

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-148086
(P2013-148086A)

(43) 公開日 平成25年8月1日(2013.8.1)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
FO1D 5/20 (2006.01)		FO1D 5/20	3G202
FO1D 11/08 (2006.01)		FO1D 11/08	
FO1D 5/14 (2006.01)		FO1D 5/14	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-5858 (P2013-5858)	(71) 出願人	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、スケネ クタデイ、リバーロード、1番
(22) 出願日	平成25年1月17日 (2013.1.17)	(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	13/355, 436	(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(32) 優先日	平成24年1月20日 (2012.1.20)	(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100113974 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ターボ機械ブレード先端シュラウド

(57) 【要約】

【課題】ターボ機械ブレードにおける先端シュラウド幾何形状の改良を提供すること。

【解決手段】本発明の実施形態は、正圧側面部分及び負圧側面部分を有するターボ機械ブレード先端シュラウドを備えたシステムに関する。正圧側面部分及び負圧側面部分は、ターボ機械ブレードの平均キャンバ線によって分割されており、正圧側面部分は負圧側面部分よりもより大きな表面積を有している。

【選択図】 図 8

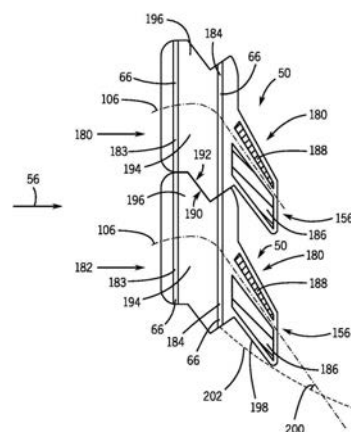


FIG. 8

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

先端シュラウドを備えたターボ機械ブレードを含むシステムであって、
前記先端シュラウドが、

第 1 の正圧側面部分が第 1 の負圧側面部分よりも実質的に大きな表面積を有する前縁部分と、

第 2 の正圧側面部分が第 2 の負圧側面部分よりも実質的により大きな表面積を有する後縁部分と、を含む、システム。

【請求項 2】

前記前縁部分及び前記後縁部分が、ラビリンスシールの少なくとも 1 つのレールによって分離される、請求項 1 記載のシステム。 10

【請求項 3】

前記前縁部分が、前記ターボ機械ブレードの前縁にわたって延びる前縁突出部を含む、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 4】

前記ターボ機械ブレードの平均キャンバ線が、前記第 1 の正圧側面部分と前記第 1 の負圧側面部分との間で延びる、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 5】

前記ターボ機械ブレードの平均キャンバ線が、前記第 2 の正圧側面部分と前記第 2 の負圧側面部分との間で延びる、請求項 1 記載のシステム。 20

【請求項 6】

前記先端シュラウドが、少なくとも 1 つのスカラップ状部分を含む、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 7】

ターボ機械ブレードを有するターボ機械を備える、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 8】

前記ターボ機械が、ガスタービン又は蒸気タービンである、請求項 7 記載のシステム。

【請求項 9】

正圧側面部分及び負圧側面部分を含むターボ機械ブレード先端シュラウドを備えたシステムであって、前記正圧側面部分及び前記負圧側面部分が、ターボ機械ブレードの平均キャンバ線によって分割されており、前記正圧側面部分が前記負圧側面部分よりも実質的により大きな表面積を有する、システム。 30

【請求項 10】

前記正圧側面部分及び前記負圧側面部分が、前記ターボ機械ブレード先端シュラウドの前縁部分を含む、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 11】

前記前縁部分が、前記ターボ機械ブレードの前縁にわたって延びる前縁突出部を含む、請求項 10 記載のシステム。 40

【請求項 12】

前記正圧側面部分及び前記負圧側面部分が、前記ターボ機械ブレード先端シュラウドの後縁部分を含む、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 13】

前記ターボ機械ブレード先端シュラウドが、少なくとも 1 つのレールを有するラビリンスシールを含む、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 14】

前記ターボ機械ブレード先端シュラウドが、少なくとも 1 つのスカラップ状部分を含む、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 15】

前記ターボ機械ブレード先端シュラウドが半径方向端部に配置されたターボ機械ブレ 50

ードを備える、請求項 9 記載のシステム。

【請求項 16】

正圧側面部分及び負圧側面部分を含むタービンブレード先端シュラウドを備えたタービンブレードであって、前記正圧側面部分及び前記負圧側面部分が、前記タービンブレードの平均キャンバ線によって分割されており、前記正圧側面部分が前記負圧側面部分よりも実質的により大きな表面積を有する、タービンブレード。

【請求項 17】

前記正圧側面部分及び前記負圧側面部分が、前記タービンブレード先端シュラウドの前縁部分を含む、請求項 16 記載のタービンブレード。

【請求項 18】

前記前縁部分が、前記タービンブレードの回転方向に前記タービンブレードの前縁にわたって延びる前縁突出部を含む、請求項 17 記載のタービンブレード。

【請求項 19】

前記正圧側面部分及び前記負圧側面部分が、前記タービンブレード先端シュラウドの後縁部分を含む、請求項 16 記載のタービンブレード。

【請求項 20】

前記タービンブレードを有するタービンを備え、該タービンがガスタービン又は蒸気タービンである、請求項 16 記載のタービンブレード。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に開示した主題は、ターボ機械に関するものであり、より具体的には、ターボ機械ブレードにおける先端シュラウド幾何形状の改良に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ターボ機械は、圧縮機と、ガスタービン、蒸気タービン、及び水力タービンのようなタービンとを含む。一般的に、ターボ機械はロータを含み、該ロータは、それに対してターボ機械ブレードが取り付けられるシャフト又はドラムとすることができる。特定のターボ機械ブレードは、構造上及び/又は性能上の要件を満たす先端シュラウドを含むことができる。例えば、ターボ機械ブレードの先端シュラウドは、ターボ機械ブレードの正圧側面（例えば、凹状面）から負圧側面（例えば、凸状面）への漏洩又は直交流を減少させることができる。しかしながら、先端シュラウドは、遠心方向荷重を受ける可能性があり、このことは先端シュラウドの根元において高い応力を発生させ、場合によってはターボ機械ブレード及び/又はロータの有効寿命を短縮させる可能性がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】米国特許第 6,413,045 号明細書

【発明の概要】

【0004】

最初に請求項に記載された本発明の範囲内にある一部の実施形態について以下で要約する。これらの実施形態は、特許請求した本発明の技術的範囲を限定することを意図するものではなく、むしろそれらの実施形態は、本発明の実施可能な形態の簡潔な概要を示すことのみを意図している。当然のことながら、本発明は、以下に説明した実施形態と同様のもの又は該実施形態と異なるものとしてすることができる様々な形態を含むことができる。

【0005】

第 1 の実施形態では、システムは、先端シュラウドを有するターボ機械ブレードを含む。先端シュラウドは、第 1 の正圧側面部分が第 1 の負圧側面部分よりも大きな表面積を有するような前縁部分を含む。先端シュラウドは更に、第 2 の正圧側面部分が第 2 の負圧側面部分よりもより大きな表面積を有するような後縁部分を含む。

10

20

30

40

50

【0006】

第2の実施形態では、システムは、正圧側面部分及び負圧側面部分を有するターボ機械ブレード先端シュラウドを含む。正圧側面部分及び負圧側面部分は、ターボ機械ブレードの平均キャンバ線によって分割されており、正圧側面部分は負圧側面部分よりもより大きな表面積を有している。

【0007】

第3の実施形態では、タービンブレードは、タービンブレード先端シュラウドを含む。タービンブレード先端シュラウドは正圧側面部分及び負圧側面部分を含み、ここで正圧側面部分及び負圧側面部分はタービンブレードの平均キャンバ線によって分割されており、正圧側面部分は負圧側面部分よりもより大きな表面積を有している。

10

【0008】

本発明のこれら及びその他の特徴、態様、並びに利点は、図面全体を通して同様の参照符号が同様の要素を表す添付図面を参照して以下の詳細な説明を読むことでより理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】改良型先端シュラウドを備えたブレードを有するガスタービンシステムの実施形態の概略ブロック図。

【図2】本発明の実施形態による、図1の線2-2で囲まれた、先端シュラウドを有するタービンブレード（例えば、翼形部）を示すタービンの部分側面図。

20

【図3】本発明の実施形態による、図2の線3-3に沿った、先端シュラウドを示す先端シュラウドの下部断面図。

【図4】本発明の実施形態による、先端シュラウドの前縁突出部の斜視図。

【図5】本発明の実施形態による、非対称の側部を備えた先端シュラウドの前縁部分を示す、先端シュラウドの上面図。

【図6】本発明の実施形態による、非対称側面を備えた先端シュラウドの後縁部分を示す先端シュラウドの上面図。

【図7】本発明の実施形態による、互いに接触した隣接先端シュラウドの上面図。

【図8】本発明の実施形態による、2つのレーンルを有する各先端シュラウドを備えた隣接スカラップ状先端シュラウドの上面図。

30

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明の1つ又はそれ以上の特定の実施形態を以下に説明する。これらの実施形態の簡潔な説明を行う目的で、実際の実施形態の全ての特徴については説明しないことにする。何れかの技術又は設計プロジェクトと同様に、このような何らかの実際の実装の開発において、システム及びビジネスに関連した制約への準拠など、実装毎に異なる可能性のある開発者の特定の目標を達成するために、多数の実装時固有の決定を行う必要がある点は理解されたい。更に、このような開発の取り組みは、複雑で時間を要する可能性があるが、本開示の利点を有する当業者にとっては、設計、製作、及び製造の日常的な業務である点を理解されたい。

40

【0011】

本発明の様々な実施形態の要素を紹介する場合に、数詞のない表現は、要素の1つ又はそれ以上が存在することを意味するものとする。用語「備える」、「含む」、及び「有する」は、包括的なものであり、記載した要素以外の付加的な要素が存在し得ることを意味する。

【0012】

開示した実施形態は、ターボ機械ブレード先端シュラウドにおける改良型幾何形状を含む。具体的には、以下で説明する先端シュラウドは、非対称の正圧側面及び負圧側面を有することができる前縁突出部のような様々な幾何形状特徴要素を含むことができる。更に、先端シュラウドは、前縁及び/又は後縁において非対称負圧側面及び正圧側面のような

50

幾何形状特徴要素を含むことができる。以下で詳細に説明するように、これら幾何形状特徴要素の1つ又はそれ以上は、全体としてターボ機械ブレード又はターボ機械の効率を向上させることができる。更に、開示した幾何形状特徴要素は、全体としてターボ機械ブレード又はターボ機械の耐用年数及び寿命を向上させることができる。例えば、特定の実施形態では、開示した先端シュラウド幾何形状は、先端シュラウドの重量を減少させ、これによってターボ機械ブレードに作用する機械的遠心荷重を減少させることができる。このようにして、先端シュラウド及びターボ機械ブレードにおける応力を減少させることができる。更に、以下で説明する非対称先端シュラウド及び/又はスカラップ技法は、非対称先端シュラウド技法に対する改良とすることができ、このことによりターボ機械性能上に対するスカラップ状先端シュラウドの悪影響を減少させることができる。開示した改良型先端シュラウド幾何形状は、様々なターボ機械（例えば、タービン及び圧縮機）のターボ機械ブレードで利用することができ、以下の説明は、ガスタービン又は蒸気タービンのようなタービンの関連における先端シュラウドの改良について記載している。しかしながら、以下の考察は、開示した改良型シュラウドのタービンへの適用に限定することを意図するものではない点に留意することが重要である。

10

20

30

40

50

【0013】

次に図面を参照すると、図1は、改良型先端シュラウドを備えたタービンブレード22を有するガスタービンシステム10の実施形態の概略ブロック図である。ガスタービンシステム10は、圧縮機12、燃料ノズル16を有する燃焼器14、及びタービン18を含む。燃料ノズル16は、液体燃料及び/又は天然ガス又はシingasのようなガス燃料を燃焼器14内に送る。燃焼器14は、燃料-空気混合気を点火して燃焼させ、次いで、高温加圧燃焼ガス20（例えば、排出ガス）をタービン18内に送る。図示のように、タービンブレード22は、ロータ24に結合され、このロータ24もまたガスタービンシステム10全体の幾つかの他の構成要素に結合される。燃焼ガス20が、タービン18内のタービンブレード22を通して流れると、タービン18が回転駆動され、これによりロータ24が回転軸線25に沿って回転するようになる。最終的に、燃焼ガス20は、排出出口26を介してタービン18から流出する。

【0014】

図示の実施形態では、圧縮機12は圧縮機ブレード28を含む。圧縮機12内の圧縮機ブレード28はまた、ロータ24に結合され、上述のようにロータ24がタービン18によって回転駆動される時に回転する。圧縮機ブレード28が圧縮機12内で回転すると、圧縮機ブレード28は、空気取入れ口からの空気を加圧して加圧空気30にし、該加圧空気30は、ガスタービンシステム10の燃焼器14、燃料ノズル16、及び他の部分に送られる。燃料ノズル16は次に、加圧空気及び燃料を混合して好適な燃料-空気混合気を生成し、空気-燃料混合気が燃焼器14内で燃焼して燃焼ガス20を生成し、タービン18を駆動する。更に、ロータ24は、該ロータ24の回転により動力を供給することができる負荷31に結合することができる。例えば、負荷31は、発電プラント又は外部機械的負荷のような、ガスタービンシステム10の回転出力により動力を発生させることができるあらゆる好適な装置とすることができる。例えば、負荷31は、発電機、飛行機のプロペラなどを含むことができる。以下の考察において、タービン18の軸方向すなわち軸線32、半径方向すなわち軸線34、及び円周方向すなわち軸線36のような、様々な方向を参照することができる。

【0015】

図2は、図1の線2-2で囲まれた、先端シュラウド50を有するタービンブレード22（例えば、翼形部）を示すタービン18の部分側面図である。理解されるように、先端シュラウド50は、タービンブレード22の半径方向端部52と固定構造構成要素54との間での先端漏洩を阻止する働きをすることができる。例えば、固定構造構成要素54は、タービンケーシング、ハウジング、シュラウドなどとすることができる。言い換えると、先端シュラウド50は、タービン18内の流体流れ56（例えば、燃焼器14からの燃焼ガス20の）がタービンブレード22の半径方向端部52と固定構造構成要素54との

間のクリアランス 62 を通ってタービンブレード 22 の正圧側面 58 から負圧側面 60 まで流れるのを阻止するのを助けることができる。更に、先端シュラウド 50 はまた、タービンブレード 22 における振動を減衰させることができる。特定の実施形態では、先端シュラウド 50 はまた、流体流れ 56 がクリアランスを介して正圧側面 58 から負圧側面 60 まで流れるのを阻止するラビリンズシール 64 を含むことができる。この図示の実施形態では、ラビリンズシール 64 は、固定構造構成要素 54 に向かって半径方向 34 に延びる単一レール 66 を含む。図 7 に示した実施形態のような他の実施形態では、ラビリンズシール 64 は複数のレール 66 を含むことができる。

【0016】

上述のように、先端シュラウド 50 は、タービンブレード 22 の半径方向端部 52 上に配置される。具体的には、先端シュラウド 50 は、タービンブレード 22 の外周周りにタービンブレード 22 の外側表面 68 から横方向に延びる。以下で詳細に説明するように、先端シュラウド 50 の幾何形状は変わることができる。例えば、先端シュラウド 50 の様々な部分、例えば前縁部分、後縁部分、負圧側面部分、及び正圧側面部分は、様々な輪郭、形状などを有することができる。言い換えると、先端シュラウド 50 の様々な部分は、タービンブレード 22 の外側表面 68 から横方向に様々な量で延びることができる。例えば、以下で説明するように、先端シュラウド 50 は、非対称の正圧側面及び負圧側面を有することができる。

【0017】

図 3 は、図 2 の線 3-3 に沿った、先端シュラウド 50 の前縁突出部 100 を示す、先端シュラウド 50 の下部断面図である。従って、図 3 に示した断面図は、固定構造構成要素 54 (例えば、ロータ 24 から見た時の先端シュラウド 50) から外方に面する先端シュラウド 50 の側部を示す。上述のように、先端シュラウド 50 は、タービンブレード 22 (例えば、翼形部) の外側表面 68 から横方向に延びる。更に、先端シュラウド 50 は、様々な幾何形状、輪郭、又は形状を有することができる様々な部分を含む。例えば、先端シュラウド 50 は、負圧側面部分 102 及び正圧側面部分 104 を含む。理解されるように、先端シュラウド 50 の負圧側面部分 102 は、タービンブレード 22 の負圧側面 60 から横方向に延びる。同様に、正圧側面部分 104 は、タービンブレード 22 の正圧側面 58 から横方向に延びる。図示のように、タービンブレードの負圧側面 60 及び正圧側面 58 は、タービンブレード 22 の平均キャンバ線 106 によって分離 (すなわち、分割) することができる。平均キャンバ線 106 は一般に、タービンブレード 22 のスパン方向の平均幅 108 によって定められる。

【0018】

上述のように、図示した実施形態における先端シュラウド 50 は、前縁突出部 100 を含む。すなわち、前縁突出部 100 は、タービンブレード 22 の前縁 110 におけるタービンブレード 22 からの先端シュラウド 50 の横方向延長部である。より具体的には、前縁突出部 100 は、タービンブレード 22 から横方向で且つ該タービンブレード 22 の平均キャンバ線 106 に沿って前縁 110 の前方に延びる。以下で詳細に説明するように、前縁突出部 100 は、流体流れ 56 がタービンブレード 22 の半径方向端部 52 と固定構造構成要素 54 との間のクリアランス 62 を介してタービンブレード 22 の半径方向端部 52 を通り過ぎるのを阻止するのを助けることができる。このようにして、渦流発生及び圧力混合 (すなわち、タービンブレード 22 の負圧側面 60 と正圧側面 58 との間の圧力混合) が減少し、これによってタービンブレード 22 の効率を向上させることができる。

【0019】

図示の実施形態では、前縁突出部 100 は、タービンブレード 22 の前縁 110 から前方にある距離 112 を延びる。前縁突出部 100 の距離 112 は、タービンブレード 22 の全翼弦長さ 114 の百分率として表すことができる。理解されるように、タービンブレード 22 の全翼弦長さ 114 は、タービンブレード 22 の前縁 110 と該タービンブレード 22 の後縁 116 との間の平均キャンバ線 106 に沿った距離として定めることができる。例えば、前縁突出部 100 の距離 112 は、タービンブレード 22 の全翼弦長さ 11

10

20

30

40

50

4の約1~20、2~18、3~16、4~14、5~12、又は6~10パーセントとすることができる。更に、特定の実施形態では、前縁突出部100は、非対称の幾何形状を有することができる。言い換えると、以下で詳細に説明するように、前縁突出部100は、平均キャンバ線106の周りで非対称とすることができる(すなわち、前縁突出部100は、非対称の正圧側面部分及び負圧側面部分を含むことができる)。同様に、特定の実施形態では、後縁116は、前縁突出部100に類似した延長部又は突出部を含むことができる。例えば、後縁116は、タービンプレード22の後縁116の後方に延びることができる後縁突出部118を含むことができる。

【0020】

図4は、図3の線4-4で囲まれた、タービンプレード22の前縁110上で且つ該前縁110の前方でほぼタービン18の負の軸方向111に延びる先端シュラウド50の前縁突出部100の斜視図である。言い換えると、負の軸方向111は、タービン18の軸線32に沿ってほぼ上流方向である。上述のように、前縁突出部100は、流体流れ56がタービンプレード22の半径方向端部52を通り過ぎるのを阻止するのを助けることができる。例えば、矢印120で示すように、前縁突出部100は、流体流れ56をタービンプレード22の下方に向けることができる。同様に、矢印122で示すように、前縁突出部100は、流体流れ56をタービンプレード22の正圧側面58にわたって向けることができる。このようにして、タービンプレード22の半径方向端部52上の流体流れ56の漏洩が低減され、これによってタービン18の効率が向上する。

【0021】

図5は、非対称の側部を備えた先端シュラウド50の前縁部分150を示す、先端シュラウド50の上面図である。従って、図5(並びに図6及び図7)において示した上面図は、固定構造構成要素54に向かって面する先端シュラウド50の側部を示す。先端シュラウド50の前縁部分150は、先端シュラウド50の負圧側面部分154(すなわち、タービンプレード22の負圧側面60に対応する)に対して非対称である正圧側面部分152(すなわち、タービンプレード22の正圧側面58に対応する)を有する。上記で説明したのと同様に、前縁部分150の正圧側面部分152及び負圧側面部分154は、タービンプレード22の平均キャンバ線106によって分離される。図示の実施形態では、先端シュラウド50の前縁部分150は、ラビリンズシール64のルール66によって先端シュラウド50の後縁部分156から全体的に分離される。特定の実施形態では、前縁部分150は、上述の前縁突出部100を含むことができる。言い換えると、前縁突出部100は、タービンプレード22の前縁110にわたって延びることができ、平均キャンバ線106の周りで非対称とすることができる。

【0022】

上述のように、先端シュラウド50の前縁部分150の正圧側面部分152及び負圧側面部分154は非対称である。例えば、図示の実施形態では、正圧側面部分152は、負圧側面部分154よりも大きい。言い換えると、先端シュラウド50の正圧側面部分152は、先端シュラウド50の負圧側面部分154と比較してタービンプレード22の外側表面68から横方向に延びた実質的により大きな表面積を有する。例えば、特定の実施形態では、先端シュラウド50の正圧側面部分152の表面積は、負圧側面部分154の表面積と比較して約5~500、10~400、15~300、20~250、25~200、30~150、40~100、又は45~50パーセント大きいものとしてすることができる。このようにして、先端シュラウド50の正圧側面部分152は、タービン18内の流体流れ56がタービンプレード22の半径方向端部52を通り過ぎるのを阻止し、これにより先端漏洩に関して低減することができる。結果として、タービンプレード22及びタービン18は、改善された効率をもたらすことができる。更に、先端シュラウド50の負圧側面部分154のサイズが短縮され、これにより先端シュラウド50の全重量を低減することができる。理解されるように、先端シュラウド50の全重量を低減することにより、タービン18が運転状態にある時にタービンプレード22及びロータ24に作用する機械的遠心荷重を減少させることができる。

10

20

30

40

50

【0023】

図6は、非対称の側部を有した先端シュラウド50の後縁部分156を示す、先端シュラウド50の上面図である。より具体的には、先端シュラウド50の後縁部分156は、先端シュラウド50の負圧側面部分162（すなわち、タービンブレード22の負圧側面60に対応する）に対して非対称である正圧側面部分160（すなわち、タービンブレード22の正圧側面58に対応する）を有する。上記で説明したのと同様に、後縁部分156の正圧側面部分160及び負圧側面部分162は、タービンブレード22の平均キャンバ線106によって分離される。図5に示した前縁部分150と同様に、図示の実施形態における先端シュラウド50の後縁部分156は、ラビリンスシール64のレール66によって先端シュラウド50の前縁部分150から全体的に分離される。

10

【0024】

上述のように、先端シュラウド50の後縁部分156の正圧側面部分160及び負圧側面部分162は、タービンブレード22の平均キャンバ線106を中心として非対称である。より具体的には、図示の実施形態では、正圧側面部分160は、負圧側面部分162よりも大きい。言い換えると、先端シュラウド50の後縁部分156の正圧側面部分160は、先端シュラウド50の後縁部分156の負圧側面部分162と比較してタービンブレード22の外側表面68から横方向に延びるより大きな表面積を有する。例えば、特定の実施形態では、先端シュラウド50の正圧側面部分160の表面積は、負圧側面部分162の表面積と比較して約5～400、10～350、15～300、20～250、25～200、30～150、40～100、又は45～50パーセントより大きいものとすることができる。このようにして、先端シュラウド50の正圧側面部分160は、タービン18内での流体流れ56がタービンブレード22の半径方向端部52を通り過ぎるのを阻止することができる。更に、レール66上の漏洩流との間の流体流れ56の相互作用が減少し、場合によっては混合損失の減少をもたらすことができる。その結果、タービンブレード22及びタービン18は、効率の向上を生じることができる。更に、先端シュラウド50の負圧側面部分162のサイズが減少し、これにより先端シュラウド50の全重量を減少させることができる。理解されるように、先端シュラウド50の全重量の減少により、タービン18が運転状態にある時にタービンブレード22及びロータ24に作用する機械的遠心荷重を減少させることができる。

20

【0025】

図7は、2つの先端シュラウド50間の接触状態を示す隣接する2つの先端シュラウド50の上面図である。より具体的には、第1の先端シュラウド164は、1つのタービンブレード22上に位置付けることができ、第2の先端シュラウド166は、ロータ24に結合されたタービンブレード22の同じ段又は列の隣接タービンブレード22上に位置付けることができる。図示のように、隣接する2つの先端シュラウド50（例えば、第1の先端シュラウド164及び第2の先端シュラウド166）は、それらが隣接するタービンブレード22上に位置する場合に互いに接触した状態になる。例えば、第1の先端シュラウド164の負圧側面部分168は、第2の先端シュラウド166の正圧側面部分170と物理的に接触する。理解されるように、タービンブレード22の先端シュラウド50は、隣接するタービンブレード22の先端シュラウド50と物理的に接触してタービンブレード22の機械的な剛性を向上させることができる。

30

40

【0026】

隣接する先端シュラウド50（例えば、第1の先端シュラウド164及び第2の先端シュラウド166）は、上述の方法で非対称側面を有することができる。例えば、第1の先端シュラウド164は、該第1の先端シュラウド164の負圧側面部分168に対して非対称であり且つそれよりもより大きな表面積を有する正圧側面部分172を有する。同様に、第2の先端シュラウド166の正圧側面部分170は、第2の先端シュラウド166の負圧側面部分174に対して非対称であり且つそれよりもより小さい表面積を有することができる。

【0027】

50

図8は、非対称側面を有する各先端シュラウド50の後縁部分156を示す、2つの先端シュラウド50の実施形態の上面図である。図示のように、2つの先端シュラウド50は、図7に関して上述したのと同様に互いに接触している。すなわち、第1の先端シュラウド180は、1つのタービンブレード22上に位置付けることができ、第2の先端シュラウド182は、同じ段又は列の他の隣接するタービンブレード22上に位置付けることができる。更に、先端シュラウド50の図示の実施形態は、スカラップ状部分180を含み、各先端シュラウド50のラビンスシール64は、2つのレール66（例えば、第1のレール183及び第2のレール184）を含む。理解されるように、先端シュラウド50は、該先端シュラウド50の重量を更に減少させるためにスカラップ状部分180を含み、これによりタービン18が作動状態にある時にタービンブレード22及びロータ24に作用する機械的遠心荷重を減少させることができる。より具体的には、スカラップ状部分180は、図示のように先端シュラウド50内に窪み又はノッチ部を作ることによって形成することができる。言い換えると、先端シュラウド50から材料を除去してスカラップ状部分180を形成し、これにより先端シュラウド50の重量を減少させることができる。

10

20

30

40

50

【0028】

図示のように、各先端シュラウドの後縁部分156は、正圧側面部分186（すなわち、タービンブレード22の正圧側面58に対応する）及び負圧側面部分188（すなわち、タービンブレード22の負圧側面60に対応する）を含み、この場合、正圧側面部分186及び負圧側面部分188はタービンブレード22の平均キャンバ線106の周りで非対称である。図6に関して上述したのと同様に、正圧側面部分186は、負圧側面部分188よりも大きな表面積を有する。このようにして、各先端シュラウド50の正圧側面部分186は、タービン18内での流体流れ56が各タービンブレード22の半径方向端部52を通り過ぎるのを阻止することができる。更に、レール66上での漏洩流との間の流体流れ56の相互作用が減少し、場合によっては混合損失の減少をもたらすことができる。その結果、タービンブレード22及びタービン18は、効率の向上を生じさせることができる。更に、先端シュラウド50の負圧側面部分188のサイズが減少し、これにより先端シュラウド50の全重量を減少させることができる。理解されるように、先端シュラウド50の全重量の減少により、タービン18が作動状態にある時にタービンブレード22及びロータ24に作用する機械的遠心荷重を減少させることができる。

【0029】

更に、上述のように、図示の実施形態における2つの先端シュラウド50は、互いに接触しており、このことによりタービンブレード22の機械的な剛性を向上させることができる。例えば、2つの先端シュラウド50は、各先端シュラウド50の第1のレール183と第2のレール184との間で実質的に完全な保護範囲を有する。言い換えると、第1の先端シュラウド180の第1のレール183と第2のレール184との間の第1の先端シュラウド180の負圧側表面190が実質的に完全に保護される。同様に、第2の先端シュラウド182の正圧側表面192は、第2の先端シュラウド182の第1のレール183と第2のレール184との間で実質的に完全に保護される。特定の実施形態では、第2のレール184の上流側では（例えば、第1のレール183と第2のレール184との間）、先端シュラウド50の正圧側194及び負圧側196のそれぞれの表面積は、実質的に完全に保護されてタービンブレード22の先端上に完全な円筒形/円錐形リングを形成することができる。他の実施形態では、正圧側194の表面積は、第2のレール184の上流側で負圧側196の表面積よりもより大きいものとすることができる。

【0030】

逆に言えば、第2のレール184の後方において、先端シュラウド50の正圧側面及び負圧側面のそれぞれの表面積は非対称とすることができる。具体的には、上述のように、後縁部分156（例えば、第2のレール184の後方の先端シュラウド50の部分）は、正圧側面部分186が負圧側面部分188よりもより大きな表面積を有するようにスカラップ状にすることができる。言い換えると、負圧側面部分188は、切り欠き部又は他の

除去部分を有し、これにより負圧側面部分 188 の表面積を減少させることができる。これとは対照的に、正圧側面部分 186 は、切り欠き部又は他の除去部分を有さなくてもよい。その結果として、各先端シュラウド 50 の後縁部分 156 (第 2 のルール 184 の後方) の図示の実施形態では、第 1 の先端シュラウド 180 の負圧側表面 190 は、第 2 の先端シュラウド 182 の正圧側表面 192 と実質的に完全に接触した状態ではない。更に、図示の実施形態では、各先端シュラウド 50 の後縁部分 156 の正圧側表面 198 は、後縁部分 156 での各先端シュラウド 50 の平均キャンバ線 106 とほぼ平行である。しかしながら、他の実施形態では、後縁部分 156 の正圧側表面 198 は、点線 202 で示すように、後縁部分 156 での平均キャンバ線 106 に対してある角度 200 をなして形成することができる。例えば、角度 200 は、約 0 ~ 75、5 ~ 60、10 ~ 45、又は 15 ~ 30 度とすることができる。理解されるように、角度 200 は、所望の機械的又は空気力学的性能を達成するように選択することができる。

10

【0031】

上記で詳細に説明したように、開示した実施形態は、ターボ機械ブレード先端シュラウド 50 における幾何形状の改良に関する。より具体的には、上述の先端シュラウド 50 の実施形態は、前縁突出部 100 のような 1 つ又はそれ以上の特徴要素を含むことができる。更に、先端シュラウド 50 は、非対称正圧部分 152 及び負圧部分 154 を備えた前縁部分 150 を含むことができる。同様に、先端シュラウドは、非対称正圧部分 160 及び負圧部分 162 を備えた後縁部分 156 を含むことができる。上述のように、これらの改良された幾何形状は、流体流れ 56 がターボ機械ブレード 22 の半径方向端部 52 を通り過ぎるのを依然として阻止しながら、先端シュラウド 50 の重量を減少させるのを助けることができる。このようにして、ターボ機械ブレード 22 の性能が向上すると共に、ターボ機械ブレード 22 及びロータ 24 に作用する機械的遠心荷重が減少し、これによりターボ機械 18 の全体的な効率が向上する。

20

【0032】

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を可能にする。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。

30

【符号の説明】

【0033】

- 10 ガスタービンシステム
- 12 圧縮機
- 14 燃焼器
- 16 燃料ノズル
- 18 タービン
- 20 高加圧燃焼ガス
- 22 タービンブレード
- 24 ロータ
- 25 回転軸線
- 26 排出ガス出口
- 28 圧縮機ブレード
- 30 加圧空気
- 31 負荷
- 32 軸方向軸線
- 34 半径方向軸線
- 36 円周方向軸線

40

50

5 0	先端シュラウド	
5 2	半径方向端部	
5 4	固定構造構成要素	
5 6	流体流れ	
5 8	正圧側面	
6 0	負圧側面	
6 2	クリアランス	
6 4	ラビリンスシール	
6 6	単一レール	
6 8	外側表面	10
1 0 0	前縁突出部	
1 0 2	負圧側面部分	
1 0 4	正圧側面部分	
1 0 6	平均キャンバ線	
1 1 0	前縁	
1 1 1	負の軸方向	
1 1 2	間隔	
1 1 4	翼弦全長	
1 1 6	後縁	
1 1 8	後縁突出部	20
1 2 0	矢印	
1 2 2	矢印	
1 5 0	前縁部分	
1 5 2	正圧側面部分	
1 5 4	負圧側面部分	
1 5 6	後縁部分	
1 6 0	正圧側面部分	
1 6 2	負圧側面部分	
1 6 4	第 1 の先端シュラウド	
1 6 6	第 2 の先端シュラウド	30
1 6 8	負圧側面部分	
1 7 0	正圧側面部分	
1 7 2	正圧側面部分	
1 7 4	負圧側面部分	
1 8 0	第 1 の先端シュラウド	
1 8 2	第 2 の先端シュラウド	
1 8 3	第 1 のレール	
1 8 4	第 2 のレール	
1 8 6	正圧側面部分	
1 8 8	負圧側面部分	40
1 9 0	負圧側面部分	
1 9 2	正圧側表面	
1 9 4	正圧側面	
1 9 6	負圧側面	
1 9 8	正圧側面表面	
2 0 0	角度	
2 0 2	点線	

【 図 1 】

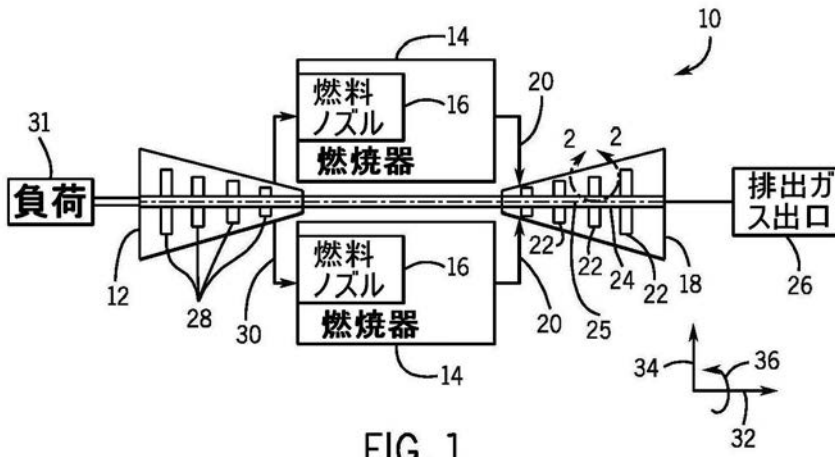


FIG. 1

【 図 2 】

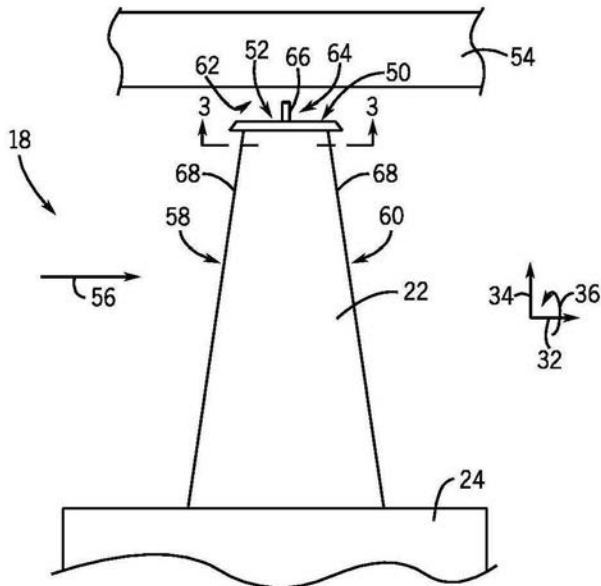
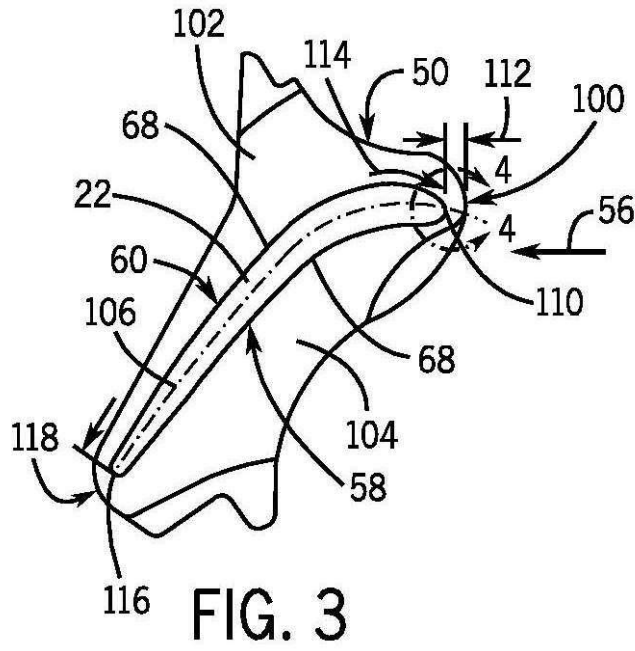
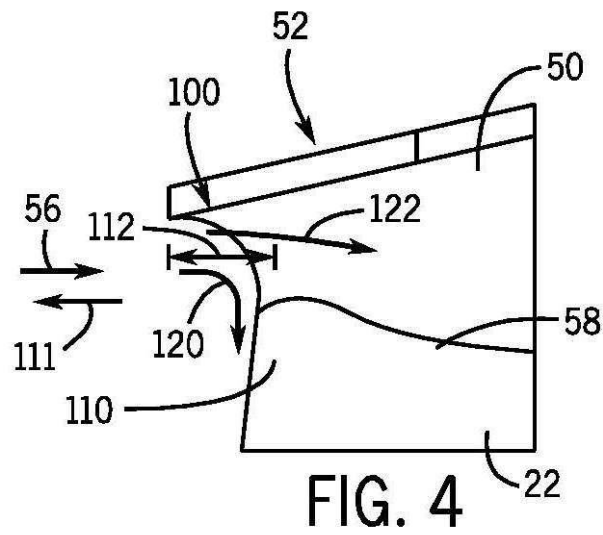


FIG. 2

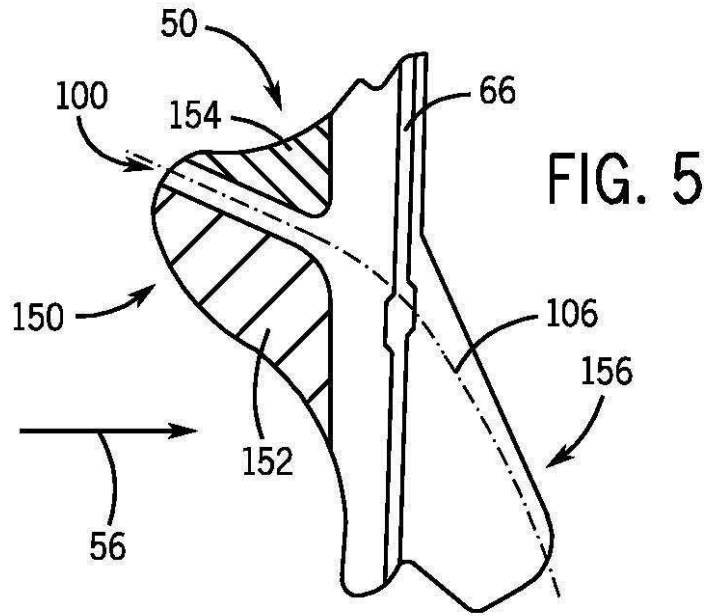
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

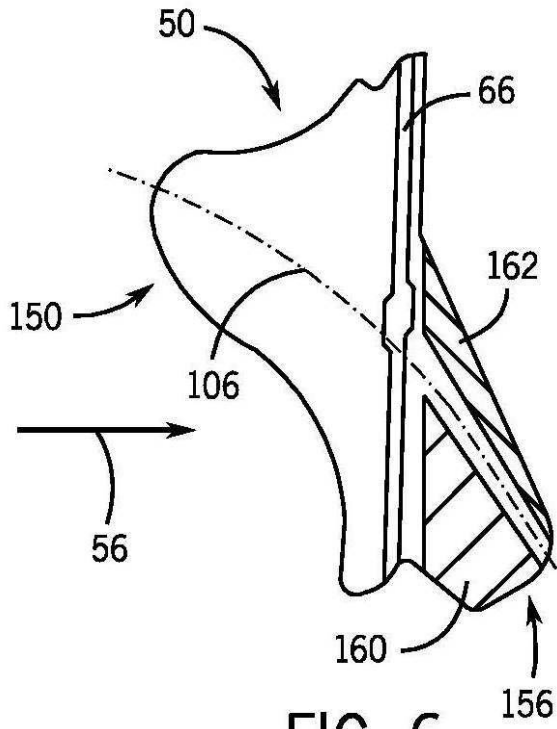
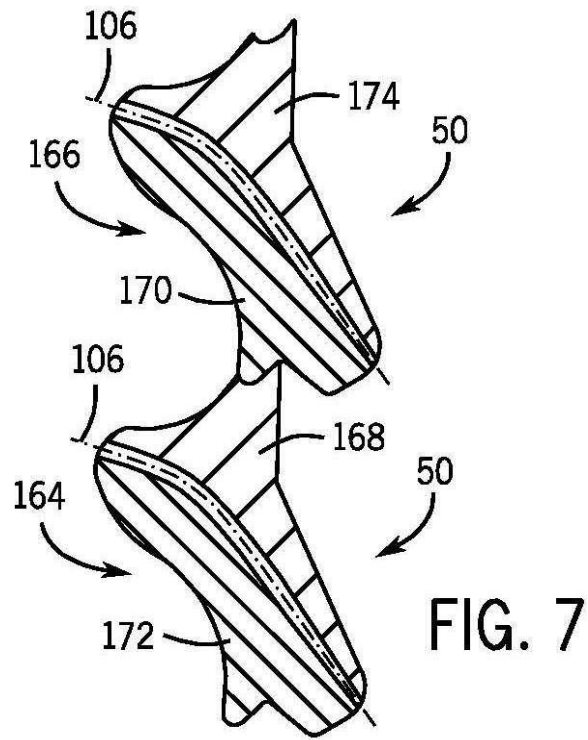


FIG. 6

【 図 7 】



【 図 8 】

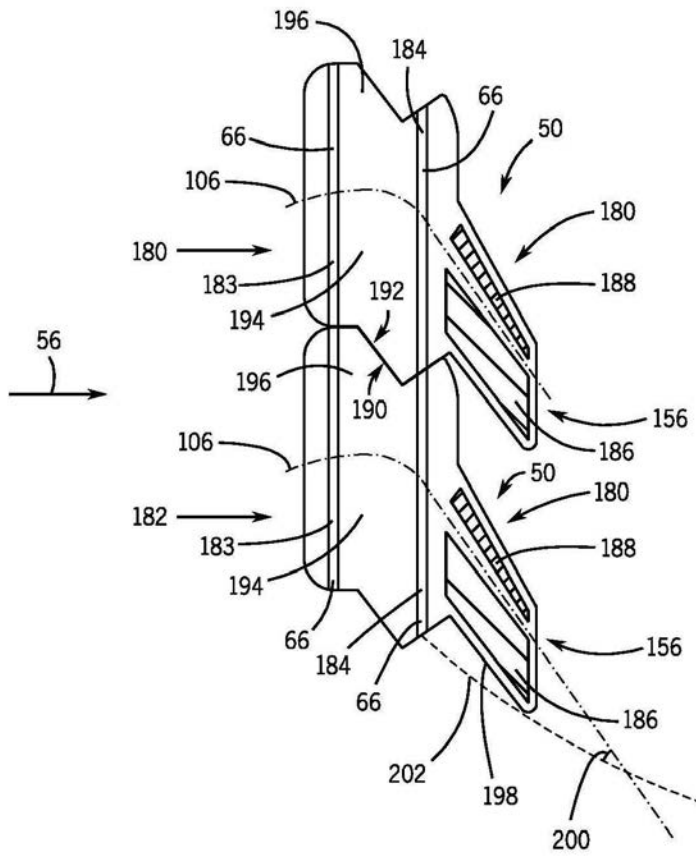


FIG. 8

フロントページの続き

- (72)発明者 ロヒト・チョウハン
インド、カルナタカ・560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディ・ヴィレッジ、フェイス・II、イーピーアイピー、プロット122、ジョン・エフ・ウェルス・テクノロジー・センター・プライベート・リミテッド、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
- (72)発明者 サミート・ソニ
インド、カルナタカ・560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディ・ヴィレッジ、フェイス・II、イーピーアイピー、プロット122、ジョン・エフ・ウェルス・テクノロジー・センター・プライベート・リミテッド、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
- (72)発明者 ポール・ケンドール・スミス
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、メール・ストップ：マリオン・ビルディング、ガーリングトン・ロード、300番
- (72)発明者 スリニヴァサ・ゴバルダン・ジャヤナ
インド、カルナタカ・560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディ・ヴィレッジ、フェイス・II、イーピーアイピー、プロット122、ジョン・エフ・ウェルス・テクノロジー・センター・プライベート・リミテッド、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
- (72)発明者 シルヴィアン・ピエール
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番
- (72)発明者 ハリッシュ・ボンマナカッテ
インド、カルナタカ・560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディ・ヴィレッジ、フェイス・II、イーピーアイピー、プロット122、ジョン・エフ・ウェルス・テクノロジー・センター・プライベート・リミテッド、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
- (72)発明者 サントッシュ・クマール・ビジャヤン
インド、カルナタカ・560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディ・ヴィレッジ、フェイス・II、イーピーアイピー、プロット122、ジョン・エフ・ウェルス・テクノロジー・センター・プライベート・リミテッド、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
- (72)発明者 スペンサー・アーロン・カリーフ
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番

Fターム(参考) 3G202 BA03 BB01 BB02 KK04 KK16