

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5507351号
(P5507351)

(45) 発行日 平成26年5月28日 (2014. 5. 28)

(24) 登録日 平成26年3月28日 (2014. 3. 28)

(51) Int. Cl.	F I
FO1D 9/02 (2006.01)	FO1D 9/02 104
FO1D 9/04 (2006.01)	FO1D 9/04
FO1D 25/24 (2006.01)	FO1D 25/24 G

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2010-135647 (P2010-135647)
(22) 出願日 平成22年6月15日 (2010. 6. 15)
(65) 公開番号 特開2011-1951 (P2011-1951A)
(43) 公開日 平成23年1月6日 (2011. 1. 6)
審査請求日 平成25年6月14日 (2013. 6. 14)
(31) 優先権主張番号 12/486, 126
(32) 優先日 平成21年6月17日 (2009. 6. 17)
(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、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 聡志
(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 ウィルヘルム・ラモン・ヘルナンデスール
ッス
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、リ
ン、サウス・コモン・ストリート、50番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プリコーディングされたタービンノズル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

翼形部 (46、48) の対向する端部に連結された半径方向内側及び外側バンド (42、44) を備えたタービンノズル (26) であって、
前記外側バンド (44) が、軸方向に対向する端部において半径方向外向きに延びる前方及び後方フック (50、52) を含み、該各フック (50、52) が、対応して軸方向に延びたレール (56、58) を有し、前記前方のレール (56) が、円周方向凹状内面 (60) を有し、前記後方のレール (58) が円周方向の凸状外面 (66) を含み、前記前方及び後方レール (56、58) がプリコーディングされた異なる円周方向曲率を有し、前記前方レール (56) の内面 (60) は、第1の局所半径 (A) の曲率を持つ第1の円の弓状部分により形成され、該前方レール (56) の内面 (60) が、円周方向中央部から半径方向内向きに湾曲して、円周方向に対向する端部を前記中央部よりも前記外側バンド (44) に近付けて位置付けており、
前記後方レール (58) の外面 (66) は、前記第1の局所半径 A) と異なる第2の局所半径 (B) の曲率を持つ第2の円の弓状部分により形成され、前記後方レール (58) の外面 (66) が、
円周方向中央部から半径方向内向きに湾曲して、円周方向に対向する端部を前記中央部よりも前記外側バンド (44) に近付けて位置付けており、
前記前方レール (56) の内面 (60) 及び前記後方レール (58) の外面 (66) が、前記外側バンド (44) と非同心的である

10

20

ことを特徴とする、ノズル。

【請求項 2】

前記前方及び後方レール（５６、５８）の半径方向の厚みが、これに沿って円周方向に変化する、

請求項 1 に記載のノズル。

【請求項 3】

前記後方レール（５８）が、円周方向に対向する端部よりも円周方向中央部においてより厚くなっている、

請求項 2 に記載のノズル。

【請求項 4】

前記前方レール（５６）が、円周方向に対向する端部よりも円周方向中央部においてより薄くなっている、

請求項 3 に記載のノズル。

【請求項 5】

前記前方及び後方レール（５６、５８）が、一体化された局所パッド（７６）における以外では、前記レールに沿って円周方向に実質的に一定の厚みを有する、

請求項 1 に記載のノズル。

【請求項 6】

前記後方レール（５８）が、円周方向中央部に前記パッド（７６）を有する円周方向に凹状の内面（６４）を含み、該中央部では円周方向に対向する端部よりもより厚くなっている、

請求項 5 に記載のノズル。

【請求項 7】

前記前方レール（５６）が、円周方向に対向する端部において前記パッド（７６）のペアを有する円周方向に凸状の外面（６２）を含み、

前記パッド（７６）間で円周方向でより薄くなっている、

請求項 6 に記載のノズル。

【請求項 8】

円周方向に延びた対応する前方及び後方溝（３８、４０）を有する前方及び後方ハンガー（３４、３６）を更に備え、

前記前方レール（５６）が、前記前方溝（３８）内に軸方向に配置され、前記後方レール（５８）が、前記後方溝（４０）内に軸方向に配置され、前記前方レール（５６）の内面（６０）が前記前方溝（３８）において非同心であり、これらの間に中央ギャップを設け、前記後方レール（５８）の外表面（６６）が、前記後方溝（４０）において非同心であり、これらの間に円周方向に対向する端部ギャップを設ける、

請求項 1 に記載のノズル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、全体的にガスタービンエンジンに関し、より具体的にはガスタービンエンジンのタービンに関する。

【背景技術】

【０００２】

ガスタービンエンジンでは、空気が圧縮機内で加圧されて燃焼器において燃料と混合され、高温の燃焼ガスを発生する。エネルギーが、圧縮機及びシャフトに動力を供給するタービン段においてガスから抽出され、該シャフトが、航空機ターボファンエンジン用途におけるファンを駆動し、又はターボシャフト用途におけるギアボックスを作動させる。

【０００３】

高圧タービン（ＨＰＴ）は、燃焼器の直ぐ後に続いて最も高温のガスを受けとり、これ

10

20

30

40

50

から最初にエネルギーが抽出される。低圧タービン (L P T) は、 H P T の後に続き、ガスから更にエネルギーを抽出する。

【 0 0 0 4 】

各タービン段は、燃焼ガスをタービンブレードの対応する列に選択的に送るタービンノズルを含む。ノズルは中空のステータベーンを含み、ロータブレードは同様に、作動時に冷却空気を貫通して送るために中空である。

【 0 0 0 5 】

各タービンノズルは、弓状のノズルセグメントの環状組立体であり、エンジン内に軸方向の中心軸線と同軸方向に正確に装着される必要がある。

【 0 0 0 6 】

1つの構成において、第1の段 L P T ノズルはまた、ベーンセグメントと交互するフェアリングセグメントを含む。各フェアリングセグメントは中空のフェアリングを含み、これを通してエンジン内部構成部品用の構造ストラット又はサービスラインもしくは導管が半径方向に延びる。

【 0 0 0 7 】

ノズルセグメントは、支持ハンガー内に装着された対応する支持フックにより周囲の外側ケーシングから正確に支持されることができる。各フックは、軸方向に延びるレールを有し、該レールは、支持ハンガー内の軸方向に延びる溝に装着される。

【 0 0 0 8 】

この舌状部及び溝支持形状によって、エンジン内のノズルセグメントの全体の列の組み立てが容易になる。この結果、ノズルセグメントの列は、軸方向及び半径方向の両方で、且つエンジンの軸方向の中心軸線と同軸方向に正確に支持され拘束される。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、作動時にタービンノズルを通して流れる燃焼ガスは、ノズル構成部品を加熱し、その熱膨張を引き起こす。

【 0 0 1 0 】

翼形部ベーンを含むノズルは、圧縮機からブリードされた加圧空気の一部をそこに通して循環させることによって作動時に好適に冷却される。

【 0 0 1 1 】

冷却空気は、半径方向外側バンドからノズル及びその翼形部に流入することができ、これにより半径方向内向きに熱勾配が生成される。

【 0 0 1 2 】

従って、周囲の支持ハンガーは、外側バンドよりも更に良好に冷却され、支持フックは、支持ハンガーの熱膨張とは異なるように熱的に膨張する。

【 0 0 1 3 】

その結果、ハンガー溝内には、フックの異なる熱膨張に対応するよう十分なクリアランスを設けなければならず、このクリアランスにより冷却空気の望ましくない漏出経路が形成される。

【 0 0 1 4 】

クリアランスが不十分であると、フックと溝との間に望ましくない固着又は干渉が生じる可能性がある。これは、荷重及び応力を局所的に増大させ、基準となる軸方向の中心軸線に対してノズルセグメントの位置ずれ又は位置不良を引き起こし、ノズルを通して協働するタービンブレード列に送られる燃焼ガスの性能に悪影響を及ぼす可能性がある。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 5 】

【 特許文献 1 】 米国特許第 6 , 7 0 2 , 5 5 0 B 2 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 6 】

10

20

30

40

50

これらの問題は、タービンノズル設計を更に複雑にし、これに対する好適な解決策が必要である。

【 0 0 1 7 】

望ましくない空気漏出を低減するために、典型的には、前方又は後方ノズルフックの何れかもしくは両方に補助シールが設けられる。その結果、環状スプーリを用いて、冷却空気流が個々のノズル翼形部に入るのを抑制することができる。

【 0 0 1 8 】

従って、空気流漏出を低減するための改善された装着機構を有するタービンノズルを提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

10

【 0 0 1 9 】

タービンノズルは、翼形部の対向する端部に一体的に連結された半径方向内側及び外側バンドを含む。外側バンドは、軸方向に対向する端部にて半径方向外向きに延びる前方及び後方フックを有する。更に、フックは、プリコーディングされた（予め弦形化された）異なる円周方向曲率を有する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図 1】複数のタービン段を有する例示的なターボシャフトガスタービンエンジンの軸方向概略図。

【図 2】図 1 に示す第 1 段 L P T ノズルの分解等角図。

20

【図 3】図 1 の切断線 X - X 及び Y - Y から取った代表的な半径方向断面を備えた前方及び後方外側フックを有する、図 2 のノズルによる例示的なノズルベントリプレットセグメントの別の分解図。

【図 4】図 1 の切断線 X - X 及び Y - Y から取った代表的な半径方向断面を備えた前方及び後方外側フックを有する、図 2 のノズルによる例示的なノズルフェアリングシングレットの別の分解図。

【図 5】別の実施形態によるベントリプレットの図 3 と同様の図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

好ましい例示的な実施形態に従って、本発明をその更なる目的及び利点と共に添付図面と併用される以下の詳細な説明においてより具体的に説明する。

30

【 0 0 2 2 】

図 1 には、長手方向又は軸方向中心軸線の周りに非対称的なターボファンガスタービンエンジン 1 0 が概略的に示されている。

【 0 0 2 3 】

エンジンは、圧縮機 1 4、燃焼器 1 6、2 段 H P T 1 8、及び複数段 L P T 2 0 を直列の流れ連通で含む。H P T 1 8 のロータは、1 つの駆動シャフトによって圧縮機 1 4 のロータに連結され、L P T 2 0 のロータは、例示的なターボファンエンジン用途においてギアボックス（図示せず）に動力を供給する出力駆動シャフトに連結される。

【 0 0 2 4 】

40

作動時には、空気 2 2 が圧縮機 1 4 において加圧され、燃焼器 1 6 において燃料と混合されて、高温の燃焼ガス 2 4 を発生する。

【 0 0 2 5 】

H P T 1 8 のタービンブレードによってエネルギーが燃焼ガスから抽出され、圧縮機ブレードを駆動する。L P T 2 0 のタービンブレードによって追加のエネルギーが燃焼ガスから抽出され、出力シャフトを駆動する。

【 0 0 2 6 】

L P T 2 0 は、第 2 段 H P T ロータブレード 2 8 と第 1 段 L P T ロータブレード 3 0 との間に軸方向に配置された第 1 段 L P T ノズル 2 6 を含み、第 1 段 L P T ロータブレード 3 0 は、エンジンの第 3 タービン段を定める。

50

【 0 0 2 7 】

ノズル 2 6 は、周囲の環状外側ケーシング 3 2 の内部に同軸方向に支持される。円周方向に延びる対応する溝 3 8、4 0 を有する前方及び後方ハンガー 3 4、3 6 が外側ケーシングに好適に取り付けられ又は連結され、軸方向に間隔を置いて配置される。

【 0 0 2 8 】

各ハンガー 3 4、3 6 は、ケーシングから半径方向内向きに延びた単体構造の 3 6 0 度環状構成部品であり、半径方向内側ハブにおいて軸方向後方に延びる前方及び後方溝 3 8、4 0 を備える。

【 0 0 2 9 】

各溝 3 8、4 0 は、外側及び内側ハブ壁間に一定の半径方向高さを提供する各軸方向ハブにおいて、同心の半径方向内側及び外側環状面により定められ且つ境界付けられる。溝は、エンジン又はノズル中心軸線 1 2 から測定した半径 R の対応する値を有し、該軸線と同軸方向に配置される。

10

【 0 0 3 0 】

ノズル 2 6 は、半径方向内側及び外側弓状バンド 4 2、4 4 を含み、これらは、円周方向に隣接したノズルセグメント内に配列されるベーン又は翼形部 4 6 の列の対向する半径方向端部に一体的に鋳造又は連結される。

【 0 0 3 1 】

例えば、図 2 に示すセグメントは、複数のノズルベーントリップレットを含み、各々が、対応する内側及び外側バンド 4 2、4 4 間に半径方向に延びた 3 つの中空翼形部ベーン 4 6 を有する。

20

【 0 0 3 2 】

複数のフェアリングシングレットは、トリップレットと円周方向に交互にされ、各シングレットは、対応する内側及び外側バンド 4 2、4 4 間に半径方向に延びた単一の中空翼形部フェアリング 4 8 を有する。

【 0 0 3 3 】

フェアリングシングレットは、全ノズル列において 1 2 個のノズルトリップレットで、円周方向に交互する 6 個のノズルトリップレットの 2 つのグループに配列される。フェアリングシングレットの半分は、貫通して半径方向に延びる構造フレームストラットを有し、シングレットの残りの半分は、貫通して半径方向に延びるサービス導管又は管体を有する。

30

【 0 0 3 4 】

中空ベーン 4 6 は、圧縮機 1 4 からブリードされた加圧空気 2 2 が好適に供給される内部冷却回路を有する。図 1 では、2 つのハンガー 3 4、3 6 が、ノズル外側バンド 4 4 を軸方向に境界付け、例えばフレームストラットを介して、加圧空気 2 2 が送られる閉鎖環状プレナムを定める。

【 0 0 3 5 】

ノズルセグメントの外側バンド 4 4 は、軸方向に対向する端部にて外側バンドの外面から半径方向外向きに延びた対応する前方及び後方フック 5 0、5 2 を有する。

【 0 0 3 6 】

40

前方及び後方フック 5 0、5 2 の各々は、反転 L 字形形状を有し、外側バンド 4 4 の外面から半径方向外向きに延びた類似の半径方向ステム 5 4 を含む。2 つのフックは、対応するステム 5 4 の外側遠位端部から軸方向に延びる、異なる前方及び後方円周方向弓状舌上部又はレール 5 6、5 8 を有し、これらの間に、組み付けを容易にするための小さな半径方向下方段部又は凹部を備える。

【 0 0 3 7 】

前方レール 5 6 は、軸方向前方に延び、前方ハンガー溝 3 8 内部に軸方向に配置される。後方レール 5 8 もまた、軸方向前方に延び、後方ハンガー溝 4 0 内部に軸方向に配置される。

【 0 0 3 8 】

50

背景技術のセクションで上述したように、好適な半径方向クリアランスをレールと溝との間に設けて、ノズルセグメントの組み立てを可能にし、エンジンの高温作動時の固着又は干渉を防ぐ必要がある。

【 0 0 3 9 】

更に、構造及び重量が付加される補助シールを用いることなく、ハンガー及び外側バンド間のプレナムから加圧冷却空気の漏出を低減することが特に望ましい。

【 0 0 4 0 】

従って、この結果としてノズル 2 6 は、競合するこれらの目的に対処するよう具体的に修正され、この修正により前方及び後方レール 5 6、5 8 の固有の形状がもたらされる。

【 0 0 4 1 】

従来のタービンノズルにおいて、種々の環状又は円筒形状部品は、以下のように固有に修正されたことを除き、ノズル 2 6 自体の軸線と同様に、エンジン又はノズル自体の軸方向の中心軸線 1 2 の周りに同心である。

【 0 0 4 2 】

従来のフックレールは、支持ハンガー溝内に同心状に装着され、従って、通常は前方及び後方に補助シールを必要とする冷却空気漏出を犠牲として、望ましくない固着、干渉、並びに対応する荷重及び応力を防ぐために、好適な半径方向クリアランスが必要となる。

【 0 0 4 3 】

対照的に、図 3 に拡大して示された前方及び後方フック 5 0、5 2 は、中心軸線 1 2 の周りで非同心であり、対応する前方及び後方レール 5 6、5 8 に円周方向に沿った外側バンド 4 4 と非同心状である。2 つのレール 5 6、5 8 は、外側バンド 4 4 に向かって半径方向内向きに選択的に湾曲しており、好適にプリコーディングされた異なる円周方向曲率を有する。外側バンド 4 4 は、内側バンド 4 2 と依然として同心のままであり、この両方のバンドは、ノズルの軸方向中心軸線 1 2 により表される共通原点から測定された半径 R のこれに応じた異なる値を有する。

【 0 0 4 4 】

2 つのレール 5 6、5 8 のプリコーディングされた形状の基礎となるのは、2 つのフック 5 0、5 2 を支持する外側バンド 4 4 の半径方向熱膨張により、2 つのレール 5 6、5 8 の円周方向外形又は形状が低温と高温条件では変化することを認識することである。更に、ノズル翼形部 4 6、4 8 にはまた、作動時に空力的に荷重が加わり、ここからの圧力荷重は、2 つの支持フック 5 0、5 2 を通って半径方向外向きに伝達される。

【 0 0 4 5 】

図 1 は、作動時の燃焼ガス 2 4 の後方への流れを示しており、これに対応して、ノズル翼形部に正味後方圧力荷重 P を作用させる。ノズルは、外側バンドから外側ケーシングまで支持されるので、圧力荷重 P は、反時計方向の偶力又はモーメント M を誘起する。

【 0 0 4 6 】

モーメント M は、図 2 に示すように、後方フック 5 2 を通って半径方向外向き力 F 及び前方フック 5 0 を通って半径方向内向きの等しい力 F が 2 つのフック 5 0、5 2 を通って伝達される。

【 0 0 4 7 】

これに対応して、図 3 に示す 2 つのレール 5 6、5 8 は、エンジンが停止しており、燃焼ガスが流れていないときには、初期室温又は低温形状を有する。燃焼ガスがノズルを通過している高温エンジン作動時には、圧力モーメント M が発生するだけでなく、ノズル形状部品の熱膨張並びにサイズ及び形状の変化が生じる。

【 0 0 4 8 】

この熱的に膨張したレール 5 6、5 8 の形状の変化を利用して、他の利点に加え、ノズル形状の改善、空気漏出の低減、及び補助シールの必要性の排除に役立たせることができる。

【 0 0 4 9 】

固有の方法を用いて、低温条件で前方及び後方溝 3 8、4 0 それぞれにおける前方及び

10

20

30

40

50

後方レール 5 6、5 8 の初期の不整合の円周方向曲率により、L P T ノズル 2 6 のようなタービンノズルの形状を改善することができる。前方及び後方レール 5 6、5 8 は、この不整合形状をもたらしように特別にプリコーディングされ、このプリコーディングは、ノズル自体に独自に設計される。

【 0 0 5 0 】

次いで、燃焼ガスがノズルの内側及び外側バンド間に送られ、次いで、高温条件字に支持溝 3 8、4 0 内部の前方及び後方レール 5 6、5 8 を熱的に加熱する。高温条件は、航空機エンジンの巡航作動時など、あらゆる作動ポイントで選択することができる。

【 0 0 5 1 】

次に、前方及び後方レール 5 6、5 8 は、所望の高温条件下で前方及び後方溝 3 8、4 0 内部で熱的に膨張して円周方向のコーディングを受けて、前方レール 5 6 の内面の円周方向曲率を前方溝 3 8 の内面に適合させ、更に、後方レール 5 6 の外面の円周方向曲率を後方溝 4 0 の外面に適合させるようにする。

【 0 0 5 2 】

図 3 は、前方溝 3 8 の下面に前方レール 5 6 によって与えられる半径方向内向きの力 F と、低温条件及び高温条件の間で改善された半径方向内側接触シールを生じる曲率の変化とを概略的に示している。

【 0 0 5 3 】

これに対応して、半径方向外向きの力 F は、後方溝 3 8 の外面に後方レール 5 8 によって与えられ、低温条件及び高温条件の間での曲率の変化は、これらの間で改善された半径方向外側シールを生じる。

【 0 0 5 4 】

これらの内面及び外面シールは、高温作動条件に最適化され、2 つのレールの全円周方向長さ又はスパンに沿った接合面の同心性を適合させる。

【 0 0 5 5 】

しかしながら、低温条件では、対応するシール面は同心ではなく、また、摩擦接触で完全には接合されておらず、シール面間の局所的ギャップが増大している。これは、エンジンが作動していない低温条件では許容可能であるが、エンジンが作動すると、熱膨張を引き起こして、溝内のレールの接合及びシールが改善され、所望の高温作動条件ではシールが最大限になる。

【 0 0 5 6 】

図 3 に示すように、前方レール 5 6 は、円周方向凹面状の内面 6 0 と円周方向凸面状の外面 6 2 とを有する。後方レール 5 8 は、これに対応して、円周方向凹面状の内面 6 4 と円周方向凸面状の外面 6 6 とを有する。

【 0 0 5 7 】

前方レールのプリコーディングされた内面 6 0 と後方レールの外面 6 6 とは、低温条件では外側バンド 4 4 と非同心であり、これらの熱膨張した高温条件では、それぞれのハンガー溝で接合接触シールを生じるようになる。

【 0 0 5 8 】

前方及び後方レール 5 6、5 8 のプリコーディングされた異なる円周方向曲率は、高温条件下のときに外側及び内側の完全な接触シールを達成するよう、技術的な解析、試験、又は設計を繰り返すことによって予め設定することができる。

【 0 0 5 9 】

好ましくは、前方レール 5 6 の内面は、前方溝 3 8 において非同心であり、レールの円周方向中央から半径方向内向きに撓み又は湾曲して、前方レール 5 6 の円周方向に対向する端部をレールの中央よりも外側バンド 4 4 に近付けて位置付け、従って、低温条件において前方溝 3 8 の内面と下側中央ギャップを形成する。

【 0 0 6 0 】

前方レール 5 6 は、図示のように円周方向に対称であり、従って、中央ギャップは、前方レール 5 6 の円周方向中心において最大の半径方向高さを有し、レールの対向する端部

10

20

30

40

50

に向かって高さが減少する。前方レールは非対称であってもよく、最大ギャップ高さは、所望の接触シールを形成するように位置付けることができる。

【 0 0 6 1 】

これに対応して、後方レール 5 8 の外面は、後方溝 4 0 において非同心であり、レールの円周方向中央から半径方向内向きに撓み又は湾曲して、後方レール 5 8 の円周方向に対向する端部をレールの中央よりも外側バンド 4 4 に近付けて位置付ける。これは、低温条件時に後方レール 5 8 の対向する円周方向端部において後方溝 4 0 の外面と 2 つの上側端部ギャップ 7 0 を形成する。

【 0 0 6 2 】

後方レール 5 8 はまた、図示のように円周方向に対称であるが、代替の実施形態では、所望の接触シールを形成するように非対称であってもよい。

10

【 0 0 6 3 】

2 つのレール 5 6、5 8 の半径方向厚み T は、2 つの溝 3 8、4 0 との半径方向クリアランスを最小にし、これにより溝内のレールの望ましくない固着又は干渉嵌合を生じることなく空気漏出を最小限にするよう、要求に応じて選択することができる。

【 0 0 6 4 】

図 3 において、前方レール 5 6 の外面は、低温条件において前方溝 3 8 の外面と同心である。更に、後方レール 5 8 の内面は、低温条件において後方溝 4 0 の内面と同心である。

【 0 0 6 5 】

20

高温条件では、前方及び後方レール 5 6、5 8 の輪郭はコーディングされ、すなわち翼弦方向スパンに沿って曲率が変化して低温時の輪郭を反転させ、前方レール 5 6 の下にある下側中央ギャップが上側中央に移動し、他方、後方レール 5 8 の上にある 2 つの上側端部ギャップは、下側端部の下に移動する。

【 0 0 6 6 】

高温条件において、前方レール 5 6 の下面は前方溝 3 8 の下面と同心状にコーディングされ、更に、後方レール 5 8 の上面は後方溝 4 0 の上面と同心状にコーディングされ、これらの間で所望の接触接合シールを生じる。

【 0 0 6 7 】

図 3 は、前方及び後方レール 5 6、5 8 の半径方向厚み T が、初期低温条件においてレールに沿って円周方向に変化している 1 つの実施形態を示している。しかしながら、前方及び後方レール 5 6、5 8 の半径方向厚み T は、半径方向ステム 5 4 との下方段接続部から軸方向前方で実質的に一定である。

30

【 0 0 6 8 】

2 つのレールの半径方向厚み T は、2 つの溝 3 8、4 0 との半径方向クリアランスを最小にするよう、そこに形成される異なる内側及び外側接合シールに起因して異なるように変化している。

【 0 0 6 9 】

詳細には、前方レール 5 6 は、円周方向に対向する端部よりも円周方向中央においてより薄くなっている。前方レールの半径方向厚み T は、円周方向に対向する 2 つの端部から内寄りで減少しており、中央部において、最小の厚み及びこれに対応して最大の下側半径方向クリアランスを有し、2 つの端部において、最大の厚み及びこれに対応して最小の半径方向クリアランスを有する。

40

【 0 0 7 0 】

前方レール 5 6 の凹状内面 6 0 は、中心軸線 1 2 とは同じ原点を共有しない局所曲率半径 A と、中心軸線から測定される半径 R とによって定められる円周方向曲率を有する。この内面は、前方レール 5 6 の反対側の凸状外面の対応する曲率 R よりも小さい曲率 A を有する。

【 0 0 7 1 】

前方レール 5 6 は外側バンド 4 4 と同心ではないので、その内側表面のより小さな曲率

50

は、局所半径 A の曲率の円の弓状部分であり、その半径の原点は、円周方向に対称的な実施形態において中心軸線 12 から半径 R 上に位置するが、当該中心線の原点には達しない。

【0072】

これに対応して、相違する後方レール 58 は、円周方向に対向する端部よりも円周方向中央においてより厚みがあり、中央では溝 40 の半径方向クリアランスは小さく、対応する端部ではより大きな上側端部クリアランスを提供する。

【0073】

後方レール 58 の凸状外面 62 は、これに対応して、中心軸線 12 とは同じ原点を共有しない局所曲率半径 B と、中心軸線から測定される半径 R とによって定められる円周方向曲率を有する。当該外面は、後方レール 58 の反対側の凹状内面の対応する曲率 R よりも小さな曲率 B を有する。

10

【0074】

後方レール 58 は外側バンド 44 と同心ではないので、その外側表面のより小さな曲率は、局所半径 B の曲率の円の弓状部分であり、その半径の原点は、中心軸線 12 から半径 R 上に位置するが、同様に当該中心線の原点には達しない。

【0075】

前方及び後方溝 38、40 自体は、外側バンド 44 と同心であり、共通の中心軸線 12 から測定した半径 R の対応する値を有する。

【0076】

20

詳細には、前方溝 38 の内面は曲率半径 C を有し、後方溝 40 の外面は曲率半径 D を有し、これらは共に共通の中心軸線 12 から測定される。

【0077】

前方レール 56 の凹状内面の曲率 A は、好適には、低温でプリコーディングされることにより、前方溝 38 の接合する凸状内面の曲率 C よりも小さい。

【0078】

また、後方レール 58 の凸状外面の曲率 B は、好適には、低温でプリコーディングされることにより、後方溝 40 の接合する凹状外面の曲率 D よりも小さい。

【0079】

更に、前方レール 56 の凹状内面 60 は、軸方向後方に位置付けられる後方レール 58 の凸状外面 66 の曲率 B よりも小さな曲率 A と、より大きな半径 R とを有する。

30

【0080】

図 4 は、例示的なフェアリングシングレットを示しており、図 3 のベーントリプレットと同様に、2つのバンド 42、44 間に装着されるフェアリング翼形部 48 を有し、対応する前方及び後方溝 38、40 内に装着される、前方及び後方レール 56、58 を有する対応する前方及び後方フック 50、52 を備える。

【0081】

シングルフェアリング 48 は、図 1 で最もよく図示されるように、ベーン 46 よりも軸方向に長く、バンド 42、44 は、図 4 では、図 3 のトリプルベーン 46 を支持するバンドよりも長さ又はスパンが円周方向で短い。

40

【0082】

これ以外では、トリップレット及びシングレットは、実質的に形状が同一であり、レール 56、58 は、低温条件では同様に曲率 A、B がプリコーディングされ、高温時に前方溝 38 の内側表面と後方溝 40 の外側表面それぞれの同心曲率 C、D を適合させて、これらの間に接合接触シールを生じるようにする。

【0083】

トリップレット及びシングレットの前方及び後方レール 56、58 は、異なる円周方向スパンを有するので、これらはまた、異なる円周方向曲率 A、B を有する。

【0084】

トリップレットの曲率 A は、シングレットの曲率 A よりも僅かに大きく、同様に、トリ

50

ツプレットの曲率 B はまた、シングレットの曲率 B よりも僅かに大きい。

【 0 0 8 5 】

また、外側バンド 4 4 は、2 つのフック 5 0、5 2 間の下流側で半径 R が大きくなるので、後方レール 5 8 の曲率 B は、トリプレット及びシングレット両方の前方レール 5 6 の曲率 A よりも大きい。

【 0 0 8 6 】

ノズル 2 6 に共通しているのは、種々の円周方向曲率 A、B、C、D を含む、対応する支持溝 3 8、4 0 に特定の形状で係合する 2 つのフック 5 0、5 2 である。これらの曲率は、前方及び後方レール 5 6、5 8 を好適に低温プリコーディングし、熱膨張によりレール内の高温コーディングを生じて対応する溝シートと曲率が適合し、所望の完全接触接合

10

【 0 0 8 7 】

従って、これらの曲率 A、B、C、D は、種々のベーン及びフェアリングノズルセグメントの外側バンドの軸方向に対向する端部でレールと溝との間に所望の接触シールを生じるために、異なる外形及び寸法を有するノズルの異なる形状において、必要に応じて変えることができる。レールの好適な低温プリコーディングは、各ノズル形状に対して決定され、レールの期待される高温コーディングを相殺して、同心の接合面を有する対応する接触シールを生じるようにすることができる。

【 0 0 8 8 】

図 5 は、図 3 のものと実質的に同様の別の実施形態を示しており、対応する前方及び後方フック 5 0、5 2 において前方及び後方レール (7 2、7 4 で示される) が異なる形状であることを除いて同一である。

20

【 0 0 8 9 】

同様に、図 5 に示すベーントリプレットの新規のレール 7 2、7 4 は、その円周方向スパンが短いことを除いて、図 4 のフェアリングシングレットに全く同じように当てはまる。

【 0 0 9 0 】

この代替の実施形態において、前方及び後方レール 7 2、7 4 は、一体化された局所パッド 7 6 以外は、円周方向長さ又はスパンに沿って実質的に一定の半径方向厚み T を有する。更に、レール 7 2、7 4 の半径方向厚み T はまた、半径方向ステム 5 4 との下方段接

30

【 0 0 9 1 】

後方レール 7 4 は、半径方向内面の円周方向中央に単一パッド 7 6 を含み、そこでは円周方向に対向する端部よりも局所的に厚くなっている。後方レール 7 4 は、中央パッド 7 6 から円周方向外向きに対向する両端部まで円周方向に一定の厚みを有する。

【 0 0 9 2 】

後方レール 7 4 は、円周方向凸状外面 6 6 と、円周方向凹状内面 6 4 とを含み、これらは共に、当該レールに配置された中央パッド 7 6 から半径方向内向きに撓み又は湾曲している。

【 0 0 9 3 】

40

これに対応して、前方レール 7 2 は、円周方向に対向する端部において外面に沿ってパッド 7 6 のペアを含む。これら 2 つの端部パッド 7 6 は、レール 7 2 とその支持ステム 5 4 との接続部にて局所化され、レール 7 2 は、パッド間の円周方向で半径方向の厚みが薄くなっている。また、前方レール 7 2 の凹状内面 6 0 は、凸状外面 6 2 よりも小さな曲率 A を有する。

【 0 0 9 4 】

図 3 から 5 は、要求に応じて好適な機械加工により製造することができる、円周方向スパンに沿って可変又は一定のレール厚みを有する 2 つの代替の実施形態を示している。両方の実施形態では、2 つのレール 5 6、5 8 間の 3 つの別個のポイント支持部が、支持溝内にセグメントを選択的に位置決めし、得られるクリアランスによりセグメント揺動を最

50

小限にする。

【 0 0 9 5 】

図 5 では、3 つのパッド 7 6 が 3 つの支持ポイントを定めている。図 3 及び 4 では、前方レール 5 6 の上側端部と後方レール 5 8 の下側中央部分とが、3 つの支持ポイントを定めている。

【 0 0 9 6 】

レールと溝との間には小さな半径方向クリアランスが依然として必要とされるが、プリコーディングされたレールは、高温作動条件下で空気流漏出を実質的に低減し、タービン効率を向上させる。

【 0 0 9 7 】

レール及び溝間の望ましくない干渉及び固着を最小限に又は阻止することができ、従って、これらからの対応する荷重及び応力もまた最小限にすることができる。

【 0 0 9 8 】

更に、高温条件下でのレール及び溝間の接触シールが改善されることにより、Wシール、リーフシール、又はボルト締めフランジなどの補助的なシール機構の必要性が排除される。

【 0 0 9 9 】

更にまた、ノズルフック 5 0、5 2 は、補助シールが排除されることにより、半径方向高さが他の場合よりも実質的に低くすることができ、この結果、ノズルの熱応力が更に低減される。

【 0 1 0 0 】

本明細書では本発明の好ましく且つ例示的な実施形態であると考えられるものを説明してきたが、本発明の他の変更が本明細書の教示から当業者には明らかになるはずであり、従って、全てのそのような変更は本発明の技術思想及び技術的範囲内に属するものとして特許請求の範囲で保護されることが望まれる。

【 0 1 0 1 】

従って、本特許により保護されることを望むものは、特許請求の範囲に記載し且つ特定した発明である。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 2 】

1 0 エンジン

1 2 中心軸線

1 4 圧縮機

1 6 燃焼器

1 8 H P T

2 0 L P T

2 2 空気

2 4 燃焼ガス

2 6 L P T ノズル

2 8 H P ロータブレード

3 0 L P ロータブレード

3 2 外側ケーシング

3 4 前方ハンガー

3 6 後方ハンガー

3 8 前方溝

4 0 後方溝

4 2 内側バンド

4 4 外側バンド

4 6 ベーン

4 8 フェアリング

- 5 0 前方フック
- 5 2 後方フック
- 5 4 ステム
- 5 6 前方レール
- 5 8 後方レール
- 6 0 内面
- 6 2 外面
- 6 4 内面
- 6 6 外面
- 6 8 中央ギャップ
- 7 0 端部ギャップ
- 7 2 前方レール
- 7 4 後方レール
- 7 6 パッド

10

【図 1】

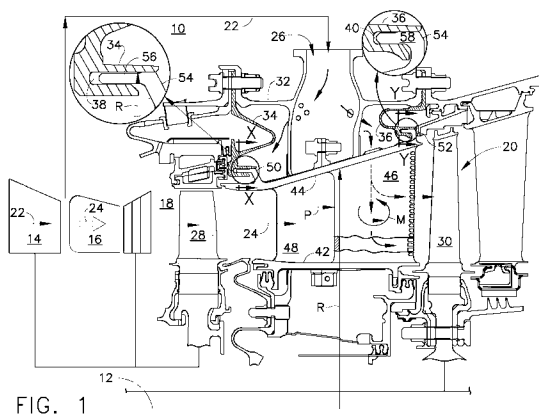


FIG. 1

【図 2】

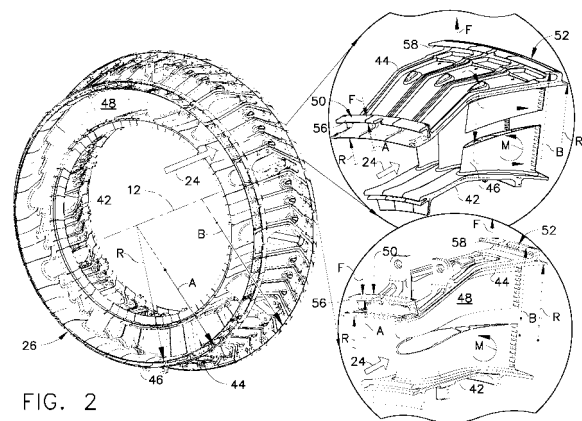


FIG. 2

【図 3】

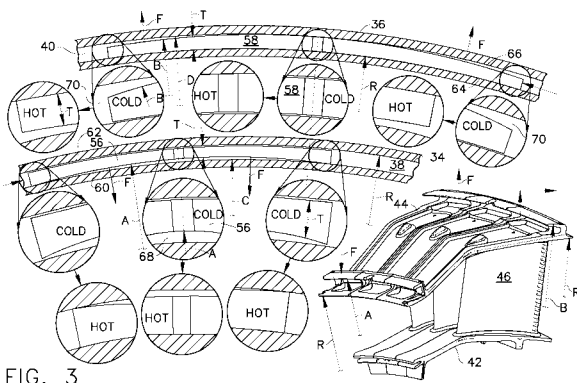


FIG. 3

【図 4】

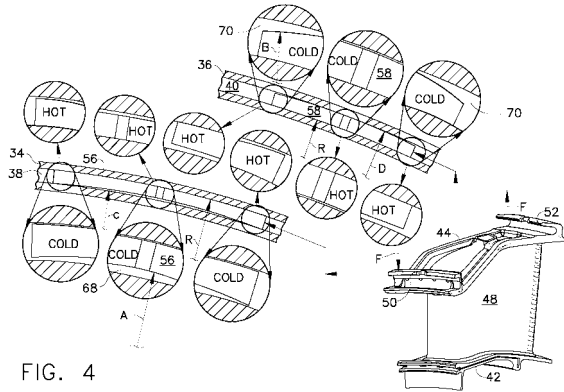


FIG. 4

【図 5】

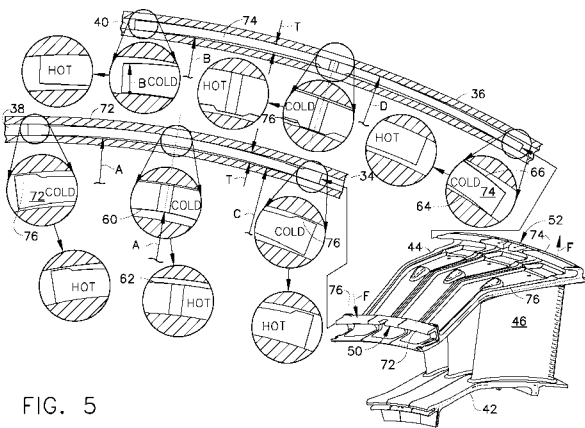


FIG. 5

フロントページの続き

(72)発明者 ジョン・アラン・マンティガ
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ノース・アンドーヴァー、レイシー・ストリート、242番

(72)発明者 ロバート・ジョン・パークス
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、イプスウィッチ、ラインブルック・ロード、401番

審査官 瀬戸 康平

(56)参考文献 特開昭50-145709(JP,A)
特開平5-340270(JP,A)
米国特許第4759687(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F01D 9/00, 11/00, 25/00