設計による先端シュラウド付きタービンロータブレード 1 0 0 を示している。タービンロータブレード 1 0 0 は、ロータディスクの周辺部の対応するダブテールスロット内に取付けられるように構成された軸方向ダブテールのようなあらゆる従来型の形態を有することができるダブテール 1 0 1 を含む。翼形部 1 0 2 は、ダブテール 1 0 1 に一体形に接合されかつ該ダブテール 1 0 1 から半径方向又は長手方向外向きに延びる。ロータブレード 1 0 0 はまた、翼形部 1 0 2 及びダブテール 1 0 1 の接合部に配置されて、タービンエンジンを通る半径方向内側流路の一部分を形成するプラットフォーム 1 0 3 を含む。翼形部 1 0 2 は、作動流体の流れを遮るブレード 1 0 0 の動的構成要素である。

20

【0019】

先端シュラウド 1 0 4 は、翼形部 1 0 2 の頂部に配置することができる。先端シュラウド 1 0 4 は基本的に、その中心部に関して翼形部 1 0 2 によって支持された軸方向及び円周方向に延びる平坦プレートである。先端シュラウド 1 0 4 の頂部に沿って、シールレール 1 0 6 を配置することができる。一般的に、シールレール 1 0 6 は、先端シュラウド 1 0 4 の半径方向外側表面から半径方向外向きに突出している。シールレール 1 0 6 は一般的に、先端シュラウドのほぼ回転方向に対向する両端部間で円周方向に延びる。シールレール 1 0 6 は、先端シュラウド 1 0 4 と周囲の固定構成要素の内側表面との間のギャップを通る作動流体の流れを阻止するように形成される。幾つかの従来型の設計では、シールレール 1 0 6 は、回転先端シュラウド 1 0 4 に対向するアブレイダブル固定ハニカムシュラウド内に延びる。一般的に、様々な理由により、シールレール 1 0 6 の中央部にカッタ歯 1 0 7 を配置して、該シールレール 1 0 6 の幅よりも僅かに広いグループを固定シュラウドのハニカム内に切込むようにすることができる。

30

【0020】

先端シュラウド 1 0 4 は、隣り合うブレードの先端シュラウド 1 0 4 が運転時に接触するように形成することができる。図 5 は、タービンロータディスク上に組付けた時にタービンロータブレードがそのようになることができかつ隣り合う先端シュラウド 1 0 4 が運転時に互いに接触するような従来型の構成の実施例を示す、該タービンロータブレードの外側面図を示している。2つの完全な隣り合う先端シュラウドを示しており、矢印は、回転方向を示している。図示するように、先行する先端シュラウド 1 0 4 の後端縁は、追従する先端シュラウド 1 0 4 の前端縁と接触する又は近接近状態になることができる。この接触領域は、一般的にインタフェース又は接触面 1 0 8 と呼ばれることが多く、或いはより具体的には、図示した実施例の構成つまり Z インタフェース 1 0 8 にされることが多い。図 5 の斜視図から分かるように、Z インタフェース 1 0 8 は、隣り合う先端シュラウド 1 0 4 の2つの端縁間におけるほぼ「Z」形状輪郭のために、そのように名付けることができる。タービンブレード 1 0 0 及び先端シュラウド 1 0 4 の使用は単なる例示的なものであること、また本発明の別の実施形態では、異なる構成の他のタービンブレード及び先端シュラウドを使用することは、当業者には分かるであろう。さらに、「Z」形状インタフェースの使用は、単なる例示的なものに過ぎない。

40

【0021】

50

図示するように、タービンが非運転状態又は始動「低温」状態にある場合には、隣り合う先端シュラウド 104 の端縁間の接触面（又はZインタフェース）108 に、狭い空間が存在することになる。タービンが、「高温」状態で運転している場合には、タービンブレード金属の膨張及び翼形部の「捻じれ戻り」により、隣り合う先端シュラウド 104 の端縁が接触するようにギャップを狭くすることができる。タービンの高回転速度及びそれに関連した振動を含むその他の運転状態では、タービン運転時に接触面 108 におけるギャップが部分的に維持される場合であっても、隣り合う先端シュラウド 104 間に接触が生じる可能性がある。隣り合う先端シュラウド 104 間で生じる接触の機能の 1 つは、システムを減衰させ、かつそれによって振動を減少させることである。しかしながら、従来型の先端シュラウド設計は、運転中のタービンエンジンシステムで発生した多量の振動に適切に対処していない。上述したように、この振動は、時間の経過と共にロータブレード及びその他の構成要素を損傷させるか又は弱体化させる可能性がある。このような不具合の主な理由の 1 つは、従来型の構成の場合には、隣り合う先端シュラウド 104 は、互いに限られた接触状態になり、かつ接触状態になった時に、その接触は実質的半径方向整列表面間であり、従ってほぼ 1 つの平面に限定される。この種の接触は、単一の対応する軸線に沿って発生する振動を減衰するのには効果的なものとすることができますが、一般的に殆どのタービンエンジン運転環境においてはそうである複数軸線に沿って発生する振動を減衰するのには殆どの場合効果がない。10

【0022】

図 6 及び図 7 は、特許請求した本発明、つまり先端シュラウド 200 の例示的な実施形態を示している。分かるように、図 6 は、先端シュラウド 200 の前端縁を示しており、一方、図 7 は、後端縁を示している。先端シュラウド 200 は、第 1 の接触表面つまり半径方向整列接触表面 202 を有することができる。半径方向整列接触表面 202 は、半径方向にほぼ整列した 1 以上の接触表面（つまり、隣接するロータブレードの先端シュラウドと接触するように構成された表面）を意味している。当業者には分かるように、半径方向整列接触表面 202 は主として、シールレール 106 に沿って半径方向外向きに延びる先端シュラウド 200 の中央部に向かう表面を含む。半径方向整列接触表面 202 はまた、先端シュラウド 200 の軸方向長さに沿って該先端シュラウド 200 の中央部から外向きに延びるものも含む、あらゆる半径方向整列接触表面を含むことができる。20

【0023】

本発明の実施形態によると、先端シュラウド 200 はまた、先端シュラウド 200 からの突出部により形成され、かつ本明細書では「減衰フィン 204」と呼ぶ実質的非半径方向整列第 2 接触表面を含むことができる。減衰フィン 204 は、先端シュラウド 200 の前端縁又は後端縁のいずれかから実質的に円周方向及び軸方向の両方向に延びるフィン又はタブ形式の突出部を含むことができる。図示するように、幾つかの実施形態では、減衰フィン 204 は、比較的狭い又は薄い輪郭を有することができる。同様に、幾つかの実施形態（図 6 及び図 7 には図示せず）では、下記により詳細に説明するように、減衰フィン 204 は、半径方向に延びるか又は傾斜することもできる。これらの形式の実施形態では、下記により詳細に定めるように、減衰フィン 204 の半径方向傾斜の程度は、上述した半径方向整列接触表面 202 のものよりも実質的により小さい傾斜となることになる。30

【0024】

好ましい実施形態では、図 6 に示すように、減衰フィン 204 の 1 つは、先端シュラウド 200 の前端縁上に設置することができ、また図 7 に示すように、別の減衰フィン 204 は、先端シュラウド 200 の後端縁上に設置することができる。さらに、図 6 及び図 7 の好ましい例示的な実施形態で示すように、前端縁減衰フィン 204 は、先端シュラウド 200 の正圧側面上に設置することができ、また後端縁減衰フィン 204 は、先端シュラウド 200 の負圧側面上に設置することができるが、下記により詳細に説明するように、他の構成もまた実施可能である。先端シュラウド 200 の前端縁及び後端縁上の減衰フィン 204 は、互いに対応するように構成することができる。本明細書で使用する場合に、「対応する」減衰フィンというのは、同一設計の先端シュラウドを有するロータブレ4050

ードの組をタービンエンジンのロータディスク内に適切に据付けた時に、第1のロータブレードの先端シラウド200の前端縁上に配置した減衰フィン204(つまり、「前端縁減衰フィン」)が、第1のロータブレードに先行する第2のロータブレードの先端シラウド200の後端縁上に配置した減衰フィン204(つまり、「後端縁減衰フィン」)に対する所望の位置に存在することを意味しようとするものである。同様に、「対応する」減衰フィンというのはまた、第1のロータブレードの後端縁減衰フィン204が、第1のロータブレードに追従する第3のロータブレードの前端縁減衰フィン204に対する所望の位置に存在することを意味している。幾つかの環境では、対応する減衰フィン204は、互いに係合することができる。他の実施形態では、対応する減衰フィン204は、互いに近接して存在することができる。

10

【0025】

図6及び図7においてさらに示すように、前端縁減衰フィン204及び後端縁減衰フィン200の半径方向位置は、運転時に対応する後端縁減衰フィン及び前端縁減衰フィン間で所望レベルの接触又は近接を生じるように僅かにオフセットさせることができる。このようにして、対応する減衰フィン204は、互いに近接半径方向位置に存在することができ、また同じ寸法及び形状を有する場合には、隣り合うロータブレードの対応する減衰フィン204が、実質的に軸方向及び円周方向に互いに重なり合うように構成することができる。半径方向オフセットの程度により、運転時に生じる接触状態の量を決めることができる。1つの好ましい実施形態では、半径方向オフセットは、対応する減衰フィン204の接触表面が互いに接するか又は係合するように形成される。別の好ましい実施形態では、半径方向オフセットは、対応する減衰フィン204の接触表面が、それらタービンが「低温」であるか又はエンジン始動(つまり、始動段階)時にある時には互いに接しないが、エンジンがその後の運転の間に暖まった時には通常の接触するように構成される。別の好ましい実施形態では、半径方向オフセットは、対応する減衰フィン204の接触表面が、タービンエンジンが「低温」であるか又はエンジン始動時にある時には互いに接しないが、エンジンが運転の間に暖まった時には部分接触するように構成される。さらに別の好ましい実施形態では、半径方向オフセットは、対応する減衰フィン204の接触表面が、タービンエンジンが「低温」であるか又はエンジン始動時にある時には部分接触状態になるが、エンジンが運転の間に暖まった時には比較的一定の接触状態になるように構成される。

20

【0026】

図6及び図7に示すように、1つの好ましい実施形態では、後端縁減衰フィン204は、前端縁減衰フィン204の丁度外側寄りに配置することができる。この構成では、当業者には分かるように、接触面は、前端縁減衰フィン204の半径方向外側表面上に形成される。また、接触面は、後端縁減衰フィン204の半径方向内側表面上に形成される。幾つかの実施形態では、このような接触面は、摩耗特性を高めて部品の寿命を延長することができる。例えば、接触面には、摩耗皮膜又はより耐久性材料を設けることができる。1つの好ましい実施形態では、接触面は、コバルトベースの表面硬化粉末で形成することができる。上記のように、減衰フィン204は、タービンエンジン運転時に、隣り合うタービンブレードの前端縁減衰フィン204の半径方向外側表面及び後端縁減衰フィン204の半径方向内側表面が、少なくとも部分接触するように構成することができるが分かるであろう。当業者には分かるように、このような接触は一般的に、ロータブレードが受ける振動の幾らかを機械的に減衰させる。

30

【0027】

図示するように、減衰フィン204は、丸み付きコーナ部を備えたほぼ矩形形状を有することができる。半円形を含むその他の形状も、実用可能である。さらに、図6及び図7には好ましい実施形態を示しているが、その他の配置及び構成も実用可能である。例えば、別の好ましい実施形態では、前端縁減衰フィンは、先端シラウドの負圧側面上に配置することができ、また後端縁減衰フィンは、先端シラウドの正圧側面上に配置することができる。さらに、前端縁減衰フィンは、後端縁減衰フィンの内側寄りに配置する代わり

40

50

に、外側寄りに配置することができる。さらに別の実施形態では、後端縁減衰フィンは、先端シュラウドの正圧側面及び負圧側面の両方上のフィンを含むことができ、また前端縁減衰フィンは、先端シュラウドの正圧側面及び負圧側面の両方上の減衰フィンに対応する減衰フィンを含むことができる。このような場合には、前端縁減衰フィンは、対応する後端縁減衰フィンに対して内側寄りに、外側寄りに、或いは内側寄り及び外側寄りの両方とすることができる。より具体的には、1つの実施形態では、前端縁減衰フィンの1つは、対応する後端縁減衰フィンの内側寄りとすることができますが、その他の前端縁減衰フィンは、対応する後端縁減衰フィンの外側寄りとすることができます。幾つかの用途では、この相互組合せ構成により、減衰特性を増大させることができる。

【0028】

10

図6及び図7に示した実施例では、減衰フィン204は、該減衰フィンが、主として円周方向及び軸方向に延びるように構成される。つまり、減衰フィン204は、ターピンエンジンの半径方向に対して約90°の角度を形成し、従って、図示するように、減衰フィン204は、ターピンエンジンの軸方向及び円周方向に対して約0度の角度を形成する。幾つかの実施形態では、この角度又は傾斜は、当業者には分かるように、他の従来通りの減衰努力では特に困難であるか又はこれまで抑制することができなかつた単一振動モード又は幾つかの異なる振動モードの減衰を高めるように調節又は調整することができる。このようにして、第2の接触表面、つまり減衰フィン204は、従来型の半径方向整列減衰接触表面では適切に対処することができなかつた振動モードを減衰させるように設計することができる。

【0029】

20

図7は、様々な振動モードに対処することができるよう、減衰フィン204の角度を調整することができる方法を示している。図示するように、1つの実施形態では、この方法は、減衰フィンのベースにつまり該減衰フィン204の突出部が先端シュラウド200に連結する場所に形成される軸線周りで該減衰フィン204を回転させることによって達成することができる。このようにして、減衰フィン204で減衰させた振動モードは、所望の方法で処理することができる。減衰フィン204の1つを回転させた場合には、先端シュラウドの他の端縁における対応する減衰フィン204は、実質的に同一角度だけ反対方向に回転されることになることが、分かるであろう。このようにして、半径方向にオフセットさせた減衰フィン204は、そのそれぞれの接触表面の大部分又は実質的に全てに沿って依然として接触することができる。

【0030】

30

減衰フィン204の回転の角度は、用途に応じて変化させることができる。減衰フィン204の回転の角度は、該減衰フィン204が半径方向配向基準線に対して形成する角度によってほぼ特定することができる。例えば、図6及び図7に示す実施形態では、減衰フィン204は、半径方向基準線に対して約90°の角度を形成する。他の好ましい実施形態では、減衰フィンは、半径方向基準線に対して約70°～110°の角度を形成することができる。他の好ましい実施形態では、減衰フィンは、半径方向基準線に対して約60°～120°の角度を形成することができる。他の好ましい実施形態では、減衰フィンは、半径方向基準線に対して約45°～135°の角度を形成することができる。さらに他の好ましい実施形態では、減衰フィンは、半径方向基準線に対して約30°～150°の角度を形成することができる。

【0031】

40

本発明の好ましい実施形態の上記の説明から、当業者には、改良、変更及び修正が想起されるであろう。当技術の範囲内のそのような改良、変更及び修正は、特許請求の範囲によって保護されることを意図している。さらに、上記の説明は、本願に開示した実施形態のみに関するものであること、また本明細書では提出した特許請求の範囲及びその均等物によって定まる本発明の技術思想及び技術的範囲から逸脱せずに、数多くの変更及び修正を行うことができることが当然明らかである筈である。

【符号の説明】

50

【 0 0 3 2 】

5 0	ガスタービンエンジン	
5 2	圧縮機	
5 4	タービン	
5 6	燃焼器	
6 0	圧縮機ロータブレード	
6 2	圧縮機ステータブレード	
6 6	タービンロータブレード	
6 8	タービンステータブレード	
1 0 0	先端シュラウド付きタービンロータブレード	10
1 0 1	ダブルテール	
1 0 2	翼形部	
1 0 3	プラットフォーム	
1 0 4	先端シュラウド	
1 0 6	シールレール	
1 0 7	カッタ歯	
1 0 8	接触面	
2 0 0	先端シュラウド	
2 0 2	半径方向整列接触表面	
2 0 4	減衰フィン	20

【図1】

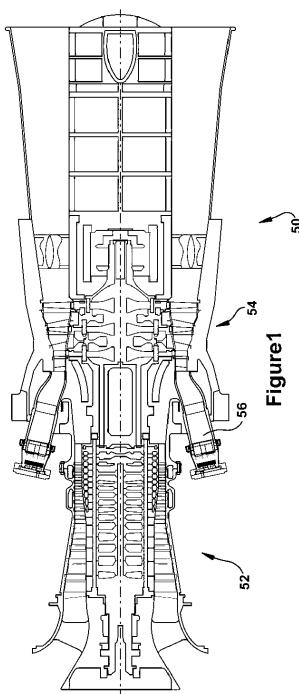


Figure1

【図2】

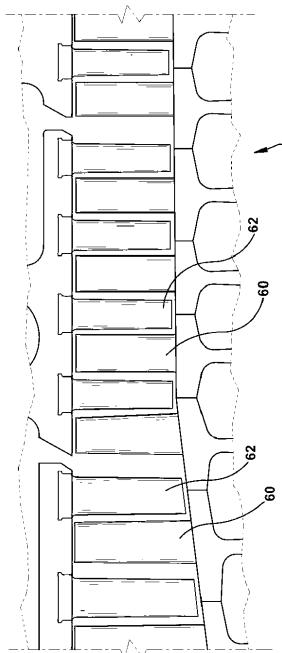


Figure 2

【図3】

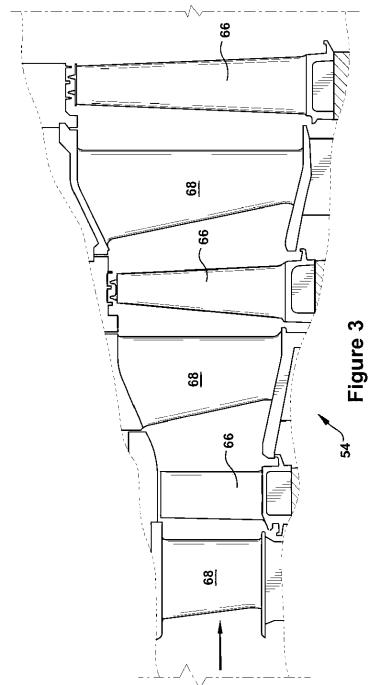
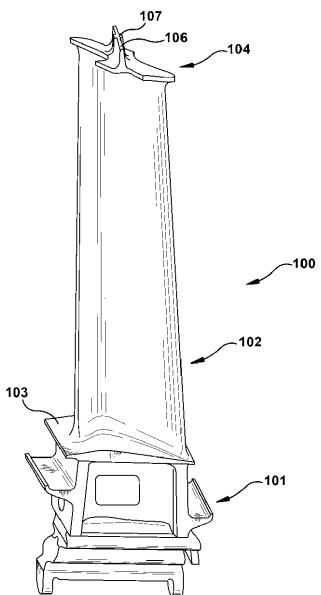
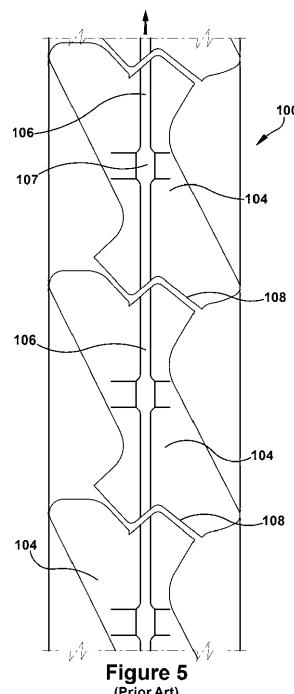


Figure 3

【図4】

Figure 4
(Prior Art)

【図5】

Figure 5
(Prior Art)

【図6】

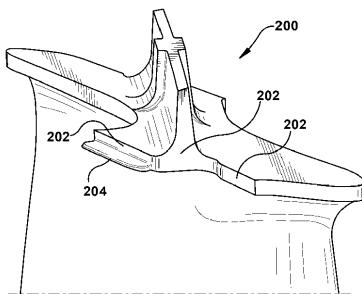


Figure 6

【図7】

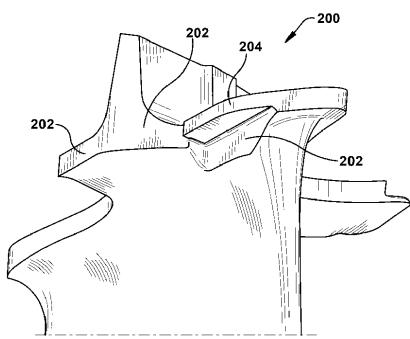


Figure 7

【図8】

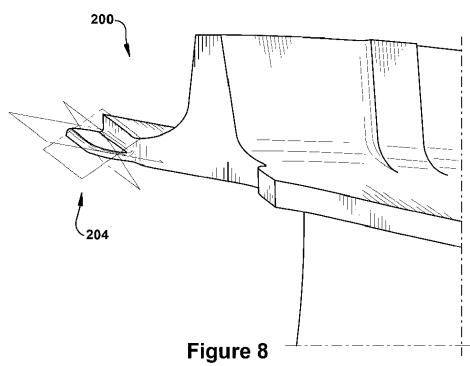


Figure 8

フロントページの続き

(72)発明者 ブライアン・ディー・ポッター

アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーア、サウス・スタグホーン・レーン、206番

審査官 西中村 健一

(56)参考文献 特開昭54-135906(JP,A)

特開2008-151120(JP,A)

特開2004-044590(JP,A)

米国特許第05083903(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 5/00 - 34

F01D 11/08

F02C 7/28