

(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2017-187021

(P2017-187021A)

(43) 公開日 平成29年10月12日(2017. 10. 12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1D 11/24 (2006.01)	FO1D 11/24	3G202
FO2C 7/18 (2006.01)	FO2C 7/18	C
FO1D 25/12 (2006.01)	FO2C 7/18	E
	FO2C 7/18	A
	FO1D 25/12	E
審査請求 有 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 19 頁)		

(21) 出願番号 特願2017-42309 (P2017-42309)
 (22) 出願日 平成29年3月7日(2017.3.7)
 (31) 優先権主張番号 201641008500
 (32) 優先日 平成28年3月11日(2016.3.11)
 (33) 優先権主張国 インド(IN)

(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 123
 45、スケネクタデイ、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
 (74) 代理人 100113974
 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクティブクリアランス制御のための方法および装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 内側環状ケーシングと外側環状ケーシングの間にはキャビティを画定され、クリアランス制御システムはマニホールドシステムを含み、マニホールドシステムは、キャビティ間の冷却流体の流れの流路を形成するように構成された導管を含む。

【解決手段】 クリアランス制御システムはまたインピンジメントシステム206を含み、インピンジメントシステムは、内側環状ケーシングへの冷却流体の流れの流路を形成するように構成されたヘッダおよびプレナムを含む。導管は、インピンジメントシステムへの冷却流体の流れの流路を形成するように構成される。クリアランス制御システムはさらに流路システムを含み、流路システムは、ターボ機械への冷却流体の流れの流路を形成するように構成された流路を含む。流路は、マニホールドシステム204への冷却流体の流れを制御するように構成される。

【選択図】 図2

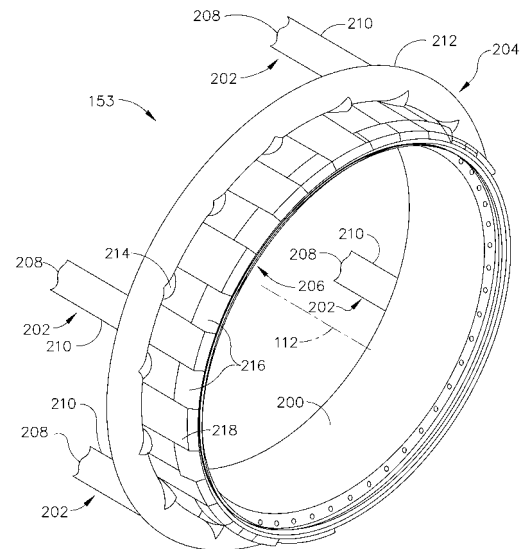


FIG. 2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ターボ機械（１１０）用のクリアランス制御システム（１５１）であって、前記ターボ機械（１１０）が、回転軸（１１２）を定める圧縮機（１２４）、および前記圧縮機（１２４）の少なくとも一部分を覆って周方向に延在する内側環状ケーシング（１１９）を含み、前記内側環状ケーシング（１１９）が半径方向外側表面（２１８）を含み、前記ターボ機械（１１０）がさらに、前記内側環状ケーシング（１１９）の少なくとも一部分を覆って延在する外側環状ケーシング（１１８）を含み、前記内側環状ケーシング（１１９）と前記外側環状ケーシング（１１８）とが、それらの間に少なくとも１つのキャビティ（３０２）を画定し、

10

前記少なくとも１つのキャビティ（３０２）内に配置された少なくとも１つの導管（２０８）を備えるマニホールドシステム（２０４）であって、前記少なくとも１つの導管（２０８）が、前記内側環状ケーシング（１１９）に沿って軸方向に延在し、前記少なくとも１つの導管（２０８）が、前記少なくとも１つのキャビティ（３０２）間の冷却流体の流れの流路（２１４）を形成するように構成された、マニホールドシステム（２０４）と、

ヘッダ（２１０）および少なくとも１つのプレナム（２１６）を備えたインピンジメントシステム（２０６）であって、前記ヘッダ（２１０）および前記少なくとも１つのプレナム（２１６）が、前記内側環状ケーシング（１１９）の前記半径方向外側表面（２１８）への冷却流体の前記流れの流路（２１４）を形成するように構成され、かつ前記少なくとも１つのキャビティ（３０２）内に配置され、前記インピンジメントシステム（２０６）が、前記内側環状ケーシング（１１９）の周りを周方向に延在し、前記少なくとも１つの導管（２０８）が、前記インピンジメントシステム（２０６）への冷却流体の前記流れの流路（２１４）を形成するように構成された、インピンジメントシステム（２０６）と、

20

前記外側環状ケーシング（１１８）の半径方向外側表面上に配置された少なくとも１つの流路（２１４）を備え、かつ前記ターボ機械（１１０）への冷却流体の前記流れの流路（２１４）を形成するように構成された流路（２１４）システム（２１２）であって、前記少なくとも１つの流路（２１４）が、前記マニホールドシステム（２０４）への冷却流体の前記流れを制御するように構成された、流路（２１４）システム（２１２）とを備えるクリアランス制御システム（１５１）。

30

【請求項 2】

前記少なくとも１つのキャビティ（３０２）が、第１のキャビティ（３０２）、第２のキャビティ（３０４）、および第３のキャビティ（３０６）を含み、前記マニホールドシステム（２０４）が、前記第１のキャビティ（３０２）から前記第２のキャビティ（３０４）を通過して前記第３のキャビティ（３０６）への冷却流体の前記流れの流路（２１４）を形成するように構成された、請求項 1 記載のクリアランス制御システム（１５１）。

【請求項 3】

抽気スロット（３２２）が、前記第１のキャビティ（３０２）への冷却流体の前記流れの流路を形成し、抽気スロット（３２４）が、前記第２のキャビティ（３０４）への冷却流体の前記流れの流路を形成する、請求項 2 記載のクリアランス制御システム（１５１）。

40

【請求項 4】

前記第２のキャビティ（３０２）と前記第３のキャビティ（３０２）との間に配置された壁（３１２）をさらに備える請求項 3 記載のクリアランス制御システム（１５１）であって、前記壁（３１２）が前記第２のキャビティ（３０２）を前記第３のキャビティ（３０２）から隔離するように構成された、クリアランス制御システム（１５１）。

【請求項 5】

前記壁（３１２）が断熱材を含む、請求項 4 記載のクリアランス制御システム（１５１）。

【請求項 6】

50

前記流路（２１４）システム（２１２）が空気弁（１６１）を備える、請求項１記載のクリアランス制御システム（１５１）。

【請求項７】

前記空気弁（１６１）の位置を制御するように構成された制御器（１６３）をさらに備える、請求項６記載のクリアランス制御システム（１５１）。

【請求項８】

前記冷却流体が空気を含む、請求項１記載のクリアランス制御システム（１５１）。

【請求項９】

回転軸（１１２）を定める圧縮機（１２４）を備えるターボ機械（１１０）であって、前記圧縮機（１２４）が、

半径方向外側表面（２１８）を含む内側環状ケーシング（１１９）と、

前記内側環状ケーシング（１１９）の少なくとも一部分を覆って延在する外側環状ケーシング（１１８）であって、前記内側環状ケーシング（１１９）と前記外側環状ケーシング（１１８）とが、それらの間に複数のキャビティを画定する、外側環状ケーシング（１１８）と、

クリアランス制御システム（１５１）であって、

前記複数のキャビティ内に配置された複数の導管（２０８）を備えるマニホールドシステム（２０４）であって、前記複数の導管（２０８）が、前記内側環状ケーシング（１１９）に沿って軸方向に延在し、前記複数の導管（２０８）が、前記複数のキャビティ間の冷却流体の流れの流路（２１４）を形成するように構成された、マニホールドシステム（２０４）と、

ヘッダ（２１０）および複数のプレナム（２１６）を備えたインピンジメントシステム（２０６）であって、前記ヘッダ（２１０）および前記複数のプレナム（２１６）が、前記内側環状ケーシング（１１９）の前記半径方向外側表面（２１８）への冷却流体の前記流れの流路（２１４）を形成するように構成され、かつ前記複数のキャビティ内に配置され、前記インピンジメントシステム（２０６）が、前記内側環状ケーシング（１１９）の周りを周方向に延在し、前記複数の導管（２０８）が、前記インピンジメントシステム（２０６）への冷却流体の前記流れの流路（２１４）を形成するように構成された、インピンジメントシステム（２０６）と、

前記外側環状ケーシング（１１８）の前記半径方向外側表面（２１８）上に配置された複数の流路（２１４）を備え、かつ前記ターボ機械（１１０）への冷却流体の前記流れの流路（２１４）を形成するように構成された流路（２１４）システム（２１２）であって、前記複数の流路（２１４）が、前記マニホールドシステム（２０４）への冷却流体の前記流れを制御するように構成された、流路（２１４）システム（２１２）と

を備えるクリアランス制御システム（１５１）と

を備える、ターボ機械（１１０）。

【請求項１０】

前記冷却流体が空気を含む、請求項９記載のターボ機械（１１０）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示の分野は一般に、ガスタービンエンジンに関し、より詳細には、ガスタービンエンジンにおけるアクティブクリアランス制御のための方法および装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

少なくともいくつかの公知の航空機エンジンは、限定するものではないが、高圧圧縮機などの様々な内部構成部品の作動中に熱を発生する。高圧圧縮機には、ロータディスク、ロータディスクに結合された圧縮機ブレード、および高圧圧縮機を収容するケーシングが含まれる。ディスク、圧縮機ブレード、および圧縮機ケーシングの熱膨張差によって、圧縮機ブレードの先端と圧縮機ケーシングの内側表面との間のクリアランスが変化する。圧

10

20

30

40

50

縮機ブレードの先端と圧縮機ケーシングの内側表面との間のクリアランスが大きくなると、エンジンは非効率となり、それによって、圧縮機の圧力上昇能力が落ち、安定性が悪化しやすくなる。アクティブクリアランス制御は、圧縮機ブレードの先端と内側圧縮機ケーシングとの間のクリアランスを維持する。圧縮機ブレードの先端と内側圧縮機ケーシングとの間のクリアランスを制御するための公知の方法の少なくともいくつかには、熱的なアクティブ制御および機械的なアクティブ制御がある。例えば、いくつかの公知の熱的なアクティブ制御方法は、圧縮機抽気およびファン排出空気を使用して内側圧縮機ケーシングを冷却する。圧縮機抽気およびファン排出空気は、内側圧縮機ケースの半径方向外側表面に導かれる。圧縮機抽気およびファン排出空気は内側圧縮機ケーシングを冷却する。熱的なアクティブ制御方法は、熱的な応答が遅い。

10

【0003】

さらに、いくつかの公知の機械的なアクティブ制御方法は、リンク機構および作動を使用して圧縮機ブレードの先端と内側圧縮機ケーシングとの間のクリアランスを制御する。セグメント化されたシュラウドは、ユニゾンリングに取り付けられ、アクチュエータは、各シュラウドの位置を個々に制御する。機械的なアクティブ制御方法は応答速度が速いが、機械的なアクティブ制御方法に必要な追加の機器は航空機に重量を付け加える。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第20150159499号公報

20

【発明の概要】

【0005】

一態様では、ターボ機械用のクリアランス制御システムが提供される。ターボ機械は、回転軸を定める圧縮機、および圧縮機の少なくとも一部分を覆って周方向に延在する内側環状ケーシングを含む。内側環状ケーシングは半径方向外側表面を含む。ターボ機械はさらに、内側環状ケーシングの少なくとも一部分を覆って延在する外側環状ケーシングを含む。内側環状ケーシングと外側環状ケーシングとは、それらの間に複数のキャビティを画定する。クリアランス制御システムはマニホールドシステムを含み、マニホールドシステムは、複数のキャビティ内に配置された複数の導管を含む。複数の導管は、内側環状ケーシングに沿って軸方向に延在する。複数の導管は、複数のキャビティ間の冷却流体の流れの流路を形成するように構成される。クリアランス制御システムはまた、ヘッダおよび複数のプレナムを含むインピンジメントシステムを含み、ヘッダおよび複数のプレナムは、内側環状ケーシングの半径方向外側表面への冷却流体の流れの流路を形成するように構成され、かつ複数のキャビティ内に配置される。インピンジメントシステムは、内側環状ケーシングの周りを周方向に延在する。複数の導管は、インピンジメントシステムへの冷却流体の流れの流路を形成するように構成される。クリアランス制御システムはさらに複数の流路を含む流路システムを含み、複数の流路は、外側環状ケーシングの半径方向外側表面上に配置され、ターボ機械への冷却流体の流れの流路を形成するように構成される。ここで、複数の流路は、マニホールドシステムへの冷却流体の流れを制御するように構成される。

30

40

【0006】

別の態様では、複数の圧縮機ブレードの先端と内側環状ケーシングとの間のクリアランスを制御する方法が提供される。本方法は、第1のキャビティ、第2のキャビティ、および第3のキャビティを内側環状ケーシングと外側環状ケーシングとの間に画定するステップを含む。本方法はまた、第1のキャビティから、第2および第3のキャビティ内に配置された複数の導管を含むマニホールドシステムへの冷却流体の複数の流れの流路を形成するステップを含む。本方法はさらに、マニホールドシステムから、第3のキャビティ内に配置され、内側環状ケーシングの半径方向外側表面上に配置されたインピンジメントシステムへの冷却流体の複数の流れの流路を形成するステップを含む。

【0007】

50

さらに別の態様では、ターボ機械が提供される。ターボ機械は、回転軸を定める圧縮機、および圧縮機の少なくとも一部分を覆って周方向に延在する内側環状ケーシングを含む。内側環状ケーシングは半径方向外側表面を含む。ターボ機械はさらに、内側環状ケーシングの少なくとも一部分を覆って延在する外側環状ケーシングを含む。内側環状ケーシングと外側環状ケーシングとは、それらの間に複数のキャビティを画定する。クリアランス制御システムはマニホールドシステムを含み、マニホールドシステムは、複数のキャビティ内に配置された複数の導管を含む。複数の導管は、内側環状ケーシングに沿って軸方向に延在する。複数の導管は、複数のキャビティ間の冷却流体の流れの流路を形成するように構成される。クリアランス制御システムはまた、ヘッドおよび複数のプレナムを含むインピンジメントシステムを含み、ヘッドおよび複数のプレナムは、内側環状ケーシングの半径方向外側表面への冷却流体の流れの流路を形成するように構成され、かつ複数のキャビティ内に配置される。インピンジメントシステムは、内側環状ケーシングの周りを周方向に延在する。複数の導管は、インピンジメントシステムへの冷却流体の流れの流路を形成するように構成される。クリアランス制御システムはさらに複数の流路を含む流路システムを含み、複数の流路は、外側環状ケーシングの半径方向外側表面上に配置され、ターボ機械への冷却流体の流れの流路を形成するように構成される。ここで、複数の流路は、マニホールドシステムへの冷却流体の流れを制御するように構成される。

10

【0008】

本開示のこれらのおよび他の特徴、態様、および利点は、図面全体を通して同様な符号が同様な部品を表している添付の図面を参照して以下の詳細な説明を読めば、よりよく理解できるであろう。

20

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】ガスタービンエンジンの概略図である。

【図2】図1に示すアクティブクリアランス制御システムの斜視図である。

【図3】高圧圧縮機抽気から隔離されたキャビティ内に配置された、図1および2に示すアクティブクリアランス制御システムの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本明細書で提供する図面は、別に指摘しない限り、本開示の実施形態の特徴を示すことを意図している。これらの特徴は、本開示の1つまたは複数の実施形態を備える広範なシステムにおいて適用可能であると考えられる。したがって、図面は、本明細書で開示する実施形態を実施するのに必要な当業者の公知の従来の特徴をすべて含めることを意図していない。

30

【0011】

以下の明細書および特許請求の範囲において、いくつかの用語に言及するが、それらの用語は、以下の意味を有するものと定義する。

【0012】

単数形「1つ(a)」、「1つ(an)」、および「その(the)」は、文脈においてそうではないと明示しない限り、複数を言及することを含む。

40

【0013】

「任意の(optional)」または「任意には(optionally)」は、それに続いて記述される事象または状況は起こる場合も起こらない場合もあるが、この記述は、この事象が起こる場合と起こらない場合とを含むことを意味する。

【0014】

本明細書および特許請求の範囲を通じてここで用いる近似表現は、関連する基本的機能に変化を生じさせることなく変化することが許容される任意の量的表示を修飾するために適用することができる。したがって、「約(about)」、「ほぼ(approximately)」、および「実質的に(substantially)」などの用語で修飾された値は、その特定された正確な値には限定されない。少なくともいくつかの場合には

50

、近似表現はその値を測定するための機器の精度に対応することがある。ここで、および本明細書および特許請求の範囲を通して、範囲の限定は、組み合わせることができ、かつ／または交換することができ、このような範囲は、文脈または表現がそうでないことを示さない限り、そこに含まれるすべての部分範囲として特定され、かつすべての部分範囲を含む。

【0015】

用語「プロセッサ」および「コンピュータ」、ならびに「処理装置」、「コンピュータ装置」、および「制御器」などの関連する用語は、本明細書で使用する時、本技術でコンピュータと呼ばれる集積回路だけに限定されるものではなく、マイクロコントローラ、マイクロコンピュータ、プログラマブルロジックコントローラ（PLC：programmable logic controller）、特定用途向け集積回路、および他のプログラマブル回路を広く指し、これらの用語は本明細書においては交換可能に使用される。本明細書で説明する実施形態では、メモリは、限定するものではないが、ランダムアクセスメモリ（RAM：random access memory）などのコンピュータ読取可能な媒体、およびフラッシュメモリなどのコンピュータ読取可能な不揮発性媒体を含むことができる。あるいは、フロッピディスク、コンパクトディスクー読出し専用メモリ（CD-ROM：compact disc-read only memory）、光磁気ディスク（MOD：magneto-optical disk）、および／またはデジタル多用途ディスク（DVD：digital versatile disc）もまた使用することができる。また、本明細書で説明する実施形態では、追加の入力チャンネルは、限定するものではないが、マウスおよびキーボードなどのオペレータインターフェースと関係するコンピュータ周辺機器とすることができる。あるいは、例えば、限定するものではないが、スキャナを含むことができる他のコンピュータ周辺機器もまた使用することができる。さらに、例示的な実施形態では、追加の出力チャンネルは、限定するものではないが、オペレータインターフェースモニタを含むことができる。

【0016】

用語「非一時的コンピュータ読取可能な媒体」は、本明細書で使用する時、情報を短期および長期に記憶するために任意の方法または技術で実装された、任意の有形のコンピュータベースの装置を表すことを意図しており、その情報とは、例えば、コンピュータ読取可能な命令、データ構造、プログラムモジュールおよびサブモジュール、または任意の装置の他のデータである。したがって、本明細書で説明する方法は、有形の非一時的コンピュータ読取可能な媒体に収められる実行可能な命令としてコード化することができ、ここで、有形の非一時的コンピュータ読取可能な媒体は、限定するものではないが、記憶装置、および／またはメモリ装置を含む。プロセッサがこのような命令を実行するとき、プロセッサはこのような命令によって本明細書で説明する方法の少なくとも一部分を実行する。さらに、用語「非一時的コンピュータ読取可能な媒体」は、本明細書で使用する時、限定するものではないが、非一時的コンピュータ記憶装置を含むすべての有形のコンピュータ読取可能な媒体を含み、非一時的コンピュータ記憶装置には、限定するものではないが、揮発性および不揮発性媒体、取外し可能および取外し不可能な媒体、例えば、ファームウェア、物理および仮想ストレージ、CD-ROM、DVD、ならびにネットワークまたはインターネットなどの他の任意のデジタルソースが含まれ、まだ開発されていないデジタル手段も含まれるが、一時的伝播信号はその唯一の例外である。

【0017】

本明細書で説明するアクティブクリアランス制御システムの実施形態は、例えば、航空機エンジンなどのターボ機械の高圧圧縮機の内側環状ケーシングと高圧圧縮機ブレードの先端との間のクリアランスを制御する。アクティブクリアランス制御システムは、空気入口、マニホールドシステム、制御器、およびインピンジメントシステムを含む。空気入口は、第4段圧縮機抽気をバイパス空気流通路からマニホールドシステムに導く。マニホールドシステムは、空気を分配マニホールドおよび複数の供給管を通じてインピンジメントシステムに導く。空気弁および制御器は、インピンジメントシステムに導かれる空気量を

制御する。供給管は、空気をインピンジメントシステムの複数のプレナムに導く。プレナムは、空気を内側環状ケーシングの半径方向外側表面に導くことによって、高圧圧縮機の内側環状ケーシングを冷却する。高圧圧縮機の内側環状ケーシングを冷却すると、ケーシングの熱膨張が低減され、航空機エンジンの高圧圧縮機の内側環状ケーシングと高圧圧縮機ブレードの先端との間のクリアランスが狭くなる。

【0018】

本明細書で説明するアクティブクリアランス制御システムは、航空機エンジンのクリアランスを制御する公知の方法に優る複数の利点を提供する。より具体的には、本明細書で説明するアクティブクリアランス制御システムは、圧縮機ケーシングの冷却流体として、第7段圧縮機抽気よりむしろ、第4段圧縮機抽気を使用することを促進する。第4段圧縮機抽気は、通常は、第7段圧縮機抽気よりも実質的に温度が低い。冷却流体として第4段圧縮機抽気を使用することによって、より素早い熱応答とより急速なクリアランス制御が容易を形成する。さらに、本明細書で説明するアクティブクリアランス制御システムは、航空機エンジンの高圧圧縮機の内側環状ケーシングと高圧圧縮機ブレードの先端との間のクリアランスを制御するための機械部品の数が少ない、かつ／またはサイズが小さいことによって、航空機の重量を低減する。これに加えて、本明細書で説明するアクティブクリアランス制御システムは、エンジンの性能が改善されることによって航空機の重量を低減する。

【0019】

図1は、本開示の例示的な実施形態によるガスタービンエンジン110の概略断面図である。この例示的な実施形態では、ガスタービンエンジン110は高バイパスターボファンジェットエンジン110であり、これを本明細書では「ターボファンエンジン110」と称する。図1に示すように、ターボファンエンジン110は、軸方向A（参考のために示した長手方向の中心線112に平行に延在する）、および半径方向Rを定める。一般に、ターボファンエンジン110は、ファンセクション114、およびファンセクション114の下流に配置されたコアタービンエンジン116を含む。

【0020】

図示の例示的なコアタービンエンジン116は一般に、環状入口120を画定する実質的に管状の外側ケーシング118を含む。外側ケーシング118および内側ケーシング119内には、直列流れ関係で、ブースタまたは低圧（LP：low pressure）圧縮機122および高圧（HP：high pressure）圧縮機124を含む圧縮機セクション123、燃焼セクション126、高圧（HP）タービン128および低圧（LP）タービン130を含むタービンセクション、ならびにジェット排気ノズルセクション132が収まっている。外側ケーシング118と内側ケーシング119との間の区域は複数のキャビティ121を形成する。高圧（HP）シャフトまたはスプール134は、HPタービン128をHP圧縮機124に駆動接続する。低圧（LP）シャフトまたはスプール136は、LPタービン130をLP圧縮機122に駆動接続する。圧縮機セクション123、燃焼セクション126、タービンセクション、およびノズルセクション132は一緒になってコア空気流路137を定める。

【0021】

図1に示すように、ファンセクション114はファン138を含み、ファン138は、ディスク142に、間隔を置くように結合された複数のファンブレード140を有する。図示のように、ファンブレード140は、半径方向Rに概ね沿ってディスク142から外向きに延在する。ファンブレード140およびディスク142は、LPシャフト136によって長手方向軸112の周りを一緒に回転することができる。

【0022】

例示的な実施形態では、ディスク142は、空気流が複数のファンブレード140を通りやすくなるように空気力学的な輪郭をもつ回転可能な前面ハブ148によって覆われる。さらに、例示的なファンセクション114は、ファン138および／またはコアタービンエンジン116の少なくとも一部分を周方向に取り囲む環状のファンケーシングまたは

外側ナセル150を含む。ナセル150は、周方向に離間した複数の出口案内翼152によって、コアタービンエンジン116に対して支持されるように構成される。ナセル150の下流セクション154は、コアタービンエンジン116の外側部分を覆って延在して、それらの間にバイパス空気流通路156を画定する。複数のアクティブクリアランス制御システム151はキャビティ121内に配置され、コアタービンエンジン116を囲む。第4段抽気導管153、第7段抽気導管155、およびデッドキャビティ抽気導管157は、外側ケーシング118上に配置される。移送導管159は、第4段抽気導管153とデッドキャビティ抽気導管157とを流れ連通して結合する。弁161は、移送導管159内に配置されて、第4段抽気導管153、デッドキャビティ抽気導管157、および移送導管159内の流れを制御する。制御器163は弁161を制御する。

10

【0023】

ターボファンエンジン110の作動中、ある量の空気158が、ナセル150および／またはファンセクション144の付随した入口160を通してターボファンエンジン110に入る。空気158がファンブレード140を通りすぎると、矢印162で示す空気158の第1の部分は、バイパス空気流通路156内に導かれ、または送られ、矢印164で示す空気158の第2の部分は、コア空気流路137、または、より具体的には、LP圧縮機122内に導かれ、または送られる。空気の第1の部分162と空気の第2の部分164との比は通常、バイパス比として知られる。次いで、空気の第2の部分164の圧力は、HP圧縮機124を通して燃焼セクション126内に送られると上昇し、そこで燃料と混合されて燃焼して燃焼ガス166を供給する。

20

【0024】

矢印165で示す空気の第2の部分164の第1の抽気部分は、HP圧縮機124からキャビティ121内に抽気され、内側ケーシング119を冷却するためにアクティブクリアランス制御システム151内に、または第4段抽気導管153に導かれる。矢印167で示す空気の第2の部分164の第2の抽気部分は、HP圧縮機124から抽気されてキャビティ121内に入り、第7段抽気導管155に流れる。抽気165は、第4段抽気導管153から移送導管159内に導かれる。弁161を閉じると、第4段抽気導管153からの流れが減少し、より多くの抽気165がアクティブクリアランス制御システム151内に導かれて内側ケーシング119を冷却する。抽気165は内側ケーシング119を冷却した後、デッドキャビティ抽気導管157内に導かれる。第7段抽気導管155および移送導管159は、抽気165および167を航空機内の他の使用箇所に導く。

30

【0025】

燃焼ガス166はHPタービン128を通るように送られ、そこで、燃焼ガス166からの熱エネルギーおよび／または運動エネルギーの一部分が、外側ケーシング118に結合されたHPタービンスタータベーン168と、HPシャフトまたはスプール134に結合されたHPタービンロータブレード170との連続した段によって取り出され、したがって、HPシャフトまたはスプール134を回転させ、それによって、HP圧縮機124の作動が維持される。次いで、燃焼ガス166はLPタービン130を通るように送られ、そこで、燃焼ガス166から、熱エネルギーおよび運動エネルギーの第2の部分が、外側ケーシング118に結合されたLPタービンスタータベーン172と、LPシャフトまたはスプール136に結合されたLPタービンロータブレード174との連続した段によって取り出され、したがって、LPシャフトまたはスプール136を回転させ、それによって、LP圧縮機122の作動および／またはファン138の回転が維持される。

40

【0026】

続いて、燃焼ガス166は、コアタービンエンジン116のジェット排気ノズルセクション132を通るように送られて推進力を与える。同時に、空気の第1の部分162がバイパス空気流通路156を通るように送られると、空気の第1の部分162の圧力が実質的に上昇し、それから、ターボファンエンジン110のファンノズル排気セクション176から排出されてこれもまた推進力を与える。HPタービン128、LPタービン130、およびジェット排気ノズルセクション132は、コアタービンエンジン116を通るよ

50

うに燃焼ガス１６６を送るための高温ガス通路１７８を少なくとも部分的に画定する。

【００２７】

図１に示した例示的なターボファンエンジン１１０は単なる一例にすぎず、他の実施形態では、ターボファンエンジン１１０は、他の任意の適切な構成を有することができる。さらなる他の実施形態では、本開示の態様は、他の任意の適切なガスタービンエンジンに組み込むことができることもまた認識すべきである。例えば、他の実施形態では、本開示の態様は、例えば、ターボプロップエンジンに組み込むことができる。

【００２８】

図２は、内側環状ケーシング２００および例示的なアクティブクリアランス制御システム１５１の斜視図である。アクティブクリアランス制御システム１５１は、ＨＰ圧縮機１２４（図１に示す）を囲む内側環状ケーシング２００を囲む。アクティブクリアランス制御システム１５１は、マニホールドシステム２０４と流れ連通して結合された複数の吸気システム２０２を含み、マニホールドシステム２０４はインピンジメントシステム２０６と流れ連通して結合される。各吸気システム２０２は、キャビティ１２１内に配置された空気供給管２１０への空気供給入口２０８を含む。マニホールドシステム２０４の周りを周方向に配置された多数の吸気システム２０２は、冷却空気をマニホールドシステム２０４の周りに均等に分配する。マニホールドシステム２０４は、分配マニホールド２１２および複数の供給管２１４を含む。分配マニホールド２１２は、ＨＰ圧縮機１２４の少なくとも一部分を囲む環状の供給管である。供給管２１４は、分配マニホールド２１２およびインピンジメントシステム２０６と流れ連通して結合される。インピンジメントシステム２０６は、内側環状ケーシング２００の半径方向外側表面２１８に周方向に間隔を置いて配置された複数のプレナム２１６を含む。プレナム２１６は、内側環状ケーシング２００の半径方向外側表面２１８と流れ連通している。

【００２９】

ターボファンエンジン１１０（図１に示す）の作動中、空気の部分１６５は、キャビティ１２１内および空気供給入口２０８内に導かれる、または送られる。空気は、空気供給管２１０から分配マニホールド２１２に流れる。分配マニホールド２１２は、空気をプレナム２１６に分配する供給管２１４に空気を分配する。プレナム２１６は、空気を内側環状ケーシング２００の半径方向外側表面２１８に分配して、半径方向外側表面２１８を冷却する。半径方向外側表面２１８を冷却すると、内側環状ケーシング２００の熱膨張が低減される。

【００３０】

図３は、例示的なアクティブクリアランス制御システム１５１の概略図である。アクティブクリアランス制御システム１５１は、前方キャビティ３０２、抽気キャビティ３０４、および後方キャビティ３０６内に配置され、コアタービンエンジン１１６を囲む。外側ケーシング１１８と、内側ケーシング１１９と、前方キャビティ壁３０８と、前方抽気キャビティ壁３１０との間の区域が、前方キャビティ３０２を形成する。外側ケーシング１１８と、内側ケーシング１１９と、前方抽気キャビティ壁３１０と、抽気後方キャビティ壁３１２との間の区域が、抽気キャビティ３０４を形成する。外側ケーシング１１８と、内側ケーシング１１９と、抽気後方キャビティ壁３１２と、後方キャビティ壁３１４との間の区域が、後方キャビティ３０６を形成する。ＨＰ圧縮機１２４は、ＨＰ圧縮機ブレード３１６および複数のＨＰ圧縮機ベーン３１８を含む。クリアランス３２０は、ＨＰ圧縮機ブレード３１６と内側環状ケーシング１１９との間の距離である。第４段内側抽気スロット３２２は、ＨＰ圧縮機１２４を前方キャビティ３０２と流れ連通して結合する。第７段内側抽気スロット３２４は、ＨＰ圧縮機１２４を抽気キャビティ３０４と流れ連通して結合する。

【００３１】

第４段抽気導管１５３、第７段抽気導管１５５、およびデッドキャビティ抽気導管１５７は、外側ケーシング１１８に配置される。移送導管１５９は、第４段抽気導管１５３とデッドキャビティ抽気導管１５７とを流れ連通して結合する。弁１６１は、移送導管１５

10

20

30

40

50

9内に配置されて、第4段抽気導管153、デッドキャビティ抽気導管157、および移送導管159内の流れを制御する。制御器163は弁161を制御する。第4段外側抽気スロット326は、前方キャビティ302を第4段抽気導管153と流れ連通して結合する。第7段外側抽気スロット328は、抽気キャビティ304を第7段抽気導管155と流れ連通して結合する。デッドキャビティ外側抽気スロット330は、後方キャビティ306をデッドキャビティ抽気導管157と流れ連通して結合する。

【0032】

ターボファンエンジン110（図1に示す）の第1の動作の実施形態の間、空気の部分165（図1に示す）は第4段内側抽気スロット322を通過して前方キャビティ302内に導かれる、または送られる。空気の部分165は、矢印332で示すように、第4段外側抽気スロット326を通過して第4段抽気導管153内に導かれる。空気の部分332は、矢印334で示されるように、移送導管159内に導かれる。弁161は開いており、空気の部分334は、航空機によって使用するために航空機に流れることができる。さらに、空気の部分167（図1に示す）は、第7段抽気スロット324を通過して抽気キャビティ304内に導かれる、または送られる。空気の部分167は、矢印336で示すように、第7段外側抽気スロット328を通過して第7段抽気導管155内に導かれ、航空機によって使用するために航空機に流れる。

【0033】

ターボファンエンジン110（図1に示す）の第2の動作モードの間、空気の部分165（図1に示す）は、第4段内側抽気スロット322を通過して前方キャビティ302内に導かれる、または送られる。空気の部分165は、矢印332で示すように、第4段外側抽気スロット326を通過して第4段抽気導管153内に導かれる。空気の部分332は、矢印334で示すように、移送導管159内に導かれる。弁161は少なくとも部分的に閉じており、空気の部分165を空気供給入口208および空気供給管210内に向かわせる。空気弁161は、制御器163によって制御される。ターボファンエンジン110が出力増大動作モードで作動しているとき、弁161は部分的に開いて少量の空気の部分165をアクティブクリアランス制御システム151に向かわせることができる。しかしながら、ターボファンエンジン110が巡航動作モードで作動しているとき、弁161は完全に閉じて大量の空気の部分165をアクティブクリアランス制御システム151に向かわせることができる。アクティブクリアランス制御システム151に向けられる空気の量は、各動作モードに対して予め決めることができる。代替の実施形態では、近接センサ338がクリアランス320を測定して、制御器163にクリアランス320を伝えることができる。制御器163は、クリアランス320の測定値に応答して弁161の位置を調整する。

【0034】

空気供給管210からの空気流は分配マニホールド212に流れる。分配マニホールド212は、空気をプレナム216に分配する供給管214に空気を分配する。プレナムは、空気を内側環状ケーシング119の半径方向外側表面218に分配して、それを冷却する。内側環状ケーシング119の半径方向外側表面218を冷却すると、内側環状ケーシング119の熱膨張が低減され、クリアランス320が狭くなる。冷却空気は、矢印340で示すように、デッドキャビティ抽気導管157内に導かれる。弁161を閉じることによって、弁161は冷却空気の流れ340を制限し、より多くの空気334が航空機その他の部品に進んで行くことを可能にする。

【0035】

第4段圧縮機抽気165は、第7段圧縮機抽気167より温度が低く、第7段圧縮機抽気167より速く内側環状ケーシング119を冷却する。抽気後方キャビティ壁312は、第7段圧縮機抽気167がアクティブクリアランス制御システム151に接触することを防ぐことによって、アクティブクリアランス制御システム151を熱的に隔離する。アクティブクリアランス制御システム151を熱的に隔離することによって、第7段圧縮機抽気167からアクティブクリアランス制御システム151への熱伝達が防がれ、それに

よって、アクティブクリアランス制御システム151内の空気の温度を下げる。アクティブクリアランス制御システム151内の空気の部分165の温度が低いことによって、内側環状ケーシング119の半径方向外側表面218の冷却が強化され、それによって、内側環状ケーシング119の熱膨張が低減され、クリアランス320が狭くなる。

【0036】

上記のアクティブクリアランス制御システムは、ターボ機械のブレードクリアランスを制御するための効率的な方法を提供する。具体的には、第4段圧縮機抽気を直接HP圧縮機の表面に供給して、HP圧縮機ケーシングの熱膨張を低減する。さらに、第4段圧縮機抽気を、アクチュエータやリンク機構を使用せずに直接HP圧縮機の表面に供給することによって、ターボ機械の重量が軽くなる。最後に、圧縮機抽気がアクティブクリアランス制御システムに接触することを防ぐことによって、HP圧縮機の表面に接触する第4段圧縮機抽気の温度を下げ、アクティブクリアランス制御システムの応答速度を速くする。

10

【0037】

本明細書で説明した方法、システム、および装置の例示的な技術的效果としては、(a)ターボ機械の内側環状ケーシングの温度を下げる、(b)ターボ機械のHP圧縮機ブレードの先端と内側環状ケーシングとの間のクリアランスを狭くする、(c)圧縮機抽気から抽気キャビティ内のアクティブクリアランス制御システムへの熱伝達を減らす、のうちの少なくとも1つが含まれる。

【0038】

アクティブクリアランス制御システムの例示的な実施形態が上記で詳細に説明されている。アクティブクリアランス制御システム、およびこのようなユニットおよび装置を動作させる方法は、本明細書で説明した特定の実施形態に限定されるものではなく、むしろ、システムの構成部品および／または方法のステップは、本明細書で説明した他の構成部品および／またはステップとは独立に、および別個に利用することができる。例えば、本方法はまた、クリアランスを制御するための他のシステムと組み合わせて使用することができる。本明細書で説明したシステムおよび方法のみで実行することに限定されるものではない。むしろ、例示的な実施形態は、クリアランス制御を必要とする多くの他の機械用途に関連して実施および利用することができる。

20

【0039】

本開示の様々な実施形態の特定の特徴は、いくつかの図面には示され、他の図面には示されないことがあるが、これは単に便宜上のことである。本開示の原理にしたがって、1つの図面の任意の特徴は、他の任意の図面の任意の特徴と組み合わせて参照および／または特許請求することができる。

30

【0040】

いくつかの実施形態は、1つまたは複数の電子装置またはコンピュータ装置の使用を含む。そのような装置は、通常は、汎用の中央処理装置(CPU:central processing unit)、グラフィック処理ユニット(GPU:graphic processing unit)、マイクロコントローラ、縮小命令セットコンピュータ(RISC:reduced instruction set computer)プロセッサ、特定用途向け集積回路(ASIC:application specific integrated circuit)、プログラマブル論理回路(PLC:programmable logic circuit)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA:field programmable gate array)、デジタル信号処理(DSP:digital signal processing)装置、および／または、本明細書で説明する機能を実行することができる他の任意の回路もしくは処理装置などのプロセッサ、処理装置、または制御器を含む。本明細書で説明する方法は、限定するものではないが、記憶装置および／またはメモリ装置を含むコンピュータ読取可能な媒体内に収められる実行可能な命令としてコード化することができる。処理装置がこのような命令を実行するとき、処理装置はこのような命令によって本明細書で説明した方法の少なくとも一部分を実行する。上記の例は例示にすぎず、したがって、プ

40

50

ロセッサおよび処理装置という用語の定義および／または意味を何らかに限定することを意図するものではない。

【0041】

本明細書では、最良の態様を含む例を用いて本開示を説明し、また、任意の装置またはシステムの作製および使用、ならびに任意の組み入れられた方法の実施を含め、当業者が本開示を実施できるようにしている。本開示の特許性を有する範囲は、特許請求の範囲によって規定され、当業者が想到する他の例を含むことができる。このような他の例は、特許請求の範囲の文言と相違ない構成要素を有する場合、または特許請求の範囲の文言と実質的に相違ない等価の構成要素を含む場合、特許請求の範囲内であることを意図されている。

10

【0042】

最後に、代表的な実施態様を以下に示す。

[実施態様1]

ターボ機械（110）用のクリアランス制御システム（151）であって、前記ターボ機械（110）が、回転軸（112）を定める圧縮機（124）、および前記圧縮機（124）の少なくとも一部分を覆って周方向に延在する内側環状ケーシング（119）を含み、前記内側環状ケーシング（119）が半径方向外側表面（218）を含み、前記ターボ機械（110）がさらに、前記内側環状ケーシング（119）の少なくとも一部分を覆って延在する外側環状ケーシング（118）を含み、前記内側環状ケーシング（119）と前記外側環状ケーシング（118）とが、それらの間に少なくとも1つのキャビティ（302）を画定し、

20

前記少なくとも1つのキャビティ（302）内に配置された少なくとも1つの導管（208）を備えるマニホールドシステム（204）であって、前記少なくとも1つの導管（208）が、前記内側環状ケーシング（119）に沿って軸方向に延在し、前記少なくとも1つの導管（208）が、前記少なくとも1つのキャビティ（302）間の冷却流体の流れの流路（214）を形成するように構成された、マニホールドシステム（204）と、

ヘッダ（210）および少なくとも1つのプレナム（216）を備えたインピンジメントシステム（206）であって、前記ヘッダ（210）および前記少なくとも1つのプレナム（216）が、前記内側環状ケーシング（119）の前記半径方向外側表面（218）への冷却流体の前記流れの流路（214）を形成するように構成され、かつ前記少なくとも1つのキャビティ（302）内に配置され、前記インピンジメントシステム（206）が、前記内側環状ケーシング（119）の周りを周方向に延在し、前記少なくとも1つの導管（208）が、前記インピンジメントシステム（206）への冷却流体の前記流れの流路（214）を形成するように構成された、インピンジメントシステム（206）と、

30

前記外側環状ケーシング（118）の半径方向外側表面上に配置された少なくとも1つの流路（214）を備え、かつ前記ターボ機械（110）への冷却流体の前記流れの流路（214）を形成するように構成された流路（214）システムであって、前記少なくとも1つの流路（214）が、前記マニホールドシステム（204）への冷却流体の前記流れを制御するように構成された、流路（214）システム（212）とを備えるクリアランス制御システム（151）。

40

[実施態様2]

前記少なくとも1つのキャビティ（302）が、第1のキャビティ（302）、第2のキャビティ（304）、および第3のキャビティ（306）を含み、前記マニホールドシステム（204）が、前記第1のキャビティ（302）から前記第2のキャビティ（304）を通して前記第3のキャビティ（306）への冷却流体の前記流れの流路（214）を形成するように構成された、実施態様1に記載のクリアランス制御システム（151）。

[実施態様3]

50

抽気スロット（３２２）が、前記第１のキャビティ（３０２）への冷却流体の前記流れの流路を形成し、抽気スロット（３２４）が、前記第２のキャビティ（３０４）への冷却流体の前記流れの流路を形成する、実施態様２に記載のクリアランス制御システム（１５１）。

〔実施態様４〕

前記第２のキャビティ（３０２）と前記第３のキャビティ（３０２）との間に配置された壁（３１２）をさらに備える実施態様３に記載のクリアランス制御システム（１５１）であって、前記壁（３１２）が前記第２のキャビティ（３０２）を前記第３のキャビティ（３０２）から隔離するように構成された、クリアランス制御システム（１５１）。

〔実施態様５〕

前記壁（３１２）が断熱材を含む、実施態様４に記載のクリアランス制御システム（１５１）。

〔実施態様６〕

前記流路（２１４）システム（２１２）が空気弁（１６１）を備える、実施態様１に記載のクリアランス制御システム（１５１）。

〔実施態様７〕

前記空気弁（１６１）の位置を制御するように構成された制御器（１６３）をさらに備える、実施態様６に記載のクリアランス制御システム（１５１）。

〔実施態様８〕

前記冷却流体が空気を含む、実施態様１に記載のクリアランス制御システム（１５１）。

〔実施態様９〕

少なくとも１つの圧縮機ブレード（３１６）の先端と内側環状ケーシング（２００）との間のクリアランス（３２０）を制御する方法であって、

第１のキャビティ（３０２）、第２のキャビティ（３０４）、および第３のキャビティ（３０６）を前記内側環状ケーシング（２００）と外側環状ケーシング（１１８）との間に画定するステップと、

前記第１のキャビティ（３０２）から、前記第２および第３のキャビティ（３０４、３０６）内に配置された少なくとも１つの導管（２０８）を含むマニホールドシステム（２０４）への冷却流体の少なくとも１つの流れの流路を形成するステップと、

前記マニホールドシステム（２０４）から、前記第３のキャビティ（３０６）内に配置され、前記内側環状ケーシング（２００）の半径方向外側表面（２１８）上に配置されたインピンジメントシステム（２０６）への冷却流体の前記少なくとも１つの流れの流路を形成するステップとを含む方法。

〔実施態様１０〕

前記第１のキャビティ（３０２）からマニホールドシステム（２０４）への冷却流体の少なくとも１つの流れの流路を形成するステップが、前記第１のキャビティ（３０２）から前記マニホールドシステム（２０４）へ空気の流路を形成するステップを含む、実施態様９に記載の方法。

〔実施態様１１〕

第１のキャビティ（３０２）、第２のキャビティ（３０４）、および第３のキャビティ（３０６）を前記内側環状ケーシング（２００）と外側環状ケーシング（１１８）との間に画定するステップが、第１のキャビティ（３０２）、第２のキャビティ（３０４）、および第３のキャビティ（３０６）を前記内側環状ケーシング（２００）と外側環状ケーシング（１１８）との間に画定し、前記第１および第２のキャビティ（３０２、３０４）が高圧圧縮機（１２４）と流れ連通するステップを含む、実施態様９に記載の方法。

〔実施態様１２〕

第１のキャビティ（３０２）、第２のキャビティ（３０４）、および第３のキャビティ（３０６）を前記内側環状ケーシング（２００）と外側環状ケーシング（１１８）との間

10

20

30

40

50

に画定するステップが、第1のキャビティ(302)、第2のキャビティ(304)、および第3のキャビティ(306)を前記内側環状ケーシング(200)と外側環状ケーシング(118)との間に画定し、前記第3のキャビティ(306)が高圧圧縮機(124)から熱的に隔離されるステップを含む、実施態様9に記載の方法。

[実施態様13]

前記第1のキャビティ(302)から、前記第2および第3のキャビティ(304、306)内に配置された少なくとも1つの導管(208)を含むマニホールドシステム(204)への冷却流体の少なくとも1つの流れの流路を形成するステップが、前記第1のキャビティから、前記マニホールドシステム(204)内に配置された空気弁(161)への冷却流体の少なくとも1つの流れの流路を形成するステップを含む、実施態様9に記載の方法。

10

[実施態様14]

回転軸(112)を定める圧縮機(124)を備えるターボ機械(110)であって、前記圧縮機(124)が、

半径方向外側表面(218)を含む内側環状ケーシング(119)と、

前記内側環状ケーシング(119)の少なくとも一部分を覆って延在する外側環状ケーシング(118)であって、前記内側環状ケーシング(119)と前記外側環状ケーシング(118)とが、それらの間に複数のキャビティを画定する、外側環状ケーシング(118)と、

クリアランス制御システム(151)であって、

20

前記複数のキャビティ内に配置された複数の導管(208)を備えるマニホールドシステム(204)であって、前記複数の導管(208)が、前記内側環状ケーシング(119)に沿って軸方向に延在し、前記複数の導管(208)が、前記複数のキャビティ間の冷却流体の流れの流路(214)を形成するように構成された、マニホールドシステム(204)と、

ヘッダ(210)および複数のプレナム(216)を備えたインピンジメントシステム(206)であって、前記ヘッダ(210)および前記複数のプレナム(216)が、前記内側環状ケーシング(119)の前記半径方向外側表面(218)への冷却流体の前記流れの流路(214)を形成するように構成され、かつ前記複数のキャビティ内に配置され、前記インピンジメントシステム(206)が、前記内側環状ケーシング(119)の周りを周方向に延在し、前記複数の導管(208)が、前記インピンジメントシステム(206)への冷却流体の前記流れの流路(214)を形成するように構成された、インピンジメントシステム(206)と、

30

前記外側環状ケーシング(118)の前記半径方向外側表面(218)上に配置された複数の流路(214)を備え、かつ前記ターボ機械(110)への冷却流体の前記流れの流路(214)を形成するように構成された流路(214)システム(212)であって、前記複数の流路(214)が、前記マニホールドシステム(204)への冷却流体の前記流れを制御するように構成された、流路(214)システム(212)と

を備えるクリアランス制御システム(151)と

を備える、ターボ機械(110)。

40

[実施態様15]

前記冷却流体が空気を含む、実施態様14に記載のターボ機械(110)。

[実施態様16]

前記複数のキャビティ(302)が、第1のキャビティ(302)、第2のキャビティ(304)、および第3のキャビティ(306)を含み、前記マニホールドシステム(204)が、前記第1のキャビティ(302)から前記第2のキャビティ(304)を通して前記第3のキャビティ(306)への冷却流体の前記流れの流路(214)を形成するように構成された、実施態様14に記載のターボ機械(110)。

[実施態様17]

前記第2のキャビティ(302)と前記第3のキャビティ(302)との間に配置され

50

た壁（３１２）をさらに備える実施態様１６に記載のターボ機械（１１０）であって、前記壁（３１２）が前記第２のキャビティ（３０２）を前記第３のキャビティ（３０２）から隔離するように構成された、ターボ機械（１１０）。

〔実施態様１８〕

前記壁（３１２）が断熱材を含む、実施態様１７に記載のターボ機械（１１０）。

〔実施態様１９〕

前記流路（２１４）システム（２１２）が空気弁（１６１）を備える、実施態様１４に記載のターボ機械（１１０）。

〔実施態様２０〕

前記空気弁（１６１）の位置を制御するように構成された制御器（１６３）をさらに備える、実施態様１９に記載のターボ機械（１１０） 10

【符号の説明】

【００４３】

１１０	ターボファンエンジン	
１１２	長手方向軸	
１１４	ファンセクション	
１１６	コアタービンエンジン	
１１８	外側ケーシング	
１１９	内側ケーシング	
１２０	環状入口	20
１２１	キャビティ	
１２２	低圧（ＬＰ）圧縮機	
１２３	圧縮機セクション	
１２４	高圧（ＨＰ）圧縮機	
１２６	燃焼セクション	
１２８	高圧タービン	
１３０	低圧タービン	
１３２	ジェット排気ノズルセクション	
１３４	高圧シャフトまたはスプール	
１３６	低圧シャフトまたはスプール	30
１３７	コア空気流路	
１３８	ファン	
１４０	ファンブレード	
１４２	ディスク	
１４８	前面ハブ	
１５０	ナセル	
１５１	アクティブクリアランス制御システム	
１５２	出口案内翼	
１５３	第４段抽気導管	
１５４	下流セクション	40
１５５	第７段抽気導管	
１５６	バイパス空気流通路	
１５７	デッドキャビティ抽気導管	
１５８	空気の量	
１５９	移送導管	
１６０	付随した入口	
１６１	弁	
１６２	空気の第１の部分	
１６３	制御器	
１６４	空気の第２の部分	50

1 6 5	抽気	
1 6 6	燃焼ガス	
1 6 7	抽気	
1 6 8	高圧タービンステータベーン	
1 7 0	高圧タービンロータブレード	
1 7 2	低圧タービンステータベーン	
1 7 4	低圧タービンロータブレード	
1 7 6	ファンノズル排気セクション	
1 7 8	高温ガス通路	
2 0 0	内側環状ケーシング	10
2 0 2	吸気システム	
2 0 4	マニホールドシステム	
2 0 6	インピンジメントシステム	
2 0 8	空気供給入口	
2 1 0	空気供給管、ヘッダ	
2 1 2	分配マニホールド、流路システム	
2 1 4	供給管、流路	
2 1 6	プレナム	
2 1 8	半径方向外側表面	
3 0 2	前方キャビティ	20
3 0 4	抽気キャビティ	
3 0 6	後方キャビティ	
3 0 8	前方キャビティ壁	
3 1 0	抽気キャビティ壁	
3 1 2	抽気後方キャビティ壁	
3 1 4	後方キャビティ壁	
3 1 6	H P 圧縮機ブレード	
3 1 8	H P 圧縮機ベーン	
3 2 0	クリアランス	
3 2 2	第 4 段内側抽気スロット	30
3 2 4	第 7 段抽気スロット	
3 2 6	第 4 段外側抽気スロット	
3 2 8	第 7 段外側抽気スロット	
3 3 0	デッドキャビティ外側抽気スロット	
3 3 2	矢印	
3 3 4	矢印	
3 3 6	矢印	
3 3 8	近接センサ	
3 4 0	冷却空気の流れ	

【図 1】

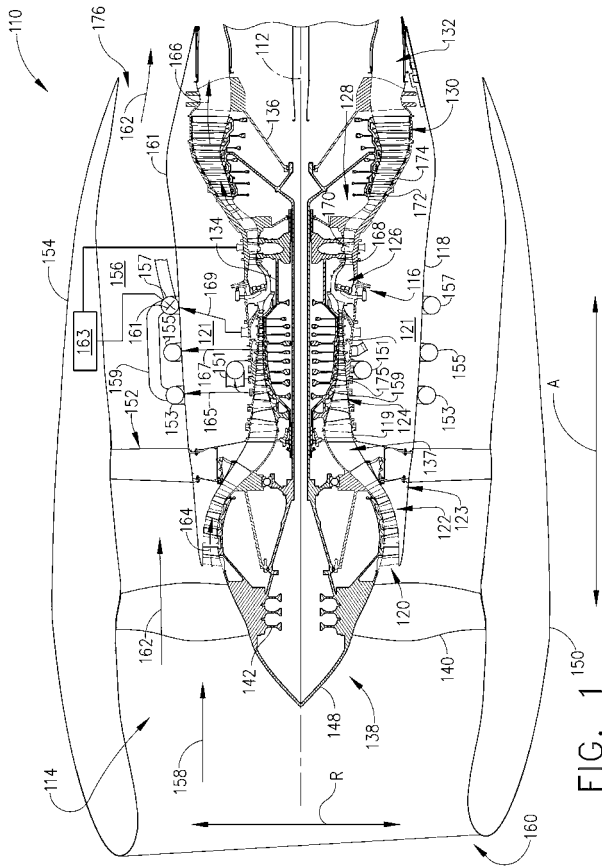


FIG. 1

【図 2】

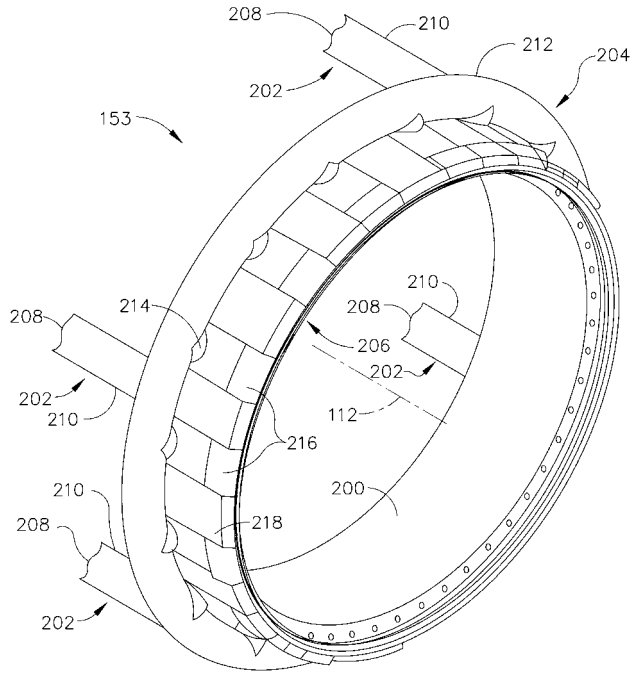


FIG. 2

【図 3】

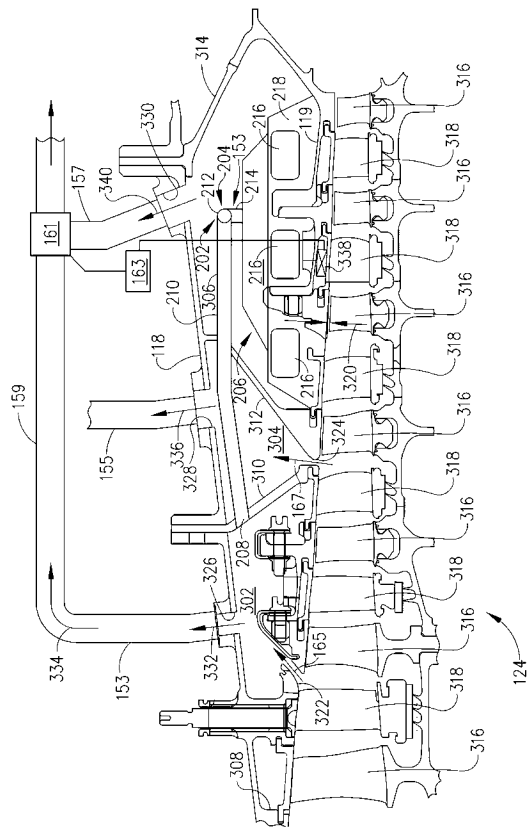


FIG. 3

フロントページの続き

- (72)発明者 バスカール・ナンダ・モンダル
インド、カルナータカ・560066、パンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディ・
ヴィレッジ、フェーズ2、イーピーアイピー、122番、ジョン・エフ・ウェルチ・テクノロジー
・センター
- (72)発明者 ケネス・エドワード・サイツァー
アメリカ合衆国、オハイオ州・45215、シンシナティ、ノイマン・ウェイ、1番
- (72)発明者 モンティ・リー・シェルトン
アメリカ合衆国、オハイオ州・45215、シンシナティ、ノイマン・ウェイ、1番
- (72)発明者 トーマス・オリー・モニズ
アメリカ合衆国、オハイオ州・45215、シンシナティ、ノイマン・ウェイ、1番
- (72)発明者 アタヌ・サーハ
インド、カルナータカ・560066、パンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フェーズ2
、イーピーアイピー、ジョン・エフ・ウェルチ・テクノロジー・センター
- Fターム(参考) 3G202 KK04 KK42

【外国語明細書】
2017187021000001.pdf