

(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2016-196880

(P2016-196880A)

(43) 公開日 平成28年11月24日(2016.11.24)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>FO2C</b>	<b>7/16</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2C	7/16	Z	3G202		
<b>FO2C</b>	<b>7/18</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2C	7/18	Z			
<b>FO2C</b>	<b>7/143</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2C	7/143				
<b>FO1D</b>	<b>5/08</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1D	5/08				
<b>FO1D</b>	<b>5/18</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1D	5/18				

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-59362 (P2016-59362)  
 (22) 出願日 平成28年3月24日 (2016. 3. 24)  
 (31) 優先権主張番号 14/676, 936  
 (32) 優先日 平成27年4月2日 (2015. 4. 2)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ  
 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  
 (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】 ターボ機械のためのヒートパイプ温度管理システム

(57) 【要約】

【課題】ターボ機械のためのヒートパイプインタークーラーを提供すること。

【解決手段】ターボ機械は、ロータブレード及びステータペーンの隣接する列の間に存在する段間ギャップを有する圧縮機を含む。圧縮機には燃焼器が接続され、燃焼器にはタービンが接続される。インタークーラーは、圧縮機に動作可能に接続され、段間ギャップ内に延びる第1の複数のヒートパイプを含む。第1の複数のヒートパイプは、第1のマニホールドに動作可能に接続され、ヒートパイプ及び第1のマニホールドは、圧縮機による圧縮空気流からの熱を熱交換器に伝達するよう構成されている。冷却システムは、タービンに動作可能に接続され、タービンノズルに配置された第2の複数のヒートパイプを含む。

【選択図】 図1

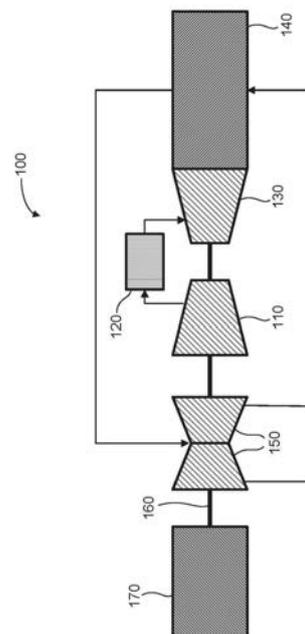


FIG. 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ターボ機械（100）であって、

吸気部分（202）及び出口部分（204）と、複数のロータブレード（111）及び複数のステータベーン（112）と、前記ロータブレード及び前記ステータベーンの隣接する列の間に存在する段間ギャップと、を含み、前記吸気部分にて受け取った空気を圧縮して前記出口部分に流出する圧縮空気流を形成する圧縮機（110）と、

前記圧縮機に動作可能に接続されて前記圧縮空気流を受け取る燃焼器（120）と、

前記燃焼器に動作可能に接続されて前記燃焼器からの燃焼ガス流を受け取るタービン（130）と、

を備え、前記タービンが、複数のタービンブレード、複数のホイール（133）及び複数のノズル（134）、並びに前記タービンの外側シェルを形成するタービンケーシング（131）を有し、

前記ターボ機械（100）が更に、

前記圧縮機に動作可能に接続され、前記段間ギャップ内に延びる第1の複数のヒートパイプ（222）を含むインタークーラー（220）を備え、

前記第1の複数のヒートパイプが、第1のマニホールド（224）に動作可能に接続されて該第1の複数のヒートパイプ及び前記第1のマニホールドが、前記圧縮空気流からの熱を1又はそれ以上の熱交換器（240）に伝達するよう構成されており、

前記ターボ機械（100）が更に、

前記タービンに動作可能に接続され、前記複数のノズルのうちの少なくとも1つに配置された第2の複数のヒートパイプ（212）を含む冷却システム（250）を備え、

前記第2の複数のヒートパイプが第2のマニホールド（256）に動作可能に接続されて該第2の複数のヒートパイプ及び前記第2のマニホールドが、前記複数のノズルからの熱を前記1又はそれ以上の熱交換器に伝達するよう構成されている、ターボ機械（100）。

## 【請求項 2】

前記タービンケーシングに動作可能に接続された第2の冷却システム（1450）を更に備え、該第2の冷却システムが、前記タービンケーシングに取り付けられてこれに熱連通した第3の複数のヒートパイプ（1452）を含み、前記第3の複数のヒートパイプが第3のマニホールド（1454）に動作可能に接続され、該第3の複数のヒートパイプ及び前記第3のマニホールドが、前記タービンケーシングからの熱を前記1又はそれ以上の熱交換器に伝達するよう構成される、請求項1に記載のターボ機械（100）。

## 【請求項 3】

前記圧縮機の出口部分に動作可能に接続されたアフタークーラー（1420）を更に備え、前記アフタークーラーが、前記出口部分内に延びる第4の複数のヒートパイプ（1422）を含み、前記第4の複数のヒートパイプが、第4のマニホールド（1424）に動作可能に接続され、前記第4の複数のヒートパイプ及び前記第4のマニホールドが、前記出口部分における圧縮空気流からの熱を前記1又はそれ以上の熱交換器に伝達するよう構成されている、請求項2に記載のターボ機械（100）。

## 【請求項 4】

前記タービンに動作可能に接続された第3の冷却システム（1440）を更に備え、前記第3の冷却システムが、前記複数のホイールのうちの少なくとも1つのホイールの軸方向上流側に配置された第5の複数のヒートパイプ（1422）を含み、前記第5の複数のヒートパイプが、軸受クーラーシステム（1445）に動作可能に接続され、前記第5の複数のヒートパイプ及び前記軸受クーラーシステムが、前記圧縮機抽気空気からの熱を前記1又はそれ以上の熱交換器に伝達するよう構成されている、請求項3に記載のターボ機械（100）。

## 【請求項 5】

前記第1の複数のヒートパイプ及び前記第2の複数のヒートパイプが更に、アルミニウム、ベリリウム、ベリリウム - フッ素合金、ホウ素、カルシウム、セシウム、コバルト、

10

20

30

40

50

鉛 - ビスマス合金、液体金属、リチウム - 塩素合金、リチウム - フッ素合金、マンガン、マンガン - 塩素合金、水銀、熔融塩、カリウム、カリウム - 塩素合金、カリウム - フッ素合金、カリウム - 窒素 - 酸素合金、ロジウム、ルビジウム - 塩素合金、ルビジウム - フッ素合金、ナトリウム、ナトリウム - 塩素合金、ナトリウム - フッ素合金、ナトリウム - ホウ素 - フッ素合金、ナトリウム - 窒素 - 酸素合金、ストロンチウム、スズ、ジルコニウム - フッ素合金のうちの一つ又はこれらの組み合わせを含む熱伝達媒体を含む、請求項 1 に記載のターボ機械 ( 1 0 0 )。

【請求項 6】

前記第 1 の複数のヒートパイプ及び前記第 2 の複数のヒートパイプが更に、カリウム、ナトリウム、又はセシウムのうちの一つ又はこれらの組み合わせを含む熔融塩熱伝達媒体を含む、請求項 1 に記載のターボ機械 ( 1 0 0 )。

10

【請求項 7】

前記第 1 の複数のヒートパイプが、前記圧縮機の抽気段に対応する前記段間ギャップに配置される、請求項 1 に記載のターボ機械 ( 1 0 0 )。

【請求項 8】

前記第 1 の複数のヒートパイプ及び前記第 2 の複数のヒートパイプの断面形状が、円形、楕円、丸みのあるコーナーを有する矩形、又は多角形のうち少なくとも一つを全体的に有する、請求項 1 に記載のターボ機械 ( 1 0 0 )。

【請求項 9】

前記第 1 の複数のヒートパイプ又は前記第 2 の複数のヒートパイプのうち少なくとも一つが更に、前記複数のヒートパイプの熱伝達能力を向上させるよう構成された複数のフィン ( 1 2 2 3 ) を含む、請求項 8 に記載のターボ機械 ( 1 0 0 )。

20

【請求項 10】

前記 1 又はそれ以上の熱交換器が、燃料加熱熱交換器、熱回収蒸気発生器熱交換器、或いは、燃料加熱熱交換器と熱回収蒸気発生器熱交換器のうち少なくとも一つに動作可能に接続されたヒートパイプ熱交換器を含む、請求項 1 に記載のターボ機械 ( 1 0 0 )。

【請求項 11】

ターボ機械 ( 1 0 0 ) のための温度管理システム ( 1 5 0 0 ) であって、  
該ターボ機械が、

吸気部分 ( 2 0 2 ) 及び出口部分 ( 2 0 4 ) と、複数のロータブレード ( 1 1 1 ) 及び複数のステータベーン ( 1 1 2 ) と、前記ロータブレード及び前記ステータベーンの隣接する列の間に存在する段間ギャップと、を含み、前記吸気部分にて受け取った空気を圧縮して前記出口部分に流出する圧縮空気流を形成する圧縮機 ( 1 1 0 ) と、

30

前記圧縮機に動作可能に接続されて前記圧縮空気流を受け取る燃焼器 ( 1 2 0 ) と、  
前記燃焼器に動作可能に接続されて前記燃焼器からの燃焼ガス流を受け取るタービン ( 1 3 0 ) と、

を備え、前記タービンが、複数のタービンブレード、複数のホイール ( 1 3 3 ) 及び複数のノズル ( 1 3 4 )、並びに前記タービンの外側シェルを形成するタービンケーシング ( 1 3 1 ) を有し、

前記温度管理システム ( 1 5 0 0 ) が、

40

前記圧縮機に動作可能に接続され、前記段間ギャップ内に延びる第 1 の複数のヒートパイプ ( 2 2 2 ) を含むインタークーラー ( 2 2 0 ) を備え、

前記第 1 の複数のヒートパイプが、第 1 のマニホールド ( 2 2 4 ) に動作可能に接続されて該第 1 の複数のヒートパイプ及び前記第 1 のマニホールドが、前記圧縮空気流からの熱を 1 又はそれ以上の熱交換器 ( 2 4 0 ) に伝達するよう構成されており、

前記温度管理システム ( 1 5 0 0 ) が更に、

前記タービンに動作可能に接続され、前記複数のノズルのうち少なくとも一つに配置された第 2 の複数のヒートパイプ ( 2 5 2 ) を含む冷却システム ( 2 5 0 ) を備え、

前記第 2 の複数のヒートパイプが第 2 のマニホールド ( 2 5 6 ) に動作可能に接続されて該第 2 の複数のヒートパイプ及び前記第 2 のマニホールドが、前記複数のノズルからの熱を前

50

記 1 又はそれ以上の熱交換器に伝達するよう構成されている、温度管理システム ( 1 5 0 0 ) 。

【請求項 1 2】

前記タービンケーシングに動作可能に接続された第 2 の冷却システム ( 1 4 5 0 ) を更に備え、該第 2 の冷却システムが、前記タービンケーシングに取り付けられてこれに熱連通した第 3 の複数のヒートパイプ ( 1 4 5 2 ) を含み、前記第 3 の複数のヒートパイプが第 3 のマニホールド ( 1 4 5 4 ) に動作可能に接続され、該第 3 の複数のヒートパイプ及び前記第 3 のマニホールドが、前記タービンケーシングからの熱を前記 1 又はそれ以上の熱交換器に伝達するよう構成される、請求項 1 1 に記載の温度管理システム ( 1 5 0 0 ) 。

【請求項 1 3】

前記圧縮機の出口部分に動作可能に接続されたアフタークーラー ( 1 4 2 0 ) を更に備え、前記アフタークーラーが、前記出口部分内に延びる第 4 の複数のヒートパイプ ( 1 4 2 2 ) を含み、前記第 4 の複数のヒートパイプが、第 4 のマニホールド ( 1 4 2 4 ) に動作可能に接続され、前記第 4 の複数のヒートパイプ及び前記第 4 のマニホールドが、前記出口部分における圧縮空気流からの熱を前記 1 又はそれ以上の熱交換器に伝達するよう構成されている、請求項 1 1 に記載の温度管理システム ( 1 5 0 0 ) 。

【請求項 1 4】

前記タービンに動作可能に接続された第 3 の冷却システム ( 1 4 4 0 ) を更に備え、前記第 3 の冷却システムが、前記複数のホイールのうちの少なくとも 1 つのホイールの軸方向上流側に配置された第 5 の複数のヒートパイプ ( 1 4 2 2 ) を含み、前記第 5 の複数のヒートパイプが、軸受クーラーシステム ( 1 4 4 5 ) に動作可能に接続され、前記第 5 の複数のヒートパイプ及び前記軸受クーラーシステムが、前記圧縮機抽気空気からの熱を前記 1 又はそれ以上の熱交換器に伝達するよう構成されている、請求項 1 1 に記載の温度管理システム ( 1 5 0 0 ) 。

【請求項 1 5】

前記第 1 の複数のヒートパイプ及び前記第 2 の複数のヒートパイプが更に、アルミニウム、ベリリウム、ベリリウム - フッ素合金、ホウ素、カルシウム、セシウム、コバルト、鉛 - ビスマス合金、液体金属、リチウム - 塩素合金、リチウム - フッ素合金、マンガン、マンガン - 塩素合金、水銀、溶融塩、カリウム、カリウム - 塩素合金、カリウム - フッ素合金、カリウム - 窒素 - 酸素合金、ロジウム、ルビジウム - 塩素合金、ルビジウム - フッ素合金、ナトリウム、ナトリウム - 塩素合金、ナトリウム - フッ素合金、ナトリウム - ホウ素 - フッ素合金、ナトリウム - 窒素 - 酸素合金、ストロンチウム、スズ、ジルコニウム - フッ素合金のうちの 1 つ又はこれらの組み合わせを含む熱伝達媒体を含む、請求項 1 1 に記載の温度管理システム ( 1 5 0 0 ) 。

【請求項 1 6】

前記第 1 の複数のヒートパイプ及び前記第 2 の複数のヒートパイプが更に、カリウム、ナトリウム、又はセシウムのうちの 1 つ又はこれらの組み合わせを含む溶融塩熱伝達媒体を含む、請求項 1 に記載のターボ機械 ( 1 0 0 ) 。

【請求項 1 7】

前記第 1 の複数のヒートパイプが、前記圧縮機の抽気段に対応する前記段間ギャップに配置される、請求項 1 1 に記載の温度管理システム ( 1 5 0 0 ) 。

【請求項 1 8】

前記第 1 の複数のヒートパイプ及び前記第 2 の複数のヒートパイプの断面形状が、円形、楕円、丸みのあるコーナーを有する矩形、又は多角形のうちの少なくとも 1 つを全体的に有する、請求項 1 1 に記載の温度管理システム ( 1 5 0 0 ) 。

【請求項 1 9】

前記第 1 の複数のヒートパイプ又は前記第 2 の複数のヒートパイプのうちの少なくとも 1 つが更に、前記複数のヒートパイプの熱伝達能力を向上させるよう構成された複数のフィン ( 1 2 2 3 ) を含む、請求項 1 8 に記載の温度管理システム ( 1 5 0 0 ) 。

【請求項 2 0】

前記 1 又はそれ以上の熱交換器が、燃料加熱熱交換器、熱回収蒸気発生器熱交換器、或いは、燃料加熱熱交換器と熱回収蒸気発生器熱交換器のうち少なくとも 1 つに動作可能に接続されたヒートパイプ熱交換器を含む、請求項 1 1 に記載の温度管理システム ( 1 5 0 0 ) 。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明の例示的な実施形態は、ターボ機械の技術に関し、より詳細には、ターボ機械のためのヒートパイプインタークーラーに関する。

【背景技術】

10

【 0 0 0 2 】

ターボ機械は、タービンに作動可能に接続された圧縮機を含み、該タービンは、発電機などの他の機械を駆動する。圧縮機は、流入する空気流を圧縮し、この圧縮空気流が燃焼器に供給され、燃料と混合されて着火され、高温高压の燃焼生成物を生成する。高温高压の燃焼生成物は、タービンを駆動するのに利用される。場合によっては、圧縮機から離れた圧縮空気流は、特定の燃焼効率を得るために再度圧縮される。しかしながら、圧縮空気流の再圧縮は、空気流の温度を所望の限度を超えて上昇させる。従って、再圧縮する前に、空気流をインタークーラーに通過させるようにする。2 つの圧縮機段の間にあるインタークーラーは、圧縮空気流の温度を低下させ、再圧縮されたときに再圧縮空気流の温度が所望の限度内にあるようにする。しかしながら、従来のインタークーラーは、相当なインフラコスト及び資本コストが必要となる大型のシステムである。

20

【 0 0 0 3 】

単純サイクル及び複合サイクルタービンシステムは、広範囲の温度で気体から液体まで様々な燃料を用いるよう設計される。幾つかの例では、燃料は、圧縮機吐出空気温度と比べて相対的に低温とすることができる。低温の燃料を利用すると、ガスタービンシステムのエミッション、性能及び効率に影響を与える。これらの特性を改善するために、燃料を燃焼させる前に燃料温度を上昇させることが望ましい。

【 0 0 0 4 】

燃料が燃焼する前に燃料温度を上昇させることにより、ガスタービンシステムの全体の熱性能を向上させることができる。一般に、燃料を加熱することで、所望の燃焼温度を得るのに必要とされる燃料の量が低減されることにより、ガスタービンシステムの効率が改善される。燃料を加熱する 1 つの手法は、電気ヒータを用いるか、複合サイクルプロセスから生じた熱を利用して、燃料温度を上昇させることである。しかしながら、既存の複合サイクル燃料加熱システムは蒸気流を用いることが多く、この蒸気流は、複合サイクル出力を増大させるために蒸気タービンに配向される場合がある。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】米国特許第 8 , 8 1 6 , 5 2 1 号明細書

【発明の概要】

40

【 0 0 0 6 】

本発明の 1 つの態様において、ターボ機械は、吸気部分及び出口部分を有する圧縮機を含む。圧縮機は、複数のロータブレード及び複数のステータベーンと、ロータブレード及びステータベーンの隣接する列の間に存在する段間ギャップと、を有する。圧縮機は、吸気部分にて受け取った空気を圧縮して、出口部分に流出する圧縮空気流を形成する。燃焼器は、圧縮機に動作可能に接続され、該燃焼器は、圧縮空気流を受け取る。タービンは、燃焼器に動作可能に接続され、該タービンは、燃焼器から燃焼ガス流を受け取る。タービンは、複数のタービンブレードと、複数のホイールと、複数のノズルと、タービンの外側シェルを形成するタービンケーシングとを有する。インタークーラーは、圧縮機に動作可能に接続される。インタークーラーは、圧縮機の段間ギャップ内に延びる第 1 の複数のヒ

50

ートパイプを含む。第1の複数のヒートパイプは、第1のマニホールドに動作可能に接続される。第1の複数のヒートパイプ及び第1のマニホールドは、圧縮空気流からの熱を1又はそれ以上の熱交換器に伝達するよう構成される。冷却システムは、タービンに動作可能に接続される。冷却システムは、複数のタービンノズルのうちの少なくとも1つのノズルに配置された第2の複数のヒートパイプを含む。第2の複数のヒートパイプは、第2のマニホールドに動作可能に接続される。第2の複数のヒートパイプ及び第2のマニホールドは、複数のノズルからの熱を1又はそれ以上の熱交換器に伝達するよう構成されている。

【0007】

本発明の別の態様において、ターボ機械のための温度管理システムが提供される。ターボ機械は、吸気部分及び出口部分を有する圧縮機を含む。圧縮機は、複数のロータブレード及び複数のステータベーンと、ロータブレード及びステータベーンの隣接する列の間に存在する段間ギャップと、を有する。圧縮機は、吸気部分にて受け取った空気を圧縮して出口部分に流出する圧縮空気流を形成する。燃焼器は、圧縮機に動作可能に接続される。タービンは、燃焼器から燃焼ガスを受け取る。タービンは、複数のタービンブレードと、複数のホイールと、複数のノズルと、タービンの外側シェルを形成するタービンケーシングと、を有する。温度管理システムは、圧縮機に動作可能に接続されたインタークーラーを含む。インタークーラーは、段間ギャップ内に延びる第1の複数のヒートパイプを含む。第1の複数のヒートパイプは、第1のマニホールドに動作可能に接続される。第1の複数のヒートパイプ及び第1のマニホールドは、圧縮空気流からの熱を1又はそれ以上の熱交換器に伝達するよう構成される。温度管理システムはまた、タービンに動作可能に接続された冷却システムを含む。冷却システムは、複数のタービンノズルのうちの少なくとも1つに配置された第2の複数のヒートパイプを含む。第2の複数のヒートパイプは、第2のマニホールドに動作可能に接続される。第2の複数のヒートパイプ及び第2のマニホールドは、複数のノズルからの熱を1又はそれ以上の熱交換器に伝達するよう構成されている。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】ターボ機械の簡易概略図。

【図2】本発明の1つの態様による、ターボ機械の一部を通る部分概略軸方向断面図。

【図3】本発明の1つの態様による、インタークーラーの概略断面図。

【図4】本発明の1つの態様による、インタークーラーの部分的な概略半径方向断面図。

【図5】本発明の別の態様による、冷却システムの概略断面図。

【図6】本発明の別の態様による、冷却システムの概略断面図。

【図7】本発明の1つの態様による、冷却システムの部分概略半径方向断面図。

【図8】本発明の1つの態様による、円形又は円筒形のヒートパイプの断面形状を示す図。

【図9】本発明の1つの態様による、楕円形のヒートパイプの断面形状を示す図。

【図10】本発明の1つの態様による、多角形のヒートパイプの断面形状を示す図。

【図11】本発明の1つの態様による、丸みのあるコーナーを有する矩形のヒートパイプの断面形状を示す図。

【図12】本発明の1つの態様による、複数のフィンを有する円形又は円筒形のヒートパイプの断面形状を示す図。

【図13】本発明の1つの態様による、インタークーラー及び冷却システムを組み込んだターボ機械の概略図。

【図14】本発明の1つの態様による、ターボ機械の一部を通る部分概略軸方向断面図。

【図15】本発明の1つの態様による、第2の冷却システムの概略断面図。

【図16】本発明の1つの態様による、第2の冷却システムの部分概略半径方向断面図。

【図17】本発明の1つの態様による、アフタークーラーの概略断面図。

【図18】本発明の1つの態様による、アフタークーラーの部分概略半径方向断面図。

【図19】本発明の1つの態様による、第3の冷却システムの概略断面図。

【図20】本発明の1つの態様による、第3の冷却システムの概略図。

【図 2 1】本発明の 1 つの態様による、インタークーラー、冷却システム、第 2 の冷却システム、アフタークーラー、及び第 3 の冷却システムを組み込んだターボ機械の簡易ブロック図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の 1 つ又はそれ以上の特定の態様 / 実施形態について、以下に説明する。これらの態様 / 実施形態の簡潔な説明を行うために、本明細書では、実際の実施態様の全ての特徴については説明しないことにする。何れかの技術又は設計プロジェクトと同様に、このような何らかの実際の実施構成の開発において、システム及びビジネスに関連した制約への準拠など、実施構成毎に異なる可能性のある開発者の特定の目標を達成するために、多数の実施時固有の決定を行う必要がある点は理解されたい。更に、このような開発の取り組みは、複雑で時間を要する可能性があるが、本開示の利点を有する当業者にとっては、設計、製作、及び製造の日常的な業務である点を理解されたい。

10

【0010】

本発明の種々の実施形態の要素を導入する際に、冠詞「a」、「an」、及び「the」は、要素の 1 つ又はそれ以上が存在することを意味するものとする。用語「備える」、「含む」、及び「有する」は、包括的なものであり、記載した要素以外の付加的な要素が存在し得ることを意味する。動作パラメータ及び / 又は環境条件の何れかの実施例は、開示された実施形態の他のパラメータ / 条件だけに限定されない。加えて、本発明の「1 つの実施形態」、「1 つの態様」、又は「ある実施形態」もしくは「ある態様」という表現は、記載した特徴を同様に組み入れた付加的な実施形態の存在を排除するものとして解釈されることを意図するものではない点を理解されたい。

20

【0011】

図 1 は、ターボ機械 100 の簡易概略図を示している。ターボ機械は、燃焼器 120 に動作可能に接続された圧縮機 110 を備え、燃焼器 120 はタービン 130 に動作可能に接続される。タービンの排気口は、熱回収蒸気発生器 (HRSG) 140 に動作可能に接続することができる。HRSG 140 は、蒸気タービン 150 に送られる蒸気を発生する。この実施例では、全てのターボ機械は、単一シャフト構成で配置され、シャフト 160 が発電機 170 を駆動する。用語「ターボ機械」は、圧縮機、タービン、又はこれらの組み合わせを含むことを理解されたい。

30

【0012】

図 2 は、本発明の 1 つの態様による、ターボ機械の一部を通る部分概略軸方向断面図である。ターボ機械 100 は、吸気部分 202 及び出口部分 204 を有する圧縮機 110 を含む。圧縮機は、吸気部分 202 で受け取られた空気を圧縮して圧縮空気流を形成し、この圧縮空気流は、出口部分 204 内に流出し、又は出口部分 204 から外に流出する。燃焼器 120 は、圧縮機 110 と動作可能に接続され、燃焼器 120 は、圧縮空気流を受け取る。タービン 130 は、燃焼器 120 と動作可能に接続され、タービン 130 は、燃焼器 120 からの燃焼ガス流を受け取る。

【0013】

インタークーラー 220 は、圧縮機 110 の段間ギャップ 113 に動作可能に接続される。段間ギャップ 113 は、圧縮機におけるロータブレード 111 とステータベーン 112 との間のギャップである。段間ギャップは、何れかの隣接するロータブレードとステータベーンとの間に配置することができる。インタークーラー 220 は、段間ギャップに延びる第 1 の複数のヒートパイプ 222 を含む。例えば、段間ギャップは、第 1 段と最終段の間の圧縮機の抽気段において、又は特定の用途において要求される段もしくは段間に配置することができる。第 1 のヒートパイプ 222 はマニホールド 224 に動作可能に接続され、該ヒートパイプ 222 及びマニホールド 224 は、圧縮機の圧縮空気流から 1 又はそれ以上の熱交換器 240 に熱を伝達するよう構成される。

40

【0014】

第 1 のヒートパイプ 222 は、段間ギャップに配置又は位置付けられ、該第 1 のヒート

50

パイプが圧縮機ケース 230 の外側部分から段間ギャップ内に延びるようになる。図示の実施例において、第 1 のヒートパイプ 222 は、抽気段に相当する圧縮機の第 1 3 段に対応した段間ギャップ内に延びる。しかしながら、第 1 のヒートパイプは、圧縮機 110 に沿ったあらゆる所望の地点又は段に配置することができる。各第 1 のヒートパイプ 222 は、ターボ機械ケーシングを通過して圧縮空気流の流路内に延びる。第 1 のヒートパイプ 222 は、圧縮空気流から熱を吸収して、圧縮空気流の温度を低下させる。

【0015】

冷却システム 250 は、タービン 130 に動作可能に接続される。例えば、冷却システム 250 は、ノズル 134 の少なくとも一部に配置された第 2 の複数のヒートパイプ 252 を含む。ヒートパイプ 252 はノズルと熱連通しており、ヒートパイプはまた、タービンケーシング 131 と熱連通している。ノズル 134 からヒートパイプ 252 内に吸収された熱は、タービンケーシング内に収容されるか又はタービンケーシングに取り付けることができるヒートパイプ 254 の第 2 のグループに伝達される。第 2 の複数のヒートパイプからの熱は、マニホールド 256 に伝導する。次いで、この熱は、ヒートパイプ熱交換器 240 に伝達することができる。第 2 の複数のヒートパイプ 252, 254 は、タービンの周りに円周方向に配置され、及び / 又は 1 又はそれ以上のタービンノズル内に配置することができる。

10

【0016】

タービン 130 が作動すると、燃焼ガスが熱を発生し、この熱の一部がノズル 134 に伝達される。この熱は、第 2 の複数のヒートパイプ 252, 254 によって取り込むことができる。ヒートパイプ 252, 254 は、この熱を第 2 のマニホールド 256 に、次いで 1 又はそれ以上の熱交換器に伝達する。非限定的な実施例として、第 2 の複数のヒートパイプは、ノズル 134 の内部に配置され、又はタービンケーシング 131 内のノズルに配置することができる。後者の場合、ヒートパイプは、タービンケーシング 131 との熱連通を維持するよう構成されている。他の実施形態において、ヒートパイプ 252, 254 は、タービンケーシング内に部分的に埋め込むことができ、或いは、外部からタービンケーシング内に延びることができる。ヒートパイプ 252, 254 は、タービンの第 1 段から最終段の間（且つこれらを含めて）のノズルに配置され、或いは、特定の用途において要求される何れかの個々のノズル段に配置することができる。

20

【0017】

図 3 は、本発明の 1 つの態様による、インタークーラー 220 の概略断面図を示す。第 1 のヒートパイプ 222 は、圧縮機のシェル 230 又はターボ機械シェルを通過して圧縮機の空気流内に延びる。一例として、ヒートパイプ 222 は、第 1 3 段ロータブレード 111 及び第 1 3 段ステータベーン 112 を有する第 1 3 段とすることができる段間ギャップ 113 内に配置される。しかしながら、ヒートパイプ 222 は、ブレードとベーンの間の何れかのギャップ、又は特定の用途において要求される圧縮機の何れかの段間のギャップに配置することができることを理解されたい。ヒートパイプ 222 は、液体金属又は溶融塩などの熱伝達媒体 223 を含む。マニホールド 224 は、水、グリコール、又はオイルなどの冷却剤 / 熱伝達媒体 225 を含む。マニホールド 224 は、ヒートパイプ熱交換器 240 に熱的に接続される。導管 310 は、ヒートパイプ熱交換器 240 を複数の他の熱交換器に接続する。例えば、他の熱交換器は、燃料加熱熱交換器 241、燃料予熱熱交換器 242、HRSG 熱交換器 243、及び他の何れかの望ましい熱交換器 244 とすることができる。ヒートパイプ熱交換器 240 は、マニホールド 224 から導管 310 における熱伝達媒体に熱を伝達する。単なる実施例として、導管の熱伝達媒体は、水、グリコール、オイル、又は他の何れかの好適な流体とすることができる。ポンプ 320 は、導管 310 及び熱交換器に流体を送り込むのに用いることができる。熱交換器はまた、バルブ制御パイプライン 260（明確にするために 1 つだけが図示されている）を含むことができる。バルブ 261 は、バイパスライン / 導管 260 を介して熱交換器（例えば、242）を迂回して流れを配向するように動作することができる。この特徴要素は、特定の熱交換器が導管 310 に沿った流れから「排除」（場合によっては一時的に）されるべきである場合

30

40

50

に望ましいとすることができる。バルブ 2 6 1 は、手動制御又は遠隔制御することができる。

【 0 0 1 8 】

図 4 は、本発明の 1 つの態様による、インタークーラー 2 2 0 の部分的な概略半径方向断面図を示している。ヒートパイプ 2 2 2 は、ターボ機械 1 0 0 又は圧縮機 1 1 0 の周りに円周方向に配置及び分散される。マニホールド 2 2 4 は、ライン 4 1 0 で表される円周部に接続される。例えば、マニホールド 2 2 4 は、ターボ機械の周りにほぼ連続した流れループを形成することになる。この流れループの一部は中断されて、ヒートパイプ熱交換器 2 4 0 に配設され、その出口からマニホールド 2 2 4 に戻される。このようにして、圧縮機の空気流によって（ヒートパイプ 2 2 2 を介して）発生した熱は、熱交換器 2 4 0 に伝達することができる。

10

【 0 0 1 9 】

図 5 は、本発明の 1 つの態様による、冷却システム 2 5 0 の概略断面図を示す。ヒートパイプ 2 5 2 は、ノズル 1 3 4 内に配置され、ヒートパイプ 2 5 4 と熱連通している。複数のヒートパイプ 2 5 2（例えば、ヒートパイプの第 1 のサブグループ）は、複数のノズル内に配置され、例えば、1 つのノズル内に 1 つのヒートパイプが存在することができる。ヒートパイプ 2 5 4（例えば、ヒートパイプの第 2 のサブグループ）は、タービンケーシング内に収容されるか、又はタービンケーシングに取り付けることができる。マニホールド 2 5 6 は、ヒートパイプ 2 5 4 に熱的に接続され、該ヒートパイプ 2 5 4 は、タービンケーシング/シェル 1 3 1 の周りに円周方向に配列することができる。マニホールド 2 5 6 は、水、蒸気、グリコール又はオイルなどの冷却剤/熱伝達媒体を含む。マニホールド 2 5 6 は、ヒートパイプ熱交換器 2 4 0 に熱的に接続される。導管 3 1 0 は、ヒートパイプ熱交換器 2 4 0 を複数の他の熱交換器に接続する。例えば、他の熱交換器は、燃料加熱熱交換器 2 4 1、燃料予熱熱交換器 2 4 2、H R S G 熱交換器 2 4 3、及び他の何れかの望ましい熱交換器 2 4 4 とすることができる。ヒートパイプ熱交換器 2 4 0 は、マニホールド 2 5 6 から導管 3 1 0 における熱伝達媒体に熱を伝達する。単なる実施例として、導管の熱伝達媒体は、水、グリコール、オイル、蒸気、又は他の何れかの好適な流体又はガスとすることができる。ポンプ 3 2 0 は、導管 3 1 0 及び熱交換器に流体を送り込むのに用いることができる。熱交換器はまた、バルブ制御バイパスライン 2 6 0（明確にするために 1 つだけが図示されている）を含むことができる。バルブ 2 6 1 は、バイパスライン/導管 2 6 0 を介して熱交換器（例えば、2 4 2）を迂回して流れを配向するように動作することができる。この特徴要素は、特定の熱交換器が導管 3 1 0 に沿った流れから「排除」（場合によっては一時的に）されるべきである場合に望ましいとすることができる。バルブ 2 6 1 は、手動制御又は遠隔制御することができる。

20

30

【 0 0 2 0 】

図 6 は、本発明の別の態様による、冷却システム 2 5 0 の概略断面図を示す。第 2 の複数のヒートパイプ 6 5 2 は、ノズル 1 3 4 内に配置され、タービンケーシング 1 3 1 を貫通して延びる。ヒートパイプ 6 5 2 は、第 2 のマニホールド 6 5 6 と熱連通している。マニホールド 6 5 6 は、複数のヒートパイプ 6 5 2 に熱接続され、タービンケーシング/シェル 1 3 1 の周りに円周方向に配列することができる。ノズル 1 3 4 からの熱は、ヒートパイプ 6 5 2 からマニホールド 6 5 6 に伝達される。

40

【 0 0 2 1 】

図 7 は、本発明の 1 つの態様による、冷却システム 2 5 0 の部分概略半径方向断面図を示す。第 2 の複数のヒートパイプ 2 5 2 は、ノズル 1 3 4 の少なくとも一部に配置される。ヒートパイプ 2 5 4 は、タービンケーシング 1 3 1 の周りに円周方向に配置される。第 2 のマニホールド 2 5 6 は、ライン 7 1 0 で表される円周部に接続される。例えば、第 2 のマニホールド 2 5 6 は、ターボ機械の周りにほぼ連続した流れループを形成することになる。この流れループの一部は中断されて、ヒートパイプ熱交換器 2 4 0 に配設され、その出口からマニホールド 2 5 6 に戻される。このようにして、ノズル 1 3 4 及びヒートパイプ 2 5 2、2 5 4 によって発生した熱は、熱交換器 2 4 0 に伝達又は伝導することができる。

50

ヒートパイプ 2 5 2 , 2 5 4 又は 6 5 2 は、第 2 の複数のヒートパイプと呼ぶことができる。

#### 【 0 0 2 2 】

図 8 ~ 1 2 は、ヒートパイプの種々の断面形状を示し、これらの形状は、本明細書で記載されたヒートパイプの全てに適用できる点を理解されたい。図 8 は、本発明の 1 つの態様による、円形又は円筒形のヒートパイプ 2 2 2 の断面形状を示す。円筒形のヒートパイプは、従来の工具を用いた製造及び設置が容易である。図 9 は、本発明の 1 つの態様による、楕円形のヒートパイプ 1 1 2 2 の断面形状を示す。楕円形のヒートパイプは、円筒形のヒートパイプと比べて改善された熱伝達特性を有することができる。図 1 0 は、本発明の 1 つの態様による、多角形のヒートパイプ 1 0 2 2 の断面形状を示す。多角形は、矩形、六角形、方形、又は他の何れかの好適な多角形を含むことができる。図 1 1 は、丸みのあるコーナーを有する矩形のヒートパイプ 1 1 2 2 の断面形状を示す。丸みのあるコーナーを有する矩形の形状は、表面積が増大したことに起因して、楕円のヒートパイプに優る改善された熱伝達特性を有することができる。図 1 2 は、本発明の 1 つの態様による、複数のフィン 1 2 2 3 を有する円形又は円筒形のヒートパイプ 1 2 2 2 の断面形状を示す。フィンは、ヒートパイプの熱伝達能力を向上させるように構成され、図示のように軸方向又は半径方向に配列することができ、銅又はアルミニウムのような高い熱伝導率を有する材料から構成することができる。

10

#### 【 0 0 2 3 】

図 1 3 は、本発明の 1 つの態様による、インタークーラー 2 2 0、第 1 の冷却システム 2 1 0 及び冷却システム 2 5 0 を組み込んだ温度管理システム 1 3 0 0 の概略図を示す。ターボ機械は、圧縮機 1 1 0、燃焼器 1 2 0、及びタービン 1 3 0 を含む。インタークーラーは、マニホールド 2 2 4 に接続された複数のヒートパイプ（明確にするために図示せず）を含む。マニホールド 2 2 4 は、ヒートパイプ熱交換器 2 4 0 に接続される。冷却システムは、マニホールド 2 5 6 に接続された複数のヒートパイプ（明確にするために図示せず）を含む。マニホールド 2 5 6 は、ヒートパイプ熱交換器 2 4 0 に接続される。ポンプ 3 2 0 は、導管システム及び複数の熱交換器を通じて冷却剤を循環させる。ヒートパイプ熱交換器は、燃料/ガス予熱熱交換器 2 4 2 に接続される。燃料ガス 1 3 6 0 は、燃焼器 1 2 0 に入力されて移動する。燃料/ガス予熱熱交換器は、熱回収蒸気発生器（H R S G）熱交換器 2 4 3 に接続される。水 1 3 7 0 は、熱交換器 2 4 3 に入力され、加熱されて高温又は蒸気になり、H R S G エコノマイザ（図示せず）に出力される。各熱交換器は、それぞれの熱交換器を選択的にバイパスさせるためのバイパスライン 2 6 0 及びバルブ 2 6 1 を含むことができる。明確にするために、かかるバイパスラインが 1 つのみ図示されている。一次燃料加熱熱交換器 2 1 4 には、H R S G（図示せず）から蒸気 1 3 9 0 を送給することができ、結果として得られる加熱燃料が燃焼器 1 2 0 に供給される。

20

30

#### 【 0 0 2 4 】

バルブ 2 6 1 及びバイパスライン 2 6 0（全ての熱交換器に接続されている場合）は、燃料加熱及び機械効率の制御を改善することができる。例えば、熱交換器 2 4 0、2 4 3 は、ループ状に接続され、H R S G に入力される水のみを加熱することができる。熱交換器 2 4 0、2 4 2 は、ループ状に接続され、供給燃料を予熱することができる。この構成は、H R S G から引き込まれる蒸気を大幅に低減又は排除することができ、より多くの蒸気を蒸気タービン（図示せず）に配向できるようになる。別の実施例として、熱交換器 2 4 0、2 4 2 及び 2 4 3 は、ループ状に接続することができる。この構成は、燃料 1 3 6 0 を予熱し、H R S G に入る水 1 3 7 0 を予熱することになる。熱交換器 2 4 0、2 4 2 及び 2 4 1 は、ループ状に接続することができ、これにより燃料加熱の潜在力が最大となる。或いは、全ての熱交換器をループ状に接続され、圧縮機の圧縮空気流から熱が除去されることから利点を得られるようにすることができる。

40

#### 【 0 0 2 5 】

図 1 4 は、本発明の 1 つの態様による、ターボ機械の一部を通る部分概略軸方向断面図である。第 2 の冷却システム 1 4 5 0 は、タービンケーシング 1 3 1 に動作可能に接続さ

50

れる。例えば、第3の複数のヒートパイプ1452は、タービンケーシングに取り付けられ、また、該タービンケーシングと熱連通している。ヒートパイプ1452は、タービンケーシングの周りに円周方向に配置され、溶接、ファスナー、ボルト、溶接ブラケット、クランプ、又は他の何れかの取付機構によりタービンケーシングに取り付けることができる。第3の複数のヒートパイプ1452は、第3のマニホールド1454に動作可能に接続され、ヒートパイプ1452及びマニホールド1454は、タービンケーシング131から1又はそれ以上の熱交換器240に熱を伝達するよう構成される。ヒートパイプ1452は、タービンケーシング131から熱を吸収する。タービン130が作動すると、高温燃焼ガスが種々のタービン段(3つが図示されている)を通して流れる。熱の一部は、タービンケーシングに伝達され、この熱は、ヒートパイプ1452により取り込むことができる。1つの実施例において、ヒートパイプはタービンケーシングに溶接され、該ヒートパイプは、タービンケーシングの外表面と密接触を維持する(熱伝達を改善するため)よう構成される。他の実施形態では、ヒートパイプ1452は、タービンケーシングの形状を辿るように形成することができ、或いは、タービンケーシングに埋め込むことができる。

10

#### 【0026】

アフタークーラー1420は、圧縮機110の出口部分204に動作可能に接続される。アフタークーラー1420は、出口部分204に延びる第4の複数のヒートパイプ1422を含む。ヒートパイプ1422は、第4のマニホールド1424に動作可能に接続され、第4の複数のヒートパイプ1422及び第4のマニホールド1424は、出口部分204における圧縮空気流から1又はそれ以上の熱交換器240に熱を伝達するよう構成される。ヒートパイプ1422の一部は、圧縮機の最終段の出口付近に配置されたヒートパイプ1422によって示されるように、燃焼器120の半径方向内向きで圧縮機吐出ケース(CDC)230内に配置される。各ヒートパイプ1422は、CDC230を通して圧縮空気流の流路内に延びる。燃焼器120から半径方向外向きに圧縮機出口部分204内に配置されたヒートパイプ1422は、移行部品122付近及び燃焼器120の圧縮空気流入口付近に配置されて示される。半径方向内向き及び半径方向外向きのヒートパイプ1422は、単独で用いることができ、或いは、両方を一緒に用いることができる。例えば、より多くの熱を除去するために、半径方向に配置されたヒートパイプ1422の両方のセットを利用することができる。ヒートパイプ1422は、圧縮空気から熱を吸収して、その温度を低下させる。

20

30

#### 【0027】

ターボ機械のタービン130は、圧縮機110から取り出された空気を利用して、高温の金属構成要素を構成要素のベース金属特性に許容可能な温度まで冷却する。タービン回転構成要素(例えば、ホイール133及びパケット132)は、内部通路を介して冷却され、他方、固定構成要素(例えば、ノズル134)は、外部通路を介して冷却される。回転構成要素は、圧縮機から抽気された空気により冷却することができる。この圧縮機抽気空気は、ダクト1441を介して回転構成要素(例えば、ホイール133)に送られる。抽気空気は、ホイール133を通過し、これにより対流熱伝達により構成要素を冷却する。しかしながら、この冷却(又は温度管理)プロセスは、冷却空気の温度が低下した場合に改善することができる。本発明によれば、第3の冷却システム1440は、複数のホイール133のうちの少なくとも1つのホイールの軸方向上流側に配置された第5の複数のヒートパイプ1442を含む。1つの実施例として、第5の複数のヒートパイプ1442は、ホイール133の上流側の周りに円周方向に配置又は配列することができる。ヒートパイプは、ロータパレル冷却チャンバ1443の内部に取り付けることができる。ヒートパイプ1442は、ライン1444を介して軸受クーラーシステム1445に動作可能に接続される。ライン1444はまた、ヒートパイプとすることができる。軸受クーラーシステム1445は、軸受1446(軸受#2と呼ばれる場合もある)及び該軸受1445に関連する潤滑オイルを冷却する。ヒートパイプ1442, 1444及び軸受クーラーシステム1445は、圧縮機抽気空気(ダクト1441から流出する)から1又はそれ以上の熱交換器1447に熱を伝達するよう構成されている。

40

50

## 【 0 0 2 8 】

第5の複数のヒートパイプ1442は更に（或いは代替として）、ライン1448を介して軸受クーラーシステム1445'に動作可能に接続することができる。ライン1448はまた、ヒートパイプとすることができる。軸受クーラーシステム1445'は、軸受1446'（軸受#1と呼ばれる場合もある）及び該軸受1446'に関連する潤滑オイルを冷却する。ヒートパイプ1442、1448及び軸受クーラーシステム1445'は、圧縮機抽気空気（ダクト1441から流出する）から1又はそれ以上の熱交換器1447'に熱を伝達するよう構成されている。

## 【 0 0 2 9 】

図15は、本発明の1つの態様による、冷却システム1450の概略断面図を示す。第3の複数のヒートパイプ1452は、タービンケーシング131に取り付けられる。ヒートパイプ1452は、液体金属又は溶融塩などの熱伝達媒体1453を含む。第3のマニホールド1454は、水、蒸気、グリコール、又はオイルなどの冷却剤/熱伝達媒体を含む。マニホールド1454は、ヒートパイプ熱交換器240に熱的に接続される。導管310は、ヒートパイプ熱交換器240を複数の他の熱交換器に接続する。例えば、他の熱交換器は、燃料加熱熱交換器241、燃料予熱熱交換器242、HRSG熱交換器243、及び他の何れかの望ましい熱交換器244とすることができる。ヒートパイプ熱交換器240は、マニホールド144から導管310における熱伝達媒体に熱を伝達する。

10

## 【 0 0 3 0 】

図16は、本発明の1つの態様による、第3の冷却システム1450の部分概略半径方向断面図を示す。第3の複数のヒートパイプ1452は、タービンケーシング131の周りに円周方向に配置及び分散される。第3のマニホールド1454は、ライン1610で表される円周部に接続される。例えば、マニホールド1454は、タービン130の周りにほぼ連続した流れループを形成することになる。この流れループの一部は中断されて、ヒートパイプ熱交換器240に配設され、その出口からマニホールド1454に戻される。このようにして、タービンケーシング131によって（ヒートパイプ1452を介して）発生した熱は、熱交換器240に伝達することができる。

20

## 【 0 0 3 1 】

図17は、本発明の1つの態様による、アフタークーラー1420の概略断面図を示す。第4の複数のヒートパイプ1422は、CDCシェル230又はターボ機械シェルを通過して圧縮機の出口部分204内に延びる。ヒートパイプ1422は、液体金属又は溶融塩などの熱伝達媒体1423を含む。第4のマニホールド1424は、水、グリコール、又はオイルなどの冷却剤/熱伝達媒体1425を含む。第4のマニホールド1424は、ヒートパイプ熱交換器240に熱的に接続される。導管310は、ヒートパイプ熱交換器1440を複数の他の熱交換器に接続する。例えば、他の熱交換器は、燃料加熱熱交換器241、燃料予熱熱交換器242、HRSG熱交換器243、及び他の何れかの望ましい熱交換器244とすることができる。ヒートパイプ熱交換器240は、マニホールド1424から導管310における熱伝達媒体に熱を伝達する。図18は、本発明の1つの態様による、アフタークーラー1420の部分概略半径方向断面図を示す。ヒートパイプ1422は、ターボ機械100又は圧縮機110の周りに円周方向に配置及び分散される。マニホールド1424は、ライン1810で表される円周部に接続される。例えば、マニホールド1424は、ターボ機械の周りにほぼ連続した流れループを形成することになる。この流れループの一部は中断されて、ヒートパイプ熱交換器240に配設され、その出口からマニホールド1424に戻される。このようにして、圧縮機の空気流によって（ヒートパイプ1422を介して）発生した熱は、熱交換器240に伝達することができる。

30

40

## 【 0 0 3 2 】

図19は、本発明の1つの態様による、第3の冷却システム1440の概略断面図を示す。第5の複数のヒートパイプ1442は、ロータパレル冷却チャンバ1443に配置される。ヒートパイプ1444に接続されたヒートパイプ1442は、軸受1446及び/又は熱交換器1447に延びて、これらと熱連通している。ヒートパイプ1442は、口

50

ータバレル冷却チャンバ 1 4 4 3 の周りに円周方向に配列される。圧縮機吐出抽気空気からの熱は、ヒートパイプ 1 4 4 2 , 1 4 4 4 から軸受 1 4 4 6 及び熱交換器 1 4 4 7 に伝達される。

【 0 0 3 3 】

図 2 0 は、本発明の 1 つの態様による、第 3 の冷却システム 1 4 4 0 の概略図を示す。圧縮機抽気空気は、ダクト 1 4 4 1 から流出し、ホイール 1 3 3 に衝突する。空気はまた、パケット 1 3 2 を通って移動することができる。抽気空気からの熱は、ヒートパイプ 1 4 4 2 によって吸収されて軸受 1 4 4 6 に伝導又は伝達される。軸受潤滑オイル 2 2 1 0 は、軸受及びヒートパイプ 1 4 4 2 , 1 4 4 4 から熱を吸収し、潤滑オイルクーラー / 熱交換器 2 2 2 0 は、吸収した熱を周囲空気又は水などの熱伝達媒体 2 0 2 2 に伝達する。熱交換器 1 4 4 7 , 1 4 4 7 ' は、軸受 1 4 4 6 、オイル 2 0 1 0 及び / 又は熱交換器 2 0 2 0 のうちの一部又は全てを含むことができる。

10

【 0 0 3 4 】

図 2 1 は、本発明の 1 つの態様による、インタークーラー 2 2 0 、冷却システム 2 5 0 、第 2 の冷却システム 1 4 5 0 、アフタークーラー 1 4 2 0 、及び第 3 の冷却システム 1 4 4 0 を組み込んだターボ機械 1 0 0 の簡易ブロック図を示す。インタークーラー、アフタークーラー、及び冷却システムは、熱交換器 2 1 4 0 に接続することができ、該熱交換器は、1 つの熱交換器又は 1 つよりも多い熱交換器とすることができる。加えて、所望の用途において、インタークーラー、アフタークーラー、及び / 又は冷却システムの全て又は何れかの組み合わせを利用することができる。単なる非限定的な実施例として、ターボ機械は、インタークーラー 2 2 0 及び冷却システム 2 5 0 のみを利用することができ、又はターボ機械は、インタークーラー 2 2 0 、冷却システム 2 5 0 、及び第 2 の冷却システム 1 4 5 0 を利用することができ、又は、ターボ機械は、インタークーラー 2 2 0 、冷却システム 2 5 0 、第 2 の冷却システム 1 4 5 0 、及びアフタークーラー 1 4 2 0 を利用することができ、或いは、ターボ機械は、インタークーラー 2 2 0 、冷却システム 2 5 0 、第 2 の冷却システム 1 4 5 0 、アフタークーラー 1 4 2 0 、及び第 3 の冷却システム 1 4 4 0 を、もしくはインタークーラー、アフタークーラー、冷却システム、第 2 の冷却システム、及び第 3 の冷却システムの何れかの部分的組み合わせを利用することができる。

20

【 0 0 3 5 】

本明細書で記載されるマニホールドは、水、蒸気、グリコール、又はオイル、もしくは他の何れかの好適な流体などの熱伝達媒体を含むことができる。各マニホールドは、複数のヒートパイプに接続することができ、ヒートパイプは、圧縮機、燃焼器、タービン、又はターボ機械の回りに円周方向に配列することができる。ヒートパイプは、液体金属、熔融塩、又は Q u 材料とすることができる熱伝達媒体を含む。単に例証として、熱伝達媒体は、アルミニウム、ベリリウム、ベリリウム - フッ素合金、ホウ素、カルシウム、コバルト、鉛 - ビスマス合金、液体金属、リチウム - 塩素合金、リチウム - フッ素合金、マンガン、マンガン - 塩素合金、水銀、熔融塩、カリウム、カリウム - 塩素合金、カリウム - フッ素合金、カリウム - 窒素 - 酸素合金、ロジウム、ルビジウム - 塩素合金、ルビジウム - フッ素合金、ナトリウム、ナトリウム - 塩素合金、ナトリウム - フッ素合金、ナトリウム - ホウ素 - フッ素合金、ナトリウム - 窒素 - 酸素合金、ストロンチウム、スズ、ジルコニウム - フッ素合金のうち 1 又はこれらの組み合わせとすることができる。1 つの特定の実施例として、熱伝達媒体は、カリウム及び / 又はナトリウムを含む熔融塩とすることができる。ヒートパイプの外側部分は、高い熱伝導率、高強度、及び熱伝達媒体に対する高い耐腐食性といった複数の目的を果たすことができる何れかの好適な材料で作ることができる。

30

40

【 0 0 3 6 】

本明細書で記載されるヒートパイプは、熱伝導率が極めて高い「Q u - 材料」で形成することができる。Q u - 材料は、ヒートパイプの内面に設けられた多層コーティングの形態とすることができる。例えば、固体熱伝達媒体は、3 つの基層の形で内壁に施工することができる。最初の 2 層は、ヒートパイプの内壁に晒される溶液から調製される。最初に

50

、ナトリウム、ベリリウム、マンガン又はアルミニウム等の金属、カルシウム、ホウ素、及び重クロム酸ラジカルの種々の組み合わせを主としてイオン型で含む第1の層が、0.008mmから0.012mmの深さで内壁に吸収される。次に、コバルト、マンガン、ベリリウム、ストロンチウム、ロジウム、銅、B-チタニウム、カリウム、ホウ素、カルシウム、アルミニウム等の金属、及び重クロム酸ラジカルの種々の組み合わせを主としてイオン型で含む第2の層が、第1の層の上に積層され、ヒートパイプの内壁を覆って厚さ0.008mmから0.012mmの薄膜を形成する。最後に、第3の層は、酸化ロジウム、重クロム酸カリウム、酸化ラジウム、重クロム酸ナトリウム、重クロム酸銀、単結晶シリコン、酸化ベリリウム、重クロム酸ストロンチウム、酸化ホウ素、B-チタニウム、及び重クロム酸マンガン又は重クロム酸アルミニウム等の重クロム酸金属の種々の組み合わせを含む粉体であり、内壁全体に均等に分散される。この3層は、ヒートパイプに施工され、次に、熱分極されて、正味熱損失が僅か又は全くない熱エネルギーを伝達する超伝導ヒートパイプを形成する。

10

## 【0037】

本発明のインタークーラー、アフタークーラー及び冷却システムは、幾つかの利点を提供する。圧縮機及びタービン効率を改善することができ、燃料加熱のための蒸気需要が低減されることで、複合サイクルの発熱率が改善されることになる。圧縮機の質量流量が増大することができ、燃料加熱のための蒸気需要が低減されることで、複合サイクル出力が改善される。低温の圧縮機吐出空気流及び動作温度の低下に起因して、タービンセクションパケット、ホイール及び燃焼ガス移行部品の製品寿命を改善することができる。

20

## 【0038】

本明細書は、最良の形態を含む実施例を用いて本発明を開示し、また、あらゆる当業者が、あらゆるデバイス又はシステムを実施及び利用すること並びにあらゆる組み込み方法を実施することを含む本発明を実施することを可能にする。本発明の特許保護される範囲は、請求項によって定義され、当業者であれば想起され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、請求項の文言と差違のない構造要素を含む場合、或いは、請求項の文言と僅かな差違を有する均等な構造要素を含む場合には、本発明の範囲内にあるものとする。

## 【符号の説明】

## 【0039】

- 100 ターボ機械
- 110 圧縮機
- 111 ロータブレード
- 112 ステータベーン
- 113 段間ギャップ
- 120 燃焼器
- 122 移行部品
- 130 タービン
- 131 タービンケーシング
- 132 パケット
- 133 タービンホイール
- 134 ノズル
- 140 HRSG
- 150 蒸気タービン
- 160 シャフト
- 170 発電機
- 202 吸気部分
- 204 出口部分
- 222 ヒートパイプ(第1の複数の)
- 223 熱伝達媒体

30

40

50

2 2 4	マニホルド (第 1 の)	
2 2 5	冷却剤 / 熱伝達媒体	
2 3 0	圧縮機ケース	
2 4 0	ヒートパイプ熱交換器	
2 4 1	燃料加熱熱交換器	
2 4 2	燃料予熱熱交換器	
2 4 3	H R S G 熱交換器	
2 4 4	熱交換器	
2 5 0	冷却システム	
2 5 2	ヒートパイプ (第 2 の複数の)	10
2 5 4	ヒートパイプ (第 2 の複数の)	
2 5 6	マニホルド	
2 6 0	バイパスライン	
2 6 1	バルブ	
3 1 0	導管	
3 2 0	ポンプ	
4 1 0	ライン	
6 5 2	ヒートパイプ (第 2 の複数の)	
6 5 6	マニホルド	
7 1 0	ライン	20
9 2 2	楕円断面を有するヒートパイプ	
1 0 2 2	多角形断面を有するヒートパイプ	
1 1 2 2	矩形ヒートパイプ	
1 2 2 2	ヒートパイプ	
1 2 2 3	フィン	
1 3 0 0	温度管理システム	
1 4 2 0	アフタークーラー	
1 4 2 2	ヒートパイプ (第 4 の複数の)	
1 4 2 3	熱伝達媒体	
1 4 2 4	第 4 のマニホルド	30
1 4 2 5	冷却剤 / 熱伝達媒体	
1 4 4 0	第 3 の冷却システム	
1 4 4 1	ダクト	
1 4 4 2	ヒートパイプ (第 5 の複数の)	
1 4 4 3	ロータパレル冷却チャンバ	
1 4 4 4	ライン、ヒートパイプ	
1 4 4 5	軸受クーラーシステム	
1 4 4 6	軸受	
1 4 4 7	熱交換器	
1 4 4 8	ライン、ヒートパイプ	40
1 4 5 0	第 2 の冷却システム	
1 4 5 2	ヒートパイプ (第 3 の複数の)	
1 4 5 3	熱伝達媒体	
1 4 5 4	第 3 のマニホルド	
1 6 1 0	ライン	
1 8 1 0	ライン	
2 0 1 0	軸受潤滑オイル	
2 0 2 0	潤滑オイルクーラー / 熱交換器	
2 1 4 0	熱交換器	

【 図 1 】

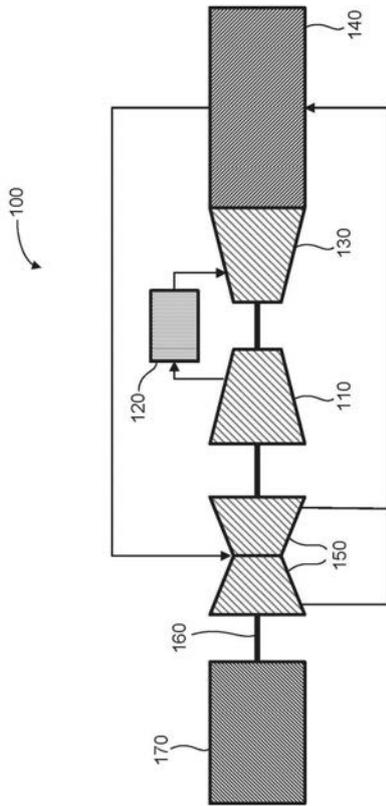


FIG. 1

【 図 2 】

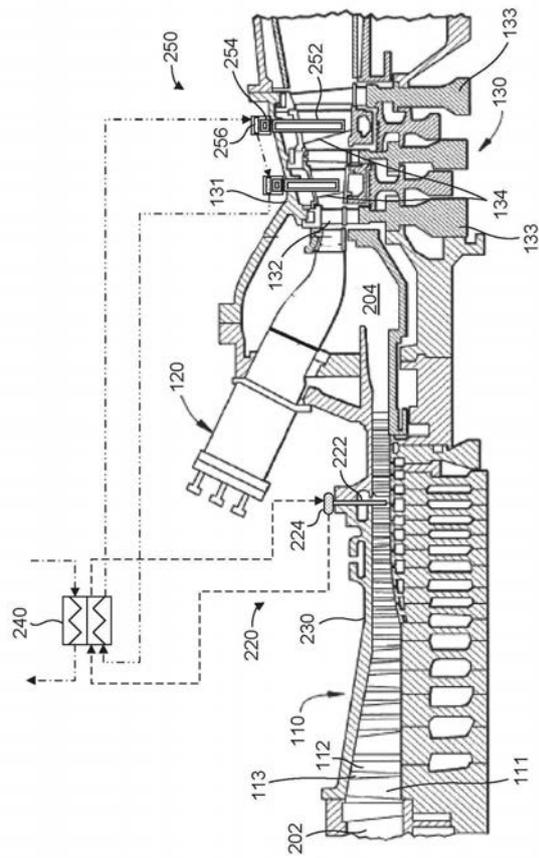


FIG. 2

【 図 3 】

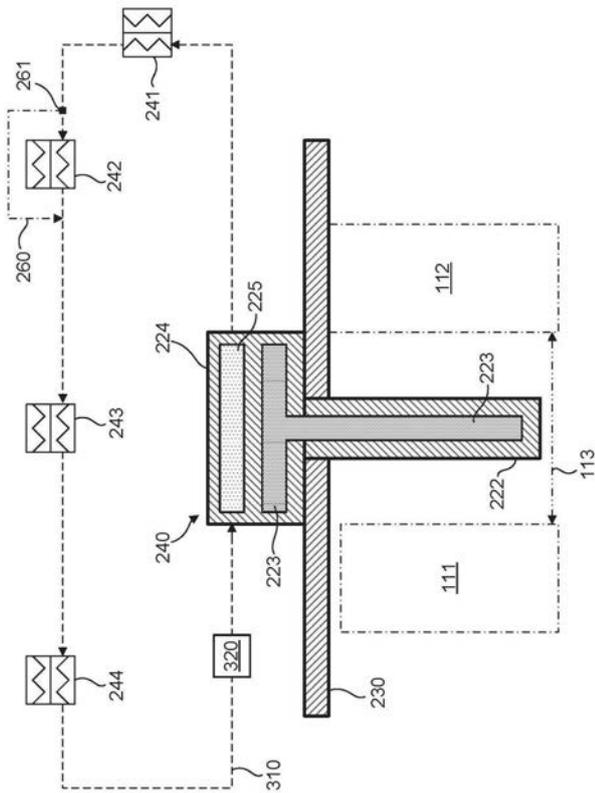


FIG. 3

【 図 4 】

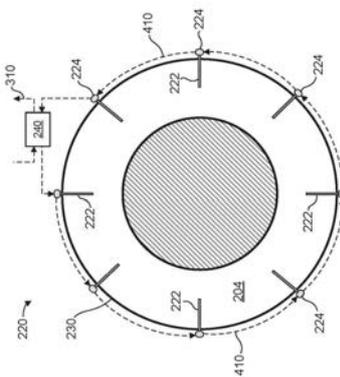


FIG. 4

【 図 5 】

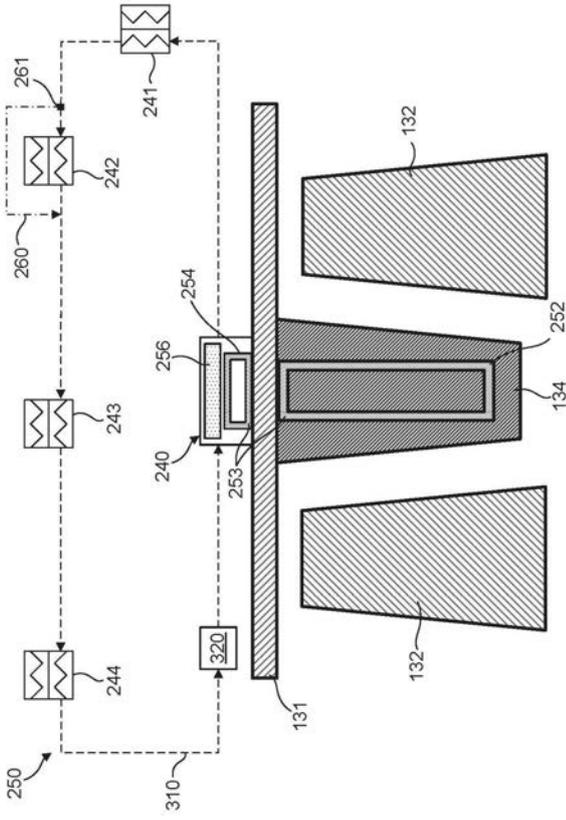


FIG. 5

【 図 6 】

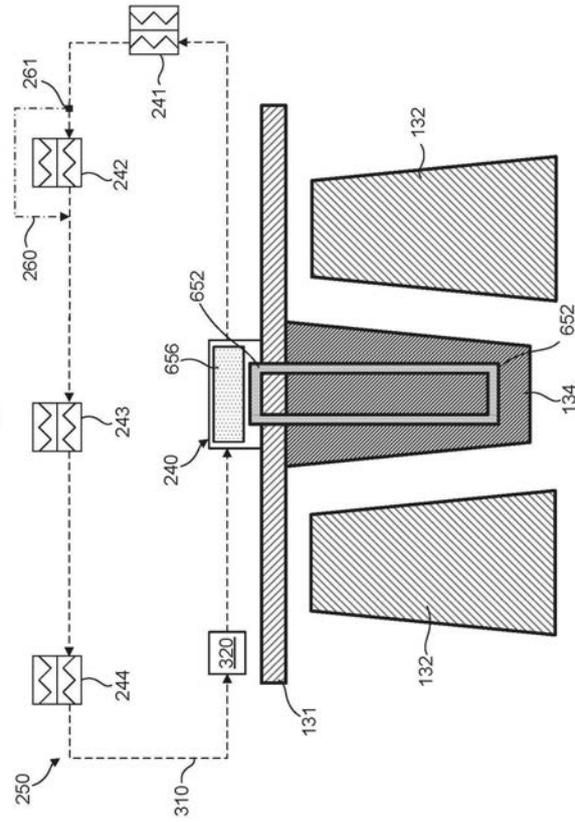


FIG. 6

【 図 7 】

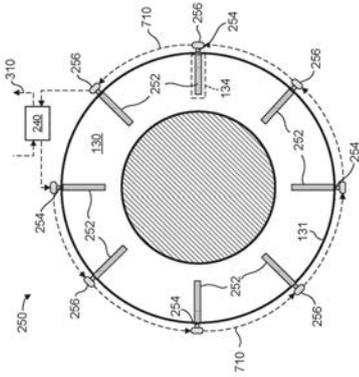


FIG. 7

【 図 8 】

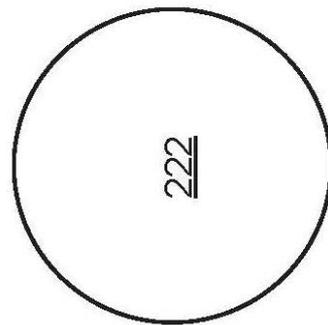


FIG. 8

【 図 9 】



FIG. 9

【 図 10 】



FIG. 10

【 図 11 】



FIG. 11

【 図 12 】

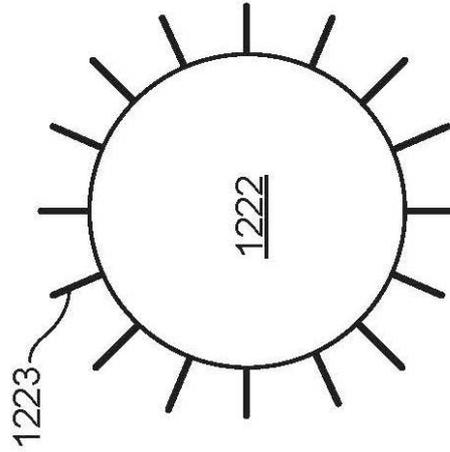


FIG. 12

【 図 1 3 】

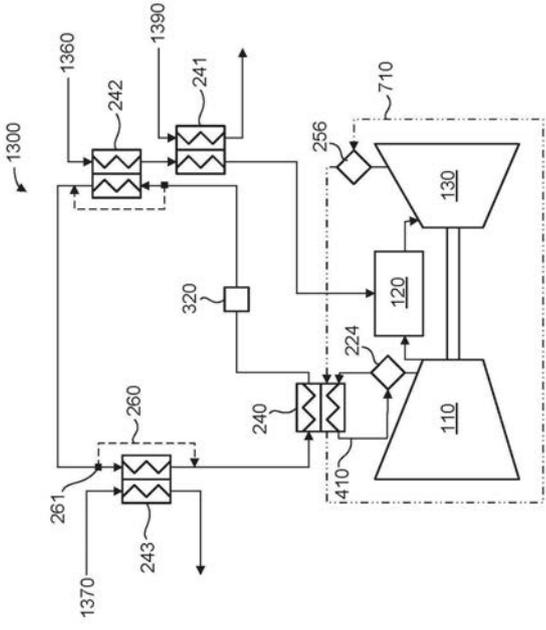


FIG. 13

【 図 1 4 】

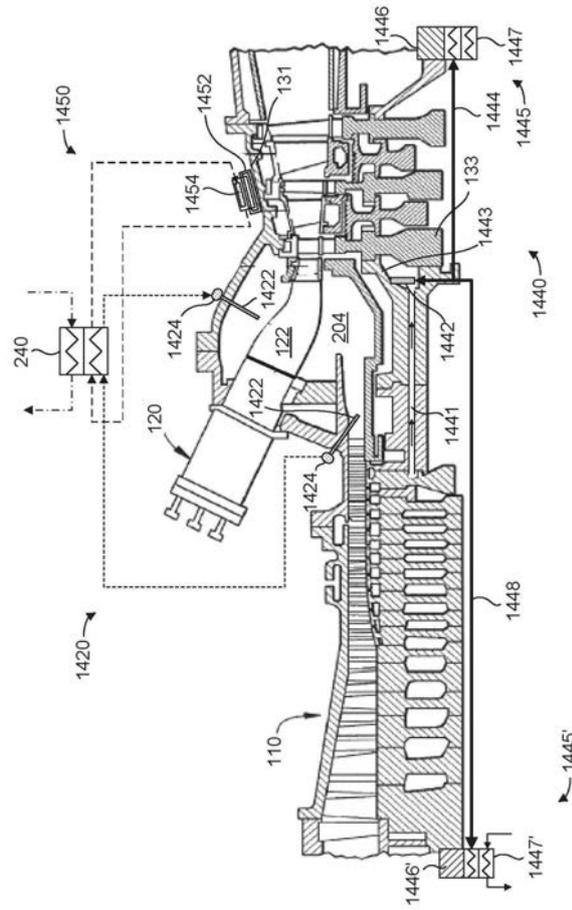


FIG. 14

【 図 1 5 】

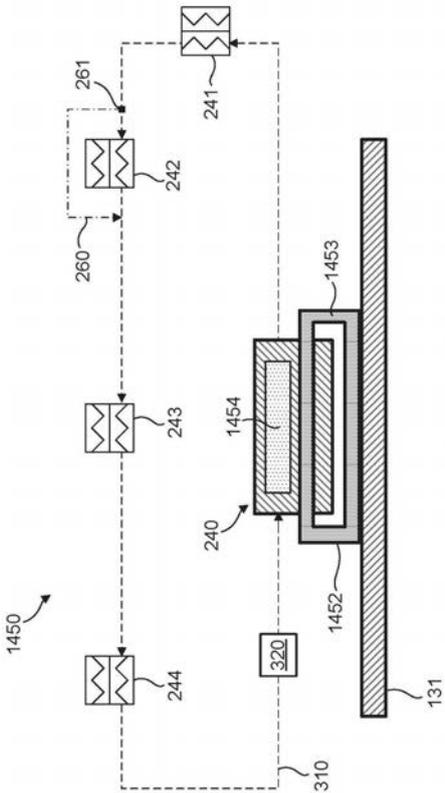


FIG. 15

【 図 1 6 】

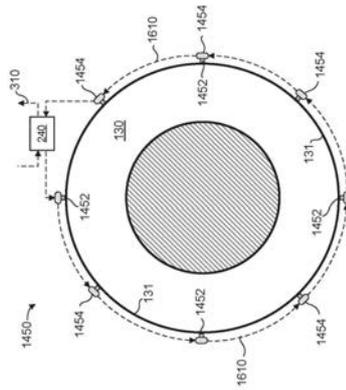


FIG. 16

【 図 1 7 】

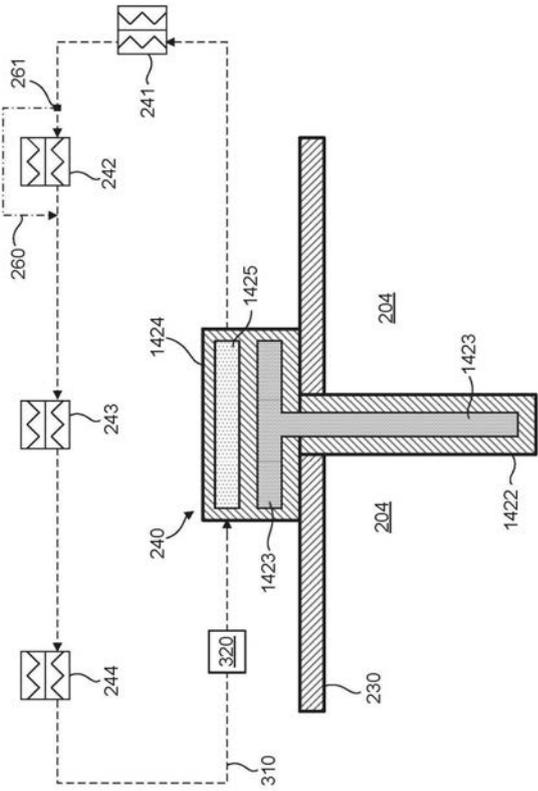


FIG. 17

【 図 1 8 】

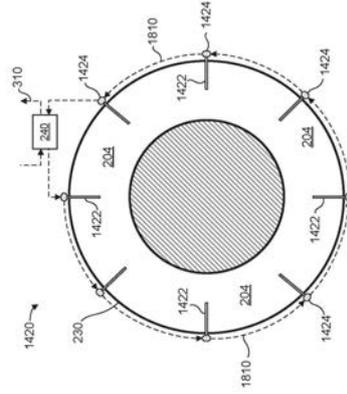


FIG. 18

【 図 1 9 】

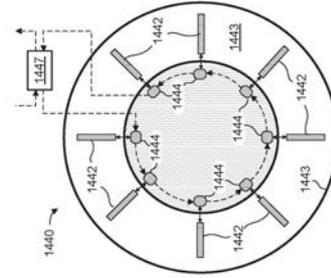


FIG. 19

【 図 2 0 】

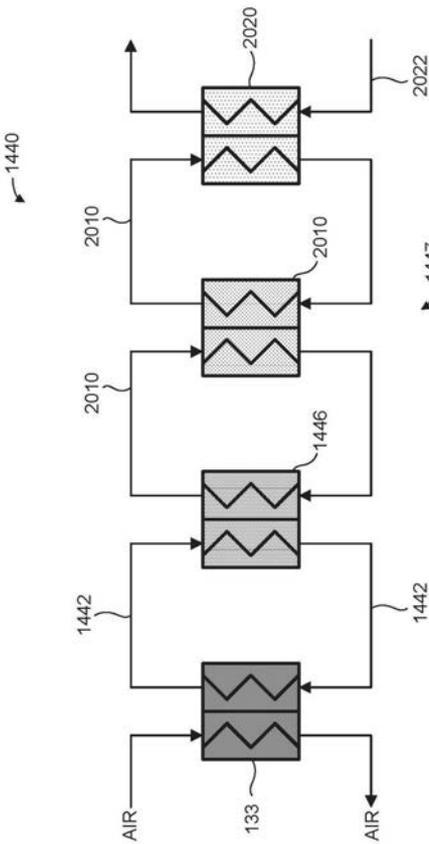


FIG. 20

【 図 2 1 】

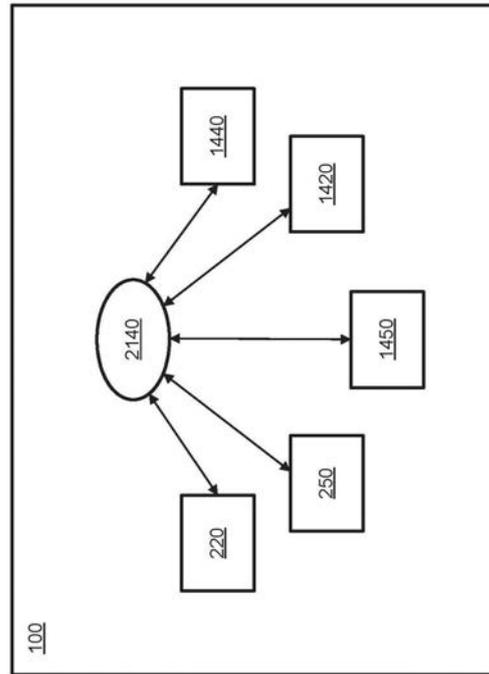


FIG. 21

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
<i>F 0 1 D 9/02 (2006.01)</i>	F 0 1 D	9/02	1 0 2	
<i>F 0 1 D 25/16 (2006.01)</i>	F 0 1 D	25/16	H	
<i>F 2 8 D 15/02 (2006.01)</i>	F 2 8 D	15/02	D	
	F 2 8 D	15/02	1 0 4 A	
	F 2 8 D	15/02	K	
	F 2 8 D	15/02	1 0 2 C	

(72)発明者 サンジ・エカナヤケ  
アメリカ合衆国、ジョージア州・30339、アトランタ、ワイルドウッド・パークウェイ、4200番

(72)発明者 ジョセフ・ポール・リッツォ  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番

(72)発明者 オールストン・イルフォード・シピオ  
アメリカ合衆国、ジョージア州・30339、アトランタ、ワイルドウッド・パークウェイ、4200番

(72)発明者 ティモシー・ターター・ヤン  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番

(72)発明者 トーマス・エドワード・ウィッカート  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番

Fターム(参考) 3G202 GA05 GB01 JJ02

【外国語明細書】

2016196880000001.pdf