

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5788025号
(P5788025)

(45) 発行日 平成27年9月30日(2015.9.30)

(24) 登録日 平成27年8月7日(2015.8.7)

(51) Int.Cl.

G01M 15/09 (2006.01)
F02D 29/02 (2006.01)

F 1

G01M 15/09
F02D 29/02

E

請求項の数 23 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2013-550918 (P2013-550918)
 (86) (22) 出願日 平成24年1月10日 (2012.1.10)
 (65) 公表番号 特表2014-505252 (P2014-505252A)
 (43) 公表日 平成26年2月27日 (2014.2.27)
 (86) 國際出願番号 PCT/ES2012/070010
 (87) 國際公開番号 WO2012/104454
 (87) 國際公開日 平成24年8月9日 (2012.8.9)
 審査請求日 平成26年10月15日 (2014.10.15)
 (31) 優先権主張番号 P201130120
 (32) 優先日 平成23年1月31日 (2011.1.31)
 (33) 優先権主張国 スペイン (ES)

(73) 特許権者 507236133
 ユニベルシダード ポリテクニカ デ バ
 レンシア
 スペイン国, バレンシア イー-4602
 2, エス/エヌ, カミーノ デ ベラ, シ
 一ティーティーイーディーアイエフ. ア
 イ1 ワイ アイ2
 (74) 代理人 100092956
 弁理士 古谷 栄男
 (74) 代理人 100101018
 弁理士 松下 正

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レシプロ式内燃機関によって吸入される空気の圧力および温度状態をシミュレートする装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レシプロ式内燃機関(1)によって吸入されるエアフローの圧力および温度状態を前記レシプロ式内燃機関(1)の作動する高度に対応する海面からの高さにおいてシミュレートする装置であって、前記装置は少なくとも以下の装備を備えることを特徴とする：

(a) エアフローを圧力 p_0 および温度 T_0 の初期状態から圧力 p_1 および温度 T_1 の第2の状態へ膨張させる内向き半径流タービン(2)であって、 p_0 と T_0 は前記レシプロ式内燃機関(1)が置かれる外気 A_1 の圧力と温度に対応し、 p_1 と T_1 は前記レシプロ式内燃機関(1)によって吸入されるエアフローの圧力と温度に対応する、内向き半径流タービン；

(b) 前記内向き半径流タービン(2)の後方、且つ前記レシプロ式内燃機関(1)の吸気口に配置されて、前記エアフローに圧力 p_1 および温度 T_1 の状態を与える第1の容器(4)；

(c) 前記レシプロ式内燃機関(1)の排気口に配置され、両容器間の圧力を平衡させるために少なくとも1つの接続パイプ(7)を介して前記第1の容器(4)に接続される第2の容器(5)；

(d) 自身のシャフトによって前記内向き半径流タービン(2)に取り付けられ、集合体はタービン発電機として知られる装置を形成する遠心コンプレッサ(3)；

(e) 前記第2の容器(5)の後に配置され、前記レシプロ式内燃機関(1)によって吸入されるエアフローの圧力と等しくなるように圧力を維持する真空ポンプ(6)。

10

20

【請求項 2】

前記第1の容器(4)は、前記第1の容器(4)の横断面と等しい横断面を有する吸気ダクトを介して前記レシプロ式内燃機関(1)に接続され、前記第2の容器(5)は、前記第2の容器(5)の横断面と等しい横断面を有する排気パイプを介して前記レシプロ式内燃機関(1)に接続される請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

請求項1または2のいずれかに記載の装置であって、以下も備えることを特徴とする：

(a) 前記真空ポンプ(6)の前の少なくとも1つの粒子フィルタ(11)；

(b) 前記真空ポンプ(6)の前に配置される熱交換器(12)であって、前記熱交換器は好ましくは少なくとも1つの復水ドレーン系をさらに備える気液熱交換器で構成される、熱交換器；
10

(c) 前記第1の容器(4)内の圧力p1を制御する少なくとも1つの制御弁(8)；

(d) 前記遠心コンプレッサ(3)の後に配置される少なくとも1つの背圧弁(9)；

(e) 前記内向き半径流タービン(2)の前に配置される少なくとも1つの温度調節装置(10)であって、前記温度調節装置(10)は外気A1の温度を約±10℃変えることができる、温度調節装置。

【請求項 4】

前記内向き半径流タービン(2)の前に配置されるとともに前記遠心コンプレッサ(3)に接続され、前記内向き半径流タービン(2)の入口におけるエアフローを前記遠心コンプレッサ(3)の出口におけるエアフローで加熱する少なくとも1つの第2の熱交換器(13)をさらに備えることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の装置。
20

【請求項 5】

前記第2の熱交換器(13)を迂回させるための少なくとも1つの弁(14)をさらに備えることを特徴とする請求項4に記載の装置。

【請求項 6】

前記遠心コンプレッサ(3)は前記真空ポンプ(6)の入口の前の前記第2の容器(5)の出口に配置されることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の装置。

【請求項 7】

請求項6に記載の装置であって、以下をさらに備えることを特徴とする：

(a) 前記レシプロ式内燃機関(1)の排気ガスを前記遠心コンプレッサ(3)に入る前に外気A1の温度まで冷却する第3の熱交換器(15)；
30

(b) 前記遠心コンプレッサ(3)の前に配置されるフローダイオードすなわち逆止め弁(16)。

【請求項 8】

前記内向き半径流タービン(2)および前記遠心コンプレッサ(3)と直列で作動する少なくとも1つの第2の内向き半径流タービン(17)および少なくとも1つの第2の遠心コンプレッサ(18)をさらに備えることを特徴とする請求項6または7に記載の装置。
。

【請求項 9】

前記第2の内向き半径流タービン(17)および前記第2の遠心コンプレッサ(18)は、前記内向き半径流タービン(2)のサイズおよび前記遠心コンプレッサ(3)のサイズよりも小さなサイズである請求項8に記載の装置。
40

【請求項 10】

前記第2の内向き半径流タービン(17)は少なくとも1つのウェイストゲート(19)をさらに備える請求項8または9に記載の装置。

【請求項 11】

前記装置は、前記遠心コンプレッサ(3)の下流ながら前記第2の遠心コンプレッサ(18)および前記粒子フィルタ(11)の上流の位置に配置される少なくとも1つの熱交換器(12)を備えることを特徴とする請求項8～10のいずれかに記載の装置。

【請求項 12】

10

20

30

40

50

前記遠心コンプレッサ(3)から排出されるエアフローを前記内向き半径流タービン(2)に入る前に冷却するための少なくとも1つの冷却機および/または除湿機(20)をさらに備えることを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載の装置。

【請求項13】

前記遠心コンプレッサ(3)の出口を前記内向き半径流タービン(2)による引き込みから遮断する働きを担う2つの三方弁(21)をさらに備えることを特徴とする請求項12に記載の装置。

【請求項14】

前記第2の遠心コンプレッサ(18)から排出される空気を前記第2の内向き半径流タービン(17)に入る前に冷却するための少なくとも1つの第2の冷却機または除湿機(22)を備えることを特徴とする請求項12または13に記載の装置。 10

【請求項15】

レシプロ式内燃機関(1)によって吸入されるエアフローの圧力および温度状態を前記レシプロ式内燃機関(1)の作動する高度に対応する海面からの高さにおいてシミュレートするための請求項1~14のいずれかに記載の装置の使用。

【請求項16】

レシプロ式内燃機関(1)によって吸入されるエアフローの圧力および温度状態を前記レシプロ式内燃機関(1)の作動する高度に対応する海面からの高さにおいてシミュレートする方法であって、前記方法は以下のステップを含むことを特徴とする：

(a) タービン発電機として知られる集合体を形成する遠心コンプレッサ(3)に接続される内向き半径流タービン(2)内のエアフローを圧力 p_0 および温度 T_0 の初期状態から圧力 p_1 および温度 T_1 の第2の状態へ膨張させるステップであって、 p_0 と T_0 は前記レシプロ式内燃機関(1)が置かれる外気 A_1 の圧力と温度に対応し、 p_1 と T_1 は前記レシプロ式内燃機関(1)によって吸入されるエアフローの圧力と温度に対応する、ステップ； 20

(b) 圧力 p_1 で温度 T_1 の前記エアフローを、エアフローが前記レシプロ式内燃機関(1)によって吸入される場所から少なくとも第1の容器(4)に送るステップ；

(c) 圧力 p_2 を前記レシプロ式内燃機関(1)によって吸入される空気の圧力と等しく保つ真空ポンプ(6)によって前記排気ガスの流れが吸引される場所から少なくとも1つの第2の容器(5)へ前記レシプロ式内燃機関(1)の排気ガスを排出するステップ； 30

(d) 前記遠心コンプレッサ(3)から排出されるエアフローを背圧弁(9)を介して外気 A_1 へ排出するステップ。

【請求項17】

さらに以下のステップを含むことを特徴とする請求項16に記載の方法：(a) 少なくとも1つの制御弁(8)および前記真空ポンプ(6)を駆動する電動モータの可変周波数駆動を用いて前記第1の容器(4)内および前記第2の容器(5)内の圧力を制御するステップ；

(b) 少なくとも1つの温度調節装置(10)を用いて前記第1の容器(4)内の温度 T_1 を制御するステップ；

(c) 前記真空ポンプ(6)によって吸引される排気ガスは少なくとも1つの熱交換器(12)内で事前に冷却され、前記排気ガスの粒子は少なくとも1つの粒子フィルタ(11)内に留保される。 40

【請求項18】

少なくとも1つの第2の熱交換器(13)を用いて前記内向き半径流タービン(2)の入口におけるエアフローを前記遠心コンプレッサ(3)の出口から排出されるエアフローで加熱させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項16または17に記載の方法。

【請求項19】

以下を含むことを特徴とする請求項16に記載の方法：

(a) 少なくとも1つの遠心コンプレッサ(3)を用いて前記第2の容器(5)から排 50

出される排気ガスの圧力を排気ガスが前記真空ポンプ(6)に入る前に上昇させるステップ;

(b) 第3の熱交換器(15)を用いて前記第2の容器(5)から排出される燃焼ガスの温度を燃焼ガスが前記遠心コンプレッサ(3)に入る前に冷却するステップ;

(c) 少なくとも1つの熱交換器(12)を用いて排気ガスが前記真空ポンプ(6)に入る前に前記遠心コンプレッサ(3)の出口において冷却するステップ;

(d) 少なくとも1つのフローダイオードすなわち逆止め弁(16)を用いて前記遠心コンプレッサ(3)の出口において圧力を制御するステップ。

【請求項20】

前記内向き半径流タービン(2)および前記遠心コンプレッサ(3)に対して直列で作動する少なくとも1つの第2の内向き半径流タービン(17)および少なくとも1つの第2の遠心コンプレッサ(18)を備えることを特徴とする請求項16に記載の方法。 10

【請求項21】

請求項20に記載の方法であって、以下を特徴とする:

(a) 前記方法は、少なくとも1つのウェイストゲート(19)を介して前記第2の内向き半径流タービン(17)に供給されるエアフローを迂回させる手段とともに少なくとも1つの温度調節装置(10)を用いて前記第1の容器(4)内の圧力 p_1 を制御するステップをさらに含み;

(b) 前記真空ポンプ(6)は前記第2の遠心コンプレッサ(18)に対して並列に作動し; 20

(c) および、排気ガスが前記真空ポンプ(6)および/または前記第2の遠心コンプレッサ(18)に入る前に少なくとも1つの熱交換器(12)内で冷却するステップを含む。

【請求項22】

前記遠心コンプレッサ(3)によって圧縮される空気は冷却機および/または除湿機(20)を介して前記内向き半径流タービン(2)に送られる請求項16に記載の方法。

【請求項23】

前記遠心コンプレッサ(3)内および前記第2の遠心コンプレッサ(18)内で圧縮されるとともに圧縮ステップの間に前記冷却機および/または除湿機(20)内および前記第2の冷却機および/または除湿機(22)内で冷却された後の前記エアフローを前記内向き半径流タービン(2)内および第2の内向き半径流タービン(17)内で膨張させるステップを含むことを特徴とする請求項22に記載の方法。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レシプロ式内燃機関によって吸入される空気の圧力および温度状態を再現する装置および方法に関する。より詳細には、本発明は、レシプロ式内燃機関が作動する海面からの高さに応じてレシプロ式内燃機関が晒される圧力および温度状態のシミュレーションを可能にする装置および方法に関する。 40

【先行技術】

【0002】

エンジンまたは他の航空機部品の開発およびチューニングに利用することができる、高度に応じた大気の一定の圧力および温度状態の制定への要望は、1952年の国際民間航空機関(ICAO)による国際標準大気(ISA)の制定に導いた。

【0003】

海面から特定の高度で作動することを意図した装置を設計する際に、高度が測定点に対

して上昇するに連れて、大気の圧力と温度において発生する変動に関して、どちらの変動が空気組成および密度の双方に影響を及ぼしているかを考慮する必要がある。よって、本発明の目的は、航空機エンジンおよび高高度で作動することを意図した他の任意の輸送手段のエンジンの双方への応用に適した低エネルギーコスト装置を提供することである。より詳細には、本発明の目的は、レシプロ式内燃機関が作動する海面からの高さに応じてレシプロ式内燃機関によって吸入される空気の圧力および温度状態を再現することができる装置である。

【0004】

海面からの高度を考慮に入れてエンジンを試験することを目的とする装置は、種々の目的を追求することができ、その中で以下のことが注目される：

- ・特定の条件下で起り得るエンジン運転の故障の修理
- ・エンジンにより吸入される空気の特性によって影響を受ける燃料消費の最適化
- ・航空機または類似の輸送手段に装備される空調機器の理想動作の決定
- ・ガス循環パイプの動作チェック

近年、上記の目的の達成に向けた種々の研究が行われてきた。しかし、殆どの事例において、提供される解決策は、エンジンの挙動に関する理論モデリングおよび高高度で実施される現場テストに基づいている。その上、こうしたモデリングは大抵エンジンの燃料消費の最適化を目標としている。

【0005】

例えば、米国特許出願第U.S.2004186699号は、エンジンによって吸入される空気と排気ガスの両方の圧力および温度を制御するとともに圧力および温度状態を調和させる方法および装置を記述する。テストは、高高度をシミュレートした条件（測定場所の圧力よりも低い圧力で）と低高度をシミュレートした条件の両条件下と様々な温度条件下で実施される。従って、エンジンの排気ガスは希釈トンネルに送られて、希釈ガスサンプルは、エンジンの活動とエンジンの排ガス組成を測定する分析に掛けられる。

【0006】

上記の研究とは異なり、本発明は、レシプロ式エンジンが作動中に到達する高度で働く際の条件を海面位において再現できる装置に関する。

【0007】

これまでに、本発明の装置目的によって定義されるものと同じ技術的特徴を備える先行技術による発明は存在しない。

【発明の開示】

【0008】

よって、本発明の目的は、レシプロ式内燃機関（1）によって吸入されるエアフローの圧力および温度状態を前記レシプロ式内燃機関（1）の作動する高度に対応する海面からの高さにおいてシミュレートする装置であって、前記装置は少なくとも以下の装備を備えることを特徴とする：

(a) エアフローを圧力 p_0 および温度 T_0 の初期状態から圧力 p_1 および温度 T_1 の第2の状態へ膨張させる内向き半径流タービン（2）。ここで、 p_0 と T_0 はレシプロ式内燃機関（1）が置かれる外気 A_1 の圧力と温度に対応し、 p_1 と T_1 はレシプロ式内燃機関（1）によって吸入されるエアフローの圧力と温度に対応する。

【0009】

(b) 内向き半径流タービン（2）の後方、且つレシプロ式内燃機関（1）の吸気口に配置されて、前記エアフローに圧力 p_1 および温度 T_1 の状態を与える第1の容器（4）。

【0010】

(c) レシプロ式内燃機関（1）の排気口に配置され、両容器間の圧力を平衡させるために少なくとも1つの接続パイプ（7）を介して第1の容器（4）に接続される第2の容器（5）。

【0011】

10

20

30

40

50

(d) 自身のシャフトによって内向き半径流タービン(2)に取り付けられ、集合体はタービン発電機として知られる装置を形成する遠心コンプレッサ(3)。

【0012】

(e) 第2の容器(5)の後に配置され、レシプロ式内燃機関(1)によって吸入されるエアフローの圧力と等しくなるように圧力を維持する真空ポンプ(6)。前記ポンプは、第2の容器(5)内の圧力 p_2 を制御できるように、可変周波数駆動であるなしに拘わらず電動モータによって駆動されるベーンポンプで構成できることが好ましい。前記真空ポンプ(6)の能力は、レシプロ式内燃機関(1)の排気ガスを、第2の容器(5)のよどみ領域内の圧力 p_2 から外気A1の圧力まで移行させるのに十分であることが好ましい。さらに、発明の好ましい実施形態では、前記真空ポンプ(6)は、少なくとも1つの復水抜取り装置とともに排気ガスを希釈するための少なくとも1つの吸気弁をさらに備えることができる。10

【0013】

発明の好ましい実施形態では、内向き半径流タービン(2)は可変タービン(VGT)で構成される。概して可変タービンは従来型タービンと同じ要素で構成されるが、ステータ内にリング状の動翼を備え、伝送フローに無関係に膨張比を変更することを可能にする

第1の容器(4)と第2の容器(5)は円筒形容器によって構成され、好ましくは円筒形スチール容器によって、より好ましくは、どちらの容器もレシプロ式内燃機関(1)の排気量の少なくとも2倍に等しい容積を有するような長さの円筒形スチール容器で構成される。20

【0014】

具体的には、第1の容器(4)はレシプロ式内燃機関(1)に入る前にエアフローを安定化させるとともに、圧力損失を最小に保つように設計され、好ましくは第1の容器(4)の横断面と実質的に等しい横断面を有する吸気ダクトを介して前記レシプロ式内燃機関(1)に接続される。同様に第2の容器(5)はレシプロ式内燃機関(1)の排気ガスを受け入れ、好ましくは第2の容器(5)の横断面と実質的に等しい横断面を有する排気パイプを介して同様に(前記レシプロ式内燃機関(1)に)接続される。

【0015】

発明の好ましい実施形態では、装置は、真空ポンプ(6)の前に少なくとも1つの粒子フィルタ(11)も、好ましくは少なくとも1つの高効率粒子フィルタも備えることができる。とりわけテストするエンジンがディーゼルエンジンである場合、前記粒子フィルタ(11)を用いることによって、排気ガスが真空ポンプ(6)に入る前に粒子をろ過することができる。さらに、粒子フィルタ(11)を用いる場合、前記粒子フィルタ(11)の一部を成す消耗コンポーネントは定期的に交換することになる。30

【0016】

発明の追加の実施形態では、装置は、少なくとも1つの熱交換器(12)を、好ましくは気液熱交換器を備えることができる。この熱交換器(12)は、少なくとも1つの冷却塔からの水を用いて外気A1の温度まで排気ガスを冷却することができる。装置が粒子フィルタ(11)を備える好ましい実施形態では、熱交換器(12)は前記粒子フィルタ(11)の前に配置することが好ましい。熱交換器(12)は、装置の使用を終了する際に開放状態にできる少なくとも1つの復水ドレーン(水抜き)をさらに備えられることが好ましい。40

【0017】

装置の様々な機器は、それらが完全に連結されていることを特徴とし、用途が広く、信頼性の高い、エネルギー効率の良い装置を実現する。

【0018】

その結果、本装置は、ISAによって制定されているような、海面から特定の高さにおいてレシプロ式内燃機関(1)によって吸入される空気の圧力および温度状態を再現することを低エネルギーコストで可能にする。これらの状態は、海面における空気の圧力およ50

び温度状態（ISAによれば、前記圧力と前記温度は、それぞれ1013.25hPaと15である）よりも低い温度と圧力に相当する。例として、高度11000m（対流圏界面）までは、温度は1000mにつき6.5の割合で低下し、前記高度では、温度-56.5、気圧225hPaに達する。

【0019】

本発明のもう一つの目的は、高高度で作動するレシプロ式内燃機関（1）の動作状態をシミュレートする上述の装置の使用法である。このエンジンは、航空機用エンジンのみならず高高度で運行される他の任意の輸送手段のエンジンによって構成できることが好ましい。

【0020】

よって、本発明のさらなる目的は、レシプロ式内燃機関（1）によって吸入されるエアフローの圧力および温度状態を前記レシプロ式内燃機関（1）の作動する高度に対応する海面からの高さにおいてシミュレートする方法であり、前記方法は以下のステップを備えることを特徴とする：

（a）エアフローを圧力 p_0 および温度 T_0 の初期状態から圧力 p_1 および温度 T_1 の第2の状態へ膨張させるステップ。ここで、 p_0 と T_0 はレシプロ式内燃機関（1）が置かれる外気 A_1 の圧力と温度に対応し、 p_1 と T_1 はレシプロ式内燃機関（1）によって吸入されるエアフローの圧力と温度に対応する。

【0021】

（b）圧力 p_1 で温度 T_1 の前記エアフローを、エアフローがレシプロ式内燃機関（1）によって吸入される場所から少なくとも1つの第1の容器（4）に送るステップ。

【0022】

（c）圧力 p_2 をレシプロ式内燃機関（1）によって吸入される空気の圧力と等しく保つ真空ポンプ（6）によって前記排気ガスの流れが吸引される場所から少なくとも1つの第2の容器（5）へレシプロ式内燃機関（1）の排気ガスを排出するステップ。

【0023】

上述の方法は、乾いた空気の状態および除湿なしの状態のどちらでも用いることができる。

【0024】

上述のステップは本発明の方法の大まかなステップに相当するが、前記方法は、発明の装置目的の種々の実施形態に応じて追加のステップを含むことができる。これらの実施形態の幾つかの事例を本明細書に添付される図面に示す。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】図1は発明の装置目的の特定の実施形態を示す。

【図2】図2は図1による装置を示し、熱回収装置をさらに備えることを特徴とする。

【図3】図3は装置の更なる特定の実施形態を示し、真空ポンプ（6）の前の圧力上昇がさらに含まれることを特徴とする。

【図4】図4は装置の更なる特定の実施形態を示し、2つのターボコンプレッサによる2ステップ膨張圧縮とレシプロ式内燃機関（1）の排出時の圧力の低下を補うための支援装置としての真空ポンプ（6）とを備えることを特徴とする。

【図5】図5は装置の更なる特定の実施形態を示し、第1の容器（4）内の空気を冷却および/または乾燥させるために遠心コンプレッサ（3）の圧力を利用するステップを含むことを特徴とする。

【図6】図6は装置の更なる特定の実施形態を示し、第1の容器（4）内および第2の容器（5）内の空気を冷却および/または乾燥させるために遠心コンプレッサ（3）内および第2の遠心コンプレッサ（18）内の圧力を利用するステップを含むことを特徴とする。それはタービンによる2ステップ膨張の結果可能となる。真空ポンプ（6）は、レシプロ式内燃機関（1）の排出時の圧力の低下を補うために必要になる。

【符号の説明】

10

20

30

40

50

【0026】

レシプロ式内燃機関(1)	
内向き半径流タービン(2)	
遠心コンプレッサ(3)	
第1の容器(4)	
第2の容器(5)	
真空ポンプ(6)	
接続パイプ(7)	
制御弁(8)	
背圧弁(9)	10
温度調節装置(10)	
粒子フィルタ(11)	
熱交換器(12)	
第2の熱交換器(13)	
弁(14)	
第3の熱交換器(15)	
フローダイオードすなわち逆止め弁(16)	
第2の内向き半径流タービン(17)	
第2の遠心コンプレッサ(18)	
ウェイストゲート(19)	20
冷却機および/または除湿機(20)	
三方弁(21)	
第2の冷却機および/または除湿機(22)	

本発明の一連の特定の実施形態は、本明細書に添付の図面に従って、コストおよび複雑さが増す順序で限定されない実施例を通じて以下で説明される。

【発明の詳細な説明】

【0027】

特定の実施形態1

図1に示すように、発明の特定の実施形態1において、装置は以下のとおりである：

(a) 内向き半径流タービン(2)の事実上のステータにすることができる制御装置すなわち流量調節弁(8)を備える可変内向き半径流タービン(2)。エアフローは、前記内向き半径流タービン(2)内で圧力 p_0 および温度 T_0 の初期状態から圧力 p_1 および温度 T_1 の第2の状態に膨張させられ、 p_0 と T_0 はレシプロ式内燃機関(1)が置かれる環境A1の圧力と温度に対応し、 p_1 と T_1 はレシプロ式内燃機関(1)によって吸入されるエアフローの圧力と温度に対応する。

【0028】

(b) 内向き半径流タービン(2)の後方、且つレシプロ式内燃機関(1)の吸気口に配置されて、前記エアフローに圧力 p_1 および温度 T_1 の状態を与える第1の容器(4)。前記第1の容器(4)は、第1の容器(4)の横断面と実質的に等しい横断面を有する吸気ダクトを介してレシプロ式内燃機関(1)に接続される。

【0029】

(c) レシプロ式内燃機関(1)の排気口に配置され、好ましくは第2の容器(5)の横断面と実質的に等しい横断面を有する排気パイプを介してレシプロ式内燃機関(1)に接続される第2の容器(5)。第1の容器(4)と第2の容器(5)の双方は、両容器間の圧力を平衡させるために接続パイプ(7)を介して接続される。さらに、第1の容器(4)と第2の容器(5)の双方は、レシプロ式内燃機関(1)の排気量の2倍に相当する容積を有する。

【0030】

(d) 遠心コンプレッサ(3)の有効範囲(チョーク状態とサージング状態の間)が内向き半径流タービン(2)の最大能力範囲に一致するように内向き半径流タービン(2)

に連結される遠心コンプレッサ（3）。タービンの膨張比を調節することが可能であり、従って、内向き半径流タービン（2）の制御弁（8）を介して第1の容器（4）内の圧力 p_1 を制御することができる。

【0031】

（e）レシプロ式内燃機関（1）によって吸入されるエアフローの圧力と等しくなるよう圧力を維持する真空ポンプ（6）。

【0032】

装置は、遠心コンプレッサ（3）が外気A1から吸入されるエアフローを排出して同じ外気A1に戻す際に経由させる背圧弁（9）も備える。背圧弁（9）は、任意のエンジン速度において内向き半径流タービン（2）の平均能力が最大になるように定位置に調節される。

10

【0033】

装置は、A1の温度を約±10変えることができる温度調節装置（10）をさらに備える。加熱が必要な場合、前記温度調節装置（10）は電気抵抗で構成することができる。逆に、冷却が必要な場合、温度調節装置（10）は、逆ランキンサイクルによる伝統的な冷却装置で構成することができる。温度調節装置（10）は、第1の容器（4）内の温度T1の微調節器として用い、内向き半径流タービン（2）における膨張の後、所望の空気温度を正確に調節する。

【0034】

発明のこの特定の実施形態において、装置は、気液熱交換器（12）とともに真空ポンプ（6）の前に高効率粒子フィルタ（11）をさらに備える。

20

【0035】

本発明のもう一つの目的は、実施形態1の装置によって行われる方法である。従って、レシプロ式内燃機関（1）が運転位置に到達すると、外気A1の空気は、圧力 p_1 がシミュレートする飛行高度に応じて所望の圧力になるまで内向き半径流タービン（2）内で膨張させられる。レシプロ式内燃機関（1）によって吸入される空気の流量と密度を考慮に入れて、内向き半径流タービン（2）を適切に選択することにより、適切な膨張が確実に達成される。さらに、内向き半径流タービン（2）は可変タービンであるため、装置は、制御装置すなわち流量調節弁（8）を備える（一般的に内向き半径流タービン（2）の事実上のステータ）。この制御弁（8）は、第1の容器（4）内の p_1 の微調節とともに制御弁（8）に作用する一般的なPIDコントローラを用いた p_1 の精密制御を確実にすることを可能にする。

30

【0036】

内向き半径流タービン（2）は、エアフローの膨張の間エアフローからのエネルギーを取り出し、そのエネルギーは、空気を圧縮して引き続いて遠心コンプレッサ（3）が圧縮された空気を排出する排出先である外気A1へ消散させる遠心コンプレッサ（3）によって消費される。背圧弁（9）は、遠心コンプレッサ（3）が常に安定した動作条件の下、且つ内向き半径流タービン（2）の最大能力動作点で働くように一定の開度に調節される。従って、背圧弁（9）は、遠心コンプレッサ（3）が動作する抵抗負荷曲線をどのように描くかの役割を担うことになる。

40

【0037】

膨張と内向き半径流タービン（2）内の流体のエネルギーの損失により圧力 p_1 になつた結果、第1の容器（4）内の温度はT1に近い温度に下降することになる。内向き半径流タービン（2）の上流の温度を温度調節装置（10）により±10の範囲で調整することにより、温度T1を所望の値に到達させることができる。内向き半径流タービン（2）の精密制御は、温度調節装置（10）に作用する一般的なPIDコントローラを用いて行われることになる。

【0038】

ベーン真空ポンプ（6）は、第2の容器（5）内の圧力（ p_2 ）の所望する降下を確実にする。例えば、真空ポンプ（6）を駆動する電動モータの可変周波数駆動は p_2 の制御

50

を確実にする。可変周波数駆動に作用する一般的な P I D コントローラは、p 2 の微調整を行う。真空ポンプ(6)によって吸引される排気ガスは、前以て熱交換器(12)内で冷却され、このガスの微粒子は、真空ポンプ(6)の低消費電力化と信頼性向上を確実にするために粒子フィルタ(11)内に留保される。真空ポンプ(6)は市販機器で構成することができる。

【0039】

一方、接続パイプすなわちパイプ(7)は、圧力調整ポートのように働き、第1の容器(4)内の圧力(p1)と第2の容器(5)内の圧力(p2)の均一化を確実にする。よって、それらは、吸気および排気の双方において等価ISA飛行条件をシミュレートすることを可能にし、圧力p1およびp2の制御を容易にする。真空ポンプ(6)がレシプロ式内燃機関(1)によって移送されるよりも多い流量を吸引すれば、真空ポンプ(6)は可変周波数駆動なしで稼働することができる。その理由は、過剰な流量は接続パイプすなわちパイプ(7)を通り抜けることになり、圧力p2はp1と等しいままとなるからである。

10

【0040】

特定の実施形態2

図2によれば、この第2の実施形態は、図1で表される装置の装備に加えて、内向き半径流タービン(2)の入口におけるエアフローを遠心コンプレッサ(3)の出口におけるエアフローで加熱させるとともに、抵抗で構成する温度調節装置(10)による加熱が必要な場合に、必要な電力を抑制するための第2の気気熱交換器(13)を備えることを特徴とする。

20

【0041】

発明のこの特定の実施形態は、第2の気気熱交換器(13)を迂回させるとともに温度調節装置(10)による冷却が必要な場合の内向き半径流タービン(2)の入口におけるエアフローの加熱を避けるための弁(14)も備えることができる。どのような場合でも、温度調節装置(10)は温度T1の微調整実行の役割を担うことになる。

【0042】

本発明のもう一つの目的は、実施形態2の装置によって行われる方法である。実施形態1の働きについて述べた内容に加えて、この実施形態2の装置は以下のように作動する：

30

内向き半径流タービン(2)の上流の空気を目標温度T1になるまで加熱しなければならない場合、遠心コンプレッサ(3)から出される熱い空気を利用することができる。そのためには、遠心コンプレッサ(3)によって供給される空気の熱は、内向き半径流タービン(2)によって第2の熱交換器(13)内に吸入される空気に伝達されることになる。この動作モードでは、先駆的に規定される基準条件において弁(14)は閉じられ、背圧弁(9)は開けられる（実施形態1と同様に、これらの状態は、確立された運転条件において内向き半径流タービン(2)の最大能力に近い状態で遠心コンプレッサ(3)が動作する状態である）。

【0043】

内向き半径流タービン(2)の上流の空気を目標温度T1になるまで冷却しなければならない場合、第2の気気熱交換器(13)は用いないことになる。それを受け、背圧弁(9)が装置1の動作モードで達していた状態と同じ状態に達するまで、背圧弁(9)は閉じ、弁(14)は開くことになる。

40

【0044】

特定の実施形態3

図3に示すように、この特定の実施形態では、装置は第2の容器(5)の後に配置される遠心コンプレッサ(3)を備えることができる。この遠心コンプレッサ(3)は、第2の容器(5)から排出される排気ガスを吸入して真空ポンプ(6)の入口においてガスの圧力を上昇させて、その後の前記真空ポンプ(6)のエネルギー節約をもたらす。それに

50

もかかわらず、圧力 p_2 は、真空ポンプ(6)の電動モータによる可変周波数駆動によって制御し続けることができる。

【0045】

上記の結果、発明のこの実施形態では、背圧弁(9)を使われなくなったため構成には含まれない。

【0046】

装置は、遠心コンプレッサ(3)の入口において排気ガスを外気A1の温度まで冷却する第3の気液熱交換器(15)も備える。

【0047】

装置はフローダイオードすなわち逆止め弁(16)をさらに備え、この特定の実施形態3では遠心コンプレッサ(3)の迂回路の役割を果たす。このフローダイオードすなわち逆止め弁(16)は、遠心コンプレッサ(3)の上流の圧力が遠心コンプレッサ(3)の下流の圧力よりも大きい場合に開くことができる。10

【0048】

本発明のもう一つの目的は、実施形態3の装置によって行われる方法である。実施形態1において述べた内容に加えて、この装置は以下のように作動する：

初めに、内向き半径流タービン(2)によって空気から取り出されるエネルギーを吸収するコンプレッサは、外気A1の空気を移動させることによってこのエネルギーを消散させない。この実施形態では、遠心コンプレッサ(3)は、燃焼ガスを第2の容器(5)から真空ポンプ(6)の入口へ移動させる。それにより、遠心コンプレッサ(3)は真空ポンプ(6)の動作を支援してその電力消費を抑制する。20

【0049】

第3の気液熱交換器(15)は、第2の容器(5)から吸引される燃焼ガスを遠心コンプレッサ(3)に入る前に冷却してコンプレッサの入口におけるエアフローの密度を高め、それによりコンプレッサの効率を改善させるとともにコンプレッサのサージ(急変動)のリスクを抑制する。

【0050】

真空ポンプ(6)は、一般的なPIDコントローラを用いて第2の容器(5)内の圧力 p_2 を制御し続ける。熱交換器(12)は、排気ガスを真空ポンプ(6)に入る前に遠心コンプレッサ(3)の出口において冷却する。30

【0051】

実施形態3の装置においては、遠心コンプレッサ(3)の動作条件は、真空ポンプ(6)によって移送される流量およびタービン発電機のエンジン速度によって設定されることになる。タービン発電機のエンジン速度は、内向き半径流タービン(2)と遠心コンプレッサ(3)との間のエネルギーバランスによりもたらされる。結果として、エンジン速度が十分でなく、遠心コンプレッサ(3)の下流の圧力が第2の容器(5)内の圧力に等しいかまたは低くなることがしばしば発生することがある。その場合、コンプレッサの出力圧力が目標圧力 p_2 になるまで、フローダイオードすなわち逆止め弁(16)は開いて排気ガスの流れの一部のための迂回路の役割を果たすことになる。フローダイオードすなわち逆止め弁(16)は遠心コンプレッサ(3)の下流の圧力が上流の圧力より低い場合にのみ開くため、この弁は流れを一方向のみ通過させるダイオードすなわち「逆止め弁」となる。40

【0052】

特定の実施形態4

実施形態4における本発明の装置目的は図4で表される。この実施形態は、実施形態3の装置の装備に加えて、またはそれに代わって、以下の装備を備える：

実施形態3の装置のタービン発電機と直列で作動する1つまたは幾つかのタービン発電機(タービン発電機は内向き半径流タービンと遠心コンプレッサの集合体と理解される)。実施形態3の装置のタービン発電機は、可変内向き半径流タービン(2)と遠心コンプ50

レッサ(3)で構成されていた。

【0053】

実施形態4では、第2の内向き半径流タービン(17)は可変タービンである必要はない；それは、図4で表される事例のような固定タービンとすることもできる。図4は、実施形態3のタービン発電機と直列となる追加のタービン発電機のみを表している。新たなタービン発電機は、第2の内向き半径流タービン(17)と第2の遠心コンプレッサ(18)で構成される。前記第2の内向き半径流タービン(17)と前記第2の遠心コンプレッサ(18)は、内向き半径流タービン(2)のサイズと遠心コンプレッサ(3)のサイズよりも小さなサイズであることが好ましい。それは、第2の内向き半径流タービン(17)内および第2の遠心コンプレッサ(18)内のエアフローは、それぞれ第1の内向き半径流タービン内および遠心コンプレッサ内のエアフローよりも密度が高いからである。10

【0054】

第2の内向き半径流タービン(17)と第2の遠心コンプレッサ(18)のサイズは以下のように選ばれる。一方で、外気A1と第1の容器(4)との間の総圧力サージは、第2の内向き半径流タービン(17)と内向き半径流タービン(2)と間で等しく分割されることが好ましく；他方で、外気A1と第2の容器(5)との間の総圧力サージは、第2の遠心コンプレッサ(18)と遠心コンプレッサ(3)と間で等しく分割されることが好ましい。その結果、内向き半径流タービン(2)、第2の内向き半径流タービン(17)、遠心コンプレッサ(3)および第2の遠心コンプレッサ(18)は、それぞれの最大能力動作領域内の圧力サージとエンジン速度で作動することができる。よって、装置がより高価になる可能性があっても、装置の主な消費電力を占める真空ポンプ(6)の消費エネルギーを最小にすることにより装置の能力を最大にすることができる。20

【0055】

第2の内向き半径流タービン(17)は、前記第2の内向き半径流タービン(17)の迂回路の役割を果たすウェイストゲート(19)をさらに備えることができる。このウェイストゲート(19)は、第1の内向き半径流タービンの可変機構すなわち制御弁(8)とともに、第2の内向き半径流タービン(17)内のエアフローの迂回路に基づいて、第1の容器(4)内の圧力p1の制御に関与することができ、ひいては第2の内向き半径流タービン(17)の下流のエアフローの膨張を制御することができる。30

【0056】

気液熱交換器(12)は、各構成要素に対し、遠心コンプレッサ(3)の下流ながら第2の遠心コンプレッサ(18)の上流且つ粒子フィルタ(11)の上流の位置に配置することができる。その結果、真空ポンプ(6)と遠心コンプレッサ(3)は並列で働き、熱交換器(12)は双方の機器によって吸引される排気ガスを冷却する。

【0057】

装置は、実施形態1で説明した背圧弁(9)と同じ特性と機能を有する背圧弁(9)をさらに備える。

【0058】

本発明のもう一つの目的は、実施形態4の装置によって行われる方法である。幾つかの機器の間で総圧力サージが分割される結果コンプレッサが広範囲の圧力において真空ポンプ(6)を支援するため、本装置は最大の据え付け費用と最小の稼働エネルギー消費をもたらす。実施形態3の装置の作動について述べた内容に加えて、この装置は以下のように作動する：40

図4に示すように、追加のタービン発電機が1つだけ実施形態3のタービン発電機と直列に表されている。新たなタービン発電機は、第2の内向き半径流タービン(17)と第2の遠心コンプレッサ(18)で構成される。ウェイストゲート(19)が完全に閉じられるとともに制御弁(8)(可変タービンでは完全に閉じられることはない)が最大限にきつい状態で閉じられる時、最大の膨張が達成される。

【0059】

この後、膨張比は、最初に制御弁(8)を最大開度まで開き、次に背圧弁(9)を最大開度まで開くことにより下げられる。従って、連続的に作動する2つの一般的なPIDコントローラを用いて第1の容器(4)内の圧力p1を制御することにより制御が行われることになる。A1と第1の容器(4)との間で膨張を縮小する場合、最初に制御弁(8)に作用するPIDコントローラが作動して制御弁(8)が作動限界に達するまで閉じられ、次にウェイストゲート(19)に作用するPIDコントローラが作動することになる。A1と第1の容器(4)との間で膨張を増大させる場合、上記の逆となり、最初にウェイストゲート(19)に作用するPIDコントローラが作動してウェイストゲート(19)が作動限界に達するまで閉じられ、次に制御弁(8)に作用するPIDコントローラが作動することになる。

10

【0060】

遠心コンプレッサ(3)は実施形態3における場合と同様に作動し、その動作はフローダイオードすなわち逆止め弁(16)によって制限される。遠心コンプレッサ(3)の動作は、実施形態1の装置における場合と同様に、第2の内向き半径流タービン(17)の動作が高性能領域内となることを確実にする背圧弁(9)の位置(開度)によって制御されることになる。

【0061】

ベーン真空ポンプ(6)は、第2の遠心コンプレッサ(18)と並列で作動し、第2の遠心コンプレッサ(18)が移送することができないエアフローは真空ポンプ(6)によって移送されることになる。熱交換器(12)は、双方の機械すなわち真空ポンプ(6)および第2の遠心コンプレッサ(18)によって移送される排気ガスを冷却する働きを担うことになる。

20

【0062】

特定の実施形態5

実施形態5における本発明の装置目的は図5で表される。実施形態1において開示されている内容に加えて、本実施形態は、遠心コンプレッサ(3)の出口と内向き半径流タービン(2)の入口との間に、以下の装備と変更による伝送システムを備える：

遠心コンプレッサ(3)から排出されるエアフローを内向き半径流タービン(2)に入る前に冷却する冷却機および／または除湿機(20)；および

30

遠心コンプレッサ(3)の出口を内向き半径流タービン(2)による引き込みから遮断するとともに、前記遮断が行われる際に双方からの取り込みを外気A1へ送る働きを担う三方弁(21)。遠心コンプレッサ(3)と内向き半径流タービン(2)との間の接続を希望する場合、三方弁(21)の動作は上記の逆になる。

【0063】

本発明のもう一つの目的は、実施形態5の装置によって行われる方法である。

【0064】

この実施形態によれば、冷却または内向き半径流タービン(2)の上流の湿気の凝縮の必要性を減らすために、遠心コンプレッサ(3)によって圧縮された空気は冷却機および／または除湿機(20)を介して内向き半径流タービン(2)に送られる。

40

【0065】

遠心コンプレッサ(3)の圧縮比または遠心コンプレッサ(3)の動作点が、この実施形態5の装置の動作目的への適合または遠心コンプレッサ(3)の安定動作の確保に適さない場合、三方弁(21)が開いて遠心コンプレッサ(3)の空気の外気A1への排出および外気A1から内向き半径流タービン(2)への空気の吸入を可能にし、ひいては(それらは三方弁であるが故に)遠心コンプレッサ(3)と内向き半径流タービン(2)との間の連通状態を閉じることになる。

【0066】

特定の実施形態6

50

実施形態 6 における本発明の装置目的は図 6 で表される。実施形態 5 において開示されている内容に加えて、本装置は、以下の装備と変更の結果を受けて、ターボ機械（図 6 には、単純化のため 2 ステップのみ表されている）による 2 つ以上のステップの圧縮と膨張により構成される：

第 2 の遠心コンプレッサ（18）から排出される空気を第 2 の内向き半径流タービン（17）に入る前に冷却する第 2 の冷却機または除湿機（22）。

【0067】

前記装置は、第 2 の内向き半径流タービン（17）による引き込みから第 2 の遠心コンプレッサ（18）の出口を遮断するとともに、前記遮断が行われる際に双方からの取り込みを外気 A 1 へ送る働きを担う 2 つの三方弁（21）も備える。第 2 の遠心コンプレッサ（18）と第 2 の内向き半径流タービン（17）との間の接続を希望する場合、三方弁（21）の動作は上記の逆になる。

10

【0068】

本発明のもう一つの目的は、実施形態 6 の装置によって行われる方法である。

【0069】

実施形態 5 の動作について説明されている内容に加えて、この実施形態 6 の装置は、以下の 2 つ以上のステップ（図 6 には、2 ステップのみ表されている）においてタービンおよびコンプレッサにおける圧縮および膨張により作動する：

20

冷却または内向き半径流タービン（2）および第 2 の内向き半径流タービン（17）の上流の湿気の凝縮の必要性を減らすために、空気は、前以て遠心コンプレッサ（3）および第 2 の遠心コンプレッサ（18）による 2 つのステップにおいて圧縮され、圧縮ステップの間に冷却機／除湿機（20）および（22）において冷却された後、これらのタービンにおける 2 つのステップにおいて膨張させられる。

【0070】

遠心コンプレッサ（3）および第 2 の遠心コンプレッサ（18）それぞれの圧縮比またはそれらの動作点が、この実施形態 6 の装置の動作目的への適合または遠心コンプレッサ（3）および第 2 の遠心コンプレッサ（18）の安定動作の確保に適さない場合、三方弁（21）が開いて第 2 の遠心コンプレッサ（18）の空気の外気 A 1 への排出および外気 A 1 から第 2 の内向き半径流タービン（17）への空気の吸入を可能にし、ひいては（それらは三方弁であるが故に）第 2 の遠心コンプレッサ（18）と第 2 の内向き半径流タービン（17）との間の連通状態を閉じることになる。

30

【0071】

図 6 では、追加のタービン発電機が 1 つだけ実施形態 5 のタービン発電機と直列に表されている。新たなタービン発電機は、第 2 の内向き半径流タービン（17）と第 2 の遠心コンプレッサ（18）で構成される。ウェイストゲート（19）が完全に閉じられるとともに制御弁（8）（可変タービンでは完全に閉じられることはない）が最大限にきつい状態で閉じられる時、最大の膨張が達成される。この後、膨張比は、最初に制御弁（8）を最大開度まで開き、次にウェイストゲート（19）を最大開度まで開くことにより下げられる。従って、連続的に作動する 2 つの一般的な P I D コントローラを用いて第 1 の容器（4）内の圧力 p 1 を制御することにより制御が行われることになる。A 1 と第 1 の容器（4）との間で膨張を縮小する場合、最初に制御弁（8）に作用する P I D コントローラが作動して制御弁（8）が作動限界に達するまで閉じられ、次にウェイストゲート（19）に作用する P I D コントローラが作動することになる。A 1 と第 1 の容器（4）との間で膨張を増大させる場合、上記の逆となり、最初にウェイストゲート（19）に作用する P I D コントローラが作動して、次に制御弁（8）に作用する P I D コントローラが作動することになる。

40

【図1】

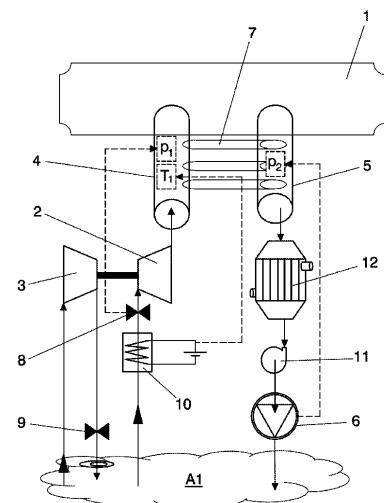


FIG. 1

【図2】

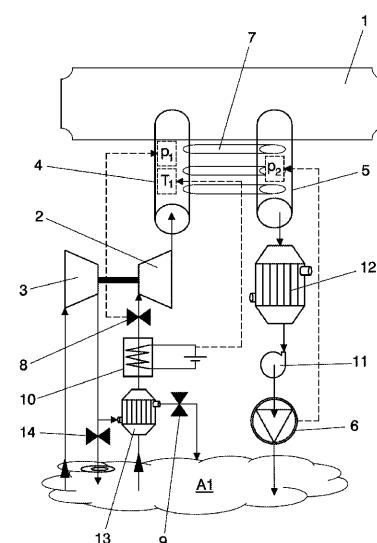


FIG. 2

【図3】

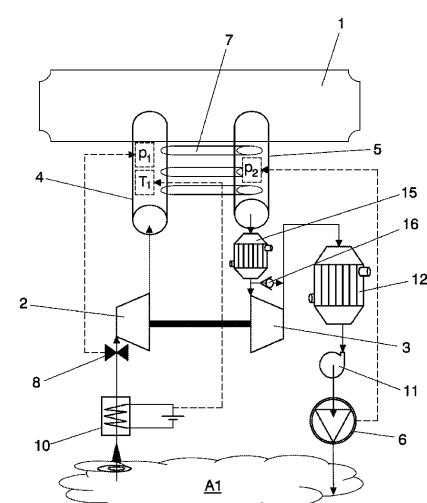


FIG. 3

【図4】

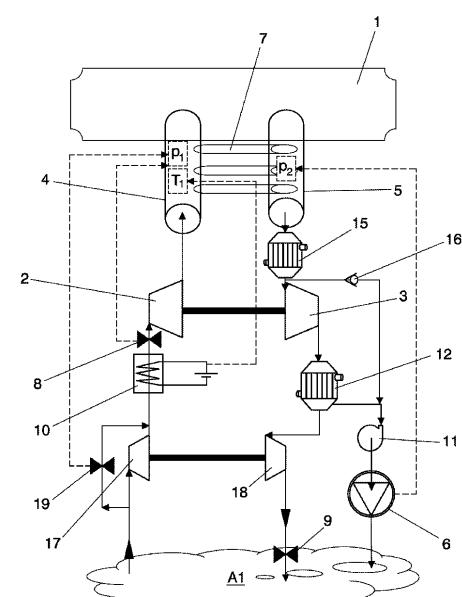


FIG. 4

【図5】

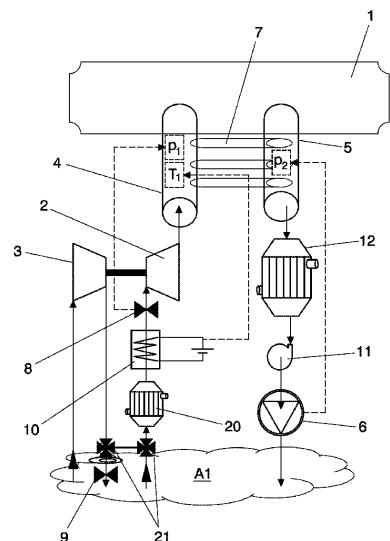


FIG. 5

【図6】

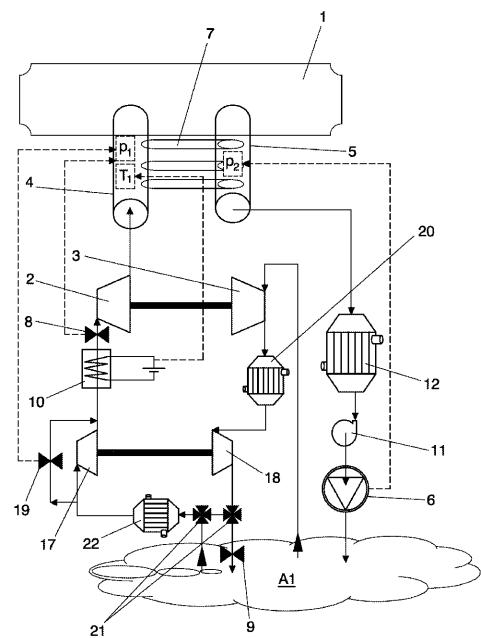


FIG. 6

フロントページの続き

- (72)発明者 パイリー ゴンザレス , フランシスコ
スペイン国 , バレンシア イー - 46022 , エス / エヌ , カミーノ デ ベラ , シーティーティー - イーディーアイエフ . アイ1 ワイ アイ2 ユニベルシダード ポリテクニカ デ バレンシア内
- (72)発明者 デサンティス フエルナンデス、ホセ マリア
スペイン国 , バレンシア イー - 46022 , エス / エヌ , カミーノ デ ベラ , シーティーティー - イーディーアイエフ . アイ1 ワイ アイ2 ユニベルシダード ポリテクニカ デ バレンシア内
- (72)発明者 ガリンド ルーカス , ホセ
スペイン国 , バレンシア イー - 46022 , エス / エヌ , カミーノ デ ベラ , シーティーティー - イーディーアイエフ . アイ1 ワイ アイ2 ユニベルシダード ポリテクニカ デ バレンシア内
- (72)発明者 セラーノ クルス , ホセ ラモン
スペイン国 , バレンシア イー - 46022 , エス / エヌ , カミーノ デ ベラ , シーティーティー - イーディーアイエフ . アイ1 ワイ アイ2 ユニベルシダード ポリテクニカ デ バレンシア内

審査官 谷垣 圭二

- (56)参考文献 特開平04-318228 (JP, A)
特開平05-142098 (JP, A)
特開2008-096111 (JP, A)
特開2004-308597 (JP, A)
特表2004-518112 (JP, A)
米国特許出願公開第2004/0103727 (US, A1)
特開2002-048682 (JP, A)
特開昭52-022606 (JP, A)
特開平06-294347 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 01 M 15 / 09
F 02 D 29 / 02
J S T P l u s / J S T 7580 (J Dream III)