

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5460294号  
(P5460294)

(45) 発行日 平成26年4月2日 (2014.4.2)

(24) 登録日 平成26年1月24日 (2014.1.24)

(51) Int. Cl.	F I
<b>F O 4 D 29/44 (2006.01)</b>	F O 4 D 29/44 Q
<b>F O 4 D 17/12 (2006.01)</b>	F O 4 D 17/12
<b>F O 2 C 7/18 (2006.01)</b>	F O 2 C 7/18 D

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-288560 (P2009-288560)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成21年12月21日 (2009.12.21)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2010-151133 (P2010-151133A)		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
(43) 公開日	平成22年7月8日 (2010.7.8)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成24年12月18日 (2012.12.18)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	12/342, 972	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成20年12月23日 (2008.12.23)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(72) 発明者	マークス・ジョセフ・オッタヴィアーノ
			アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ノースレディング、パイン・リッジ・ロード、27 番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遠心圧縮機前方スラスト及びタービン冷却装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービンエンジンの遠心圧縮機軸方向前方スラスト装置 (34) であって、  
 高圧ロータ (12) の環状遠心圧縮機インペラ (32) と、  
 前記インペラ (32) と、前記インペラ (32) の直ぐ下流側にあるディフューザ (42)  
 ) との間からインペラ先端後方抽気流れ (102) を抽気するインペラ抽気手段 (101)  
 ) と、  
 内側燃焼器ケーシング (47) と前記高圧ロータ (12) との間を半径方向に延び且つ前  
 記インペラ (32) 上に位置する前方スラストバランスシール (126) と後方スラスト  
 バランスシール (128) との間を軸方向に延びる環状キャビティ (74) を前記後方抽  
 気流れ (102) を用いて加圧する加圧手段と、  
 を備え、  
 前記前方スラストバランスシール (126) は、前記ロータ (12) の前記インペラ (3  
 2) の後方円錐アーム (130) 上に配置される  
 ことを特徴とする装置 (34)。

【請求項 2】

前記環状キャビティ (74) と流れ連通し、前方端壁 (96) により部分的に境界付けら  
 れる環状ステータプレナム (104) を更に備え、  
 前記加圧手段が、前記前方端壁 (96) 内の円錐拡散孔 (124) を含む、  
 請求項 1 に記載の装置 (34)。

## 【請求項 3】

前記円錐拡散孔（124）が更に、軸方向又は円周方向、或いは軸方向且つ円周方向に角度が付けられている、

請求項 2 に記載の装置（34）。

## 【請求項 4】

ガスタービンエンジンの遠心圧縮機軸方向前方スラスト装置（34）であって、

高圧ロータ（12）の環状遠心圧縮機インペラ（32）と、

前記インペラ（32）と、前記インペラ（32）の直ぐ下流側にあるディフューザ（42）との間からインペラ先端後方抽気流れ（102）を抽気するインペラ抽気手段（101）と、

10

内側燃焼器ケーシング（47）と前記高圧ロータ（12）との間を半径方向に延び且つ前方及び後方スラストバランスシール（126、128）間を軸方向に延びる環状キャビティ（74）を前記後方抽気流れ（102）を用いて加圧する加圧手段と、

前記環状キャビティ（74）と流れ連通し、前方端壁（96）により部分的に境界付けられる環状ステータプレナム（104）と、

前記環状ステータプレナム（104）と前記環状キャビティ（74）との間の前記内側燃焼器ケーシング（47）内に角度付きの調整孔（139）と

を備え、

前記加圧手段が、前記前方端壁（96）内の円錐拡散孔（124）を含む

ことを特徴とする装置（34）。

20

## 【請求項 5】

前記調整孔（139）が円周方向に角度が付いている、

請求項 4 に記載の装置（34）。

## 【請求項 6】

前記内側燃焼器ケーシング（47）の半径方向内側表面（136）上の前記前方スラストバランスシール（126）とシール係合した前方スラストバランスランド（134）と、前記後方スラストバランスシール（128）とシール係合した後方スラストバランスランド（138）と、

を更に備える、

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の装置（34）。

30

## 【請求項 7】

ガスタービンエンジンの遠心圧縮機軸方向前方スラスト装置（34）であって、

高圧ロータ（12）の環状遠心圧縮機インペラ（32）と、

前記インペラ（32）と、前記インペラ（32）の直ぐ下流側にあるディフューザ（42）との間からインペラ先端後方抽気流れ（102）を抽気するインペラ抽気手段（101）と、

内側燃焼器ケーシング（47）と前記高圧ロータ（12）との間を半径方向に延び且つ前方及び後方スラストバランスシール（126、128）間を軸方向に延びる環状キャビティ（74）を前記後方抽気流れ（102）を用いて加圧する加圧手段と、

前記内側燃焼器ケーシング（47）の半径方向内側表面（136）上の前記前方スラストバランスシール（126）とシール係合した前方スラストバランスランド（134）と、前記後方スラストバランスシール（128）とシール係合した後方スラストバランスランド（138）と

40

を備え、

前記前方スラストバランスシール（126）が前記ロータ（12）のインペラ（32）の後方円錐アーム（130）上に配置される

ことを特徴とする装置（34）。

## 【請求項 8】

ガスタービンエンジン組立体であって、

高圧圧縮機（14）と高圧タービン（16）の間にある燃焼器（52）と、

50

ディフューザ（４２）の上流側に直近した環状遠心圧縮機インペラ（３２）を有する遠心圧縮機（１８）を含む高圧ロータ（１２）と、  
前記インペラ（３２）と前記ディフューザ（４２）との間からインペラ先端後方抽気流れ（１０２）を抽気するインペラ抽気手段（１０１）と、  
内側燃焼器ケーシング（４７）と前記高圧ロータ（１２）との間を半径方向に延び且つ前記インペラ（３２）上に位置する前方スラストバランスシール（１２６）と後方スラストバランスシール（１２８）との間を軸方向に延びる環状キャビティ（７４）を前記後方抽気流れ（１０２）を用いて加圧する加圧手段と、  
を備え、  
前記前方スラストバランスシール（１２６）が前記ロータ（１２）のインペラ（３２）の後方円錐アーム（１３０）上に配置される  
ことを特徴とする組立体。

10

**【請求項 ９】**

前記内側燃焼器ケーシング（４７）から半径方向外向きに延び且つこれに接合された前方端壁（９６）を含む環状燃焼器ステータ組立体（９４）と、  
前記ディフューザ（４２）の後方壁（１００）である前方端壁（９６）の半径方向外側部分と、  
前記インペラ（３２）及び前記環状キャビティ（７４）間に配置され且つこれらと流体連通したステータプレナム（１０４）と、  
を更に備え、  
前記ステータプレナム（１０４）が、前記前方端壁（９６）の半径方向内側部分（１０８）によって部分的に境界付けられる、  
請求項 ８ に記載の組立体。

20

**【請求項 １０】**

前記ディフューザ（４２）の出口（１４０）の下流側にある抽気位置（９５）から清浄冷却空気（９７）を抽気するための冷却空気抽気手段と、  
前記冷却空気抽気手段と流体連通した１つ又はそれ以上のチャンネル（１５０）と、  
を更に備え、  
前記１つ又はそれ以上のチャンネル（１５０）の各々が、ほぼ半径方向に延びるセクション（１６２）と、これに続くほぼ軸方向後方に延びるセクション（１６３）とを有し、前記１つ又はそれ以上のチャンネル（１５０）が、１つ又はそれ以上の加速器（１６５）を有する環状冷却空気プレナム（１６４）と流体連通している、  
請求項 ９ に記載の組立体。

30

**【請求項 １１】**

前記冷却空気抽気手段が更に、圧縮機吐出圧空気（７６）が内側半径部分（１３３）に沿ってデスワールカスケード（４４）に流入する前記ディフューザ（４２）の出口（１４０）の下流側にある抽気位置（９５）と流体連通した環状マニホールド（１４８）を含む、  
請求項 １０ に記載の組立体。

**【発明の詳細な説明】**

40

**【技術分野】****【０００１】**

本発明は、全体的に遠心圧縮機を有するガスタービンエンジンに関し、より具体的には、遠心圧縮機インペラ上の前方スラストの維持に関する。

**【背景技術】****【０００２】**

正の前方ロータスラストは、遠心圧縮機ガスタービンエンジンの運転には不可欠である。「ロータスラスト」と呼ばれることも多い、インペラ上の正の前方スラストを維持することは、シュラウドとインペラのブレードとの間のクリアランスを最小限にする助けとなる。これらのクリアランスを最小限にすることは、燃料効率を高め、多くの場合、所用の

50

燃料効率規格を満足するのに有用又は必要とされる。加えて、ブレード先端とシュラウドとの間の損失を最小限にするため、及び十分な失速マージンを維持するために、シュラウドとインペラのブレードとの間に十分に小さなクリアランスを維持しなければならない。ロータスラストが、エンジンに損傷を与える可能性のある負のロータスラスト形態に変わるのを避けることも重要である。ガス発生器タービンにおいて、緊密なクリアランスが維持される回転ハードウェアを含むロータ全体の結果として生じる偏位は、回転ハードウェアと静止ハードウェア間の損傷摩擦を生じる可能性がある。

#### 【 0 0 0 3 】

遠心圧縮機段のブレード先端の周りからの作動流体の漏出を低減するために、ガスタービンエンジン内で回転するインペラのブレード先端と周囲のブレード先端シュラウドとの間のクリアランスを最小限にすることは、当該技術分野で公知である。限定的な前方ロータスラスト能力しか持たないインペラ後壁に沿ったスワールプレートの内側半径を適切に設計することによって、ロータスラストを制御できることは公知である。ロータとステータとの間の風損の結果として、インペラ後壁に沿った半径方向静圧勾配が存在する。スワールプレート内側半径を正確に設計することで、インペラ後壁抽気区域がインペラ上で前方向の圧力をもたらす、すなわち正の前方ロータスラストをもたらすような特定の静圧及びピストン面積が得られることになる。

#### 【 0 0 0 4 】

スワールプレート内側半径を拡大すると、風損が小さく、インペラ後方のキャビティ内の空気静圧がより高く、並びにインペラ後方のピストン面積が大きくなり、従って、前方ロータスラストが大きくなることが知られている。しかしながら、この構成では、スワールプレート内側半径の設計可能な大きさに関する限界に起因して、達成可能な前方ロータスラストの程度に関する実用上の限界がある。スワールプレート内側半径を大きくすることにより前方ロータスラストを増大させる能力は、ロータと静止内側燃焼器ケースとの間に風擦シールドが必要となることに起因して、インペラからの清浄な空気がタービン冷却に使用される場合に更に制限される。

#### 【 0 0 0 5 】

従来のエンジンは、清浄な空気抽気システムを利用して、General Electric CFE739エンジンで行われるような、軸遠心圧縮機を用いたガスタービンのタービン構成部品を冷却する。タービン冷却供給空気は、ディフューザ出口とデスワール内側シュラウドとの間の小間隙を通過して遠心ディフューザから出る。次いで、この空気は、内側燃焼ケースの内部への高価な一体型キャスト通路によって半径方向内向きに通され、次いで、険しい経路を介して加速器にダクト内を通され、この険しい経路では、空気流は加速器に通り返けるまでに複数回の90度転回をする必要があり、損失を発生する（従って、冷却空気の温度が上昇する）。この冷却空気は、加速器から離れた後に、第1段タービンディスクに沿って第1段タービンブレードに進む。

#### 【 先行技術文献 】

#### 【 特許文献 】

#### 【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 米国特許第 3 , 9 7 9 , 9 0 3 号公報

【 特許文献 2 】 米国特許第 4 , 4 6 2 , 2 0 4 号公報

【 特許文献 3 】 米国特許第 4 , 5 7 6 , 5 5 0 号公報

【 特許文献 4 】 米国特許第 5 , 5 5 5 , 7 2 1 号公報

【 特許文献 5 】 米国特許第 6 , 1 9 0 , 1 2 3 号公報

【 特許文献 6 】 米国特許第 6 , 5 8 5 , 4 8 2 号公報

【 特許文献 7 】 米国特許第 7 , 2 8 7 , 3 8 4 号公報

#### 【 発明の概要 】

#### 【 発明が解決しようとする課題 】

#### 【 0 0 0 7 】

従って、適正なインペラブレード先端のクリアランス技術を維持し、インペラから効率

10

20

30

40

50

的なタービン冷却空気を提供するためのインペラ又はロータの正のスラスト制御の向上に対する要望が引き続き存在する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

ガスタービンエンジンの遠心圧縮機軸方向前方スラスト装置は、高圧ロータの環状遠心圧縮機インペラと、インペラとインペラの直ぐ下流側にあるディフューザとの間からインペラ先端後方抽気流れを抽気するインペラ抽気手段と、内側燃焼器ケーシングと高圧ロータとの間を半径方向に延び且つ前方及び後方スラストバランスシール間を軸方向に延びる環状キャビティを後方抽気流れを用いて加圧する加圧手段とを含む。

【0009】

本装置の例示的な実施形態は、環状キャビティと流れ連通し、前方端壁により部分的に境界付けられる環状ステータプレナムを含み、加圧手段は、前方端壁内の円錐拡散孔を含む。円錐拡散孔は、軸方向又は円周方向、或いは軸方向且つ円周方向に角度が付けられている。本装置は更に、環状ステータプレナムと環状キャビティとの間の内側燃焼器ケーシングにおいて、円周方向に角度を付けることができる調整孔を含む。前方及び後方スラストバランスランドは、高圧ロータ上でそれぞれ前方及び後方スラストバランスシールとシール係合している。前方スラストバランスシールは、ロータのインペラの後方円錐アーム上に配置することができる。

【0010】

ガスタービンエンジンの遠心圧縮機軸方向前方スラスト装置は、高圧圧縮機と高圧タービン間に燃焼器を含むガスタービンエンジン組立体内に組み込むことができる。本組立体の例示的な実施形態は更に、内側燃焼器ケーシングから半径方向外向きに延び且つこれに接合された前方端壁を有する環状燃焼器ステータ組立体と、ディフューザの後方壁である前方端壁の半径方向外側部分と、インペラ及び環状キャビティ間に配置され且つこれらと流体連通したステータプレナムとを含み、該ステータプレナムは、前方端壁の半径方向内側部分と、該前方端壁の半径方向内側部分の軸方向後方に間隔を置いて配置された環状カバーとによって部分的に境界付けられる。

【0011】

ディフューザの出口の下流側にある抽気位置から清浄冷却空気を抽気するための冷却空気抽気手段は、ほぼ半径方向に延びるセクションと、これに続いてほぼ軸方向後方に延びるセクションとを有する1つ又はそれ以上の冷却空気チャンネルと流体連通している。1つ又はそれ以上のチャンネルは、1つ又はそれ以上の加速器を有する環状冷却空気プレナムと流体連通している。冷却空気抽気手段は、圧縮機吐出圧空気が内側半径部分に沿ってデスワールカスケードに流入するディフューザ出口の下流側にある抽気位置と流体連通した環状マニホールドを含む。

【0012】

冷却空気チャンネルの各々は、前方端壁の半径方向外側部分、環状カバー、及び内側燃焼器ケーシングに沿って形成されて延びたチャンネル内側壁を含む。チャンネル内側壁は、ほぼ軸方向前方に延びる軸方向壁セクションに湾曲壁セクションを介して接続されたほぼ半径方向に延びる半径方向壁セクションを含む。円周方向に離間して配置されたチャンネル側壁が、チャンネル内側壁から外向きに延び、チャンネル外側壁は、チャンネル内側壁から外向きに間隔を置いて配置され、チャンネル側壁に取り付けられる。冷却空気チャンネルの各々は、環状冷却空気プレナムと冷却空気チャンネルとの間の内側燃焼器ケーシングの後方円錐セクションにて終端し、冷却空気アパーチャが、後方円錐セクションを貫通して配置される。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】遠心圧縮機インペラ前方スラスト装置を有するガスタービンエンジンの断面図。

【図2】図1に示すガス発生器の拡大断面図。

【図3】図2に示す遠心圧縮機及び前方スラスト装置の拡大断面図。

10

20

30

40

50

【図４】図３に示す前方スラスト装置及びタービン冷却システムの拡大断面図。

【図５】図４に示すガス発生器内のディフューザ及び内側燃焼器ケーシングの斜視図。

【図６】図４に示すガス発生器においてプレナムが間に形成されたディフューザ及び内側燃焼器ケーシングを覆うカバーの斜視図。

【図７】図３に示すプレナムにインペラ後方抽気が拡散された円錐拡散孔の斜視図。

【図８】インペラとディフューザとの間で図４に示す前方スラスト装置内にインペラ先端後方抽気流れを抽気する拡大断面図。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

図１に示すように、タービンエンジン８は、最終圧縮機段として単一段の遠心圧縮機１８を有する高圧ガス発生器１０と、高圧ガス発生器１０全体を通じて高圧ロータ１２とステータとの間のクリアランス又は間隙を維持又は制御可能にするために、高圧ロータ１２上で前方スラストを維持する軸方向前方スラスト装置３４とを備える。図２を更に参照すると、高圧ガス発生器１０は、下流側への流れ関係で、高圧圧縮機１４、燃焼器５２、及び高圧タービン１６を含む高圧ロータ１２を有する。ロータ１２は、前フレーム２２内の前側軸受２０と、タービンフレーム２６内に高圧タービン１６の下流側に配置された後側軸受２４とによってエンジン中心線２８の周り回転可能に支持される。

【００１５】

本明細書に示す圧縮機１４の例示的な実施形態は、５段軸方向圧縮機３０と、その後、環状遠心圧縮機インペラ３２を有する単一段の遠心圧縮機１８とを有する。出口ガイドベーン４０は、５段軸方向圧縮機３０と単一段の遠心圧縮機１８との間に配置される。更に図３～５を参照すると、圧縮機吐出圧（ＣＤＰ）空気７６がインペラ３２から出て、ディフューザ４２を通過し、次いでデスワールカスケード４４を通り、燃焼器５２内の燃焼室４５内に入る。燃焼室４５は、環状の半径方向外向き及び内向き燃焼ケーシング４６、４７によって覆われる。空気７６は、従来的には、複数の燃料ノズル４８により提供される燃料と混合されて点火され、環状の半径方向外向き及び内向き燃焼ライナ７２、７３によって境界付けられる環状燃焼ゾーン５０内で燃焼される。

【００１６】

燃焼は、高温の燃焼ガス５４を発生し、該燃焼ガスは、高圧タービン１６を通過して流れて高圧ロータ１２の回転を引き起こし、続いて下流側に流れて低圧タービン７８で更に仕事が抽出されて、従来知られているように最終的には排気ガスになる。本明細書で説明される例示的な実施形態では、高圧タービン１６は、下流側直列流れの関係で、第１及び第２段ディスク６０、６２を有する第１及び第２の高圧タービン段５５、５６を含む。高圧ロータ１２の高圧シャフト６４は、高圧タービン１６を回転駆動係合でインペラ３２に接続する。第１段ノズル６６は、第１の高圧タービン段５５の直ぐ上流側にあり、第２段ノズル６８は、第２の高圧タービンの直ぐ上流側にある。環状キャビティ７４は、内側燃焼器ケーシング４７と高圧ロータ１２の高圧シャフト６４との間に半径方向に配置される。

【００１７】

図３を参照すると、圧縮機吐出圧（ＣＤＰ）空気７６が遠心圧縮機１８のインペラ３２から吐出され、これを用いて、燃焼器５２内の燃料の燃焼、並びに高温燃焼ガス５４に曝されるタービン１６の構成部品、すなわち第１段ノズル６６、第１段シュラウド７１、及び第１段ディスク６０の冷却を行う。圧縮機１４は、図１及び２でより完全に示されるように、前方ケーシング１１０と後方ケーシング１１４とを含む。前方ケーシング１１０は、一般に軸方向圧縮機３０を囲み、後方ケーシング１１４は一般に、遠心圧縮機１８を囲み、該遠心圧縮機１８の直ぐ上流側にあるディフューザ４２を支持する。圧縮機吐出圧（ＣＤＰ）空気７６は、遠心圧縮機１８のインペラ３２からディフューザ４２に直接吐出される。

【００１８】

図２、３及び４を参照すると、インペラ３２は、ロータディスク部分８２から半径方向に延びる複数の遠心圧縮機ブレード８４を含む。圧縮機ブレード８４の反対側の軸方向前

10

20

30

40

50

方には、環状ブレード先端シュラウド90がある。シュラウド90は、間に環状ブレード先端クリアランス80を定める圧縮機ブレード84のブレード先端86に隣接する。ブレード先端クリアランス80は、エンジン中心線28から測定して半径方向Rにおいて軸方向幅Wで変化する。エンジン運転サイクル中にブレード先端クリアランス80を最小にし、特に低温バースト中などのエンジン加速中にシュラウド90と圧縮機ブレード84のブレード先端86との間の摩擦を排除又は最小限にすることが望ましい。

#### 【0019】

十分な前方ロータスラストを提供してインペラ32を適正に動作させ、一般にエンジン運転サイクル中にブレード先端クリアランス80を最小限にし、高圧ガス発生器10全体を通じて高圧ロータ12とステータとの間のクリアランスを維持又は制御することは公知である。前方スラスト装置34は、この前方ロータスラストを提供するように設計され、図4～7により詳細に例示されている。

10

#### 【0020】

図3及び4を参照すると、環状燃焼器ステータ組立体94は、半径方向に延びる環状前方端壁96を含み、該端部壁96は、環状湾曲部98により内側燃焼器ケーシング47に隣接し且つこれから半径方向外向きに延びている。本明細書に示す例示的な環状燃焼器ステータ組立体94は、単一又は一体部品鋳造から作られた単体構造の一体部品である。前方端壁96の半径方向外側部分は、ディフューザ42の後方壁100を形成する。インペラ抽気手段101は、インペラ32とディフューザ42との間からインペラ先端後方抽気流れ102を抽気し、図8により詳細に示すように、後方抽気流れ102を環状燃焼器ステータ組立体94の環状ステータプレナム104内に流すようにする。ステータプレナム104は、図5及び6に更に示すように、前方端壁96の半径方向内側部分108と環状カバー120とによって境界付けられる。環状カバー120は、平坦な環状壁セクション127と、これに続く円錐壁セクション131とを有するカバー後方壁123を含む。環状カバー120は、前方端壁96及び内側燃焼器ケーシング47に取り付けられ、金属板で作ることができる。

20

#### 【0021】

インペラ先端後方抽気流れ102は、図7に更に示すように、前方端壁96の内側部分108において円周方向に配列された複数122の円錐拡散孔124を通して拡散される。円錐拡散孔124は、円錐形として本明細書で例示されているが、他の形状であってもよい。円錐拡散孔124はまた、軸方向又は円周方向、或いは、軸方向且つ円周方向に角度が付けられているように本明細書では示されており、より大きな拡散量を目的として大きな孔を設け、孔を通る空気流の損失を少なくしている。

30

#### 【0022】

図3及び4をより具体的に参照すると、内側燃焼器ケーシング47と高圧ロータ12の高圧シャフト64との間に半径方向に配置された環状キャビティ74は、前方及び後方スラストバランスシール126、128によって軸方向にシールされる。環状カバー120は、前方スラストバランスシール126の後方の内側燃焼器ケーシング47に取り付けられる点に留意されたい。前方スラストバランスシール126は、インペラ32のインペラボラ132の直ぐ後方にある、ロータ12のインペラ32の後方円錐アーム130の半径方向外側表面135上に配置される。前方スラストバランスシール126は、内側燃焼器ケーシング47の半径方向内側表面136上に装着された前方スラストバランスランド134に接してシールする。後方スラストバランスシール128は、ロータ12の高圧シャフト64の半径方向外側表面135上に配置され、高圧タービン16を冷却するのに使用されるプレナムケーシング158に装着され且つ半径方向外向きに延びる後方スラストバランスランド138に接してシールする。回転前方スラストバランスシールをロータ12のインペラ上に直接組み込むと、より効率的なステータアーキテクチャ設計が得られ、タービンを冷却するための低損失の清浄空気抽気回路を可能にする。

40

#### 【0023】

ステータプレナム104内の高圧空気は、インペラ先端後方抽気流れ102を前方端壁

50

96の内側部分108内の円錐拡散孔124に通して拡散させることによって生成される。ステータプレナム104内の高圧空気は、内側燃焼器ケーシング47における正確な大きさにされた角度付き調整孔139（図5にも示される）によって流量調整されて、環状キャビティ74内に流入し、これがインペラ32上で前方向Fの正の軸方向スラストをもたらす。ステータプレナム104内のこの比較的高い静圧空気は、内側燃焼器ケーシング47と高圧ロータ12の高圧シャフト64（ステータ及びロータ）との間、及び前方スラストバランスシール126と後方スラストバランスシール128との間の環状キャビティ74を加圧し、インペラ32を前方に押し出して、必要量の前方ロータスラストを提供する。

【0024】

10

図4及び5を参照すると、角度付き調整孔139の大きさの設計は、前方ロータスラスト量を正確に制御するのに使用される。調整孔139は円周方向に角度が付けられている。前方端壁96の内側部分108内の円錐拡散孔124を通して抽気することにより、インペラ先端後方抽気流れ102の量が増大し、インペラ先端後方抽気流れ102が経験的に導かれるその最適流量を得ることができるようになり、結果として、遠心圧縮機効率が向上する。

【0025】

極めて低い転回損失を有するタービン冷却システム137が図3に示されている。タービン冷却システム137を使用して、清浄冷却空気97で第1段ディスク60の高圧タービン（HPT）第1段ブレード92を冷却し、HPTブレード冷却通路に取り込まれる砂及び/又は土を最小限に抑え、従って、小さなブレード冷却通路の閉塞及びその後のブレード故障を防ぐようにする。このようにして抽気される清浄冷却空気97は、第1段ディスク60の第1段ブレード92における細い冷却通路を塞ぐ可能性がある粒子状物質が実質的に存在しない。

20

【0026】

図3～5を参照すると、清浄冷却空気97は、環状マニホルド148内に抽気されて集められ、少なくとも1つ又はそれ以上の冷却空気チャンネル150を通して半径方向内向きに流れる。本明細書で示されるタービン冷却システム137の例示的な実施形態は、2つの冷却空気チャンネル150を含む。冷却空気チャンネル150の各々は、前方端壁96の半径方向外側部分156、環状カバー120、及び内側燃焼器ケーシング47に沿って形成されて延びたチャンネル内側壁152を有する。チャンネル内側壁152は、ほぼ軸方向前方に延びる軸方向壁セクション155に湾曲壁セクション159を介して接続されたほぼ半径方向に延びる半径方向壁セクション153を含む。

30

【0027】

円周方向に離間して配置されたチャンネル側壁160が、チャンネル内側壁152から外向きに延びる。チャンネル内側壁152から外向きに間隔を置いて配置されたチャンネル外側壁154は、チャンネル側壁160に取り付けられ、従って、冷却空気チャンネル150をシールする。チャンネル内側及び外側壁152、154は金属板から作ることができる。冷却空気チャンネル150は、内側燃焼器ケーシング47の後方円錐セクション161で終端している。従って、冷却空気チャンネル150は、ほぼ半径方向に延びるセクション162と、これに続いて、ほぼ軸方向後方に延びて後方円錐セクション161で終端するセクション163とを含む。冷却空気チャンネル150の抽気セクション173は、ほぼ半径方向に延びるセクション162をほぼ軸方向後方に延びるセクション163に接続する。ほぼ軸方向後方に延びるセクション163は、湾曲セクション173から後方円錐セクション161及び冷却空気プレナム164まで僅かに角度が付けられて半径方向内向きに延びる。これにより、燃焼器52を通じて最小の流れ転回損失量を有する清浄冷却空気97用のほぼ直線状の流路がもたらされる。これは、前方端壁96の半径方向外側部分156、環状カバー120、及び内側燃焼器ケーシング47に沿って延びる浄冷却空気97用冷却通路147を提供する。冷却通路147は、転回損失が無い燃焼器52全体を通じた直線状の貫通連続流路を提供する。

40

50



## 【 0 0 2 8 】

後方円錐セクション 1 6 1 内の冷却空気アパーチャ 1 5 7 により、清浄な冷却空気 9 7 がプレナムケーシング 1 5 8 内の環状冷却空気プレナム 1 6 4 に直接流入できるようになる。清浄冷却空気 9 7 は、冷却空気プレナム 1 6 4 の後方端部でプレナムケーシング 1 5 8 に取り付けられた 1 つ又はそれ以上の加速器 1 6 5 により加速される。チャンネル 1 5 0 は、環状冷却空気プレナム 1 6 4 で終端し、これと流体連通しており、該環状冷却空気プレナム 1 6 4 は、1 つ又はそれ以上の加速器 1 6 5 と流体供給連通している。加速器 1 6 5 は、加速器 1 6 5 の半径方向位置で第 1 段ディスク 6 0 のホイール速度に近い高接線速度で、清浄冷却空気 9 7 を 1 段ディスク前方キャビティ 1 6 6 内に噴射する。次いで、清浄冷却空気 9 7 は、段ディスク 6 0 及び第 1 段ブレード 9 2 を流れてこれらを冷却する。冷却空気チャンネル 1 5 0 は、冷却空気プレナム 1 6 4 を直接境界付ける後方円錐セクション 1 6 1 で終端し、このことは、燃焼器 5 2 全体を通じて最小の流れ転回損失量を有する実質的に直線状の清浄冷却空気 9 7 用流路を提供するのに役立つ。

10

## 【 0 0 2 9 】

本明細書では本発明の好ましくか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しい。この結果、合衆国特許状によって保護されるべきものは、出願人が請求する添付の請求項で定義され且つ区別される発明である。

20

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 3 0 】

- 8 ガスタービンエンジン
- 1 0 高圧ガス発生器
- 1 2 高圧ロータ
- 1 4 高圧圧縮機
- 1 6 高圧タービン
- 1 8 単一段遠心圧縮機
- 2 0 前方軸受
- 2 2 前フレーム
- 2 4 後側軸受
- 2 6 タービンフレーム
- 2 8 エンジン中心線
- 3 0 5 段軸方向圧縮機
- 3 2 圧縮機インペラ
- 3 4 軸方向前方スラスト装置
- 4 0 出口ガイドベーン
- 4 2 ディフューザ
- 4 4 デスワールカスケード
- 4 5 燃焼室
- 4 6 外側燃焼器ケーシング
- 4 7 内側燃焼器ケーシング
- 4 8 燃料ノズル
- 5 0 燃焼ゾーン
- 5 2 燃焼器
- 5 4 高温燃焼ガス
- 5 5 第 1 高圧タービン段
- 5 6 第 2 高圧タービン段
- 6 0 第 1 段ディスク
- 6 2 第 2 段ディスク
- 6 4 高圧シャフト

30

40

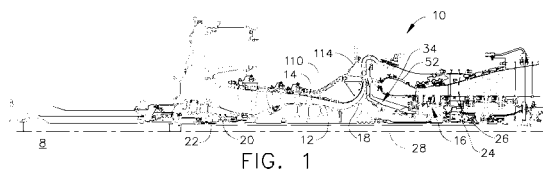
50

6 6	第 1 段 ノズル	
6 8	第 2 段 ノズル	
7 1	第 1 段 シュラウド	
7 2	外側 燃焼器 ライナ	
7 3	内側 燃焼器 ライナ	
7 4	環状 キャビティ	
7 6	圧縮機 吐出 圧 空気	
7 8	低圧 タービン	
8 0	環状 ブレード 先端 クリアランス	
8 2	ロータ ディスク 部分	10
8 4	遠心 圧縮機 ブレード	
8 6	ブレード 先端	
9 0	シュラウド	
9 2	第 1 段 ブレード	
9 4	ステータ 組立 体	
9 5	抽気 位置	
9 6	前方 端 壁	
9 7	清浄 冷却 空気	
9 8	湾曲 部	
1 0 0	後方 壁	20
1 0 1	インペラ 抽気 手段	
1 0 2	後方 抽気 流れ	
1 0 4	環状 ステータ プレナム	
1 0 8	内側 部分	
1 1 0	前方 ケーシング	
1 1 4	後方 ケーシング	
1 2 0	環状 カバー	
1 2 2	配列 された 複数の	
1 2 3	カバー 後方 壁	
1 2 4	円錐 拡散 孔	30
1 2 6	前方 スラスト バランス シール	
1 2 7	円形 壁 セクション	
1 2 8	後方 スラスト バランス シール	
1 3 0	後方 円錐 アーム	
1 3 1	円錐 壁 セクション	
1 3 2	インペラ ボア	
1 3 3	内径 部分	
1 3 4	前方 スラスト バランス ランド	
1 3 5	外側 表面	
1 3 6	内側 表面	40
1 3 7	タービン 冷却 システム	
1 3 8	後方 スラスト バランス ランド	
1 3 9	角度 付き 計量 孔	
1 4 0	出口	
1 4 7	冷却 通路	
1 4 8	環状 マニホールド	
1 5 0	冷却 空気 チャンネル	
1 5 2	チャンネル 内側 壁	
1 5 3	半径 方向 壁 セクション	
1 5 4	チャンネル 外側 壁	50

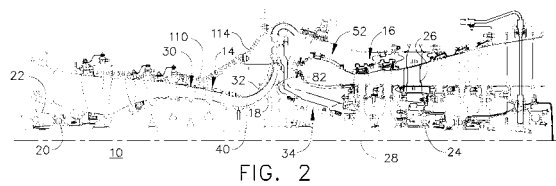
- 155 軸方向壁セクション
  - 156 半径方向外側部分
  - 157 冷却空気アパーチャ
  - 158 プレナムケーシング
  - 159 湾曲壁セクション
  - 160 チャンネル側壁
  - 161 後方円錐セクション
  - 162 半径方向に延びるセクション
  - 163 軸方向後方に延びるセクション
  - 164 冷却空気プレナム
  - 165 加速器
  - 166 前方キャビティ
  - 173 湾曲セクション
- F 前方方向  
R 半径方向  
W 軸方向幅

10

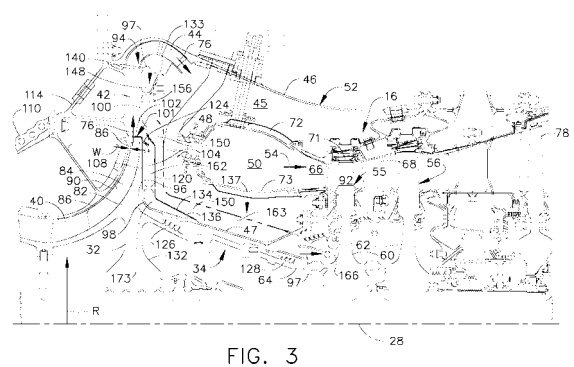
【図1】



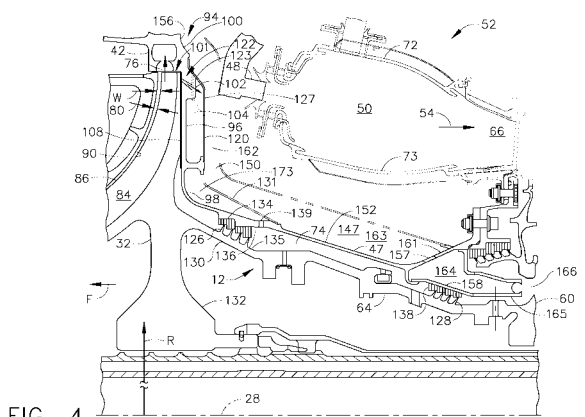
【図2】



【図3】



【図4】



【図 5】

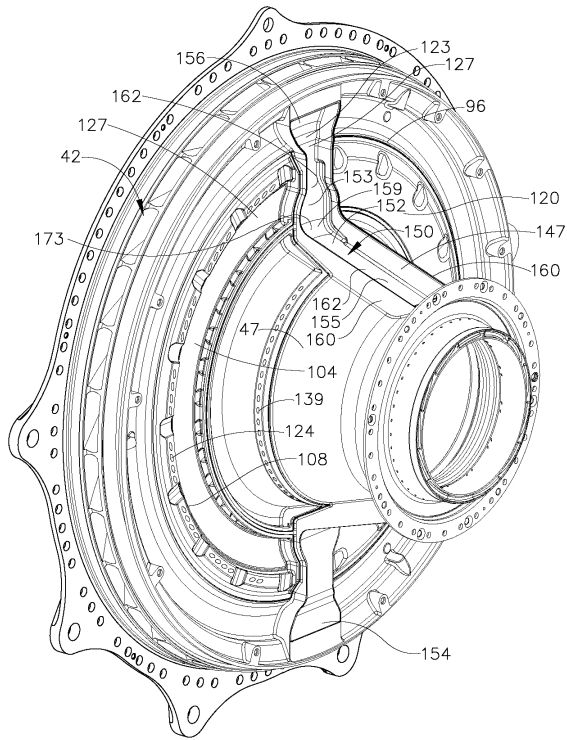


FIG. 5

【図 6】

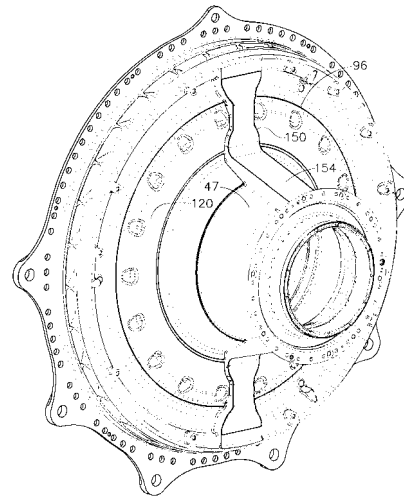


FIG. 6

【図 7】

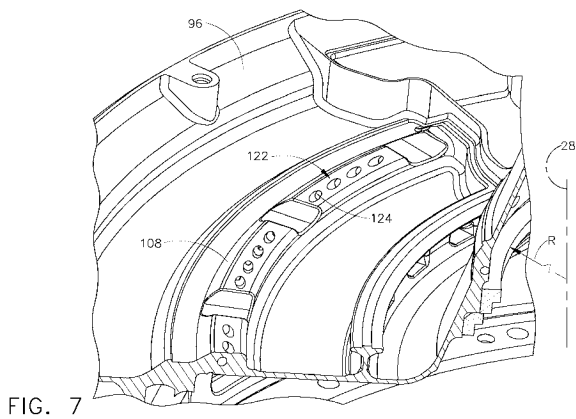


FIG. 7

【図 8】

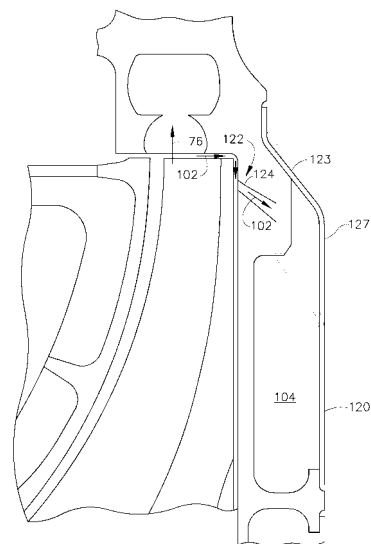


FIG. 8

---

フロントページの続き

- (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
- (72)発明者 ジョン・ローレンス・ヌーン  
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、スワンプスコット、エセックス・ストリート、355番
- (72)発明者 マーク・マイケル・ダンドレア  
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ベルモント、ウェヴァーレー・ストリート、95番
- (72)発明者 トーマス・マイケル・リーガン  
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、マープルヘッド、クラウトマンズ・レーン、11番
- (72)発明者 アーロン・トッド・ウィリアムズ  
アメリカ合衆国、オハイオ州、ウェストチェスター、アンバー・レーン、9427番

審査官 尾崎 和寛

- (56)参考文献 特開昭61-142334(JP,A)  
特表2001-506342(JP,A)  
特開2008-144758(JP,A)  
米国特許第05555721(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |       |
|------|-------|
| F04D | 29/44 |
| F02C | 7/18  |
| F04D | 17/12 |