

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4386891号  
(P4386891)

(45) 発行日 平成21年12月16日(2009.12.16)

(24) 登録日 平成21年10月9日(2009.10.9)

(51) Int.Cl.

F 0 1 D 5/20 (2006.01)

F I

F 0 1 D 5/20

請求項の数 10 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2005-507636 (P2005-507636)	(73) 特許権者	390041542
(86) (22) 出願日	平成15年7月16日(2003.7.16)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公表番号	特表2006-511757 (P2006-511757A)		GENERAL ELECTRIC CO
(43) 公表日	平成18年4月6日(2006.4.6)		MPANY
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/022663		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
(87) 国際公開番号	W02005/014978		クタデイ、リバーロード、1番
(87) 国際公開日	平成17年2月17日(2005.2.17)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成18年7月14日(2006.7.14)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	10/196,623	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成14年7月16日(2002.7.16)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 傾斜スキーラ先端を有するタービンプレード

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

翼形部(24)と、前記翼形部(24)をタービンシュラウド(20)の内側で半径方向軸線(17)に沿ってロータディスク(16)に取付けるための一体形ダブテール(22)とを含むガスタービンエンジン用タービンプレード(18)であって、前記翼形部(24)が、

(a) 前縁(32)及び後縁(34)において互いに接合され、前記ダブテール(22)に隣接して配置された根元(36)から先端プレート(48)まで延びてその上に燃焼ガス(12)を流すようになった第1及び第2の側壁(28、30)と、

(b) 前記前縁及び後縁(32、34)間で前記先端プレート(48)から外向きに延びる少なくとも1つの先端リブ(50/52)と、を含み、

前記先端リブ(50/52)が、該先端リブを通して縦方向に延びる軸線(58/82)が前記半径方向軸線(17)に対して前記タービンプレード(18)の軸方向長さの少なくとも指定部分(60)において変化する角度( / )を有するように配向されている、

タービンプレード(18)。

【請求項 2】

前記縦方向軸線(58/82)と半径方向軸線(17)との間の角度( / )が0°~70°の範囲内にある、請求項1記載のタービンプレード(18)。

【請求項 3】

10

20

前記縦方向軸線（５８／８２）と半径方向軸線（１７）との間の角度（     ／     ）が２０°～６５°の範囲内にある、請求項１記載のタービンプレード（１８）。

【請求項４】

前記縦方向軸線（５８／８２）と半径方向軸線（１７）との間の角度（     ／     ）が４０°～６０°の範囲内にある、請求項１記載のタービンプレード（１８）。

【請求項５】

前記第１の側壁（２８）に隣接して設置された第１の先端リブ（５０）と前記第２の側壁（３０）に隣接して設置された第２の先端リブ（５２）とをさらに含み、前記第１の先端リブ（５０）が、該第１の先端リブを通して縦方向に延びる軸線（５８）が前記半径方向軸線（１７）に対して前記タービンプレード（１８）の軸方向長さの少なくとも指定部分（６０）において変化する角度（     ）を有するように配向されている、請求項１記載のタービンプレード（１８）。

10

【請求項６】

前記第１の側壁（２８）に隣接して設置された第１の先端リブ（５０）と前記第２の側壁（３０）に隣接して設置された第２の先端リブ（５２）とをさらに含み、前記第２の先端リブ（５２）が、該第２の先端リブを通して縦方向に延びる軸線（８２）が前記半径方向軸線（１７）に対して前記タービンプレード（１８）の軸方向長さの少なくとも指定部分（６０）において変化する角度（     ）を有するように配向されている、請求項１記載のタービンプレード（１８）。

20

【請求項７】

前記先端リブ（５０／５２）が、前記タービンプレード（１８）の軸方向長さの少なくとも指定部分（６０）において前記翼形部（２４）と前記シュラウド（２０）との間の燃焼ガス（１２）の漏洩流を減少させる燃焼ガス（１２）の第１の再循環領域（６４／８４）が前記先端リブ（５０／５２）の末端部（６６／８６）に隣接して形成されるように、前記半径方向軸線（１７）に対して配向されている、請求項１記載のタービンプレード（１８）。

【請求項８】

前記先端リブ（５０）がさらに、該先端リブ（５０）に隣接して先端棚（５６）を形成するように前記第１の側壁（２８）に対して陥凹し、前記第１の先端リブ（５０）と前記先端棚（５６）との間の接合部が、前記先端リブ（５０）に沿って冷却フィルム（８０）を維持するのを助ける燃焼ガス（１２）の第２の再循環領域（７６）がその中に形成されるように半径を付けられている、請求項５記載のタービンプレード（１８）。

30

【請求項９】

前記第１の側壁（２８）に隣接して設置された第１の先端リブ（５０）と前記第２の側壁（３０）に隣接して設置された第２の先端リブ（５２）とをさらに含み、燃焼ガス（１２）の第１の再循環領域（６４）が前記第１の先端リブ（５０）の末端部（６６）に隣接して形成され、また燃焼ガス（１２）の第２の再循環領域（８４）が前記第２の先端リブ（５２）の末端部（８６）に隣接して形成され、前記第１及び第２の先端リブ（５０、５２）が、前記第１及び第２の再循環領域（６４、８４）が前記タービンプレード（１８）の軸方向長さの少なくとも指定部分（６０）において前記翼形部（２４）と前記シュラウド（２０）との間の燃焼ガス（１２）の漏洩流を減少させるように機能するように、前記半径方向軸線（１７）に対して配向されている、請求項７記載のタービンプレード（１８）。

40

【請求項１０】

前記第１の先端リブ（５０）と前記先端プレート（４８）との間の第１の接合部及び前記第２の先端リブ（５２）と前記先端プレート（４８）との間の第２の接合部が、燃焼ガス（１２）の第３の再循環領域（８５）が前記第１及び第２の先端リブ（５０、５２）間に形成されるように半径を付けられている、請求項９記載のタービンプレード（１８）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、総括的にはガスタービンエンジン用タービンブレードに関し、具体的には、このようなタービンブレードの先端の冷却及び先端漏洩流に関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

空気が、ガスタービンエンジンの圧縮機内で加圧され、燃焼器内で燃料と混合されて高温燃焼ガスを発生し、その後このガスは、1つ又はそれ以上のタービンを通して下流方向に流れ、ガスからエネルギーを取り出すことができるようになることは公知である。こ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内の対応するダブテールスロット内にブレードを組立てたり分解したりするのを可能にするダブテールとダブテールから半径方向外向きに延びる翼形部とを含む。

10

## 【 0 0 0 3 】

翼形部は、対応する前縁及び後縁間で軸方向に、また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とほぼ凸面形の負圧側面とを有する。ブレード先端は、半径方向外側タービンシュラウドに近接して間隔を置いて配置されて、タービンブレード間で下流方向に流れる燃焼ガスのそれらの間での漏洩を最小にするようになっていることを理解されたい。エンジンの最大効率は、先端間隙すなわちギャップを最小にすることによって得られるが、望ましくない先端摩擦の可能性を少なくするためにロータブレードとタービンシュラウドとの間の熱的及び機械的膨張及び収縮差によって制限される。

20

## 【 0 0 0 4 】

タービンブレードは高温燃焼ガスを浴びせられるので、有効寿命を保証するために効果的な冷却が必要とされる。ブレード翼形部は、中空であり、かつ圧縮機と流体連通した状態で配置されて、翼形部を冷却するのに用いるために圧縮機から抽気した加圧空気の一部を受けようになっている。翼形部冷却は、非常に複雑であり、様々な形態の内部冷却チャンネル及び特徴形状と翼形部の壁を貫通する冷却空気を吐出するための冷却孔とを用いて行うことができる。

## 【 0 0 0 5 】

翼形部先端は、該翼形部先端がタービンシュラウドと該タービンシュラウドとの間の先端ギャップを通して流れる高温燃焼ガスとに直ぐ隣接して設置されるので、冷却するのが特に難しい。従って、翼形部内部を流れる空気の一部が、一般的に翼形部先端を冷却するためにその先端を通して吐出される。先端は、一般的に前縁と後縁との間で正圧及び負圧側面に沿って同一の広がりをもつように配置された連続する半径方向外向きの突出端縁リブを含み、この先端リブは、翼形部の周りの空気力学的輪郭に沿い、翼形部の空気力学的効率に大きく寄与することになる。

30

## 【 0 0 0 6 】

一般的に、先端リブは、対向する正圧及び負圧側面上方に間隔を置いて配置されて上端の開口先端空洞を形成する部分を有する。先端プレートすなわちフロアが、正圧及び負圧側面リブ間で延び、かつその中に冷却空気を閉じ込めるように翼形部の上端を囲む。さらに、先端を冷却しかつ先端空洞を満たすためにフロアを貫通して延びる先端孔が設けられる。

40

## 【 0 0 0 7 】

当技術分野では、特許文献1、特許文献2、特許文献3及び特許文献4を含むタービンブレード先端の冷却に関する幾つかの例示的な特許が開示されていることが分かるであろう。これらの特許は、先端ギャップの流れ抵抗を増大させるために、正圧及び/又は負圧側面とのオフセットを含む様々なブレード先端構成を開示している。それにもかかわらず、全先端漏洩流をさらに減少させ、それによってタービン効率を向上させるために、先端領域付近の圧力分布の改善が、依然として求められている。

【 特許文献 1 】 米国特許第 5 2 6 1 7 8 9 号

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 0 - 3 4 5 8 0 4 号

50

【特許文献 3】特開 2 0 0 0 - 2 9 1 4 0 4 号

【特許文献 4】特開 2 0 0 0 - 2 9 7 6 0 3 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

従って、上記に照らして、全先端漏洩流を減少させ、それによってタービンの効率を向上させるように先端領域付近の圧力分布を変更したタービンプレードを開発することが望ましいと思われる。先端領域における流れ特性及び圧力分布を改善するために、このようなタービンプレード先端においてその先端におけるリブに隣接する 1 つ又はそれ以上の再循環領域を作り出すこともまた望ましい。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の第 1 の例示的な実施形態では、翼形部と、翼形部をタービンシュラウドの内側で半径方向軸線に沿ってロータディスクに取付けるための一体形ダブテールとを含むものとしてガスタービンエンジン用タービンプレードを開示する。翼形部はさらに、前縁及び後縁において互いに接合され、ダブテールに隣接して配置された根元から先端プレートまで延びてその上に燃焼ガスを流すようになった第 1 及び第 2 の側壁と、前縁及び後縁間で先端プレートから外向きに延びる少なくとも 1 つの先端リブとを含む。先端リブは、該先端リブを通して縦方向に延びる軸線がタービンプレードの軸方向長さの少なくとも指定部分において半径方向軸線に対して角度をなすように配向される。縦方向軸線と半径方向軸線との間の角度は、指定部分にわたって実質的に同一にするか又は指定部分にわたって変化させることができる。

20

【 0 0 1 0 】

本発明の第 2 の例示的な実施形態では、翼形部と、翼形部をタービンシュラウドの内側で半径方向軸線に沿ってロータディスクに取付けるための一体形ダブテールとを含むものとしてガスタービンエンジン用タービンプレードを開示する。翼形部はさらに、前縁及び後縁において互いに接合され、ダブテールに隣接して配置された根元から先端プレートまで延びてその上に燃焼ガスを流すようになった第 1 及び第 2 の側壁と、前縁及び後縁間で先端プレートから外向きに延びる少なくとも 1 つの先端リブとを含む。先端リブは、タービンプレードの軸方向長さの少なくとも指定部分において翼形部とシュラウドとの間の燃焼ガスの漏洩流を減少させる燃焼ガスの第 1 の再循環領域が先端リブの末端部に隣接して形成されるように、半径方向軸線に対して配向される。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 1 】

図全体を通して同一の参照符号が同じ要素を示す図面をここで詳細に参照すると、図 1 は、燃焼器（図示せず）から高温燃焼ガス 1 2 を受けるように該燃焼器の直ぐ下流に取付けられた、ガスタービンエンジンの高圧タービン 1 0 の一部分を示す。タービン 1 0 は、軸方向中心軸線 1 4 について軸対称であり、ロータディスク 1 6 と、半径方向軸線 1 7 に沿ってロータディスク 1 6 から半径方向外向きに延び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 1 8（その 1 つを図示する）とを含む。環状のタービンシュラウド 2 0 が、固定ステータケーシング（図示せず）に適当に結合されかつブレード 1 8 を囲み、それらの間に比較的小さい間隙すなわちギャップを形成して、運転時にギャップを通る燃焼ガス 1 2 の漏洩を制限するようにする。

40

【 0 0 1 2 】

各ブレード 1 8 は、ロータディスク 1 6 の周囲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任意の従来の形態を有することができるダブテール 2 2 を含むのが好ましい。中空の翼形部 2 4 は、ダブテール 2 2 に一体形に結合され、ダブテール 2 2 から半径方向すなわち縦方向に外向きに延びる。ブレード 1 8 はまた、燃焼ガス 1 2 の半径方向内側流路の一部分を形成するように翼形部 2 4 とダブテール 2 2 との接合部に配置された一体形のブラットホーム 2 6 を含む。ブレード 1 8 は

50

、任意の従来の方法で形成することができ、一般的には一体形鑄造品であることが分かるであろう。

【 0 0 1 3 】

翼形部 2 4 は、それぞれ対向する前縁 3 2 及び後縁 3 4 間で軸方向すなわち翼弦方向に延びる、ほぼ凹面形の第 1 の側面すなわち正圧側面 2 8 と、円周方向すなわち横方向に対向するほぼ凸面形の第 2 の側面すなわち負圧側面 3 0 とを含むのが好ましいことが分かるであろう。側壁 2 8 及び 3 0 はまた、プラットホーム 2 6 における半径方向内側根元 3 6 と半径方向外側先端 3 8 との間で半径方向すなわち縦方向に延びる。さらに、第 1 及び第 2 の側壁 2 8 及び 3 0 は、翼形部 2 4 の全縦方向すなわち半径方向スパン全体にわたって横方向すなわち円周方向に間隔を置いて配置されて、翼形部 2 4 を冷却するために該翼形部 2 4 を通して冷却空気 4 2 を流す少なくとも 1 つの内部流れチャンバすなわちチャンネル 4 0 を形成する。冷却空気 4 2 は、一般的に任意の従来の方法で圧縮機（図示せず）から抽気される。

10

【 0 0 1 4 】

翼形部 2 4 の内側は、例えばその中に冷却空気効果を高めるための様々なタービュレータを備えた蛇行流れチャンネルを含む任意の構成を有することができ、冷却空気 4 2 は、従来のフィルム冷却孔 4 4 及び後縁吐出し孔 4 6 のような様々な翼形部 2 4 を貫通する孔を通して吐出される。

【 0 0 1 5 】

図 2 ～図 5 で分かるように、ブレード先端 3 8 は、第 1 及び第 2 の側壁 2 8 及び 3 0 の半径方向外端部上に一体形に配置された先端フロアすなわちプレート 4 8 を含み、先端プレート 4 8 が内部冷却チャンネル 4 0 を境界づけるのが好ましい。第 1 の先端壁すなわちリップ 5 0 は、前縁 3 2 及び後縁 3 4 間で第 1 の（正圧）側壁 2 8 に隣接して先端プレート 4 8 から半径方向外向きに延びるのが好ましい。第 2 の先端壁すなわちリップ 5 2 もまた、前縁 3 2 及び後縁 3 4 間で先端プレート 4 8 から半径方向外向きに延び、第 2 の（負圧）側壁 3 0 に隣接して第 1 の先端リップ 5 0 から横方向に間隔を置いて配置されて、それらの先端リップ間に上端開口の先端チャンネル 5 4 を形成するのが好ましい。先端チャンネル 5 4 は、第 1 及び第 2 の先端リップ 5 0 及び 5 2 によって囲まれているものとして図示したが、特開 2 0 0 0 - 2 9 7 6 0 3 号に開示されているような、先端チャンネル 5 4 を通して燃焼ガス 1 2 を吐出すのを助けるための先端入口及び先端出口を含む先端チャンネル 5 4 も、本発明に矛盾しない。

20

30

【 0 0 1 6 】

図 2 ～図 5 に示すように、第 1 の先端リップ 5 0 は、第 1 の側壁 2 8 から陥凹して、先端 3 8 の冷却を改善するために当技術分野で開示されているような先端プレート 4 8 にほぼ平行な先端柵 5 6 を形成するのが好ましい。先端リップが全体にわたって半径方向軸線 1 7 にほぼ平行に配向されている前に示した先端リップ構成と対照的に、本発明は、好ましいことに、第 1 の先端リップ 5 0（図 4 を参照）を通して延びる縦方向軸線 5 8 が、タービンブレード 1 8 の軸方向長さの少なくとも指定部分 6 0 において半径方向軸線 1 7 に対して角度 で形成されることを提供する。

【 0 0 1 7 】

40

角度 は指定部分 6 0 にわたって実質的に同一又は一定にすることができるが、角度 は、図 4 及び図 5 に示す角度 の変化によって明らかにするように指定部分 6 0 にわたって変化するのが好ましい。具体的には、角度 は、それぞれ前縁 3 2 及び後縁 3 4 の両方において又はそれらに隣接して最小（およそ 0 °）になるのが好ましい。その後、角度 は、図 4 に示すように第 1 の先端リップ 5 0 上の中間箇所 6 2 に設置された最大角度まで徐々に増大するのが好ましい。中間箇所 6 2 は、前縁 3 2 から後縁 3 4 までの距離のおよそ 1 / 4 ～ 3 / 4 として特定した第 1 の先端リップ 5 0 の指定部分 6 0 の範囲内に位置するのが好ましい。角度 の変化する性質のため、角度が指定部分 6 0 の範囲内で変化する時に、およそ 0 ° ～ 7 0 °、より好ましくはおよそ 2 0 ° ～ 6 5 °、また最適にはおよそ 4 0 ° ～ 6 0 ° の範囲内であるのが好ましい。

50

## 【 0 0 1 8 】

指定部分 6 0 は、好ましくは翼形部 2 4 を通る翼弦のおよそ 5 ~ 9 5 % にわたって延びる翼形部 2 4 の軸方向長さであることが分かるであろう。指定部分 6 0 は、翼形部 2 4 を通る翼弦のおよそ 7 ~ 8 0 % にわたって延びるのがより好ましく、また翼形部 2 4 を通る翼弦のおよそ 1 0 ~ 7 0 % にわたって延びるのが最適であることが分かるであろう。

## 【 0 0 1 9 】

このように第 1 の先端リブ 5 0 を配向することによって、第 1 の先端リブ 5 0 の末端部 6 6 に隣接して、燃焼ガス 1 2 の第 1 の再循環領域 6 4 が形成される。その場合、第 1 の再循環領域 6 4 は、燃焼ガスの漏洩流（流れの矢印 6 8 によって示す）を減少させ、実際には摩擦の危険性を生じることなくブレード先端 3 8 とシュラウド 2 0 との間のギャップ 7 0 の大きさを縮小するように機能する。一般的に言えば、再循環領域 6 4 は、角度 が増大するにつれてその大きさが増大することが理解されるであろう。

10

## 【 0 0 2 0 】

第 1 の先端リブ 5 0 の高さ、先端棚 5 6 の深さと、縦方向軸線 5 8 及び半径方向軸線 1 7 間の角度 との間には関係が存在することがさらに分かるであろう。具体的には、角度 のタンジェントは、先端棚 5 6 の深さを第 1 の先端リブ 5 0 の高さによって除算したものにほぼ等しい。従って、角度 が大きくなればなるほど、所定の先端リブ高さの場合に先端棚 5 6 のより大きい深さが必要となる。従って、先端棚深さに固有の限界値は、角度 に対する制約に置き換えられる。また、後で指摘するように再循環領域 6 4 がギャップ 7 0 の大きさを縮小するのに役立つので、第 1 の先端リブ 5 0 の高さの変更を行うことが可能になることも分かるであろう。このことは、所定の先端棚深さの場合に、第 1 の先端リブ 5 0 の高さを低くすることによって角度 を増大させることができ、それがまた第 1 の先端リブ 5 0 とシュラウド 2 0 との間の摩擦の危険性を低下させる利点を有することを意味する。

20

## 【 0 0 2 1 】

さらに、第 1 の先端リブ 5 0 の表面 7 4 と先端棚 5 6 との間に、その中に燃焼ガス 1 2 の第 2 の再循環領域 7 6 が形成されるのを促進するポケット 7 2 が形成されることも分かるであろう。第 1 の先端リブ表面 7 4 に沿って冷却フィルム 8 0 を形成するための複数の冷却孔 7 8 が好ましくは先端棚 5 6 内部に設けられるので、ポケット 7 2 及び第 2 の再循環領域 7 6 は、第 1 の先端リブ 5 0 （図 1 0 A を参照）付近に冷却フィルム 8 0 を維持するのに助ける。従って、燃焼ガス 1 2 の流れは、第 1 の先端リブ 5 0 及び冷却フィルム 8 0 によって偏向され、ギャップ 7 0 から押しのけられる。従って、この流れの偏向により、ギャップ 7 0 を通る漏洩流に対する流れ抵抗が生じ、冷却フィルム 8 0 を維持して第 1 の先端リブ 5 0 をより良好に冷却する。

30

## 【 0 0 2 2 】

さらに、第 1 の先端リブ 5 0 は、特開 2 0 0 0 - 2 9 1 4 0 4 号に開示されているように、先端プレート 4 8 に隣接して設置された第 1 の端部から末端部 6 6 まで縦方向にテーパを付けて該第 1 の先端リブの冷却伝導性を高めるように変更することができると理解されるであろう。第 1 の先端リブ 5 0 の末端部 6 6 はまた、第 1 の再循環領域 6 4 が維持されさえすれば、L e e に付与された米国特許第 6 0 8 6 3 2 8 号の教示に従ってそのような位置における熱応力を減少させるようにテーパを付けることができる。

40

## 【 0 0 2 3 】

図 6 に示すように、第 1 の先端リブ 5 0 は、半径方向軸線 1 7 に対して傾斜させることができ、また第 2 の先端リブ 5 2 の縦方向軸線 8 2 は、半径方向軸線 1 7 にほぼ平行なままとすることができる。しかしながら、第 2 の先端リブ 5 2 は、該第 2 の先端リブが少なくとも指定領域 6 0 （図 4 及び図 5 を参照）の範囲内で前縁 3 2 から後縁 3 4 まで延びる時に、角度 が縦方向軸線 8 2 と半径方向軸線 1 7 との間に存在するように、第 1 の先端リブ 5 0 にほぼ平行になるように配向することが好ましい。このようにして、第 1 の先端リブ 5 0 に関して説明した第 1 の再循環領域 6 4 （図 1 0 B を参照）と同様な第 3 の再循環領域 8 4 が、第 2 の先端リブ 5 2 の末端部 8 6 に形成されるのが好ましい。その場合、

50

第3の再循環領域84は、第1の再循環領域64と同様にギャップ70の流れ抵抗を増大させるのを助ける。さらに、第4の再循環領域85が、一般的に第1の先端リブ50と第2の先端リブ52との間に位置した領域87内に形成されることに注目されたい。高温燃焼ガス12の再循環領域87内に存在するので、先端プレート48を貫通して1つ又はそれ以上の冷却孔89を形成するのが好ましい。

【0024】

その上、図7及び図8に示す別の実施形態は、第1の先端リブ50を半径方向軸線17にほぼ平行なままにした状態で、半径方向軸線17に対して第2の先端リブ52を傾斜させることができることを示す。この角度は、図7に示すように上流方向（本明細書ではプラス方向と呼ぶ）に鋭角をなすようにすることができ、或いは図8に示すように半径方向軸線17に対して下流方向（本明細書ではマイナス方向と呼ぶ）に鋭角をなすようにすることができる。角度は、およそ $+60^{\circ} \sim -60^{\circ}$ の範囲を有することになるのが好ましいことを理解されたい。さらに、図8からも分かるように、第2の先端リブ52は、マイナス（下流）方向に傾斜される場合には、負圧側壁30に対して陥凹して先端柵88を形成することができる。

【0025】

さらに別の構成は、それぞれ第1及び第2の先端リブ50及び52間に設置された、特開2001-098904号（図9を参照）に記載したものと類似の第3の先端リブ90を備えることを含む。第3の先端リブ90は、該第3の先端リブを通る縦方向軸線92が半径方向軸線17にほぼ平行になっている

本発明の好ましい実施形態を示しかつ説明してきたが、当業者は、本発明の技術的範囲から逸脱することなく、適当な変更によってタービンブレード及びその先端の更なる改造を行うことが可能である。具体的には、タービンブレードの前縁から後縁まで及び/又はタービンブレードの根元から先端までにねじりを与えた当技術分野における一部のタービンブレードに、先端漏洩流を減少させるための所望の再循環領域を形成するような適当な変更を加えて、本明細書中に示した先端リブ構成を利用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の例示的な実施形態による先端を有する、周囲のシュラウド内部でロータディスクに取付けられた例示的なガスタービンエンジンロータブレードの部分断面斜視図。

【図2】例示的な実施形態による一对の空気力学的先端リブを有する、図1に示したブレード先端の斜視図。

【図3】図1及び図2に示したブレード先端の平面図。

【図4】線4-4にほぼ沿って取りかつブレード先端リブを通る縦方向軸線と半径方向軸線との間の最大角度を示す、タービンシュラウド内部での図3に示したブレード先端の側面断面図。

【図5】線5-5にほぼ沿って取りかつブレード先端リブを通る縦方向軸線と半径方向軸線との間の最小角度を示す、タービンシュラウド内部での図3に示したブレード先端の側面断面図。

【図6】翼形部の正圧側面においてブレード先端リブを通る縦方向軸線が半径方向軸線に対して鋭角を形成しかつ翼形部の負圧側面におけるブレード先端リブが半径方向軸線にほぼ平行である、図4及び図5に示したのと同様な別のブレード先端の側面断面図。

【図7】翼形部の負圧側面においてブレード先端リブを通る縦方向軸線が半径方向軸線に対して上流方向に鋭角を形成しかつ翼形部の正圧側面におけるブレード先端リブが半径方向軸線にほぼ平行である、図4及び図5に示したのと同様な第2の別のブレード先端の側面断面図。

【図8】翼形部の負圧側面においてブレード先端リブを通る縦方向軸線が半径方向軸線に対して下流方向に鋭角を形成しかつ翼形部の正圧側面におけるブレード先端リブが半径方向軸線にほぼ平行である、図4及び図5に示したのと同様な第3の別のブレード先端の側

10

20

30

40

50

面断面図。

【図 9】第 3 の中間ブレード先端リブが、翼形部の正圧及び負圧側面に隣接して設置されたブレード先端リブ間に配置された、図 4 及び図 5 に示したのと同様な第 3 の別のブレード先端の側面断面図。

【図 10 A】正圧側面ブレード先端リブに隣接したそのようなリブとタービンシュラウドとの間のギャップを通る燃焼ガスの流れを示す、タービンシュラウド内部での図 4 に示したブレード先端の拡大部分断面図。

【図 10 B】負圧側面ブレード先端リブに隣接し、正圧及び負圧側面ブレード先端リブ間の領域に隣接し、またそのようなリブとタービンシュラウドとの間のギャップを通る燃焼ガスの流れを示す、タービンシュラウド内部での図 4 に示したブレード先端の拡大部分断面図。

10

【符号の説明】

【 0 0 2 7 】

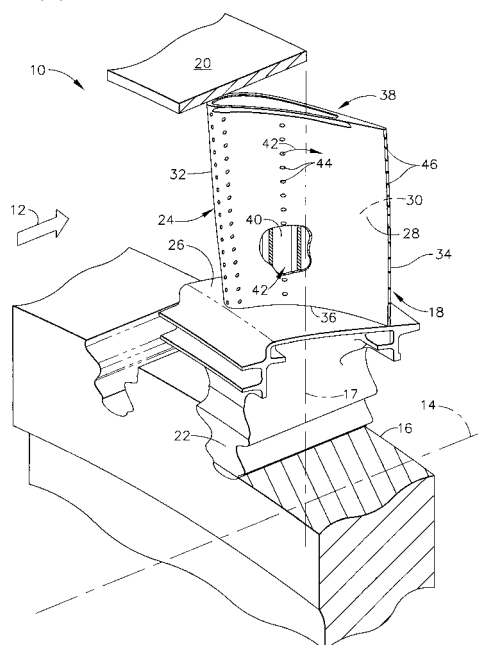
- 1 0  高圧タービン
- 1 2  高温燃焼ガス
- 1 4  軸方向中心軸線
- 1 6  ロータディスク
- 1 7  半径方向軸線
- 1 8  タービンブレード
- 2 0  タービンシュラウド
- 2 2  ダブテール
- 2 4  翼形部
- 2 6  プラットホーム
- 2 8  正圧側壁
- 3 0  負圧側壁
- 3 2  翼形部前縁
- 3 4  翼形部後縁
- 3 6  翼形部根元
- 3 8  ブレード先端
- 4 0  冷却チャネル
- 4 2  冷却空気
- 4 4  フィルム冷却孔
- 4 6  後縁吐出孔
- 4 8  先端プレート
- 5 0、5 2  先端リブ
- 5 4  先端チャネル
- 5 6、8 8  先端棚
- 5 8、8 2  縦方向軸線

20

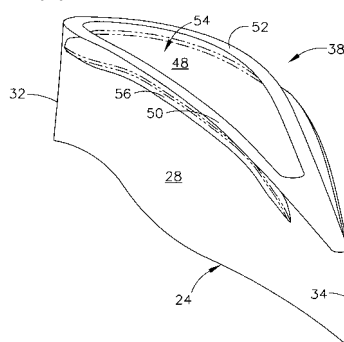
30



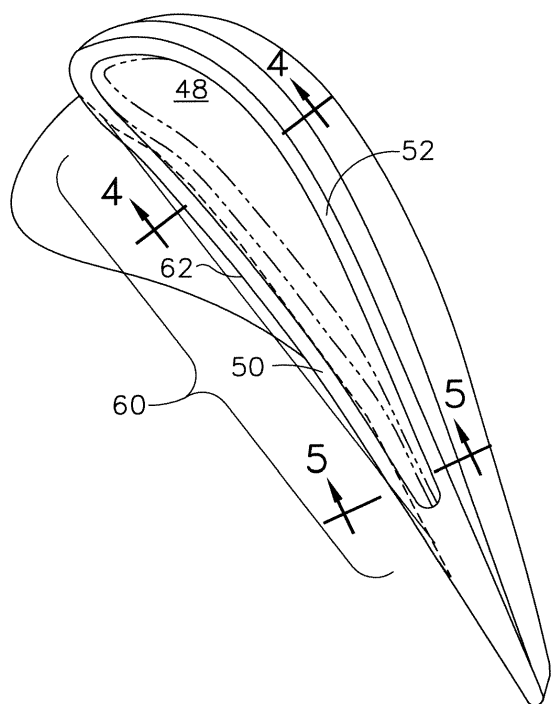
【圖 1】



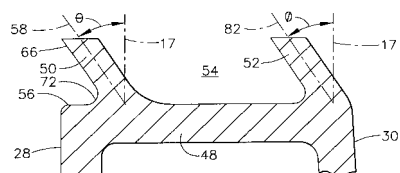
【圖 2】



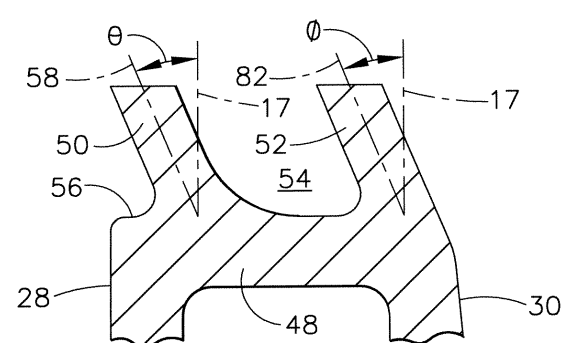
【 図 3 】



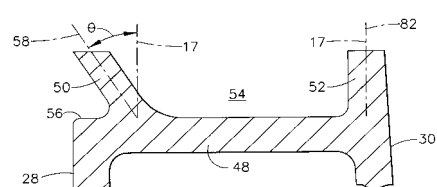
【圖 4】



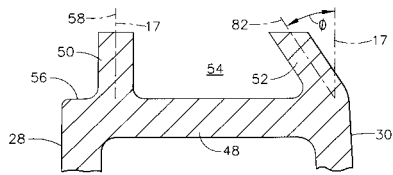
【 図 5 】



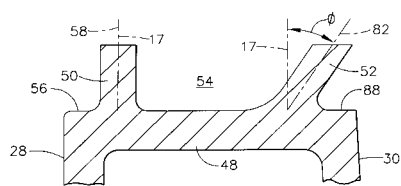
【圖 6】



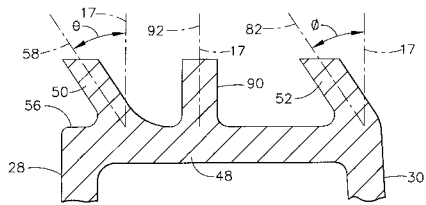
【図 7】



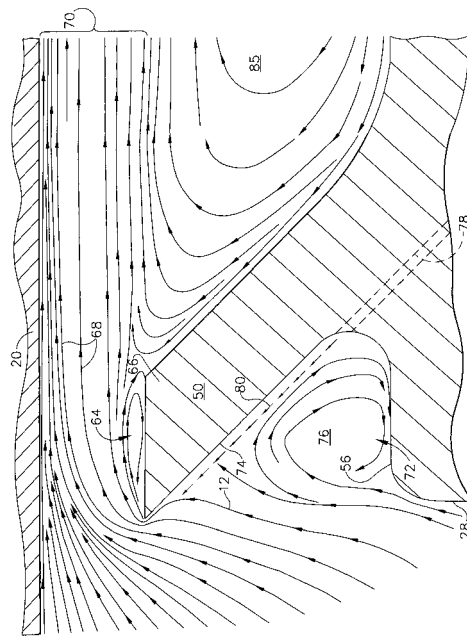
【図 8】



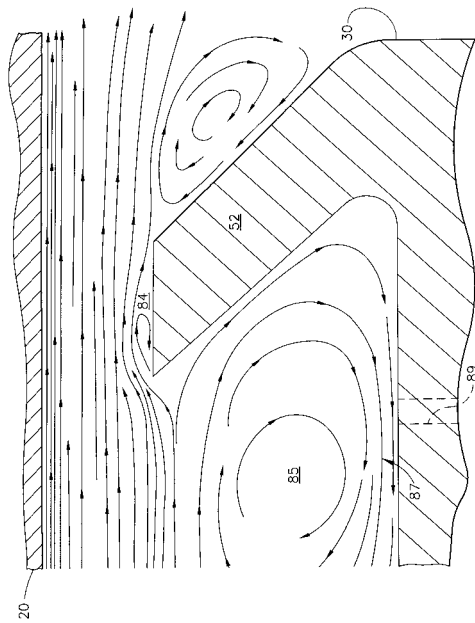
【図 9】



【図 10 A】



【図 10 B】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 チェリー, デビット, グレン  
アメリカ合衆国、4 5 1 4 0、オハイオ州、ラブランド、サドルバック・ドライブ、2 5 4 番
- (72)発明者 リー, チン - パン  
アメリカ合衆国、4 5 2 4 3、オハイオ州、シンシナティ、カマルゴ・パインズ・レーン、1 2 番
- (72)発明者 ブラカーシュ, シャンデル  
アメリカ合衆国、4 5 2 4 2、オハイオ州、シンシナティ、ケンウッド・ロード、8 6 6 6 番
- (72)発明者 ワディア, アスピ, ラストン  
アメリカ合衆国、4 5 1 4 0、オハイオ州、ラブランド、モーガンズトレイス・ドライブ、1 0 0  
0 3 番
- (72)発明者 キース, ブライアン, デビッド  
アメリカ合衆国、4 5 2 2 4、オハイオ州、シンシナティ、ティンバー・トレイル、9 6 8 番
- (72)発明者 プラスフィールド, スティーブン, ロバート  
アメリカ合衆国、4 5 2 3 3、オハイオ州、シンシナティ、キャンドルリッジ・ドライブ、7 7 7  
番

審査官 寺町 健司

(56)参考文献 特開2 0 0 0 - 2 9 7 6 0 3 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F01D 5/12-28

F01D 11/08-10

F02C 7/28