

(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2019-56368  
(P2019-56368A)

(43) 公開日 平成31年4月11日(2019.4.11)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
<b>FO2C</b>	<b>7/141</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2C 7/141
<b>FO1D</b>	<b>25/12</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1D 25/12 E
<b>FO1D</b>	<b>25/16</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1D 25/16 H
<b>FO2C</b>	<b>7/06</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2C 7/06 F
<b>FO2C</b>	<b>7/18</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2C 7/18 A

審査請求 有 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 31 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-156831 (P2018-156831)  
 (22) 出願日 平成30年8月24日 (2018.8.24)  
 (31) 優先権主張番号 17461597.1  
 (32) 優先日 平成29年8月31日 (2017.8.31)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(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、スケネクタディ、リバーロード、1  
 番  
 (71) 出願人 518283355  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー・  
 ポルスカ・エスピー・ズィーオー・オー  
 GENERAL ELECTRIC CO  
 MPANY POLSKA SP. ZO  
 . O.  
 ポーランド共和国、02-256、ワルシ  
 ヶワ、アレヤ・クラコフスカ、110/1  
 14

最終頁に続く

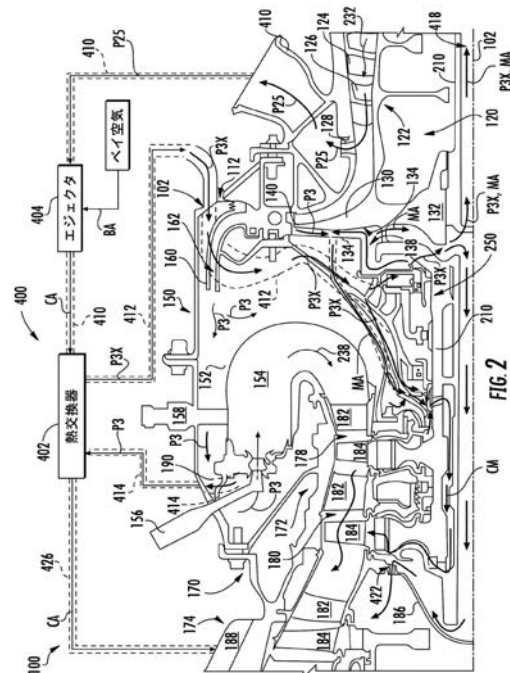
(54) 【発明の名称】 ガスタービンエンジン用の空気送達システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 エンジンのサイクル効率への影響を最小限に抑えながら、エンジンの様々な構成要素を加圧および/または冷却するための特徴を含み、エンジンの重量を低減し、エンジンの特定の燃料消費量を減少させるガスタービンエンジンを提供する。

【解決手段】 ガスタービンエンジン100は、P3X空気流を形成するために冷却空気流を使用してP3空気流を冷却する熱交換器402と、熱交換器に冷却空気流を供給するために圧縮機セクション120から熱交換器に延びる冷却ダクト410と、燃焼セクション150から熱交換器に延びてディフューザキャピティ162と空気流連通し、熱交換器にP3空気流を送達するための高圧抽気ダクト414と、熱交換器からサンプルナムに延びて、サンプルアセンブリのサンプルキャピティを加圧するためにサンプルナムにP3X空気流を送達する高圧ダクト412と、を含む空気送達システム400を備える。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

軸方向（A）、半径方向（R）、および円周方向（C）を画定するガスタービンエンジン（100）であって、

前記軸方向（A）の周りで回転可能な圧縮機（122）を有する圧縮機セクション（120）と、

前記軸方向（A）の周りで回転可能なタービン（172、174）を有するタービンセクション（170）と、

前記圧縮機（122）と前記タービン（172、174）との間に延び、前記圧縮機（122）と前記タービン（172、174）とを結合するシャフト（210、212）と

10

、  
前記圧縮機セクション（120）の下流かつ前記タービンセクション（170）の上流に配置された燃焼セクション（150）であって、前記燃焼セクション（150）は、ディフューザキャビティ（162）を画定し、燃焼チャンバ（154）を画定する燃焼器（152）を含み、前記ディフューザキャビティ（162）は、前記燃焼チャンバ（154）の上流に位置する燃焼セクション（150）と、

サンプルフレーム（252）と、前記サンプルフレーム（252）と前記シャフト（210、212）との間に配置された軸受アセンブリとを備えるサンプルアセンブリ（280）であって、前記サンプルフレーム（252）は、サンプルキャビティ（284）を少なくとも部分的に画定するサンプルアセンブリ（280）と、

20

前記サンプルキャビティ（284）に対向する前記サンプルフレーム（252）によって少なくとも部分的に画定されたサンプルプレナム（256）と、

熱交換器（402）、

前記熱交換器（402）に冷却空気流（CA）を供給するために前記圧縮機セクション（120）から前記熱交換器（402）に延びる冷却ダクト（410）、

前記燃焼セクション（150）から前記熱交換器（402）に延びて前記ディフューザキャビティ（162）と空気流連通し、前記熱交換器（402）にP3空気流を送達するための高圧抽気ダクト（414）、および

前記熱交換器（402）から前記サンプルプレナム（256）に延びる高圧ダクト（412）

30

を備える空気送達システム（400）と

を備え、

前記熱交換器（402）は、P3X空気流を形成するために前記冷却空気流（CA）を使用して前記P3空気流を冷却するように構成され、前記高圧ダクト（412）は、前記サンプルアセンブリの前記サンプルキャビティ（284）を加圧するために前記サンプルプレナム（256）に前記P3X空気流を送達するように構成される、ガスタービンエンジン（100）。

## 【請求項 2】

前記圧縮機セクション（120）が、後壁（132）を有するインペラ（130）を含み、前記ガスタービンエンジン（100）が、

40

前記後壁（132）に近接して配置されたインペラフレーム（134）であって、前記インペラ（130）の前記後壁（132）および前記インペラフレーム（134）が、インペラキャビティ（138）を少なくとも部分的に画定するインペラフレーム（134）をさらに備え、

前記インペラフレーム（134）および前記サンプルフレーム（252）が、前記サンプルプレナム（256）と前記インペラキャビティ（138）との間の空気流連通を提供するインペラ通路（136）を画定し、前記高圧ダクト（412）が前記サンプルプレナム（256）にP3X空気を供給すると、前記P3X空気の少なくとも一部が、前記インペラ（130）を冷却するために前記インペラ通路（136）を通過して前記インペラキャビティ（138）に流れる、請求項1に記載のガスタービンエンジン（100）。

50

## 【請求項 3】

前記インペラ（130）が、チタンで形成される、請求項 1 に記載のガスタービンエンジン（100）。

## 【請求項 4】

前記空気送達システム（400）が、  
前記冷却空気流（CA）をベイ空気流（BA）と同伴させるために前記冷却ダクト（410）に沿って配置されたエジェクタ（404）  
をさらに備える、請求項 1 に記載のガスタービンエンジン（100）。

## 【請求項 5】

前記冷却空気流（CA）が、前記圧縮機（122）からの P25 空気流およびベイ空気流（BA）からなる、請求項 1 に記載のガスタービンエンジン（100）。 10

## 【請求項 6】

前記タービン（172、174）が、タービンステータベーン（182）およびタービンブレード（184）の第 1 段（178）および第 2 段（180）をさらに備え、前記シャフト（210、212）が、前記サンププレナム（256）から前記第 2 段（180）のタービンブレード（184）に延びるタービン冷却通路（416）を画定し、前記高压ダクト（412）が前記サンププレナム（256）に P3X 空気を供給すると、前記 P3X 空気の少なくとも一部が、前記タービンブレード（184）を冷却するために前記タービン冷却通路（416）を通過して前記第 2 段（180）のタービンブレード（184）に流れる、請求項 1 に記載のガスタービンエンジン（100）。 20

## 【請求項 7】

前記サンプアセンブリが、前記軸方向（A）に沿って前記圧縮機（122）と前記タービン（172、174）との間に配置された B サンプアセンブリ（250）である、請求項 1 に記載のガスタービンエンジン（100）。

## 【請求項 8】

前記ガスタービンエンジン（100）が、  
前記ガスタービンエンジン（100）の入口本体（236）によって画定された入口（234）に近接して配置された A サンプアセンブリ（280）をさらに備え、前記 A サンプアセンブリ（280）が、A サンプフレーム（282）と、前記 A サンプフレーム（282）と前記シャフト（210、212）との間に配置された第 1 の軸受アセンブリ（300）とを備え、前記 A サンプフレーム（282）が、前記第 1 の軸受アセンブリ（300）が収容されるサンプキャビティ（284）を少なくとも部分的に画定し、前記 A サンプキャビティ（284）に対向する A サンププレナム（286）を少なくとも部分的に画定し、前記シャフト（210、212）が、前記サンププレナム（256）から前記 A サンププレナム（286）に延びる A サンプ通路（418）を画定し、前記高压ダクト（412）が前記サンププレナム（256）に P3X 空気を供給すると、前記 P3X 空気の少なくとも一部が、前記 A サンプキャビティ（284）を加圧するために前記 A サンプ通路（418）を通過して前記 A サンププレナム（286）に流れる、請求項 7 に記載のガスタービンエンジン（100）。 30

## 【請求項 9】

ガスタービンエンジン（100）の 1 つまたは複数の構成要素を冷却および加圧するための方法（500）であって、前記ガスタービンエンジン（100）は、圧縮機（122）を有する圧縮機セクション（120）と、タービン（172、174）と、前記圧縮機（122）と前記タービン（172、174）との間に延び、前記圧縮機（122）と前記タービン（172、174）とを結合するシャフト（210、212）と、前記圧縮機（122）の下流かつ前記タービン（172、174）の上流に配置された燃焼セクション（150）とを含み、前記燃焼セクション（150）は、ディフューザキャビティ（162）および燃焼チャンバ（154）を画定し、前記ディフューザキャビティ（162）は、前記燃焼チャンバ（154）の上流に位置し、前記ガスタービンエンジン（100）は、サンプフレーム（252）と、前記サンプフレーム（252）と前記シャフト（21 40 50

0、212)との間に配置された軸受アセンブリとを備えるサンプアセンブリをさらに備え、前記サンプフレーム(252)は、前記軸受アセンブリが収容されるサンプキャビティ(284)、および前記サンプキャビティ(284)に対向するサンププレナム(256)を少なくとも部分的に画定し、前記ガスタービンエンジン(100)は、熱交換器(402)と、エジェクタ(404)とを備える空気送達システム(400)をさらに備え、前記方法(500)は、

冷却空気流(CA)を抽出することと、

前記ディフューザキャビティ(162)の下流かつ前記燃焼チャンバ(154)の上流の前記燃焼セクション(150)からP3空気流を抽出することと、

前記熱交換器(402)に前記冷却空気流(CA)および前記P3空気流を送達することと、

P3X空気流を形成するために前記熱交換器(402)を介して前記冷却空気流(CA)で前記P3空気流を冷却することと、

前記サンプキャビティ(284)を加圧するために前記サンププレナム(256)に前記P3X空気流を送ることと

を含む、方法(500)。

【請求項10】

前記方法(500)が、

前記圧縮機セクション(120)からP25空気流を抽出することと、

ベイ空気流(BA)を抽出することと、

前記冷却空気流(CA)を形成するために前記P25空気流をベイ空気流(BA)と同伴させることと

を含む、請求項9に記載の方法(500)。

【請求項11】

前記圧縮機セクション(120)が、後壁(132)を有するインペラ(130)をさらに備え、前記ガスタービンエンジン(100)が、前記後壁(132)に近接して配置されたインペラフレーム(134)をさらに備え、前記後壁(132)および前記インペラフレーム(134)が、インペラキャビティ(138)を少なくとも部分的に画定し、前記方法(500)が、

前記インペラ(130)を冷却するために前記インペラキャビティ(138)に前記P3X空気流を送ること

をさらに含む、請求項9に記載の方法(500)。

【請求項12】

タービンステータベーン(182)およびタービンブレード(184)の第2段(180)に前記P3X空気を送る前に、前記方法(500)が、

前記P3X空気流を前記インペラキャビティ(138)から送られた混合空気流(MA)と混合することをさらに含み、前記混合空気流(MA)が、前記P3X空気流の少なくとも一部と、前記インペラ(130)の先端(173)に近接した前記インペラキャビティ(138)に漏れたP3空気流とを含む、請求項9に記載の方法(500)。

【請求項13】

前記ガスタービンエンジン(100)が、前記ガスタービンエンジン(100)の入口本体(236)によって画定された入口(234)に近接して配置されたAサンプアセンブリ(280)をさらに備え、前記Aサンプアセンブリ(280)が、Aサンプキャビティ(284)を少なくとも部分的に画定し、かつ前記Aサンプキャビティ(284)に対向するAサンププレナム(286)を少なくとも部分的に画定するAサンプフレーム(282)を備え、前記方法(500)が、

前記Aサンプキャビティ(284)を加圧するために前記Aサンププレナム(286)に前記P3X空気流を送ること

をさらに含む、請求項9に記載の方法(500)。

【請求項14】

10

20

30

40

50

前記サンプアセンブリが、前記圧縮機（１２２）と前記タービン（１７２、１７４）との間に配置されたＢサンプアセンブリ（２５０）である、請求項９に記載の方法（５００）。

【請求項１５】

前記タービン（１７２、１７４）が、前記タービンステータベーン（１８２）および前記タービンブレード（１８４）の第１段（１７８）および前記第２段（１８０）をさらに備え、前記方法（５００）が、

前記タービンステータベーン（１８２）および前記タービンブレード（１８４）の前記第２段（１８０）に前記Ｐ３×空気流の少なくとも一部を送ること

をさらに含む、請求項９に記載の方法（５００）。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本主題は、一般に、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様々な構成要素を冷却するための空気送達システムに関する。

【背景技術】

【０００２】

航空機と共に使用するためのガスタービンエンジンは、典型的には、軸受アセンブリおよび冷却流体（例えば、オイル）を収容するための様々なサンプアセンブリを含む。従来のサンプアセンブリは、一般に、シール要素にわたる圧力差を設定するために加圧空気流を必要とする。サンプ加圧空気流は、オイル火災およびコーキングを防止するのに十分なほど冷たくなければならない。したがって、一般にＰ２５空気と呼ばれる中間圧縮機空気は、典型的には、圧縮機から抽気され、このようなサンプアセンブリの加圧に使用される。Ｐ２５空気は、オイル火災およびコーキングを防止するのに十分なほど冷たいが、Ｐ２５空気は、一般に、シール要素にわたる圧力差を適切に設定するように十分に加圧されず、シールにわたって大きな漏れが生じる。さらに、従来のガスタービンエンジンは、典型的には、サンプアセンブリに送達されたＰ２５空気が、一般にＰ３空気と呼ばれる圧縮機吐出空気と混合しないように、そのようなサンプアセンブリの周りにバッファまたはバリアを提供するバッファキャビティを含むが、これは一般に、そのようなサンプアセンブリを加圧する際に熱くなりすぎるので、オイルのコーキング化を引き起こす。したがって、従来のサンプアセンブリは、典型的には、サンプのバッファキャビティに送達されたＰ３空気とＰ２５空気との混合を防止するために、例えば、圧縮機吐出シールなどの複雑なシール要素を必要とする。

20

30

【０００３】

加えて、従来のガスタービンエンジンは、典型的には、Ｐ３空気を利用して、エンジンの圧縮機の後段（例えば、インペラ）を冷却および支持する。Ｐ３空気は、比較的高温（すなわち、Ｔ３）でディフューザを通してエンジンの圧縮機セクションを出る。ある特定の圧力比では、Ｐ３空気の出口温度が高すぎるため、圧縮機構成要素のための軽量の材料（例えば、チタン）が実現できない。したがって、重い材料を使用しなければならず、エンジンの重量が増加する。

40

【０００４】

さらに、従来のガスタービンエンジンは、典型的には、そのようなエンジンのタービンのタービンディスク、ならびにステータベーンおよびタービンブレードのための冷却空気流を含む。Ｐ３空気、Ｐ２５空気、インペラ先端空気、および他の供給源は、そのような構成要素の冷却空気流としてすべて使用されている。しかし、Ｐ３、Ｐ２５、および／またはインペラ先端空気が抽気され、冷却および／または加圧に使用されるので、エンジンの全体的なサイクル効率に不利益が生じる。空気流がエンジンのコア空気流路から抽気または除去されるので、空気は有用な仕事のためにもはや利用可能ではない。

【０００５】

したがって、改善された空気送達システムを有するガスタービンエンジンが有用である

50

う。

【発明の概要】

【0006】

本発明の態様および利点は、その一部を以下の説明に記載しており、あるいはその説明から明らかになり、あるいは本発明の実施により学ぶことができる。

【0007】

1つの例示的な態様では、本開示は、軸方向、半径方向、および円周方向を画定するガスタービンエンジンに関する。ガスタービンエンジンは、軸方向の周りで回転可能な圧縮機を有する圧縮機セクションを含む。ガスタービンエンジンはまた、軸方向の周りで回転可能なタービンを有するタービンセクションを含む。ガスタービンエンジンは、圧縮機とタービンとの間に延び、圧縮機とタービンとを結合するシャフトをさらに含む。加えて、ガスタービンエンジンは、圧縮機セクションの下流かつタービンセクションの上流に配置された燃焼セクションを含み、燃焼セクションは、ディフューザキャビティを画定し、燃焼チャンバを画定する燃焼器を含み、ディフューザキャビティは、燃焼チャンバの上流に位置する。さらに、ガスタービンエンジンは、サンプフレームと、サンプフレームとシャフトとの間に配置された軸受アセンブリとを備えるサンプアセンブリを含み、サンプフレームは、サンプキャビティを少なくとも部分的に画定する。ガスタービンエンジンはまた、サンプキャビティに対向するサンプフレームによって少なくとも部分的に画定されたサンププレナムを含む。加えて、ガスタービンエンジンは、空気送達システムを含む。空気送達システムは、熱交換器を含む。空気送達システムはまた、熱交換器に冷却空気流を供給するために圧縮機セクションから熱交換器に延びる冷却ダクトを含む。空気送達システムはまた、燃焼セクションから熱交換器に延びてディフューザキャビティと空気流連通し、熱交換器にP3空気流を送達するための高圧抽気ダクトを含む。さらに、空気送達システムは、熱交換器からサンププレナムに延びる高圧ダクトを含む。熱交換器は、P3X空気流を形成するために冷却空気流を使用してP3空気流を冷却するように構成され、高圧ダクトは、サンプアセンブリのサンプキャビティを加圧するためにサンププレナムにP3X空気流を送達するように構成される。

10

20

【0008】

別の例示的な態様では、本開示は、軸方向、半径方向、および円周方向を画定するガスタービンエンジンに関する。ガスタービンエンジンは、軸方向の周りで回転可能な圧縮機を有する圧縮機セクションを含む。ガスタービンエンジンは、軸方向の周りで回転可能なタービンを有するタービンセクションをさらに含む。ガスタービンエンジンはまた、圧縮機とタービンとの間に延び、圧縮機とタービンとを結合するシャフトを含む。ガスタービンエンジンは、圧縮機セクションの下流かつタービンセクションの上流に配置され、燃焼チャンバを画定する燃焼セクションをさらに含む。加えて、ガスタービンエンジンは、サンプキャビティを少なくとも部分的に画定するサンプフレームを備えるサンプアセンブリを含む。ガスタービンエンジンはまた、サンプキャビティに対向するサンプフレームによって少なくとも部分的に画定されたサンププレナムを含む。さらに、ガスタービンエンジンは、空気送達システムを含む。空気送達システムは、冷却空気流およびP3空気流を受け入れるように構成された熱交換器を含み、熱交換器は、P3X空気流を形成するために冷却空気流を使用してP3空気流を冷却するように構成される。空気送達システムはまた、サンプアセンブリのサンプキャビティを加圧するためにサンププレナムにP3X空気流を送達するように熱交換器からサンププレナムに延びる高圧ダクトを含む。

30

40

【0009】

別の例示的な態様では、本開示は、ガスタービンエンジンの1つまたは複数の構成要素を冷却および加圧するための方法に関する。ガスタービンエンジンは、圧縮機を有する圧縮機セクションと、タービンと、圧縮機とタービンとの間に延び、圧縮機とタービンとを結合するシャフトと、圧縮機の下流かつタービンの上流に配置された燃焼セクションとを含み、燃焼セクションは、ディフューザキャビティおよび燃焼チャンバを画定し、ディフューザキャビティは、燃焼チャンバの上流に位置する。ガスタービンエンジンは、サンプ

50

フレームと、サンプフレームとシャフトとの間に配置された軸受アセンブリとを有するサンプアセンブリをさらに含み、サンプフレームは、軸受アセンブリが収容されるサンプキャビティ、およびサンプキャビティに対向するサンププレナムを少なくとも部分的に画定する。ガスタービンエンジンは、熱交換器と、エジェクタとを含む空気送達システムをさらに含む。方法は、冷却空気流を抽出することと、ディフューザキャビティの下流かつ燃焼チャンバの上流の燃焼セクションから P3 空気流を抽出することと、熱交換器に冷却空気流および P3 空気流を送達することと、P3 X 空気流を形成するために熱交換器を介して冷却空気流で P3 空気流を冷却することと、サンプキャビティを加圧するためにサンププレナムに P3 X 空気流を送ることとを含む。

【0010】

本発明のこれらおよび他の特徴、態様および利点は、以下の説明および添付の特許請求の範囲を参照することによってよりよく理解されるであろう。添付の図面は、本明細書に組み込まれて本明細書の一部を構成するが、本発明の実施形態を示しており、本明細書における説明と併せて本発明の原理の説明に役立つ。

【0011】

本発明の完全かつ可能な開示は、その最良の形態を含み、当業者に向けられて、本明細書に記載されており、それは以下の添付の図を参照している。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本主題の様々な実施形態による例示的なガスタービンエンジンの概略断面図である。

【図2】本主題の様々な実施形態による例示的な空気送達システムを示す、図1の例示的なガスタービンエンジン100の圧縮機セクションの一部、燃焼セクション、およびタービンセクションの一部の概略図である。

【図3】本主題の様々な実施形態による図1のガスタービンエンジンの例示的なBサンプアセンブリの断面図である。

【図4】本主題の様々な実施形態による図1のガスタービンエンジンの例示的なAサンプアセンブリの断面図である。

【図5】本主題の様々な実施形態による図1の例示的なガスタービンエンジンの側面図である。

【図6】本主題の様々な実施形態による例示的な方法の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の本実施形態について詳しく説明するが、その1つまたは複数の例が、添付の図面に示されている。詳細な説明では、図面中の特徴を参照するために数値および文字による符号が使用されている。図面および説明の中で同じまたは類似の符号は、本発明の同じまたは類似の部分参照するために使用されている。本明細書で使用する場合、「第1の」、「第2の」、および「第3の」という用語は、ある構成要素を別の構成要素から区別するために交換可能に使用することができ、個々の構成要素の位置または重要性を示すことを意図するものではない。「前方」および「後方」という用語は、ガスタービンエンジン内の相対的な位置を指し、前方はエンジンの前縁部分を指し、後方はエンジンの後縁部分を指す。「上流」および「下流」という用語は、流体経路における流体の流れに対する相対的な方向を指す。例えば、「上流」は流体が流れてくる方向を指し、「下流」は流体が流れていく方向を指す。さらに、本明細書で使用する場合、「約」、「実質的に」、または「およそ」などの近似の用語は、誤差の10%の範囲内にあることを指す。

【0014】

本開示は、一般に、改善された空気送達システムを有するガスタービンエンジンに関し、エンジンのサイクル効率への影響を最小限に抑えながら、エンジンの様々な構成要素を加圧および冷却するための特徴を含み、エンジンの重量を低減し、エンジンの特定の燃料消費量を減少させる。1つの例示的な態様では、ガスタービンエンジンは、空気送達シ

10

20

30

40

50

テムを含む。空気送達システムは、圧縮機吐出空気、またはP3空気を冷却する熱交換器を含む。得られた冷却されたP3空気、またはP3X空気は、そのシール要素を加圧するためにガスタービンエンジンの1つまたは複数のサンプアセンブリに送達される。特に、P3X空気は、サンプアセンブリを囲むサンププレナムに送達される。P3X空気は、ガスタービンエンジンの2つ以上のサンプアセンブリに送達することができる。P3X空気は、P3X空気がサンプアセンブリ内またはその周囲にオイル火災を引き起こさないように、十分に熱交換器によって冷却される。さらに、P3X空気は、サンプアセンブリのシール要素にわたる圧力差を適切に設定することができるように、十分に加圧される。その結果、シール要素にわたる漏れがより少なくなり得る。さらに、そのような従来のサンプアセンブリを囲む従来のバッファキャビティは、そのような従来のバッファキャビティに典型的には付随する構造および複雑なシール要素（例えば、圧縮機吐出シール）と共に、排除することができる。したがって、結果として、よりシンプルなシール構成を利用することができ、エンジンの重量を低減することができる。

10

**【0015】**

追加の例示的な態様では、P3X空気は、圧縮機の後段（例えば、インペラ）を冷却するために使用することができる。このようにして、軽量の材料をこのような圧縮機構成要素に使用することができ、最終的にエンジンの重量を低減することができる。さらに、いくつかの例示的な態様では、P3X空気は、タービンロータ、ステータベーン、および/またはタービンブレードの1つまたは複数の段を冷却するために使用することができる。さらに、いくつかの例示的な態様では、P3X空気は、ガスタービンエンジンの1つまたは複数の他のサンプアセンブリを冷却および加圧するために使用することができる。例えば、いくつかの実施形態では、ガスタービンエンジンは、第1の軸受アセンブリを収容するためにガスタービンエンジンの入口に近接して配置されたAサンプアセンブリを含むことができ、ガスタービンエンジンは、第2の軸受アセンブリを収容するためにガスタービンエンジンのタービンの圧縮機の間配置されたBサンプアセンブリを含むことができる。そのような実施形態では、まずP3X空気をBサンプアセンブリを加圧するために送達することができ、次いでAサンプアセンブリを加圧および/または冷却するように送ることができる。代替の実施形態では、P3X空気は、Aサンプアセンブリに直接送達することができる。

20

**【0016】**

さらに他の追加の例示的な態様では、熱交換器は、空気-空気熱交換器であってもよい。熱交換器の冷却流は、中間圧縮機空気、またはP25空気とベイ空気との組合せであり得る。ガスタービンエンジンのサンプアセンブリの1つまたは複数の必要な加圧および/またはガスタービンエンジンの1つまたは複数の構成要素の冷却の必要性に応じて、異なる量のP25空気を圧縮機から抽気して、熱交換器に送達される冷却空気混合物とP3空気との間の熱交換を増加させることができる。さらに、冷却混合物がP3空気を冷却するために使用された後、冷却空気混合物は、ガスタービンエンジンのタービンの1つまたは複数のタービンケーシングまたはカウリングに送達され得る。このようにして、タービンブレード先端とその対応するシュラウドとの間のより良好な能動的なクリアランス制御を達成することができる。

30

40

**【0017】**

さらに、本開示の例示的な態様によれば、冷却された高圧P3X空気および他の流れの再使用により、全体的な冷却流要求が低減される。結果として、ガスタービンエンジンのコア空気流路から抽気される必要のある空気の量が少なく済むので、より多くの作動流体が有用な仕事のために利用可能となる。このようにして、エンジン性能が改善される。

**【0018】**

ここで図面を参照すると、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100の概略断面図を示す。より具体的には、図1の実施形態では、ガスタービンエンジン100は、ターボプロップとして構成された逆流エンジンである。図1に示すように、ガスタービンエンジン100は、軸方向A（基準となる中心軸または長手方向中心線

50



102に平行に延びる)、半径方向R、および軸方向Aの周りに配置された円周方向C(図示せず)を画定する。ガスタービンエンジン100は、一般に、ファンセクション104と、ファンセクション104の下流に配置されたコアタービンエンジン106とを含み、ファンセクション104は、コアタービンエンジン106と共に動作可能であり、コアタービンエンジン106によって駆動される。

#### 【0019】

図示の例示的なコアタービンエンジン106は、概して軸方向Aに沿って延びる実質的に管状の外側ケーシング108を含む。外側ケーシング108は、一般に、コアタービンエンジン106を包囲し、単一のケーシングまたは複数のケーシングから形成することができる。コアタービンエンジン106は、直列流れ関係で、圧縮機セクション120と、  
10  
燃焼セクション150と、タービンセクション170と、排気セクション200とを含む。圧縮機セクション120は、圧縮機122と、圧縮機122の下流に配置された遠心インペラ130とを含む。燃焼セクション150は、長手方向中心線102の周りに配置され、円周方向Cに沿って離間した複数の燃料ノズル156を含む。燃焼セクション150はまた、燃料ノズル156の下流に配置された燃焼器152を含む。燃焼器152は、燃焼チャンバ154を画定する。タービンセクション170は、HPタービン172と、LPタービン174とを含む。この実施形態では、HPタービン172は、圧縮機セクション120に動力を供給するためのガス生成タービンである。LPタービン174は、ガス生成タービン、またはこの実施形態ではHPタービン172とは独立して長手方向中心線102の周りで回転する自由または動力タービンである。圧縮機セクション120、燃焼  
20  
セクション150、タービンセクション170、および排気セクション200は、互いに流体連通し、コア空気流路110を画定する。

#### 【0020】

高圧(HP)シャフトもしくはスプール210、またはこの実施形態ではガス生成シャフトは、圧縮機122にHPタービン172を駆動可能に接続する。低圧(LP)シャフトもしくはスプール212、またはこの実施形態では動力タービンシャフトは、ガスタービンエンジン100のファンセクション104にLPタービン174を駆動可能に接続する。図示の実施形態では、ファンセクション104は、円周方向Cに沿って離間してディスク224に結合された複数のファンブレード222を有する可変ピッチファン220を含む。図示のように、ファンブレード222は、概して半径方向Rに沿ってディスク22  
30  
4から外向きに延びる。各ファンブレード222は、ファンブレード222のピッチを同時に集合的に変化させるように構成された適切な作動部材226に動作可能に結合されたファンブレード222により、ピッチ軸Pの周りでディスク224に対して回転可能である。ファンブレード222、ディスク224、および作動部材226は共に、動力ギアボックス228を横切るLPシャフト212によって長手方向軸102の周りで回転可能である。動力ギアボックス228は、LPシャフト212の回転速度をより効率的な回転速度へと減速するための複数のギアを含み、1つまたは複数の結合システムを介してコアフレームまたはファンフレームの一方または両方に取り付けられる。特に、LPシャフト212は、動力ギアボックス228内に収容されたギアトレインを駆動し、これは、低RPMで出力シャフト214を介してファンセクション104に動力を動作可能に供給する。  
40  
ディスク224は、複数のファンブレード222を通る空気流を促進するために空気力学的に輪郭付けられた回転可能なスピナまたはフロントハブ230によって覆われる。

#### 【0021】

ガスタービンエンジン100の動作中、大量の空気232がファン220のブレード222を通過し、コアタービンエンジン106の環状入口234に向かって付勢される。より具体的には、ガスタービンエンジン100は、空気流232の入口部分を入口234から下流に向かって圧縮機セクション120に送る環状入口234を画定する入口本体236を含む。圧縮機セクション120は、圧縮機ステータベーン124の1つまたは複数の連続段と、圧縮機ロータブレード126の1つまたは複数の連続段と、インペラ130とを含む圧縮機122を含む。圧縮機ステータベーン124の1つまたは複数の連続段は、  
50

外側ケーシング108に結合され、圧縮機ロータブレード126は、HPシャフト210に結合され、空気流232を徐々に圧縮する。インペラ130は、空気232をさらに圧縮し、燃焼セクション150に圧縮空気232を導き、そこで空気232が燃料と混合する。燃焼器152は、空気/燃料混合物を燃焼させ、燃焼ガス238を供給する。

#### 【0022】

燃焼ガス238は、タービンステータベーン182の1つまたは複数の連続階と、タービンブレード184の1つまたは複数の連続段とを含むHPタービン172を通過して流れる。タービンステータベーン182の1つまたは複数の連続段は、外側ケーシング108に結合され、タービンブレード184は、HPシャフト210に結合され、燃焼ガス238から熱および/または運動エネルギーを抽出する。次いで、燃焼ガス238がLPタービン174を通過して流れ、LPシャフト212に結合されたタービンステータベーン182およびタービンブレード184の追加の段を介して追加の量のエネルギーが抽出される。HPタービン172からのエネルギー抽出は、HPシャフト210を通過して圧縮機122およびインペラ130の動作を支持し、LPタービン174からのエネルギー抽出は、LPシャフト212を通過してファンセクション104の動作を支持する。燃焼ガス238は、排気セクション200を通過してガスタービンエンジン100を出る。

10

#### 【0023】

図1に示す例示的なガスタービンエンジン100は単なる例示であり、他の例示的な実施形態では、ガスタービンエンジン100は、任意の他の適切な構成を有してもよいことを理解されたい。例えば、他の例示的な実施形態では、代わりに、ガスタービンエンジン100は、ターボファンエンジン、ターボジェットエンジン、内燃機関などのような任意の他の適切なタービンエンジンとして構成することができることを理解されたい。さらに、上述したガスタービンエンジン100は、固定翼またはロータ航空機における使用のための航空ガスタービンエンジンであるが、他の例示的な実施形態では、ガスタービンエンジン100は、陸上の産業用ガスタービンエンジン、または航空転用ガスタービンエンジンなどの任意のいくつかの用途に使用される任意の適切なタイプのガスタービンエンジンとして構成することができる。

20

#### 【0024】

加えて、他の例示的な実施形態では、タービンエンジンは、任意の適切な数の圧縮機、タービン、シャフトなどを含むことができる。例えば、理解されるように、HPシャフト210およびLPシャフト212は、任意の適切な目的のために任意の適切なデバイスにさらに結合されてもよい。例えば、ある特定の例示的な実施形態では、図1のガスタービンエンジン100は、ヘリコプタの主ロータを駆動するために利用されてもよく、航空転用用途などにおいて利用されてもよい。さらに、他の例示的な実施形態では、ガスタービンエンジン100は、任意の他の適切なタイプの燃焼器を含むことができ、図示の例示的な逆流燃焼器を含まなくてもよい。

30

#### 【0025】

図1にさらに示すように、ガスタービンエンジン100は、Aサンプアセンブリ280と、Bサンプアセンブリ250と、Cサンプアセンブリ310とを含む。Aサンプアセンブリ280は、第1の軸受アセンブリ300（一般に軸受1と呼ばれる）を収容するように構成される。Bサンプアセンブリ250は、第2の軸受アセンブリ270（一般に軸受2と呼ばれる）を収容するように構成される。Cサンプアセンブリ310は、第3の軸受アセンブリ320（一般に軸受3と呼ばれる）、および第4の軸受アセンブリ330（一般に軸受4と呼ばれる）を収容するように構成される。この実施形態の場合、Aサンプアセンブリ280および第1の軸受アセンブリ300は、入口234に近接して配置され、コア空気流路110と長手方向中心線102との間に配置される。Bサンプアセンブリ250および第2の軸受アセンブリ270は、HPタービン172に近接して配置され、コア空気流路110と長手方向中心線102との間に同様に配置される。Cサンプアセンブリ310ならびに第3および第4の軸受アセンブリ320、330は、LPタービン174に近接して配置され、コア空気流路110と長手方向中心線102との間に同様に配置

40

50

される。

【 0 0 2 6 】

図 2 は、本主題の様々な実施形態による図 1 の例示的なガスタービンエンジン 1 0 0 の圧縮機セクション 1 2 0 の一部、燃焼セクション 1 5 0、およびタービンセクション 1 7 0 の一部の概略図を示す。さらに、図 2 は、本主題の様々な実施形態によるガスタービンエンジン 1 0 0 の例示的な空気送達システム 4 0 0 を示す。図示の実施形態に示すように、圧縮機セクション 1 2 0 の圧縮機 1 2 2 は、空気流 2 3 2 が圧縮機ステータベーン 1 2 4 および圧縮機ロータブレード 1 2 6 の連続段を通過する際に、空気流 2 3 2 を徐々に圧縮する。圧縮機 1 2 2 を出た後、大部分の空気流 2 3 2 は、インペラ 1 3 0 の下流に続き、そこで空気流 2 3 2 が半径方向 R に沿ってさらに圧縮されて半径方向外側に導かれ、それにより空気流 2 3 2 を燃焼セクション 1 5 0 に導くことができる。より具体的には、空気流 2 3 2 は、ディフューザ 1 6 0 を通って圧縮機セクション 1 2 0 を出る。ディフューザ 1 6 0 は、ディフューザキャピティ 1 6 2 を画定し、そこを通過して空気流 2 3 2 がディフューザ 1 6 0 を出る。ディフューザ 1 6 0 を通って出る空気流 2 3 2 は、一般に圧縮機吐出空気と呼ばれ、P 3 空気または P 3 空気流として本明細書で示される。ディフューザ 1 6 0 を通って出た後、図 2 に示すように、P 3 空気の一部が燃焼器 1 5 2 に流れ、P 3 空気の一部が燃焼器 1 5 2 の周りを流れる。

10

【 0 0 2 7 】

さらに図 2 を参照すると、燃料は、燃焼器 1 5 2 に流れる P 3 空気の部分に燃料ノズル 1 5 6 によって導入される。点火器 1 5 8 は、空気 / 燃料混合物を点火して燃焼ガス 2 3 8 を供給する。次いで、燃焼ガス 2 3 8 は、HP タービン 1 7 2 に送られる。この実施形態では、HP タービン 1 7 2 は、タービンステータベーンおよびロータブレード 1 8 2、1 8 4 の第 1 段 1 7 8 と、タービンステータベーンおよびロータブレード 1 8 2、1 8 4 の第 2 段 1 8 0 とを含む。第 1 および第 2 段 1 7 8、1 8 0 は、燃焼ガス 2 3 8 から熱および / または運動エネルギーを抽出する。特に、HP タービン 1 7 2 は、HP シャフト 2 1 0 (またはガス生成シャフト) を駆動するための有用な仕事を発生するためのエネルギーを抽出し、これは、圧縮機セクション 1 2 0 を駆動する。HP タービン 1 7 2 を出た後、燃焼ガス 2 3 8 は、LP タービン 1 7 4 (または動力タービン) へとコア空気流路 1 1 0 に沿って下流に流れ、そこでタービンステータベーン 1 8 2 およびタービンロータブレード 1 8 4 の連続段が燃焼ガス 2 3 8 からエネルギーをさらに抽出する。このようにして、LP タービン 1 7 4 は、ファンセクション 1 0 4 (図 1) を駆動する。

20

30

【 0 0 2 8 】

LP タービン 1 7 4 は、ステータベーン 1 8 2 およびタービンブレード 1 8 4 を冷却するためのタービン冷却ケース 1 8 8 を含む。この実施形態では、タービン冷却ケース 1 8 8 は、LP タービン 1 7 4 のステータベーンおよびタービンブレード 1 8 2、1 8 4 の半径方向外側に配置される。特に、この実施形態では、タービン冷却ケース 1 8 8 は、熱交換器 4 0 2 と空気流連通するが、これについては後に詳述する。いくつかの実施形態では、タービン冷却ダクト 4 2 6 は、熱交換器 4 0 2 からタービン冷却ケース 1 8 8 に延び、このような空気流連通を提供する。いくつかの実施形態では、熱交換器 4 0 2 は、LP タービン 1 7 4 のカウリング 1 7 6 (図 5) の半径方向外側に直接配置され、タービン冷却ケース 1 8 8 と直接空気流連通する。本明細書でより詳細に説明するように、冷却空気流が P 3 空気流と熱交換した後、冷却空気流は、タービン冷却ダクト 4 2 6 を介してタービン冷却ケース 1 8 8 の下流に、または上述のようにタービン冷却ケース 1 8 8 に直接続くことができる。

40

【 0 0 2 9 】

図 2 にさらに示すように、圧縮機 1 2 2 を出た後、空気流 2 3 2 の一部は、インペラ 1 3 0 に達する前に抽気することができる。特に、一定量の空気流 2 3 2 は、圧縮機抽気バルブ 1 2 8 を通ってコア空気流路 1 1 0 から抽気することができる。圧縮機抽気バルブ 1 2 8 を通って抽気される空気は、一般に P 2 5 空気または P 2 5 空気流と呼ばれる。圧縮機抽気バルブ 1 2 8 は、ガスタービンエンジン 1 0 0 の様々な構成要素の加圧および冷却

50

の必要性に応じて、圧縮機セクション 120 から P25 空気流を選択的に出すことを可能にする。さらに、代替の例示的な実施形態では、前述のように、1つまたは複数の固定オリフィスが、コア空気流路 110 と冷却ダクト 410 との間の流体連通を提供することができる。1つまたは複数のオリフィスは、一定量の P25 が冷却ダクト 410 に抽気されることを可能にするように動作可能に構成することができる。例えば、オリフィスの幾何学的形状は、冷却ダクト 410 への所定の量の P25 空気流を選択的に可能にすることができる。さらに他の例示的な実施形態では、1つまたは複数のオリフィスは、可変の幾何学的形状を含むことができ、それにより冷却ダクト 410 に抽気される P25 空気流の量は、ガスタービンエンジン 100 の 1つまたは複数の構成要素の冷却および/または加圧の必要性に応じて制御することができる。

10

#### 【0030】

加えて、図 2 にさらに示すように、一定量の空気流 232 は、インペラ 130 の先端でコア空気流路 110 から漏れ、インペラ 130 の後壁 132 に沿って長手方向中心線 102 に向かって概して半径方向内向きに流れる。インペラフレーム 134 は、その後壁 132 に沿ってインペラ 130 に近接して配置される。インペラフレーム 134 およびインペラ 130 の後壁 132 は、インペラキャビティ 138 を画定する。このようにして、インペラフレーム 134 は、インペラキャビティ 138 を部分的に画定し、インペラ 130 の後壁 132 は、インペラキャビティ 138 を部分的に画定する。空気は、インペラ 130 の先端 140 でコア空気流路 110 から漏れ、インペラキャビティ 138 に流れる。インペラキャビティ 138 に漏れる空気は、P3 空気である。

20

#### 【0031】

図 3 は、本主題の様々な実施形態による図 1 のガスタービンエンジンの例示的な B サンプアセンブリ 250 の断面図を示す。図示のように、B サンプアセンブリ 250 は、サンプフレーム 252 を含み、第 2 の軸受アセンブリ 270 を収容する。第 2 の軸受アセンブリ 270 は、サンプフレーム 252 とシャフト、またはこの実施形態では HP シャフト 210 との間に配置される。サンプフレーム 252 は、サンプキャビティ 254 を少なくとも部分的に画定する。サンププレナム 256 は、サンプキャビティ 254 に対向するサンプフレーム 252 によって少なくとも部分的に画定される。代替的に言えば、サンププレナム 256 は、この実施形態では B サンプアセンブリ 250 である、サンプアセンブリを囲む領域または面積である。

30

#### 【0032】

サンプフレーム 252 は、B サンプアセンブリ 250 の後方または後部部分で第 1 のシール要素 258 に接続し、B サンプアセンブリ 250 の前方部分で第 2 のシール要素 260 に接続するように示されている。この実施形態では、第 1 および第 2 のシール要素 258、260 は、カーボンシールである。第 1 および第 2 のシール要素 258、260 にわたるオイルミストおよび流体漏れを防止するために、適切な圧力差が、サンプキャビティ 254 とサンププレナム 256 との間に設定されなければならない。

#### 【0033】

図 4 は、本主題の様々な実施形態による図 1 のガスタービンエンジン 100 の例示的な A サンプアセンブリ 280 の断面図を示す。図示のように、A サンプアセンブリ 280 は、ガスタービンエンジン 100 の入口本体 236 によって画定された入口 234 に近接して配置される。A サンプアセンブリ 280 は、第 1 の軸受アセンブリ 300 を収容する A サンプフレーム 282 を含む。第 1 の軸受アセンブリ 300 は、A サンプフレーム 282 とシャフト、またはこの実施形態では HP シャフト 210 との間に配置される。A サンプフレーム 282 は、A サンプキャビティ 284 を少なくとも部分的に画定する。A サンププレナム 286 は、A サンプキャビティ 284 に対向する A サンプフレーム 282 によって少なくとも部分的に画定される。言い換えると、A サンププレナム 286 は、A サンプアセンブリ 280 を囲む領域または面積である。

40

#### 【0034】

A サンプフレーム 282 は、A サンプアセンブリ 280 の前方部分で第 1 のシール要素

50

290に接続するように示されている。この実施形態では、第1のシール要素290は、カーボンシールである。第1のシール要素290にわたるオイルミストおよび流体漏れを防止するために、適切な圧力差が、Aサンプキャビティ284とAサンププレナム286との間に設定されなければならない。

#### 【0035】

ここで図2および図5を参照して、空気送達システム400について説明する。図5は、本主題の様々な実施形態による空気送達システム400の様々な構成要素を示す、図1の例示的なガスタービンエンジン100の側面図を示す。この実施形態では、空気送達システム400は、熱交換器402と、エジェクタ404と、ガスタービンエンジン100の1つまたは複数の構成要素に空気を送るための様々なダクトおよび通路とを含む。

10

#### 【0036】

図2および図5に示すように、この実施形態では、熱交換器402は、空気-空気熱交換器である。しかし、熱交換器402は、熱伝達プロセスで使用するための任意の適切な数およびタイプの流体を受け入れるように構成することができる。さらに、この実施形態では、熱交換器402は、比較的高温の加圧圧縮機吐出空気(P3空気)を冷却するために冷却空気流CAの流れを使用するように構成され、ガスタービンエンジン100の様々な構成要素を冷却および/または加圧するために使用することができる。より具体的には、本明細書でP3X空気またはP3X空気流と呼ばれる冷却されたP3空気流は、HPタービン172のケーシング、LPタービン174のケーシング、LPタービン174ならびに/またはHPタービン172の1つまたは複数のタービンステータベーン182およびタービンブレード184、インペラ130の後壁132、Aサンプアセンブリ280を冷却し、Bサンプアセンブリ250を冷却/加圧するために使用することができる。追加的にまたは代替的に、P3X空気流は、同様にガスタービンエンジン100の他の構成要素を冷却/加圧するために使用することができる。

20

#### 【0037】

図5では、熱交換器402は、ガスタービンエンジン100の外側ケーシング108の外部にまたは外側ケーシング108と一体的に配置されて示されている。特に、この実施形態では、熱交換器402は、タービンセクション170に近接して配置される。より具体的にはさらに、熱交換器402は、タービンケーシングを囲むカウリング176に近接して配置され、タービンケーシングは、HPおよびLPタービン172、174の作動構成要素を囲む。代替の実施形態では、熱交換器402は、熱伝達のための流体温度差を利用するために、ガスタービンエンジン100内の任意の他の適切な位置に、ガスタービンエンジン100と一体的に、またはガスタービンエンジン100に沿って配置されてもよい。

30

#### 【0038】

本主題の例示的な実施形態によれば、冷却空気または冷却空気流は、任意の適切な供給源から熱交換器402に供給することができる。図2に概略的に示すように、CAで示される冷却空気流は、エジェクタ404によって熱交換器402に供給される。エジェクタ404は、圧縮機セクション120からの抽気空気流をベイ空気またはベイ空気流BAと同伴させるように構成され、ベイ空気またはベイ空気流BAは、例えば、周囲空気、外側ケーシング108とエンジンのナセルとの間を流れる空気、またはガスタービンエンジン100がバイパスターボファンエンジンとして構成されている実施形態では、エンジンのバイパスダクトから抽出されたバイパス空気流であってもよい。このように、冷却空気流CAは、圧縮機抽気空気(例えば、P25空気)とベイ空気BAとの混合物とすることができる。圧縮機セクション120から抽出されたP25空気は、熱交換器402を通過する冷却空気流CAの流量または量を増減するために使用することができる。このようにして、P25空気は、空気流が熱交換器402を通過するときに、P3空気流を伴う冷却空気流CAの熱伝達率を調節することができる。

40

#### 【0039】

いくつかの実施形態では、P25空気は、冷却空気流CAの一部として使用されない。

50

そのような実施形態では、ベイ空気流 B A またはいくつかの他の冷却流体は、P 3 空気を冷却するために使用される。上述の実施形態は、可能な冷却構成の例であることを理解されたい。他の構成要素、特徴、および構成が可能であり、本主題の範囲内に包含されることがさらに理解されるであろう。

#### 【0040】

図 2 および 5 を参照すると、上述のように、空気送達システム 400 は、ガスタービンエンジン 100 の様々な構成要素に冷却 / 加圧空気流を送達するための様々なダクトおよび通路を含む。特に、図示の実施形態では、空気送達システム 400 は、圧縮機セクション 120 から熱交換器 402 に延びる冷却ダクト 410 を含む。より具体的には、冷却ダクト 410 は、圧縮機 122 の下流かつインペラ 130 の上流の位置で圧縮機セクション 120 から延びる。圧縮機抽気バルブ 128 は、ガスタービンエンジン 100 の構成要素の冷却 / 加圧の必要性に基づいて冷却ダクト 410 を通る P 25 空気流を選択的に可能にする。代替の例示的な実施形態では、1 つまたは複数の固定オリフィスが、コア空気流路 110 と冷却ダクト 410 との間の流体連通を提供することができる。1 つまたは複数のオリフィスは、一定量の P 25 が冷却ダクト 410 に抽気されることを可能にするように動作可能に構成することができる。例えば、オリフィスの幾何学的形状は、冷却ダクト 410 への所定の量の P 25 空気流を選択的に可能にすることができる。さらに他の例示的な実施形態では、1 つまたは複数のオリフィスは、可変の幾何学的形状を含むことができ、それにより冷却ダクト 410 に抽気される P 25 空気流の量は、ガスタービンエンジン 100 の 1 つまたは複数の構成要素の冷却および / または加圧の必要性に応じて制御することができる。

10

20

#### 【0041】

特に図 5 を参照すると、この実施形態では、冷却ダクト 410 は、軸方向 A に沿って概して前方方向に延び、コアタービンエンジン 106 の外部に延びる。エジェクタ 404 は、冷却ダクト 410 に沿って配置されるように示され、それによりエジェクタ 404 が圧縮機セクション 120 からの P 25 空気を受け入れ、冷却空気流 C A を形成するために P 25 空気流をベイ空気流 B A と同伴させることができる。次に冷却空気流 C A は、冷却ダクト 410 に沿って熱交換器 402 に送られる。

#### 【0042】

いくつかの例示的な実施形態では、冷却ダクト 410 は、圧縮機セクション 120 に沿って異なる位置から延びることができる。例えば、冷却ダクト 410 は、コア空気流路 110 に沿った場所から圧縮機 122 の半径方向外側に延びることができる。他の例示的な実施形態では、特にガスタービンエンジン 100 がバイパスターボファンエンジンである場合、冷却ダクト 410 は、ターボファンエンジンのバイパスダクトから延びることができる。冷却ダクト 410 は、他の適切な位置から延びることができることが理解されよう。

30

#### 【0043】

図 2 および 5 にさらに示すように、空気送達システム 400 はまた、燃焼セクション 150 から熱交換器 402 に延びる H P 抽気ダクト 414 を含む。この実施形態では、H P 抽気ダクト 414 は、燃焼セクション 150 からディフューザ 160 の下流かつ燃焼器 152 の上流に延びる。H P 抽気ダクト 414 は、熱交換器 402 に一定量の P 3 空気流を送達するように構成される。H P 抽気ダクトバルブ 190 は、ガスタービンエンジン 100 の構成要素の冷却および / または加圧の必要性に基づいて P 3 空気流を熱交換器 402 に選択的に送達することを可能にする。例えば、B サンプアセンブリ 250 が加圧の増加を必要とする場合、H P 抽気ダクトバルブ 190 は、P 3 空気が冷却され、続いて B サンプアセンブリ 250 に送られるように、一定量の P 3 空気流が熱交換器 402 に流れるように開位置に作動させることができる。H P 抽気ダクト 414 は、任意の適切な位置から、燃焼セクション 150 から延びることができることが理解されよう。いくつかの例示的な実施形態では、1 つまたは複数の固定オリフィスが、燃焼セクション 150 に沿ったコア空気流路 110 と H P 抽気ダクト 414 との間の流体連通を提供することができる。1

40

50

つまたは複数のオリフィスは、一定量の P 3 が H P 抽気ダクト 4 1 4 に抽気されることを可能にするように動作可能に構成することができる。例えば、オリフィスの幾何学的形状は、H P 抽気ダクト 4 1 4 への所定の量の P 3 空気流を選択的に可能にすることができる。さらに他の例示的な実施形態では、1 つまたは複数のオリフィスは、可変の幾何学的形状を含むことができ、それにより H P 抽気ダクト 4 1 4 に抽気される P 3 空気流の量は、ガスタービンエンジン 1 0 0 の 1 つまたは複数の構成要素の冷却および / または加圧の必要性に応じて制御することができる。

#### 【 0 0 4 4 】

図 2 および図 5 を参照すると、特に図 2 に示すように、空気送達システム 4 0 0 はまた、熱交換器 4 0 2 から B サンプアセンブリ 2 5 0 に延びる H P ダクト 4 1 2 を含む。特に、H P ダクト 4 1 2 は、熱交換器 4 0 2 からサンププレナム 2 5 6 に、またはこの実施形態では、B サンププレナムに延びる。H P ダクト 4 1 2 は、適切な圧力差がシーリング要素にわたって設定され得るように、第 1 および第 2 のシール要素 2 5 8、2 6 0 を加圧するために B サンプアセンブリ 2 5 0 に P 3 X 空気を送達するように構成される。特に図 5 に示すように、H P ダクト 4 1 2 は、コアタービンエンジン 1 0 6 の外部に、熱交換器 4 0 2 から圧縮機セクション 1 2 0 の後方端部に近接した場所まで、軸方向 A に沿った後部または後方方向に延びる。

10

#### 【 0 0 4 5 】

再び図 3 を参照すると、空気送達システム 4 0 0 は、B サンプアセンブリ 2 5 0 のサンププレナム 2 5 6 から H P タービン 1 7 2 の第 2 段 1 8 0 のタービンブレード 1 8 4 に延びるタービン冷却通路 4 1 6 を含む。タービン冷却通路 4 1 6 は、H P シャフト 2 1 0 によって少なくとも部分的に画定される。さらに、図 3 に示すように、H P シャフト 2 1 0 は、サンププレナム 2 5 6 とタービン冷却通路 4 1 6 との間の空気流連通を提供する H P シャフト開口 4 2 6 を画定する。この実施形態では、タービン冷却通路 4 1 6 は、H P シャフト 2 1 0 を通って軸方向 A に沿って延び、次に半径方向 R に沿って半径方向外側に移行する。特に、タービン冷却通路 4 1 6 が半径方向外側に延びるので、タービン冷却通路 4 1 6 は、第 2 段のタービンブレード 1 8 4 のロータに沿って延びる。次いでタービン冷却通路 4 1 6 は、軸方向 A に沿って後部または後方方向に移行し、最終的に、タービン冷却通路 4 1 6 は、第 2 段のタービンブレード 1 8 4 に向かって再び半径方向外側に延びる。他の例示的な実施形態では、H P シャフト 2 1 0 は、H P タービン 1 7 2 の第 1 段のロータおよびタービンブレードに空気流連通を提供する他の H P シャフト開口を含むことができる。さらに別の例示的な実施形態では、タービン冷却通路 4 1 6 は、第 2 段のステータベーン 1 8 2 を冷却するために延びることができる。

20

30

#### 【 0 0 4 6 】

再び図 2 を参照すると、空気送達システム 4 0 0 は、タービンフレーム部材 1 8 6 によって少なくとも部分的に画定された L P タービン通路 4 2 2 を含む。この例示的な実施形態では、タービンフレーム部材 1 8 6 は、H P タービン 1 7 2 と L P タービン 1 7 4 との間に配置される。より具体的には、タービンフレーム部材 1 8 6 は、H P タービン 1 7 2 と L P タービン 1 7 4 とを分離する。L P タービン通路 4 2 2 は、H P タービン 1 7 2 と L P タービン 1 7 4 との間の空気流連通を提供する。このようにして、H P シャフト 2 1 0 の半径方向内向きに軸方向 A に沿って前方方向に流れる P 3 X 空気は、L P タービン通路 4 2 2 を通って L P タービン 1 7 4 のロータアセンブリに向かって流れ、L P タービン 1 7 4 のロータアセンブリおよび他の構成要素を冷却することができる。

40

#### 【 0 0 4 7 】

さらに、図 2 および図 4 に示すように、空気送達システム 4 0 0 は、サンププレナム 2 5 6 から A サンプアセンブリ 2 8 0 に、より具体的には B サンプアセンブリ 2 5 0 のサンププレナム 2 5 6 および A サンプアセンブリ 2 8 0 の A サンププレナム 2 8 6 から延びる A サンプ通路 4 1 8 を含む。図示のように、A サンプ通路 4 1 8 は、軸方向中心線 1 0 2 の近傍に沿って概して軸方向 A に沿って延びる。A サンプ通路 4 1 8 は、冷却された高圧 P 3 X 空気流が A サンプアセンブリ 2 8 0 の第 1 のシール要素 2 9 0 を加圧することがで

50

きるように、A サンププレナム 286 に P3X 空気流の一部を送達するように構成される。さらに、図 4 に示すように、HP シャフト 210 は、A サンプ開口 424 を画定する。A サンプ開口 424 は、A サンプ通路 418 と A サンププレナム 286 との間の空気流連通を提供する。このようにして、P3X 空気流は、高圧 P3X 空気が A サンプアセンブリ 280 を加圧することができるように、サンププレナム 256 から A サンププレナム 286 に流れることができる。

#### 【0048】

加えて、図 3 にさらに詳細に示すように、インペラ通路 136 は、B サンプアセンブリ 250 のサンププレナム 256 からインペラキャビティ 138 に延びる。インペラ通路 136 は、静止フレーム部材 262 および HP シャフト 210 によって少なくとも部分的に画定される。インペラ通路 136 は、サンププレナム 256 とインペラキャビティ 138 との間の空気流連通を提供する。このようにして、一定量の P3X 空気流を、インペラ 130 を冷却するためにインペラキャビティ 138 に送達することができる。

10

#### 【0049】

特に図 3 に示すように、混合空気流ダクト 420 (図 3 に破線で示す) が、インペラキャビティ 138 から B サンプアセンブリ 250 の前方の位置に延びる。混合空気流ダクト 420 は、一定量の混合空気流 MA を送達する。混合空気流 MA は、インペラキャビティ 138 を通ってインペラ 130 の後壁 163 を上昇した冷却された P3X 空気と、インペラ 130 の先端に近接したコア空気流路 110 から漏れた P3 空気とを含む。混合空気流ダクト 420 は、ガスタービンエンジン 100 の様々な構成要素を冷却するために P3X 空気および高圧 P3 空気の送達および再使用を可能にする。例えば、混合空気流 MA は、HP タービン 172 のステータベーンおよびタービンブレード 182、184 の 1 つまたは複数の段の、ならびに / または LP タービン 174 の 1 つまたは複数の構成要素を冷却するために再使用することができる。

20

#### 【0050】

前述のように、図 2 および図 5 にさらに示すように、空気送達システム 400 は、熱交換器 402 から動力または LP タービン 174 に延びるタービン冷却ダクト 426 をさらに含む。いくつかの例示的な実施形態では、熱交換器 402 から LP タービン 174 に延びるタービン冷却ダクト 426 は存在しない。むしろ、そのような例示的な実施形態では、P3 空気を冷却するために使用される冷却空気 CA は、タービン冷却ケース 188 に直接供給される。

30

#### 【0051】

ここで図 2 ~ 図 5 を参照して、空気送達システム 400 がガスタービンエンジン 100 の様々な構成要素に冷却 / 加圧空気流を送達する方法を説明する。空気送達システム 400 がガスタービンエンジンの様々な構成要素に冷却 / 加圧空気流を送達する方法を説明し図示する以下の説明および添付の図は、例示的であり、以下に記載される様々な特徴は、本主題の範囲から逸脱することなく、様々な方法で変更、適合、拡張、再構成および / または省略することができることが理解されよう。

#### 【0052】

図 2 に示すように、中間圧縮機空気、または P25 空気は、コア空気流路 110 から冷却ダクト 410 に抽気される。冷却ダクト 410 は、エジェクタ 404 に P25 空気を送る。エジェクタ 404 は、P25 空気流ジェットによってベイ空気流 BA を同伴させる。いくつかの実施形態では、ベイ空気流 BA は、ターボファンエンジンの高バイパスダクトから抽出されたバイパス空気流、周囲空気、エンジンのナセルとコアタービンエンジンとの間に画定された空間の間から抽出された空気、これらの組合せなどとすることができるエジェクタ 404 が P25 空気流をベイ空気流 BA と同伴させて一定量の冷却空気流 CA を形成した後、冷却空気流 CA は、冷却ダクト 410 を介して熱交換器 402 に送られる。圧縮機抽気バルブ 128 は、ガスタービンエンジン 100 の様々な構成要素の加圧および冷却の必要性に応じて、圧縮機セクション 120 から一定量の P25 空気流を選択的に出すことを可能にする (または、1 つもしくは複数のオリフィスにより一定量の P25 空

40

50



気流が圧縮機セクション120から抽気されることが可能になる)。同時に、圧縮機吐出空気、またはP3空気は、燃焼セクション150から抽気され、HP抽気ダクト414を介して熱交換器402に送られる。HP抽気バルブ190は、熱交換器402への所定の量のP3空気の抽気を選択的に可能にすることができる。

【0053】

熱交換器402は、エジェクタ404からの冷却空気流CA、および燃焼セクション150からの比較的高温および高圧のP3空気流を受け入れる。空気-空気の熱交換では、比較的高温のP3空気流が冷却空気流CAと熱交換する。この実施形態では、冷却空気流CAは、高温P3空気と混合しない。熱交換器402は、P3空気を冷却し、冷却された高圧空気、またはP3X空気をもたらす。P3X空気流は、P3空気流よりも冷たく、ガスタービンエンジン100のサンプアセンブリの1つまたは複数内の圧力に匹敵する圧力にある。

10

【0054】

この実施形態では、P3空気を冷却するために使用される冷却空気流CAは、図2に示すように、タービン冷却ダクト426を介して送られてLPタービン174の構成要素を冷却する。追加的にまたは代替的に、いくつかの実施形態では、P3空気を冷却するために使用される冷却空気流CAは、周囲環境に放出されるか、またはガスタービンエンジン100の他の構成要素を冷却するために使用される。例えば、いくつかの例示的な実施形態では、冷却空気流CAは、HPタービン172のタービンケーシングに冷却を行うかまたは衝突するように送ることができる。

20

【0055】

さらに図2を参照すると、冷却された高圧P3X空気流は、熱交換器402を出て、HPダクト412を介してBサンプアセンブリ250に送られ、より具体的には、P3X空気流は、Bサンプアセンブリ250のサンプレナム256に送られる。この実施形態では、HPダクト412は、熱交換器402からケーシング108(図2および図5)に画定された開口部112を通過して延びる。次いで、HPダクト412は、圧縮機セクション120の最終段(すなわち、インペラ130)と燃焼セクション150の燃焼器152との間に長手方向中心線102に向かって半径方向Rに沿って延び、Bサンプアセンブリ250の近傍で終端する。特に、HPダクトは、Bサンプアセンブリ250のサンプレナム256内に開口する。この実施形態では、HPダクト412は、サンプレナム256の前方、中間、および後方部分へのP3X空気流のより均一な分配を可能にする複数の通路を含む。

30

【0056】

図3に示すように、高圧P3X空気は、Bサンプアセンブリ250に送達され、一般に、サンプフレーム252の上またはその周りに分配される。P3X空気流の第1の部分430は、軸方向Aに沿って概して後方または後部方向にサンプフレーム252に沿って移動し、P3X空気流の第2の部分432は、軸方向Aに沿って概して前方方向にサンプフレーム252に沿って移動する。P3X空気流の第1の部分430は、Bサンプアセンブリ250の第1のシール要素258を加圧する。P3X空気が十分に加圧されるので、第1のシール要素258にわたる圧力差により、オイルミストがサンプキャビティ254内に維持され、第1のシール要素258にわたるオイル漏れが最小限に抑えられ、かつ/または低減される。さらに、P3X空気流が熱交換器402によって十分に冷却される実施形態では、高圧P3X空気流は、Bサンプアセンブリ250内またはその周囲にコーキングおよび/またはオイル火災を引き起こさない。

40

【0057】

図3をさらに参照すると、この例示的な実施形態に示すように、P3X空気が第1のシール要素258を通過して流れた後、P3X空気流の第1の部分430の少なくとも一部は、概して半径方向Rに沿って後方または後部方向に流れ続ける。特に、P3X空気流の第1の部分430の少なくとも一部は、後方シール要素144を通過してインペラ通路136に入る。P3X空気流の第1の部分430は、半径方向Rに沿ってインペラ通路136を

50

通って上方に流れてインペラキャビティ 138 に入る。同時に、P3 空気は、インペラ 130 の先端 173 またはその付近でインペラキャビティ 138 に漏れる。P3 X 空気流は、P3 空気と混合する。インペラ後壁 132 に沿って流れる P3 X 空気と P3 空気流との混合物は、インペラ 130 を冷却する。いくつかの例示的な実施形態では、P3 X 空気と P3 空気との混合物は、動作中にガスタービンエンジン 100 が受ける最も極端な圧力比であってもインペラ 130 の軽量の材料が実現可能な程度に、インペラ 130 を冷却するのに十分に冷たい。このようにして、いくつかの例示的な実施形態では、インペラ 130 は、チタンまたはチタン合金、他の適切な軽量の材料、またはこれらの組合せで形成することができる。したがって、このような実施形態では、ガスタービンエンジン 100 の重量は、低減することができる。

10

#### 【0058】

ここで図 3 および図 4 を参照すると、図 3 に示すように、後方シール要素 144 を通過した P3 X 空気の一部は、HP シャフト 210 を横切って長手方向中心線に向かって軸方向 A に沿って概して後方または後部に流れ続け、インペラ 130 のハブ 165 を通過する。加えて、インペラキャビティ 138 からの混合空気流 MA の一部は、長手方向中心線 102 に向かって半径方向内向きに流れ、HP シャフト 210 を横切った P3 X 空気と結合する。P3 X 空気流および / または混合空気流 MA は、軸方向 A に沿って A サンプアセンブリ 280 に向かって後方または後部に続く。図 4 に示すように、P3 X 空気流および / または混合空気流 MA は、HP シャフト 210 に沿って続き、A サンプ通路 418 を通って半径方向外側に流れて A サンププレナム 286 に入り、A サンプアセンブリ 280 の第 1 のシール要素 290 を加圧する。このようにして、第 1 のシール要素 290 にわたる適切な圧力差を達成することができる。さらに、P3 X 空気流および / または混合空気流 MA の一部は、ラックシール要素 192 を横切って半径方向外側に流れ、圧縮機 122 の 1 つまたは複数の構成要素を冷却する。加えて、P3 X 空気流および / または混合空気流 MA が既に加圧されているので、圧縮機 122 に沿ってコア空気流路 110 に入る P3 X 空気流および / または混合空気流 MA は、圧縮機 122 の効率を改善する。このようにして、P3 X 空気流および / または混合空気流 MA の再使用は、エンジンの効率を改善する。

20

#### 【0059】

図 3 を参照すると、前述のように、冷却された高圧 P3 X 空気の第 2 の部分 432 は、サンププレナム 256 に送達され、軸方向 A に沿って概して前方にサンプフレーム 252 の上にはまたはその周りに分配される。P3 X 空気流は、B サンプアセンブリ 250 の第 2 のシール要素 260 を加圧する。P3 X 空気が十分に加圧されるので、第 2 のシール要素 260 にわたる圧力差により、オイルミストがサンプキャビティ 254 内に維持され、第 2 のシール要素 260 にわたるオイル漏れが最小限に抑えられ、かつ / または低減される。さらに、P3 X 空気流の組合せが熱交換器 402 によって十分に冷却される実施形態では、P3 X は、B サンプアセンブリ 250 内またはその周囲にコーキングおよび / またはオイル火災を引き起こさない。

30

#### 【0060】

第 2 のシール要素 260 および B サンプアセンブリ 250 を加圧した後、より一般的には、P3 X 空気流の第 2 の部分 432 は、前方シール要素 146 を横切って流れ、サンププレナム 256 を出る。次いで、P3 X 空気流の第 2 の部分 432 は、混合空気流ダクト 420 によって送達された混合空気流 MA と、B サンプアセンブリ 250 の前方の位置にある加速器 428 によって送達された P3 空気と混合する。得られた空気流は、ここでは複合空気流 CM とみなされる。混合空気流 MA および P3 空気流の再使用は、ガスタービンエンジン 100 の他の様々な構成要素を冷却するのに必要な P3 X 空気の量を効果的に減少させる。このようにして、抽気空気の量を減少させることができ (すなわち、P25 空気、P3 空気など)、したがって、エンジンの全体的なサイクル効率を改善することができる。

40

#### 【0061】

さらに図 3 を参照すると、図示のように、複合空気流 CM は、例えば、HP タービン 1

50

72の様々な構成要素のような、ガスタービンエンジン100の他の様々な構成要素を冷却するために前方に続くことができる。特に、図3の図示の実施形態に示すように、複合空気流CMは、Bサンプアセンブリ250のサンプレナム256からHPタービン172の第2段180のタービンブレード184に送ることができる。複合空気流CMは、HPシャフト開口426を通過してサンプレナム256を出て、次にタービン冷却通路416を通過して軸方向Aに沿って概して前方に流れる。次に複合空気流CMは、半径方向Rに沿って、第2段のタービンブレードのロータに沿って半径方向外側に移行する。次いで複合空気流CMは、軸方向Aに沿って後部または後方方向にタービン冷却通路416に流れ、次に第2段180のハブおよびタービンブレード184に向かって半径方向外側に延びる。このようにして、P3X空気流および他の再使用される空気流を含む複合空気流CMは、第2段180のタービンブレード184を冷却する。他の例示的な実施形態では、HPシャフト210は、HPタービン172の第1段のロータおよびタービンブレードに空気流通を提供する他のHPシャフト開口を含むことができる。さらに別の例示的な実施形態では、タービン冷却通路416は、第2段180のステータベーン182を冷却するために延びることができる。

10

20

30

40

50

#### 【0062】

再び図2を参照すると、Bサンプアセンブリ250の後部部分に示すように、P3X空気流の一部は、HPシャフト210の半径方向内向きに軸方向Aに沿って前方方向に流れる。次に、P3X空気流は、LPタービン174のロータアセンブリに向かってLPタービン通路422を通過して流れ、LPタービン174のロータアセンブリおよび他の構成要素、例えば、LPタービン174の1つまたは複数のステータベーンおよび1つまたは複数のタービンブレードを冷却することができる。

#### 【0063】

図6は、本開示の例示的な実施形態による、例えば、本明細書に図示され記載された例示的なガスタービンエンジン100などのガスタービンエンジンの1つまたは複数の構成要素を冷却および/または加圧するための例示的な方法(500)の流れ図を示す。方法(500)の一部またはすべては、本明細書に開示される空気送達システム400によって実施することができる。加えて、図6は、図示および説明の目的のために特定の順序で方法(500)を示す。例示的な方法(500)は、本主題の範囲から逸脱することなく、様々な方法で変更、適合、拡張、再構成および/または省略することができるが理解されよう。

#### 【0064】

(502)において、例示的な方法(500)は、冷却空気流CAを抽出することを含む。例えば、冷却空気流CAは、ベイ空気流BA、P25空気流、追加の空気流、および/またはこれらの組合せであり得る。いくつかの実施態様では、冷却空気流CAは、ベイ空気流BAとP25空気流との混合物である。そのような実施態様では、冷却空気流CAの大部分は、ベイ空気であり得、熱交換器402に送達される抽出されたP3空気を十分に冷却するのに必要な熱伝達率に応じて、所定の量のP25空気を圧縮機セクション120から抽出することができる。

#### 【0065】

(504)において、例示的な方法(500)は、ディフューザキャビティ162の下流かつ燃焼チャンバ154の上流の燃焼セクション150からP3空気流を抽出することを含む。ガスタービンエンジン100の1つまたは複数の構成要素(例えば、Bサンプアセンブリ250の1つまたは複数の構成要素など)の加圧および冷却の必要性に応じて、例示的なHP抽気バルブ190は、P3空気が熱交換器402に送達され得るように、例示的なHP抽気ダクト414への所定の量のP3空気を選択的に可能にすることができる。例えば、Bサンプアセンブリ250に近接して配置された1つまたは複数のセンサは、Bサンプアセンブリ250の1つまたは複数のシール要素にわたる圧力差を示す1つまたは複数の信号をエンジンのコントローラに送ることができる。1つまたは複数の信号に基づいて、HP抽気バルブ190に通信可能に結合されたコントローラは、バルブ位置を選

択的に制御して、燃焼セクション150から抽気されるP3空気の流れを制御することができる。燃焼セクション150から抽気されるP3空気の量、ひいてはP25空気の量を制御することによって、所要の量の抽気空気のみがコア空気流路110から実際に抽気される。このようにして、より多くの空気が有用な仕事のためにコア空気流路110に残ることができ、それによってエンジンの効率を改善する。いくつかの実施形態では、エンジンコントローラは、全デジタルエンジン制御装置(F A D E C)機能を有する電子エンジンコントローラであってもよい。

【0066】

(506)において、例示的な方法(500)は、熱交換器402に冷却空気流CAおよびP3空気流を送達することを含む。冷却空気流CAは、燃焼セクション150から抽出されたP3空気を冷却するために使用され得るように、熱交換器402に送達される。

10

【0067】

(508)において、例示的な方法(500)は、P3X空気流を形成するために熱交換器402を介して冷却空気流CAでP3空気流を冷却することを含む。いくつかの実施形態では、P3空気流は、空気-空気交換において冷却空気流CAと熱交換することができる。さらに、追加的にまたは代替的に、P3空気流は、他の適切な手段および適切な流体によって冷却することができる。

【0068】

(510)において、例示的な方法(500)は、サンプキャビティを加圧するためサンププレナムにP3X空気流を送ることを含む。いくつかの例示的な実施形態では、P3X空気流は、サンプキャビティ254を加圧するためにBサンプアセンブリ250のサンププレナム256に送ることができる。サンププレナム256にP3X空気流を送ることによって、P3X空気流は、サンプフレーム252の上および/またはその周りに、かつBサンプアセンブリ250の第1および第2のシール要素258、260の周りに分配することができる。このようにして、いくつかの実施形態では、第1および第2のシール要素258、260にわたる圧力差を適切に設定することができ、P3X空気が十分に冷却されるので、P3X空気は、Bサンプアセンブリ250内またはその周囲にコーキングおよび/またはオイル火災を引き起こさない。

20

【0069】

いくつかの例示的な実施形態では、方法(500)は、圧縮機セクションからP25空気流を抽出することと、ベイ空気流BAを抽出することと、冷却空気流CAを形成するためにP25空気流をベイ空気流BAと同伴させることとを含む。

30

【0070】

いくつかの例示的な実施形態では、圧縮機セクション120は、後壁132を有するインペラをさらに含む。さらに、ガスタービンエンジン100は、後壁132に近接して配置されたインペラフレーム134をさらに含む。後壁132およびインペラフレーム134は、前述のように、インペラキャビティ138を少なくとも部分的に画定する。そのような例示的な実施形態では、方法(500)は、インペラ130を冷却するためにインペラキャビティ138にP3X空気流を送ることをさらに含む。このようにして、インペラ130を形成するために軽量の材料、例えばチタンなどを使用することができる。

40

【0071】

いくつかの例示的な実施形態では、ガスタービンエンジン100は、ガスタービンエンジン100の入口本体236によって画定された入口234に近接して配置されたAサンプアセンブリ280をさらに含む。Aサンプアセンブリ280は、Aサンプキャビティ284を少なくとも部分的に画定し、かつAサンプキャビティ284に対向するAサンププレナム286を少なくとも部分的に画定するAサンプフレーム282を含む。そのような例示的な実施形態では、方法(500)は、Aサンプキャビティ284を加圧するためにAサンププレナム286にP3X空気流を送ることをさらに含む。

【0072】

いくつかの例示的な実施形態では、サンプアセンブリは、圧縮機セクション120とタ

50

ービンセクション 170 との間に配置された B サンプアセンブリ 250 である。さらに、いくつかの例示的な実施態様では、サンプアセンブリは、軸方向 A に沿って圧縮機セクション 120 とタービンセクション 170 との間に配置された B サンプアセンブリである。

【0073】

いくつかの例示的な実施態様では、タービンは、タービンステータベーンおよびタービンブレードの第 1 段および第 2 段をさらに含む。そのような例示的な実施態様では、方法 (500) は、タービンステータベーンおよびタービンブレードの第 2 段に P3X 空気の少なくとも一部を送ることをさらに含む。さらに他の例示的な実施態様では、タービンステータベーンおよびタービンブレードの第 2 段に P3X 空気を送る前に、方法 (500) は、P3X 空気を P3 空気流と混合することをさらに含む。いくつかの例示的な実施態様では、タービンは、HP タービンである。

10

【0074】

いくつかの例示的な実施態様では、方法 (500) は、LP タービン 174 のロータアセンブリおよび他の構成要素が冷却され得るように、LP タービン通路 422 を通して P3X 空気の少なくとも一部を送ることをさらに含む。LP タービン通路 422 は、ガスタービンエンジン 100 の HP タービン 172 と LP タービン 174 とを分離するタービンフレーム部材 186 によって少なくとも部分的に画定することができる。

【0075】

いくつかの例示的な実施態様では、ガスタービンエンジン 100 は、ターボプロップエンジンとして構成された逆流ガスタービンエンジンである。さらに他の例示的な実施態様では、ガスタービンエンジン 100 は、ターボシャフトエンジンとして構成された逆流ガスタービンエンジンである。

20

【0076】

本明細書は、本発明を最良の態様を含めて開示するとともに、あらゆるデバイスまたはシステムの製作および使用ならびにあらゆる関連の方法の実行を含む本発明の実施を当業者にとって可能にするために、実施例を用いている。本発明の特許可能な範囲は、特許請求の範囲によって定義され、当業者が想到す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、それらが特許請求の範囲の文言と異なる構造要素を含む場合、または特許請求の範囲の文言と実質的な差異を有さない等価の構造要素を含む場合、特許請求の範囲内であることを意図している。

30

[実施態様 1]

軸方向 (A)、半径方向 (R)、および円周方向 (C) を画定するガスタービンエンジン (100) であって、

前記軸方向 (A) の周りで回転可能な圧縮機 (122) を有する圧縮機セクション (120) と、

前記軸方向 (A) の周りで回転可能なタービン (172、174) を有するタービンセクション (170) と、

前記圧縮機 (122) と前記タービン (172、174) との間に延び、前記圧縮機 (122) と前記タービン (172、174) とを結合するシャフト (210、212) と

40

、前記圧縮機セクション (120) の下流かつ前記タービンセクション (170) の上流に配置された燃焼セクション (150) であって、前記燃焼セクション (150) は、ディフューザキャピティ (162) を画定し、燃焼チャンバ (154) を画定する燃焼器 (152) を含み、前記ディフューザキャピティ (162) は、前記燃焼チャンバ (154) の上流に位置する燃焼セクション (150) と、

サンプフレーム (252) と、前記サンプフレーム (252) と前記シャフト (210、212) との間に配置された軸受アセンブリとを備えるサンプアセンブリ (280) であって、前記サンプフレーム (252) は、サンプキャピティ (284) を少なくとも部分的に画定するサンプアセンブリ (280) と、

前記サンプキャピティ (284) に対向する前記サンプフレーム (252) によって少

50

なくとも部分的に画定されたサンププレナム（２５６）と、

熱交換器（４０２）、

前記熱交換器（４０２）に冷却空気流（ＣＡ）を供給するために前記圧縮機セクション（１２０）から前記熱交換器（４０２）に延びる冷却ダクト（４１０）、

前記燃焼セクション（１５０）から前記熱交換器（４０２）に延びて前記ディフューザキャビティ（１６２）と空気流連通し、前記熱交換器（４０２）にＰ３空気流を送達するための高圧抽気ダクト（４１４）、および

前記熱交換器（４０２）から前記サンププレナム（２５６）に延びる高圧ダクト（４１２）

を備える空気送達システム（４００）と

10

を備え、

前記熱交換器（４０２）は、Ｐ３×空気流を形成するために前記冷却空気流（ＣＡ）を使用して前記Ｐ３空気流を冷却するように構成され、前記高圧ダクト（４１２）は、前記サンプアセンブリの前記サンプキャビティ（２８４）を加圧するために前記サンププレナム（２５６）に前記Ｐ３×空気流を送達するように構成される、ガスタービンエンジン（１００）。

[実施態様２]

前記圧縮機セクション（１２０）が、後壁（１３２）を有するインペラ（１３０）を含み、前記ガスタービンエンジン（１００）が、

前記後壁（１３２）に近接して配置されたインペラフレーム（１３４）であって、前記インペラ（１３０）の前記後壁（１３２）および前記インペラフレーム（１３４）が、インペラキャビティ（１３８）を少なくとも部分的に画定するインペラフレーム（１３４）をさらに備え、

20

前記インペラフレーム（１３４）および前記サンプフレーム（２５２）が、前記サンププレナム（２５６）と前記インペラキャビティ（１３８）との間の空気流連通を提供するインペラ通路（１３６）を画定し、前記高圧ダクト（４１２）が前記サンププレナム（２５６）にＰ３×空気を供給すると、前記Ｐ３×空気の少なくとも一部が、前記インペラ（１３０）を冷却するために前記インペラ通路（１３６）を通過して前記インペラキャビティ（１３８）に流れる、実施態様１に記載のガスタービンエンジン（１００）。

[実施態様３]

30

前記インペラ（１３０）が、チタンで形成される、実施態様１に記載のガスタービンエンジン（１００）。

[実施態様４]

前記空気送達システム（４００）が、

前記冷却空気流（ＣＡ）をベイ空気流（ＢＡ）と同伴させるために前記冷却ダクト（４１０）に沿って配置されたエジェクタ（４０４）

をさらに備える、実施態様１に記載のガスタービンエンジン（１００）。

[実施態様５]

前記冷却空気流（ＣＡ）が、前記圧縮機（１２２）からのＰ２５空気流およびベイ空気流（ＢＡ）からなる、実施態様１に記載のガスタービンエンジン（１００）。

40

[実施態様６]

前記タービン（１７２、１７４）が、タービンステータベーン（１８２）およびタービンブレード（１８４）の第１段（１７８）および第２段（１８０）をさらに備え、前記シャフト（２１０、２１２）が、前記サンププレナム（２５６）から前記第２段（１８０）のタービンブレード（１８４）に延びるタービン冷却通路（４１６）を画定し、前記高圧ダクト（４１２）が前記サンププレナム（２５６）にＰ３×空気を供給すると、前記Ｐ３×空気の少なくとも一部が、前記タービンブレード（１８４）を冷却するために前記タービン冷却通路（４１６）を通過して前記第２段（１８０）のタービンブレード（１８４）に流れる、実施態様１に記載のガスタービンエンジン（１００）。

[実施態様７]

50

前記サンプアセンブリが、前記軸方向（A）に沿って前記圧縮機（122）と前記タービン（172、174）との間に配置されたBサンプアセンブリ（250）である、実施態様1に記載のガスタービンエンジン（100）。

[実施態様8]

前記ガスタービンエンジン（100）が、

前記ガスタービンエンジン（100）の入口本体（236）によって画定された入口（234）に近接して配置されたAサンプアセンブリ（280）をさらに備え、前記Aサンプアセンブリ（280）が、Aサンプフレーム（282）と、前記Aサンプフレーム（282）と前記シャフト（210、212）との間に配置された第1の軸受アセンブリ（300）とを備え、前記Aサンプフレーム（282）が、前記第1の軸受アセンブリ（300）が収容されるサンプキャビティ（284）を少なくとも部分的に画定し、前記Aサンプキャビティ（284）に対向するAサンププレナム（286）を少なくとも部分的に画定し、前記シャフト（210、212）が、前記サンププレナム（256）から前記Aサンププレナム（286）に延びるAサンプ通路（418）を画定し、前記高圧ダクト（412）が前記サンププレナム（256）にP3X空気を供給すると、前記P3X空気の少なくとも一部が、前記Aサンプキャビティ（284）を加圧するために前記Aサンプ通路（418）を通過して前記Aサンププレナム（286）に流れる、実施態様7に記載のガスタービンエンジン（100）。

10

[実施態様9]

前記ガスタービンエンジン（100）が、

前記タービン（172、174）に近接して配置され、前記熱交換器（402）と空気流連通するタービン冷却ケース（188）

20

をさらに備え、

前記冷却空気流（CA）が前記P3空気と熱交換した後、前記冷却流（CA）が、前記タービン冷却ケース（188）に送られる、実施態様1に記載のガスタービンエンジン（100）。

[実施態様10]

前記サンプアセンブリが、

前記軸方向（A）に沿って前記軸受アセンブリの後方に配置され、前記サンプフレーム（252）に接続された第1のシール要素（258）と、

30

前記軸方向（A）に沿って前記軸受アセンブリの前方に配置され、前記サンプフレーム（252）に接続された第2のシール要素（260）と

をさらに備え、

前記サンププレナム（256）が、前記第1のシール要素（258）および前記第2のシール要素（260）と空気流連通する、実施態様1に記載のガスタービンエンジン（100）。

[実施態様11]

軸方向（A）、半径方向（R）、および円周方向（C）を画定するガスタービンエンジン（100）であって、

前記軸方向（A）の周りで回転可能な圧縮機（122）を有する圧縮機セクション（120）と、

40

前記軸方向（A）の周りで回転可能なタービン（172、174）を有するタービンセクション（170）と、

前記圧縮機（122）と前記タービン（172、174）との間に延び、前記圧縮機（122）と前記タービン（172、174）とを結合するシャフト（210、212）と

、前記圧縮機セクション（120）の下流かつ前記タービンセクション（170）の上流に配置され、燃焼チャンバ（154）を画定する燃焼セクション（150）と、

サンプキャビティ（284）を少なくとも部分的に画定するサンプフレーム（252）を備えるサンプアセンブリと、

50

前記サンプルキャビティ(284)に対向する前記サンプルフレーム(252)によって少なくとも部分的に画定されたサンプルプレナム(256)と、

冷却空気流(CA)およびP3空気流を受け入れるように構成された熱交換器(402)であって、前記熱交換器(402)は、P3X空気流を形成するために前記冷却空気流(CA)を使用して前記P3空気流を冷却するように構成される熱交換器(402)、および

前記サンプルアセンブリの前記サンプルキャビティ(284)を加圧するために前記サンプルプレナム(256)に前記P3X空気流を送達するように前記熱交換器(402)から前記サンプルプレナム(256)に延びる高圧ダクト(412)

を備える空気送達システム(400)と

を備える、ガスタービンエンジン(100)。

[実施態様12]

前記空気送達システム(400)が、

前記圧縮機(122)からのP25空気流を選択的に可能にするための圧縮機抽気バルブ(128)と、

前記圧縮機セクション(120)から前記熱交換器(402)に延び、前記圧縮機抽気バルブ(128)と空気流連通する冷却ダクト(410)と、

前記冷却空気流(CA)を形成するために前記P25空気流をベイ空気流(BA)と同伴させるための前記冷却ダクト(410)に沿って配置されたエジェクタ(404)と

をさらに備える、実施態様11に記載のガスタービンエンジン(100)。

[実施態様13]

前記圧縮機セクション(120)が、後壁(132)を有するインペラ(130)を含み、前記ガスタービンエンジン(100)が、

前記後壁(132)に近接して配置されたインペラフレーム(134)であって、前記インペラ(130)の前記後壁(132)および前記インペラフレーム(134)が、インペラキャビティ(138)を少なくとも部分的に画定するインペラフレーム(134)をさらに備え、

前記インペラフレーム(134)および前記サンプルフレーム(252)が、前記サンプルプレナム(256)と前記インペラキャビティ(138)との間の空気流連通を提供するインペラ通路(136)を画定し、前記高圧ダクト(412)が前記サンプルプレナム(256)にP3X空気を供給すると、前記P3X空気の少なくとも一部が、前記インペラ(130)を冷却するために前記インペラ通路(136)を通して前記インペラキャビティ(138)に流れる、実施態様11に記載のガスタービンエンジン(100)。

[実施態様14]

ガスタービンエンジン(100)の1つまたは複数の構成要素を冷却および加圧するための方法(500)であって、前記ガスタービンエンジン(100)は、圧縮機(122)を有する圧縮機セクション(120)と、タービン(172、174)と、前記圧縮機(122)と前記タービン(172、174)との間に延び、前記圧縮機(122)と前記タービン(172、174)とを結合するシャフト(210、212)と、前記圧縮機(122)の下流かつ前記タービン(172、174)の上流に配置された燃焼セクション(150)とを含み、前記燃焼セクション(150)は、ディフューザキャビティ(162)および燃焼チャンバ(154)を画定し、前記ディフューザキャビティ(162)は、前記燃焼チャンバ(154)の上流に位置し、前記ガスタービンエンジン(100)は、サンプルフレーム(252)と、前記サンプルフレーム(252)と前記シャフト(210、212)との間に配置された軸受アセンブリとを備えるサンプルアセンブリをさらに備え、前記サンプルフレーム(252)は、前記軸受アセンブリが収容されるサンプルキャビティ(284)、および前記サンプルキャビティ(284)に対向するサンプルプレナム(256)を少なくとも部分的に画定し、前記ガスタービンエンジン(100)は、熱交換器(402)と、エジェクタ(404)とを備える空気送達システム(400)をさらに備え、前記方法(500)は、

10

20

30

40

50



冷却空気流（CA）を抽出することと、

前記ディフューザキャビティ（162）の下流かつ前記燃焼チャンバ（154）の上流の前記燃焼セクション（150）からP3空気流を抽出することと、

前記熱交換器（402）に前記冷却空気流（CA）および前記P3空気流を送達することと、

P3X空気流を形成するために前記熱交換器（402）を介して前記冷却空気流（CA）で前記P3空気流を冷却することと、

前記サンプルキャビティ（284）を加圧するために前記サンプルプレナム（256）に前記P3X空気流を送ることと

を含む、方法（500）。

[実施態様15]

前記方法（500）が、

前記圧縮機セクション（120）からP25空気流を抽出することと、

ベイ空気流（BA）を抽出することと、

前記冷却空気流（CA）を形成するために前記P25空気流をベイ空気流（BA）と同伴させることと

を含む、実施態様14に記載の方法（500）。

[実施態様16]

前記圧縮機セクション（120）が、後壁（132）を有するインペラ（130）をさらに備え、前記ガスタービンエンジン（100）が、前記後壁（132）に近接して配置されたインペラフレーム（134）をさらに備え、前記後壁（132）および前記インペラフレーム（134）が、インペラキャビティ（138）を少なくとも部分的に画定し、前記方法（500）が、

前記インペラ（130）を冷却するために前記インペラキャビティ（138）に前記P3X空気流を送ること

をさらに含む、実施態様14に記載の方法（500）。

[実施態様17]

タービンステータベーン（182）およびタービンブレード（184）の第2段（180）に前記P3X空気流を送る前に、前記方法（500）が、

前記P3X空気流を前記インペラキャビティ（138）から送られた混合空気流（MA）と混合することをさらに含み、前記混合空気流（MA）が、前記P3X空気流の少なくとも一部と、前記インペラ（130）の先端（173）に近接した前記インペラキャビティ（138）に漏れたP3空気流とを含む、実施態様16に記載の方法（500）。

[実施態様18]

前記ガスタービンエンジン（100）が、前記ガスタービンエンジン（100）の入口本体（236）によって画定された入口（234）に近接して配置されたAサンプルアセンブリ（280）をさらに備え、前記Aサンプルアセンブリ（280）が、Aサンプルキャビティ（284）を少なくとも部分的に画定し、かつ前記Aサンプルキャビティ（284）に対向するAサンプルプレナム（286）を少なくとも部分的に画定するAサンプルフレーム（282）を備え、前記方法（500）が、

前記Aサンプルキャビティ（284）を加圧するために前記Aサンプルプレナム（286）に前記P3X空気流を送ること

をさらに含む、実施態様14に記載の方法（500）。

[実施態様19]

前記サンプルアセンブリが、前記圧縮機（122）と前記タービン（172、174）との間に配置されたBサンプルアセンブリ（250）である、実施態様14に記載の方法（500）。

[実施態様20]

前記タービン（172、174）が、前記タービンステータベーン（182）および前記タービンブレード（184）の第1段（178）および前記第2段（180）をさらに

10

20

30

40

50

備え、前記方法（５００）が、

前記タービンステータベーン（１８２）および前記タービンブレード（１８４）の前記第２段（１８０）に前記Ｐ３×空気流の少なくとも一部を送ること

をさらに含む、実施態様１４に記載の方法（５００）。

【符号の説明】

【００７７】

１００	ガスタービンエンジン	
１０２	長手方向軸、軸方向中心線、長手方向中心線	
１０４	ファンセクション	
１０６	コアタービンエンジン	10
１０８	外側ケーシング	
１１０	コア空気流路	
１１２	開口部	
１２０	圧縮機セクション	
１２２	圧縮機	
１２４	圧縮機ステータベーン	
１２６	圧縮機ロータブレード	
１２８	圧縮機抽気バルブ	
１３０	遠心インペラ	
１３２	インペラ後壁	20
１３４	インペラフレーム	
１３６	インペラ通路	
１３８	インペラキャビティ	
１４０	先端	
１４４	後方シール要素	
１４６	前方シール要素	
１５０	燃焼セクション	
１５２	燃焼器	
１５４	燃焼チャンバ	
１５６	燃料ノズル	30
１５８	点火器	
１６０	ディフューザ	
１６２	ディフューザキャビティ	
１６３	後壁	
１６５	ハブ	
１７０	タービンセクション	
１７２	ＨＰタービン	
１７３	先端	
１７４	ＬＰタービン	
１７６	カウリング	40
１７８	第１段	
１８０	第２段	
１８２	ロータブレード、タービンステータベーン、タービンブレード	
１８４	タービンロータブレード	
１８６	タービンフレーム部材	
１８８	タービン冷却ケース	
１９０	ＨＰ抽気ダクトバルブ	
１９２	ラックシール要素	
２００	排気セクション	
２１０	ＨＰシャフトもしくはスプール	50

2 1 2	LPシャフトもしくはスプール	
2 1 4	出力シャフト	
2 2 0	可変ピッチファン	
2 2 2	ファンブレード	
2 2 4	ディスク	
2 2 6	作動部材	
2 2 8	動力ギアボックス	
2 3 0	フロントハブ	
2 3 2	圧縮空気、空気流	
2 3 4	環状入口	10
2 3 6	入口本体	
2 3 8	燃焼ガス	
2 5 0	B サンプアセンブリ	
2 5 2	サンプフレーム	
2 5 4	サンプキャビティ	
2 5 6	サンププレナム	
2 5 8	第1のシール要素	
2 6 0	第2のシール要素	
2 6 2	静止フレーム部材	
2 7 0	第2の軸受アセンブリ	20
2 8 0	A サンプアセンブリ	
2 8 2	A サンプフレーム	
2 8 4	A サンプキャビティ	
2 8 6	A サンププレナム	
2 9 0	第1のシール要素	
3 0 0	第1の軸受アセンブリ	
3 1 0	C サンプアセンブリ	
3 2 0	第3の軸受アセンブリ	
3 3 0	第4の軸受アセンブリ	
4 0 0	空気送達システム	30
4 0 2	熱交換器	
4 0 4	エジェクタ	
4 1 0	冷却ダクト	
4 1 2	HPダクト	
4 1 4	HP抽気ダクト	
4 1 6	タービン冷却通路	
4 1 8	A サンプ通路	
4 2 0	混合空気流ダクト	
4 2 2	LPタービン通路	
4 2 4	A サンプ開口	40
4 2 6	タービン冷却ダクト、HPシャフト開口	
4 2 8	加速器	
4 3 0	第1の部分	
4 3 2	第2の部分	
A	軸方向	
B A	ベイ空気流	
B A	ベイ空気	
C	円周方向	
C A	冷却空気	
C A	冷却空気流	50

- C M 複合空気流
- M A 混合空気流
- P ピッチ軸
- P 2 5 ベイ空気流
- P 3 高温、高圧
- P 3 X 高圧
- R 半径方向

【 図 1 】

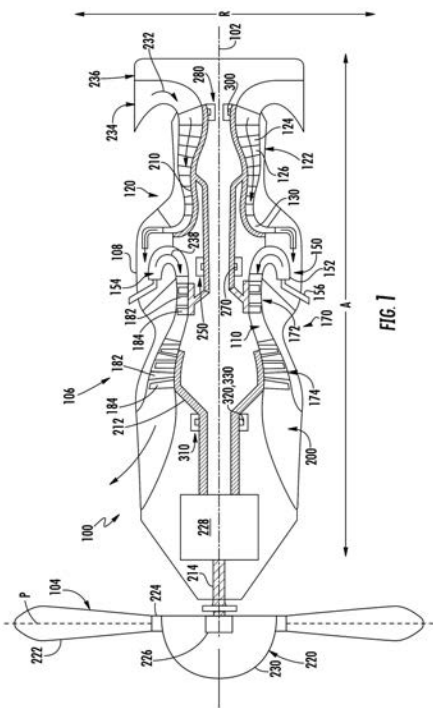


FIG. 1

【 図 2 】

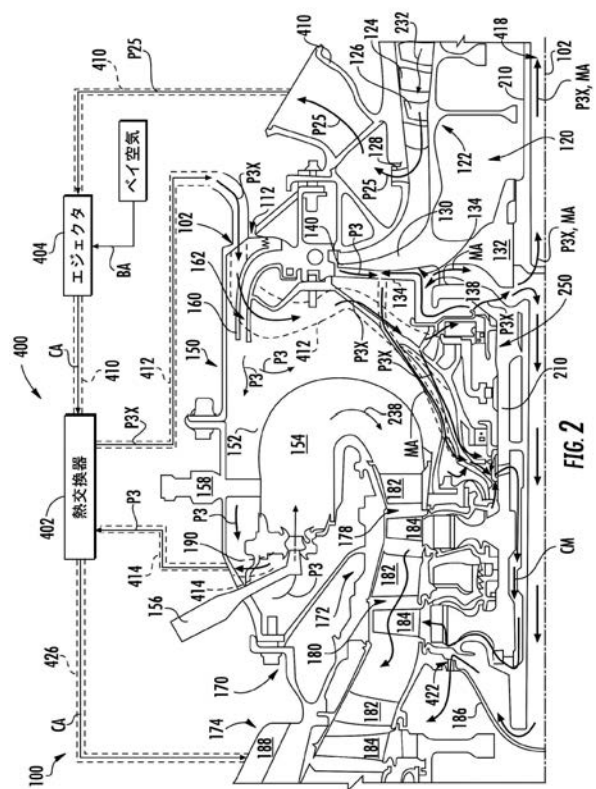


FIG. 2

【 図 3 】

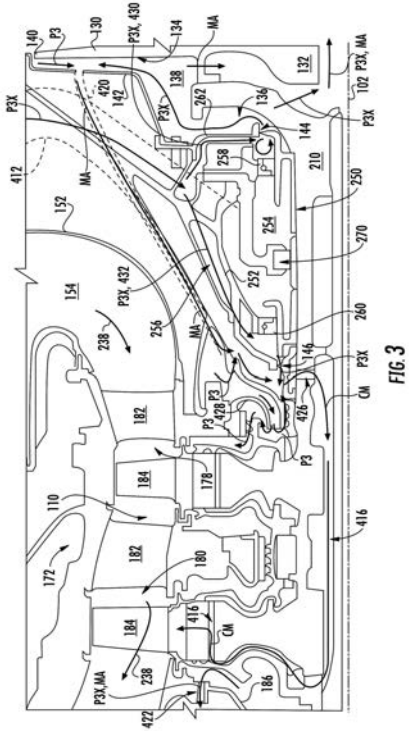


FIG. 3

【 図 4 】

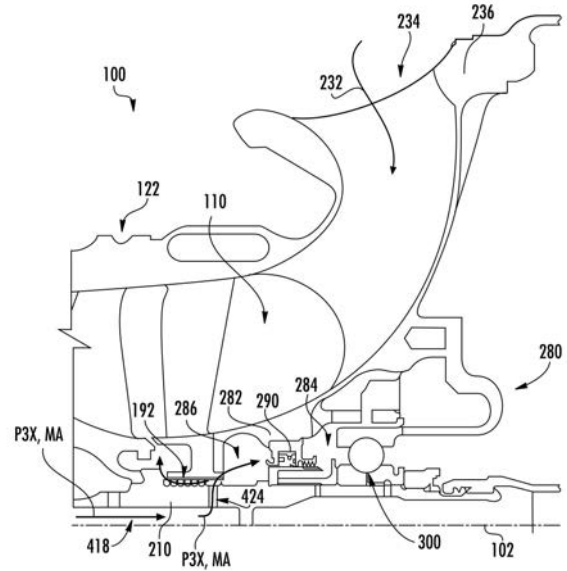


FIG. 4

【 図 5 】

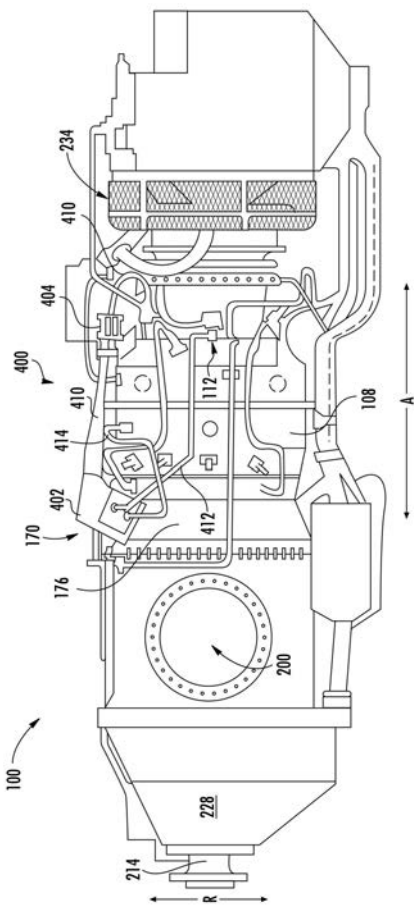


FIG. 5

【 図 6 】

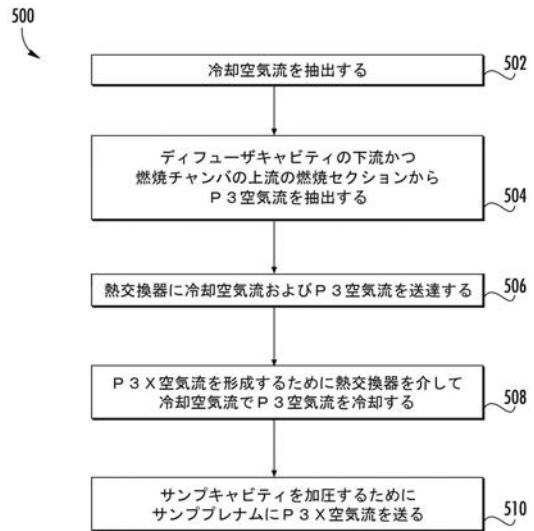


FIG. 6

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
<b>F 0 1 D</b>	<b>5/08</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>F 0 1 D</b>	<b>5/08</b>		
<b>F 0 1 D</b>	<b>5/18</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>F 0 1 D</b>	<b>5/18</b>		

(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 100113974

弁理士 田中 拓人

(72)発明者 ケネス・アーサー・グールド

イタリア国、トリノ県・10040、リヴァルタ・ディ・トリノ、ヴィア・イ・マッジオ、99

(72)発明者 アブドゥス・シャミーム

イタリア国、トリノ県・10040、リヴァルタ・ディ・トリノ、ヴィア・イ・マッジオ、99

(72)発明者 ヤロスワフ・ヘンリク・デコヴスキ

ポーランド共和国、マゾフシェ県・02-256、ワルシャワ、アレヤ・クラコフスカ、110/114

(72)発明者 ビョートル・セバステアン・ハンス

ポーランド共和国、マゾフシェ県・02-256、ワルシャワ、アレヤ・クラコフスカ、110/114

(72)発明者 プシエミスワフ・スワヴォーミル・トカチャイク

ポーランド共和国、マゾフシェ県・02-256、ワルシャワ、アレヤ・クラコフスカ、110/114

(72)発明者 マーツィン・パヴェル・フェイバー

ポーランド共和国、02-256、ワルシャワ、アレヤ・クラコフスカ、110/114

(72)発明者 アダム・クリストファ

ポーランド共和国、マゾピアン・02-256、ワルシャワ、120/37、アレヤ・クラコフスカ、110/114

(72)発明者 ビョートル・レヒ・パール

ポーランド共和国、02-256、ワルシャワ、アレヤ・クラコフスカ、110/114

(72)発明者 クリストフ・チェルストヴスキ

ポーランド共和国、マゾフシェ県・02-256、ワルシャワ、アレヤ・クラコフスカ、110/114

(72)発明者 クレイグ・アラン・ゴニョウ

アメリカ合衆国、オハイオ州・45215、シンシナティ、ヌーマン・ウェイ、1

(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・01910-0002、リン、ウェスタンアベニュー、1000

Fターム(参考) 3G202 AA01 AB03 CA02 CB01 JJ02 JJ10 JJ33

【外国語明細書】  
2019056368000001.pdf