

(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2020-45789
(P2020-45789A)

(43) 公開日 令和2年3月26日(2020.3.26)

(51) Int.Cl.			F I		テーマコード (参考)
FO2C	3/10	(2006.01)	FO2C	3/10	
FO2C	7/00	(2006.01)	FO2C	7/00	G
FO2C	7/143	(2006.01)	FO2C	7/143	
FO2C	7/08	(2006.01)	FO2C	7/08	B

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L 外国語出願 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2018-173386 (P2018-173386)	(71) 出願人	519269525 アプガン インコーポレイテッド カナダ国, ジ7セ 5エス4, ケベック, ブランヴィル, プールヴァール ミシェル=ボセック 1270
(22) 出願日	平成30年9月18日 (2018.9.18)	(71) 出願人	518332549 ハムド, オマール カナダ国, ジ6ゼッド 4エール3, ケベック, ロラン, ド・ゴール 250
		(74) 代理人	100158920 弁理士 上野 英樹
		(72) 発明者	ハムド, オマール カナダ国, ジ6ゼッド 4エール3, ケベック, ロラン, ド・ゴール 250

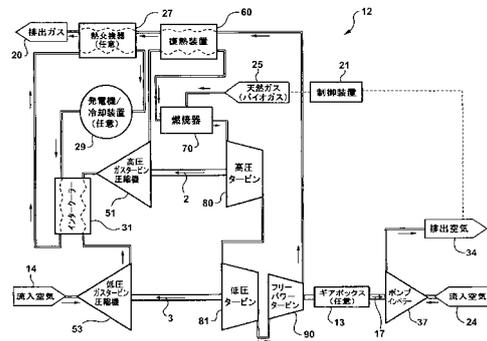
(54) 【発明の名称】 ガスタービンブロウ/ポンプ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】本発明の目的は、改良されたガスタービンエンジンを提供すること、特に改良された曝気ブロウ及びポンプを提供することである。

【解決手段】燃料としての天然ガスとバイオガスの組み合わせで作動し、熱回収システムと組み合わされた高効率ターボブロウ又は高効率ターボポンプシステムのいずれかを駆動する低排ガス高効率ガスタービンエンジンであり、他の実施形態では、排ガス中に残っている廃熱を利用する発電機又は蒸発冷却を提供する。

【選択図】 図14



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- (a) 第 1 の入口及び第 1 の出口と、
 (b) 第 2 の入口及び第 2 の出口と、
 (c) 前記第 1 の入口と前記第 1 の出口の間に配置されたインペラーと、
 (d) 空気の圧力を上昇させるための圧縮機と、
 (e) 上昇した圧力で前記空気の温度を上昇させるための復熱装置と、
 (f) 前記第 2 の入口と前記第 2 の出口の間に配置されたガスタービンと、
 (g) 前記第 2 の入口に導入されて前記ガスタービンを駆動して前記第 2 の出口を通して排気される、温度及び圧力が上昇した前記空気と燃料とを含む燃焼混合気を受け取る燃焼器と、
 (h) 前記第 1 の入口と前記第 1 の出口の間に配置されたインペラーと、
 を有し、
 (i) 前記ガスタービン及び前記インペラーは、前記インペラーを駆動して前記第 1 の入口から前記第 1 の出口へ流体を移動させるようにシャフトに直接接続されている、
 ユニット。

10

【請求項 2】

前記流体が空気であり、前記インペラーが空気プロワである、請求項 1 に記載のユニット。

【請求項 3】

前記流体が水であり、前記インペラーがポンプである、請求項 1 に記載のユニット。

20

【請求項 4】

前記燃焼混合気が、空気と、天然ガス及びバイオガスの群から選択されたガスとを含む、請求項 5 に記載のユニット。

【請求項 5】

前記ガスタービンは高圧タービンとフリーパワータービンとを含み、前記フリーパワータービン及び前記インペラーは共通のシャフトに接続されている、請求項 4 に記載のユニット。

【請求項 6】

前記ガスタービンは、高圧タービンと低圧タービンとフリーパワータービンとを含み、前記フリーパワータービン及び前記インペラーは共通のシャフトに接続されている、請求項 1 に記載のユニット。

30

【請求項 7】

前記圧縮機による圧縮の間に前記空気の温度を下げるためのインタークーラーを含む、請求項 6 に記載のユニット。

【請求項 8】

前記排気からエネルギーを取り出して前記空気を予熱するための復熱装置を含む、請求項 7 に記載のユニット。

【請求項 9】

- (a) 作動流体入口及び作動流体出口と、
 (b) 前記作動流体入口と前記作動流体出口の間に配置されたインペラーと、
 (c) 空気の圧力を上昇させるための第 1 の圧縮機及び第 2 の圧縮機と、
 (d) 前記第 2 の圧縮機の前で前記空気の温度を下げるために前記第 1 の圧縮機と前記第 2 の圧縮機の間配置されたインタークーラーと、
 (d) 上昇した圧力において前記空気の温度を上昇させるための復熱装置と、
 (e) 温度及び圧力が上昇した前記空気とバイオ燃料の混合気を燃焼させてガスタービンを駆動するために入口と出口の間に配置されて、該ガスタービンから排ガスをもたらす燃焼器と
 を含み、

40

- (f) 前記復熱装置は、前記ガスタービンからの前記排ガスから熱を回収して、上昇した

50

温度及び圧力の前記空気とバイオ燃料の前記混合気を予熱し、

(g) 回転軸を有するシャフトを含み、前記作動流体入口と前記作動流体出口の間で作動流体を移動させるように、フリーパワータービン及びインペラーが前記シャフトに接続されている、

一体型のガスタービンユニット。

【請求項10】

ガスタービンでインペラーを駆動する方法であって、該方法は、前記インペラーと前記タービンを同軸に接続することと、空気と燃料の混合気を燃焼させることによって前記タービンを回転駆動し、それにより前記タービン及び前記インペラーを回転駆動すると共に排ガスを発生させることと、前記排ガスから廃熱を取り込んで前記空気を予熱することと、前記インペラーによって作動流体を移動させることとを含む、方法。

10

【請求項11】

ガスタービンでインペラーを駆動する方法であって、該方法は、

(a) インタークーラー熱交換器で空気を冷却することと、

(b) 冷却された前記空気を圧縮機で圧縮することと、

(a) 前記インペラー及びフリーパワータービンをシャフトに同軸に接続することと、

(b) 冷却及び圧縮された前記空気と燃料との混合気を燃焼させることによって前記ガスタービンを回転駆動し、それにより前記ガスタービン及び前記インペラーを回転駆動すると共に排ガスを発生させることと、

(c) 復熱装置で前記排ガスから廃熱を取り込んで前記空気を予熱することとを含む、方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、曝気ブロウ及びポンプ技術に関する。より具体的には、本発明は、廃水処理の副産物である天然ガス又はバイオガスを燃料とするガスタービンエンジンに関し、このガスタービンエンジンはブロウ又はポンプを直接駆動し、ガスタービン入口温度を1800～2000°Fに上昇させるためにガスタービンでの復熱を利用し、下流のシステムが排出する廃熱によって駆動される熱交換器冷却システム又は発電機システムを利用する。

【0002】

本発明の1つの態様は、同じ設計において、天然ガス及びバイオガスを燃料とするガスタービンからブロウ又はポンプのインペラーへの直接の機械動力を排ガスからの熱回収と組み合わせた、全てが一つにまとまった非常に効率的なシステムである。

30

【背景技術】

【0003】

ブロウ及びポンプは、水及び廃水処理、食料及び飲料、石油及びガス、発電、パルプ及び製紙並びに製薬産業を含む様々な用途で使用される。そのようなブロウは、通常は大流量かつ1.0気圧未満の吐出圧力で空気流を供給する。ポンプは、様々な水頭で低水量又は高水量を供給する。過去において、ブロウ及びポンプは電気モータによって駆動された。電気モータは、様々な電気コジェネレーターを使用して現場で発電した電力又は配電網からこの電力にアクセスすることを必要とする。電動モータ駆動のブロウ及びポンプは、可変周波数駆動装置、正弦波フィルタ、ライン入力リアクトル、高調波フィルタ及び電力変圧器などのいくつかの複雑な電気部品を必要とする。これらの電気部品は電気損失と廃熱を発生させ、およそ12～15%のエネルギー損失をもたらす。

40

【0004】

いくつかの場合では、往復ガス又はディーゼルエンジンがブロウ及びポンプを駆動する。これらの往復エンジンは、非効率であり、うるさく、そしてサイズが大きく、大量の廃熱を発生し、更に進行する排ガス基準を満たすように改良することが困難である。一方、ガスタービンは、航空宇宙、航空及び発電により様々な用途で使用されるため、長年に亘って高効率、低排出に発展してきた。いくつかの場合では、パイプラインで天然ガス、酸

50

素、又は窒素を複数の大気の吐出圧力で供給する高圧ガス圧縮機を駆動するためにガスタービンエンジンを使用する。ガスの圧縮中に、ガスタービンの排熱と圧縮熱エネルギーが副産物として発生し、廃熱として放出される。

【0005】

したがって、電気モータの使用で無駄にされるエネルギー及び往復エンジン又はガスタービンエンジンの使用で無駄にされるエネルギーは、圧縮により無駄にされるエネルギーと組み合わせられて、圧縮機、ブロワ及びポンプの作動での著しいエネルギー損失を示す。更に、バイオガスは廃棄物処理の無料の副産物であり、適切に処理された場合、燃やされたり大気に捨てられたりする代わりに、ブロワ又はポンプを直接駆動するガスタービンエンジンに必要な燃料を生成するために単独で又は天然ガスと組み合わせて使用されることができ、それによって廃棄物処理施設の運転コストが大幅に削減される。最近、廃水処理施設がエネルギーニュートラルとなる目標を達成するのを助けるために、燃料としてバイオガスを使用するという新たな世界的な傾向が見え始めた。

10

【0006】

従来技術においては、これまでに種々の往復エンジン又はガスタービンエンジンが製造されてきた。

【0007】

例えば、特許文献1は、ガス入口流路と、ガス出口と、ガス入口流路とガス出口の間の回転可能なインペラーホイールとを定めた圧縮機ハウジングを開示している。ハウジングの内壁は、インペラーホイールの羽根の半径方向外縁にごく近接して表面を定め、ホイールが回転すると羽根がその表面内部をまんべんなく回る。内壁の表面に開口部が備えられる。比較的低流量の状態の間では入口流路から離れる方向にガスをそらすために、開口部と繋がるガスのポートがハウジングに備えられる。ガス排気装置が入口流路の外側に配置されてポートに接続され、ポンプは開口部及びポートを通して入口流路から離れる方向にガスを選択的に除去するように動作可能である。

20

【0008】

特許文献2にはターボ機械に関する別の構成が開示され、それは半径流インペラーと、ターボ機械が使用される機械の性能を向上させる1つ以上の様々な特徴とを含む。例えば、ターボ機械が動力計で使用される場合、特徴の1つはインペラーへの流量を調整することを可能にする可変絞り吸気口である。インペラーのシュラウド及びシュラウドガイドは、それぞれインペラーに対して移動可能である。排気ディフューザーは、シャフト出力の範囲の拡大と有害な振動及び騒音の低減を促進する。そのターボ機械はまた、ターボ機械を通る流れを増大するために、調整可能な吸気口及び排気ディフューザーと協調する独自のインペラーの羽根の構成を含むことができる。

30

【0009】

特許文献3は、ターボヒーター又はコージェネレーションの用途で使用するためのマイクロガスタービンエンジンを記載している。そのマイクロガスタービンエンジンは、空気-燃料通路内での堆積物の発生を最小限に抑える燃料供給システムを含む。この目的のために、燃料偏向器とスリング本体の間に形成された燃料供給路は、曲線を付けて作られた又は起伏のある表面を有して形成される。燃焼室への空気燃料混合気の流れを促進するために、燃料供給路とスリングのインペラーの間に燃料偏向器のリングを介在させる。

40

【0010】

特許文献4には更に別の遠心ポンプが示されている。それは半径方向の羽根を有する回転可能なインペラーと、角度方向に離された羽根を有する軸方向のディフューザーとを含み、ディフューザーはポンプハウジング内に形成された交差場所の間隙を介してインペラーの下流側にあり、そのためインペラーからの流体は、軸方向のディフューザーへ駆動されるために交差場所の間隙を通して移動されなければならない、遠心ポンプハウジングに関する。その改良は、軸方向のディフューザーに円周方向に取り付けられて、インペラーから交差場所の間隙を通して軸方向のディフューザーへ駆動される流体を案内するために交差場所の間隙内に延びる、少なくとも1つの軸方向のディフューザーでの羽根の延長を

50

含む。そのディフューザーでの羽根の延長は、流体の流れがインペラーを離れるときに流体の流れに存在する乱流を最小限にするために、インペラーから受け取った流体にねじり力を与えるための縦に並んだ羽根の部分を備えた構造で設計及び形成されて構成され、それによってポンプは、流れの水頭曲線が締切に向かって連続的な上昇となるような均一の又は正の勾配を排除するために、修正された揚程曲線を示す。

【0011】

特許文献5には、排気ターボ過給機が、排ガスの熱による過給機タービンの回転シャフトの中心と過給機圧縮機の回転シャフトの中心のずれ、又は過給機タービンの回転シャフトの中心と過給機圧縮機の回転シャフトの中心と発電機の回転シャフトの中心のずれを防止できること、これらの回転軸の振動を減らすことができること、更に過給機全体の信頼性を向上させることができることが記載されている。排気ターボ過給機は、タービンユニット及び圧縮機ユニットを支持するケーシングを有する。ケーシングの下端は脚部を構成し、脚部は床に設置された基礎に固定されている。回転シャフトを有する発電機は、タービンユニット及び圧縮機ユニットの回転シャフトに接続されている。

10

【0012】

更に、特許文献6は、エンジンと、エンジンによって駆動される圧縮機と、圧縮機からの廃熱によって駆動される蒸気吸収サイクル(VAC)システムとを含むガス圧縮機を含むシステムを記載し、VACシステムは少なくとも1つの媒体を冷却するように構成される。他の実施形態では、ガスを圧縮する際に廃熱を発生させ、その廃熱で蒸気吸収サイクル(VAC)システムを駆動し、そしてVACシステムによって少なくとも1つの媒体を冷却することを含む方法が提供される。

20

【0013】

最後に、特許文献7は、機械を逆に作動させることによって有機ランキンサイクルタービンとして適用される遠心圧縮機に関する。タービンとして作動する時により高い圧力を提供するために、圧力及び温度が設定された範囲内に維持されるようにして適切な冷媒が選択される。他の方法では経済的でないかもしれない用途へのそのような既存の比較的安価な機器の適用は、他の方法では大気への廃熱によって失われるであろうエネルギーの便利で経済的な使用を可能にする。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0014】

【特許文献1】米国特許第9140267号明細書

【特許文献2】米国特許第8506237号明細書

【特許文献3】米国特許第8327644号明細書

【特許文献4】米国特許第8240976号明細書

【特許文献5】米国特許第8096127号明細書

【特許文献6】米国特許第8931291号明細書

【特許文献7】米国特許第746813号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0015】

本発明の目的は、改良されたガスタービンエンジンを提供すること、特に改良された曝気ブロウ及びポンプを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の一態様は、同じ設計において、天然ガス及びバイオガスを燃料とするガスタービンからブロウ又はポンプのインペラーへの直接の機械動力を排ガスからの熱回収と組み合わせ、全てが一つにまとまった非常に効率的なシステムである。

【0017】

本発明の一態様は、第1の入口及び第1の出口と、第2の入口及び第2の出口と、前記

50

第1の入口と前記第1の出口の間に配置されたインペラーと、前記第2の入口と前記第2の出口の間に配置されたガスタービンと、前記第2の入口に導入されて前記ガスタービンを駆動して前記第2の出口を通して排気される燃焼混合気と、前記第1の入口と前記第1の出口の間に配置されたインペラーとを有し、前記ガスタービンは、前記インペラーを駆動して前記第1の入口から前記第1の出口へ流体を移動させるように前記インペラーに接続されている、ユニットを提供することである。

【0018】

本発明の更なる態様は、作動流体入口及び作動流体出口と、前記作動流体入口と前記作動流体出口の間に配置されたインペラーと、空気とパイオ燃料との混合気を燃焼させてタービンを駆動するために入口と出口の間に配置された燃焼器と、回転軸を有するシャフトとを含み、前記作動流体を移動させるために、前記タービン及び前記インペラーは前記シャフトに同軸に接続されている一体型のガスタービンユニットを提供することである。

10

【0019】

本発明の別の態様は、ガスタービンでインペラーを駆動する方法に関し、その方法は、前記インペラーと前記タービンを同軸に接続することと、空気と燃料の混合気を燃焼させることによって前記タービンを回転駆動し、それにより前記タービンと前記インペラーを回転駆動すると共に排ガスを発生させることと、前記排ガスから廃熱を取り込んで前記空気を予熱することと、前記インペラーによって作動流体を移動させることとを含む。

【0020】

本発明の更なる態様は、ガスタービンでインペラーを駆動する方法を提供し、その方法は、前記インペラーと前記タービンを同軸に接続することと、空気と燃料の混合気を燃焼させることによって前記タービンを回転駆動し、それにより前記タービン及び前記インペラーを回転駆動すると共に排ガスを発生させることと、前記排ガスから廃熱を取り込んで前記空気を予熱し、入口と比較して4.5の高い圧力比かつ1800~2000°Fの高温でガスタービンに入れることとを含み、その段階でガスは前記ガスタービンを通して膨張し、前記インペラーによって作動流体の更なる移動をもたらす。ガスタービンを通して膨張するそのガスは、高圧及び高温でパワータービンに入り、パワータービンを回転させ、それが次にプロワ及びポンプのインペラーに直接接続されたシャフトを可変的に回転させて流体の作動空気を供給する。

20

【0021】

上述した4.5の高い圧力比は、大気圧と比較したものであり、例として挙げられている。更に、本明細書の図14~19に示される実施形態を考慮すると、4.4~10以上(大気圧と比較して)の圧力比が示され、それは例として挙げられる。この範囲は、少なくとも部分的に、後述する3つのシャフト2、3、17及びインタークーラー31を用いる構成の変更による。更に、上述した1800から2000°Fの温度範囲の例は、図14~19の実施形態では1700から2100°F以上に広げられることができる。

30

【0022】

本発明の他の態様は、第1の入口及び第1の出口と、第2の入口及び第2の出口と、前記第1の入口と前記第1の出口の間に配置されたインペラーと、空気の圧力を上昇させるための圧縮機と、上昇した圧力で前記空気の温度を上昇させるための復熱装置と、前記第2の入口と前記第2の出口の間に配置されたガスタービンと、前記第2の入口に導入されて前記ガスタービンを駆動して前記第2の出口を通して排気される、温度及び圧力が上昇した前記空気と燃料とを含む燃焼混合気を受け取る燃焼器と、前記第1の入口と前記第1の出口の間に配置されたインペラーとを有し、前記ガスタービン及び前記インペラーは、前記インペラーを駆動して前記第1の入口から前記第1の出口へ流体を移動させるようにシャフトに直接接続されている、ユニットに関する。一実施形態では、前記ガスタービンは高圧タービンとフリーパワータービンとを含み、前記フリーパワータービン及び前記インペラーは共通のシャフトに接続されている。別の実施形態では、前記ガスタービンは、高圧タービンと低圧タービンとフリーパワータービンとを含み、前記フリーパワータービン及び前記インペラーは共通のシャフトに接続されている。

40

50

【 0 0 2 3 】

本発明の更なる態様は、作動流体入口及び作動流体出口と、前記作動流体入口と前記作動流体出口の間に配置されたインペラーと、空気の圧力を上昇させるための第1の圧縮機及び第2の圧縮機と、前記第2の圧縮機の前で前記空気の温度を下げるために前記第1の圧縮機と前記第2の圧縮機の間配置されたインタークーラーと、上昇した圧力において前記空気の温度を上昇させるための復熱装置と、温度及び圧力が上昇した前記空気とバイオ燃料の混合気を燃焼させてガスタービンを駆動するために入口と出口の間に配置されて、該ガスタービンから排ガスをもたらす燃焼器と、回転軸を有するシャフトとを含み、前記復熱装置は、前記ガスタービンからの前記排ガスから熱を回収して、上昇した温度及び圧力の前記空気とバイオ燃料の前記混合気を予熱し、前記作動流体入口と前記作動流体出口の間で作動流体を移動させるように、フリーパワータービン及びインペラーが前記シャフトに接続されている、一体型のガスタービンユニットに関する。

10

【 0 0 2 4 】

本発明の更に別の態様は、ガスタービンでインペラーを駆動する方法に関し、この方法は、インタークーラー熱交換器で空気を冷却することと、冷却された前記空気を圧縮機で圧縮することと、前記インペラー及びフリーパワータービンをシャフトに同軸に接続することと、冷却及び圧縮された前記空気と燃料との混合気を燃焼させることによって前記ガスタービンを回転駆動し、それにより前記ガスタービン及び前記インペラーを回転駆動すると共に排ガスを発生させることと、復熱装置で前記排ガスから廃熱を取り込んで前記空気を予熱することとを含む。

20

【 0 0 2 5 】

本発明のこれらの及び他の目的及び特徴は、添付の図面を用いて説明される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 6 】

以下の詳細な説明は、添付の図面を参照することでより良く理解される。

【 図 1 】 ガスタービンユニット 10 の右前方からの斜視図である。

【 図 2 】 ガスタービンユニット 10 の右後方からの斜視図である。

【 図 3 】 ガスタービンユニット 10 の正面図である。

【 図 4 】 ガスタービンプロウユニット 10 の左側面図である。

【 図 5 】 ガスタービンプロウユニット 10 の右側面図である。

30

【 図 6 】 ガスタービンユニット 10 の背面図である。

【 図 7 】 ガスタービンユニット 10 の平面図である。

【 図 8 】 ガスタービンユニット 10 の底面図である。

【 図 9 】 図 4 の線 9 - 9 に沿ったガスタービンプロウユニット 12 に関する本発明の一実施形態の断面図であり、主要構成要素を備えた配置で取り付けられたローターを示す。

【 図 10 】 高圧ガスタービンによって駆動されるガスタービン圧縮機と、天然ガス又はバイオガスの燃焼器と、フリーパワータービンによって駆動される単一のブロウインペラーと、ガスタービンの入口温度を上昇させるために使用される熱を排ガスから回収する復熱装置とを備えた図 9 に示すガスタービンプロウユニット、ブロウシステムの一実施形態の概略図である。

40

【 図 11 】 図 7 の線 11 - 11 に沿った、ガスタービンポンプユニット 16 についての本発明の別の実施形態の断面図である。

【 図 12 】 高圧ガスタービンによって駆動されるガスタービン圧縮機と、天然ガス又はバイオガスの燃焼器と、フリーパワータービンによって駆動される単一のポンプインペラーと、ガスタービンの入口温度を上昇させるために使用される熱を排ガスから回収する復熱装置とを備えた図 11 に示すガスタービンポンプユニット、装置、システムの別の実施形態の概略図である。

【 図 13 】 本発明の効率及びコスト削減の一例を示す表である。

【 図 14 】 高圧ガスタービンによって駆動される高圧ガスタービン圧縮機と、天然ガス又はバイオガスの燃焼器と、フリーパワータービンによって駆動される単一のブロウインペ

50

ラーと、ガスタービンの入口温度を上昇させるために使用される熱を排ガスから回収する復熱装置と、高圧ガスタービン圧縮機の前のインタークーラーとを備えたガスタービンプロウユニットの更に別の実施形態の概略図である。

【図15】図14の概略図に示される実施形態の断面図である。

【図16】図15の斜視断面図である。

【図17】図15の正面図である。

【図18】ユニットの上方かつ一側方からの図14～17に示された更に別の実施形態の斜視図である。

【図19】ユニットの上方かつ一側方からの図14～17に示された更に別の実施形態の斜視図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0027】

図面全体を通して、同じ部分には同様の番号が付けられる。

【0028】

本発明の2つの特定の実施形態を以下に説明する。これらの実施形態は、本発明の単なる例示である。当然のことながら、立案及び設計プロジェクトのようないずれのそのような実際の実施形態の開発においても、開発者の実施形態ごとに異なり得る特定の目的を達成するために多くの詳細な決定がなされなければならない。

【0029】

下記の実施形態は、フリーパワータービンによって駆動されるローター速度を増減するための任意のギアボックス13、任意の熱交換器27、及び復熱装置60の下流で排ガスから廃熱を回収する任意の発電機又は冷却装置29を含むことができる。

20

【0030】

図1～8は、ガスタービンモジュール12、燃焼用空気入口14、ブロウ又はポンプモジュール16、排気プレナム18、排気出口20、及び入口22を有するガスタービンユニット又は装置10に関する本発明の一実施形態を概略的に示す。一実施形態では、入口22は、ブロウ26への空気入口若しくは第1の入口、又は作動流体入口24である。本明細書で説明する第2の実施形態では、入口22は、本明細書で説明するポンプ40への水入口28である。

【0031】

ガスタービン装置10はまた、出口若しくは第1の出口又は作動流体出口32を含む。

30

【0032】

一実施形態では、出口若しくは第1の出口又は作動流体出口32は、空気出口34である。より具体的には、ブロウ入口24を通った空気はブロウインペラー37によって圧縮され、次いでブロウ渦巻部又は渦巻流路36を通過して排出される。

【0033】

例えば図7に示される別の実施形態では、ガスタービンユニット10は、水入口28、ポンプインペラー40、及び水出口42を含む。

【0034】

本明細書に記載のアセンブリの一体化は、エネルギー効率の高いブロウ/ポンプシステム10を製造するだけでなく、サイズ及び設計がコンパクトなユニット10も提供する。一実施形態では、例えば図9に示されるようなユニットの幅は39インチであり、高さは37インチである。しかしながら、そのような寸法はただの一例として挙げられ、1,000～50,000SCFMの範囲の定格流量及び0.5～1.2気圧の吐出圧力を達成するためのサイズの要件に依存して、他のコンパクトなサイズにし得る。

40

【0035】

図1、2、3、4、5、6、8、9及び10は、概して遠心ブロウのインペラー37と、ガスタービンの軸流及び/又は遠心圧縮機50と、天然ガス又はバイオガス燃焼器70と、高圧の軸流及び/又は半径流ガスタービン80と、軸流及び/又は半径流フリーパワータービン90と、復熱装置又は熱交換器60とを含むガスタービンプロウシステム12

50

の一実施形態を示す。

【0036】

ブロワ側では、ブロワ入口24を通る空気はブロワインペラー37によって圧縮され、次いでブロワ渦巻部36から出口34へ出た後に排出される。ブロワインペラー37は、フリーパワータービン90によって共通のシャフト又は軸17を介して駆動される。

【0037】

ガスタービン側では、空気は入口14を通り、復熱装置60に入る地点で周囲圧力より高い圧力、例えば4～5の圧力比に圧縮機50によって圧縮され、復熱装置60で空気温度を上昇させる。加熱された空気は、燃焼器70で天然ガス/バイオガスの燃料で燃焼され、高圧高温ガスは高圧ガスタービン80で膨張し、次いでガスはフリーパワータービン90で再び膨張する。最後にガスは、燃焼器70の前にある熱を回収する復熱装置60から空中へ排出される。圧縮機50は、共通のシャフト又は軸2を介して高圧ガスタービン80によって駆動される。

10

【0038】

図10は、図1、2、3、4、5、6、8及び9に示されるガスタービンブロワシステム12の一実施形態を示す。ブロワ37の入口24の流量は、一例では、おおよそ3000～15000立方フィート/分(CFM)である。一例では、出口34を通る排出空気は、廃水処理システムに対して1.2～1.5の圧力比である。

【0039】

フリーパワータービン90は、作動流体の要求を満たすための出力を供給する。図面に示されるように、フリータービン90は単段の軸流タービンであるが、単一の半径流タービンであってもよく、あるいは多段階の膨張を有してもよい。

20

【0040】

コンピュータなどの制御装置21が、排出空気34の要求に応じて天然ガス/バイオガス25の燃料及び圧縮機50の入口14の空気流量を調整するために使用される。ブロワインペラー37の速度を増減させるために、任意のギアボックス13をブロワ37とフリーパワータービン90の間の回転シャフト又は回転軸17に設置することができる。エネルギー効率を更に高めるために、任意の熱交換器27及び任意の発電機又は冷却システム29を復熱装置60の排気管に設置することができる。

【0041】

図1、2、3、4、6、7、8、11及び12は、概してポンプインペラー40と、ガスタービンの軸流及び/又は遠心圧縮機50と、天然ガス又はバイオガス燃焼器70と、高圧の軸流及び/又は半径流ガスタービン80と、軸流及び/又は半径流フリーパワータービン90と、復熱装置60とを含むガスタービンポンプユニット、装置及びシステム16に関する本発明の別の実施形態を示す。

30

【0042】

ポンプ側では、ポンプ入口28を通る水はポンプインペラー40によって圧縮され、次いでポンプ渦巻部又は渦巻流路36から出口42へ出た後に排出される。ポンプインペラー40は、フリーパワータービン90によって共通のシャフト又は軸17を介して駆動される。

40

【0043】

図12は、ガスタービンポンプユニット、装置及びシステム16に関する図1、2、3、4、6、7、8、11に記載された本発明の実施形態を、他の選択肢と共にブロック図で示す。ポンプインペラー40の入口28の水量は、例えば、おおよそ15,000～50,000ガロン/分(GPM)とすることができ、排水処理システムの要件を満たすために、出口42を通る排水に様々な圧力比が与えられる。制御装置21が、出口42を通る排水の要求に応じて、天然ガス/バイオガス25の燃料及び圧縮機50の入口14の空気流量を調整するために使用される。ポンプインペラー40の速度を増減させるために、任意のギアボックス13をポンプ40とフリーパワータービン90の間の回転シャフト又は回転軸17に設置することができる。エネルギー効率を更に向上させるために、任意の

50

熱交換器 27 及び任意の発電機又は冷却システム 29 を復熱装置 60 の排気管に設置することができる。

【0044】

図 13 は、これまでに使用されている従来の方法の従来の方法のモータの選択肢に対する、本明細書に記載されるようなガスタービンシステム 10 を利用することによる効率及びコスト削減を示す表である。

【0045】

特に図 13 は、いくつかの州、すなわちフロリダ、テキサス及びカリフォルニアでの電気モータの選択肢の運転コストと、フロリダ、テキサス及びカリフォルニアでの同じ場所についての本明細書に記載のガスタービンシステム 10 の運転コストとの対比の一例を示し、それは天然ガスでシステムを運用することについて、フロリダで 31%、テキサスで 40%、カリフォルニアで 33% のコスト削減を示す。これは、現在の電気料金と歴史的に高いレベルの天然ガス料金に基づく。天然ガスにバイオガスを加えた場合、そしてシステムがバイオガスのみで稼働された場合には、コスト削減は大幅に大きくなる。

10

【0046】

図 14 ~ 19 は、本発明の別の実施形態を示しており、同様の部分は上記と同じ番号が付される。

【0047】

図 14 は、上述の構成要素に加えて、共通のシャフト 2 で高圧タービン 80 と接続された高圧ガスタービン圧縮機 51 を示す。図 14 に示される実施形態はまた、共通のシャフト 3 で低圧タービン 81 と接続された低圧ガスタービン圧縮機 53 を含む。フリーパワータービン 90 は、シャフト 17 によって低プロウインペラー 37 に接続されている。更に、図 14 に示される実施形態は、低圧ガスタービン圧縮機 53 と高圧ガスタービン圧縮機 51 の間に配置されたインタークーラー 31 を含む。

20

【0048】

2つの圧縮機段 51、53 の間でインタークーラー 31 によって流入空気 14 の冷却が行われる。高圧タービン圧縮機 51 では冷却された空気 14 は加熱された空気よりも圧縮し易いので、これはユニットの効率を改善する。高圧ガスタービン圧縮機 51 の後に、空気は燃焼器 70 に入る前に復熱装置又は熱交換器 60 によって加熱され、それにより空気がより高温であるならば、空気と天然ガス（バイオガス）の混合気を燃焼させるのに必要な熱入力が少なくなるので、やはり効率が改善される。

30

【0049】

更に、図 14 ~ 19 に示される実施形態は、示されるように 2つのパワータービンの吸気口設計でのパワータービンの最適化を示す。図示される設計はまた、流れ分割での最適化及び冷却流れの最初の通過の最適化を示す。

【0050】

更に、図示のタービンは、効率的な製造のための積層造形（3D印刷）に適した候補である。

【0051】

図 14 ~ 19 に示される実施形態は、インタークーラー、復熱装置及び C M H P を備え、空気を大流量で供給する高効率の中間冷却及び復熱のガスタービン駆動ターボブロワ（例えば 230 KW ~ 1.2 MW 用）を示す。

40

【0052】

この装置は、電気や化石燃料の代わりにバイオガス（副生成物である W W T P）や天然ガスで作動でき、それは排出物が少なく、バイオガスで最大 80%、天然ガスで最大 40% の運転費を削減する。示されているユニットは、古い既存の技術を改修するためにも使用されることができる。

本発明の他の利点は以下を含む。

- そのシステムは従来電動ブロワに代わることができる。ユニットが電気モータの代わりにガスタービンエンジンによって動力を与えられるので、配電網への依存を減らす。

50

- エネルギー消費量を削減する。
- 燃料フレキシブルで排出物の少ない燃焼器の使用は、少ない汚染物質排出でのバイオガスの燃焼を可能にし、クリーンな電力を供給し、WWTPでのフレアを防止する。
- 運転費を削減する。

【実施例】

【0053】

一実施形態では、低圧圧縮機53は、大気と比較して約3の圧力比、及び入口温度(293K)に対して約125K(235F)の温度上昇を有する。

インタークーラー31は、約418K(125+293)の温度を入口温度(293K)に戻す。高圧圧縮機51は、約3の圧力比、及び入口温度に対して約125K(235F)の温度上昇を有することができる。記載されたガスタービンユニットの全圧力比(PR)(PR=9)は、低圧圧縮機53のPR×高圧圧縮機51のPRに等しい。すなわち、PR=3×3=9である。圧力上昇は、2つの圧縮機段でほぼ均等に配分される。

図14~19に記載の3つのタービンについて、同様の論理が当てはまる。圧力比は、タービン段の間でほぼ均等に配分される。単一段のPR=2.08であり、機械のPR=2.08×2.08×2.08である。

【0054】

低圧ガスタービン圧縮機53は、大気から空気を引き込み、例えば大気圧の3倍の圧力で空気を供給する。高圧ガスタービン圧縮機51は、例えば大気圧の3倍を大気圧の9倍として空気を供給する。

フリーパワータービン90の用語は、当業者によく知られている用語であり、一般にブロウインペラーに動力を供給するものを指す。

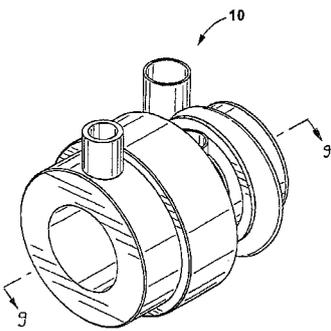
【符号の説明】

【0055】

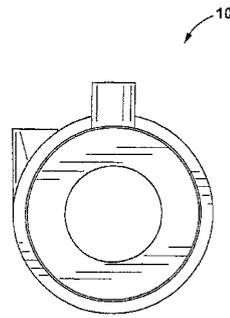
2	シャフト又は軸	
3	シャフト	
10	ガスタービンユニット又は装置	
12	ガスタービンモジュール、ガスタービンブロウシステム	
13	ギアボックス	
14	燃焼用空気入口、流入空気	30
16	ブロウ又はポンプモジュール	
17	シャフト又は軸	
18	排気プレナム	
20	排気出口	
21	制御装置	
22	入口	
24	作動流体入口、ブロウ入口	
25	天然ガス/バイオガス	
26	ブロウ	
27	熱交換器	40
28	水入口	
29	発電機又は冷却装置	
31	インタークーラー	
32	作動流体出口	
34	空気出口	
36	ブロウ渦巻部又は渦巻流路	
37	ブロウインペラー	
40	ポンプインペラー	
42	水出口	
50	圧縮機	50

- 5 1 高圧ガスタービン圧縮機
- 5 3 低圧ガスタービン圧縮機
- 6 0 復熱装置又は熱交換器
- 7 0 燃焼器
- 8 0 ガスタービン
- 8 1 低圧タービン
- 9 0 フリーパワータービン

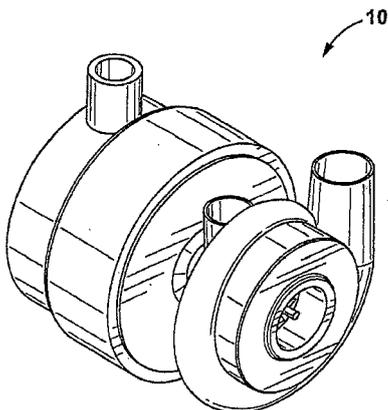
【 図 1 】



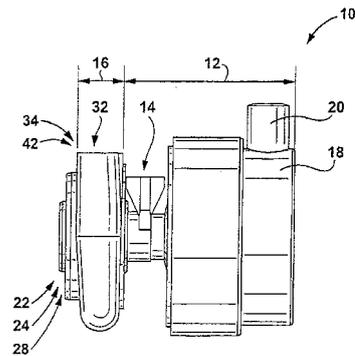
【 図 3 】



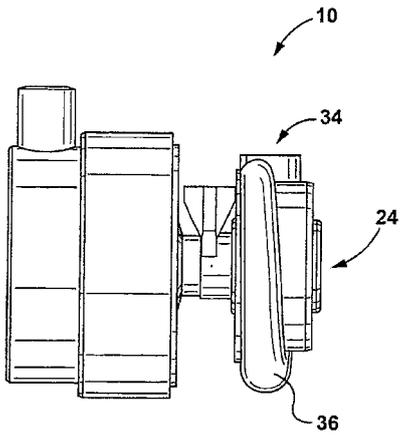
【 図 2 】



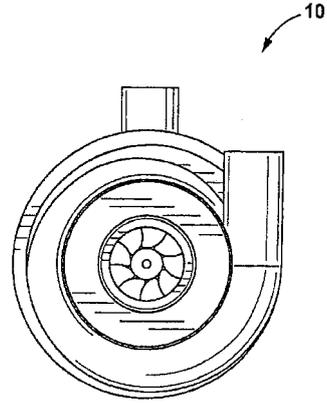
【 図 4 】



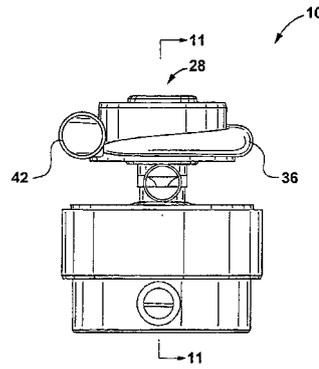
【 図 5 】



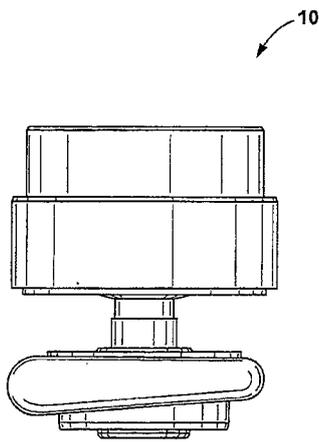
【 図 6 】



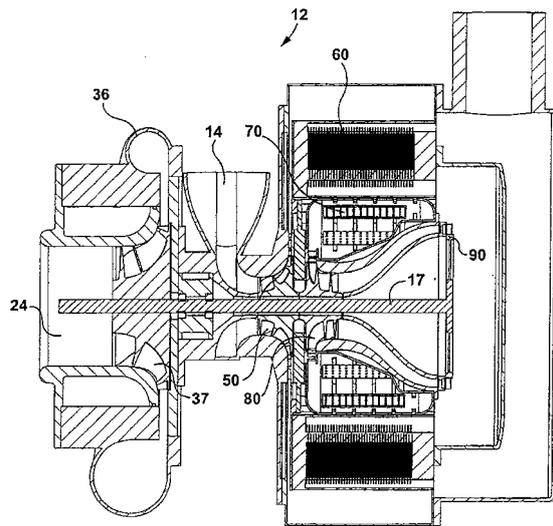
【 図 7 】



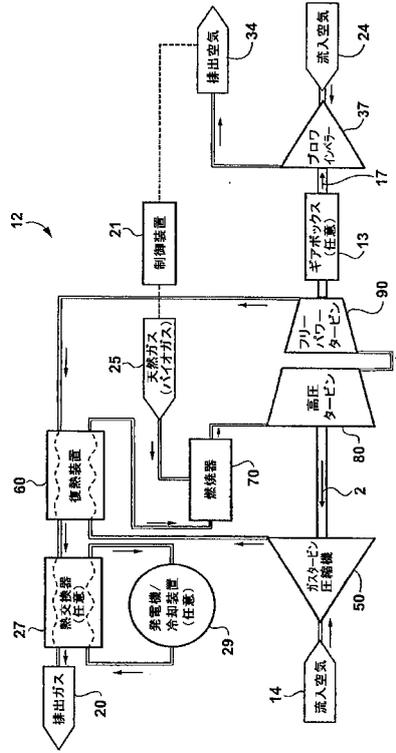
【 図 8 】



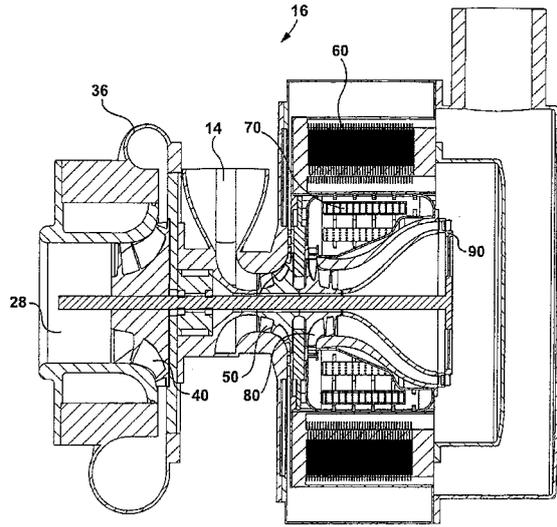
【 図 9 】



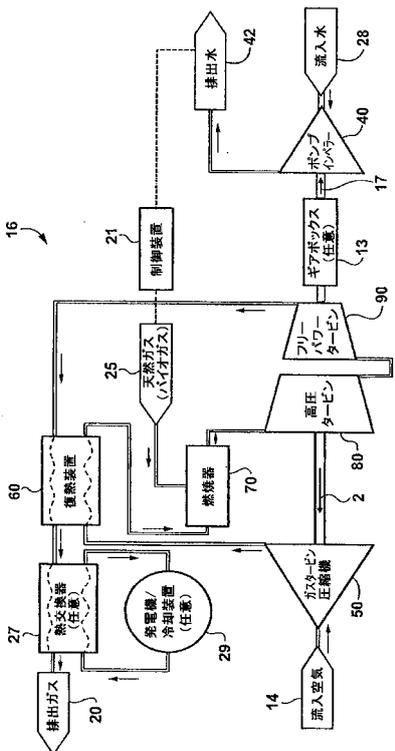
【図 10】



【図 11】



【図 12】



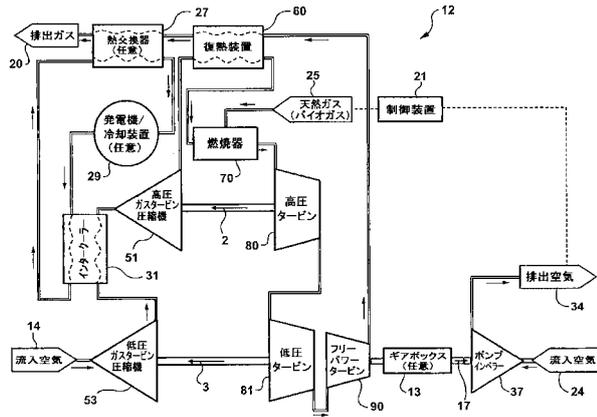
【図 13】

運転コストーガスタービンプロップ/ポンプ			
州/県	フロリダ	テキサス	カリフォルニア
プロアインベラー入力電力	636,500	636,500	636,500
プロアインベラー入力電力	187	187	187
ガスタービン入力電力 (HHV)	1,742,854	1,742,854	1,742,854
天然ガス燃料費 (HHV)	0.67	0.55	0.71
運転コスト	\$11.68	\$9.59	\$12.42
運転コスト	\$102,292	\$83,971	\$149,621

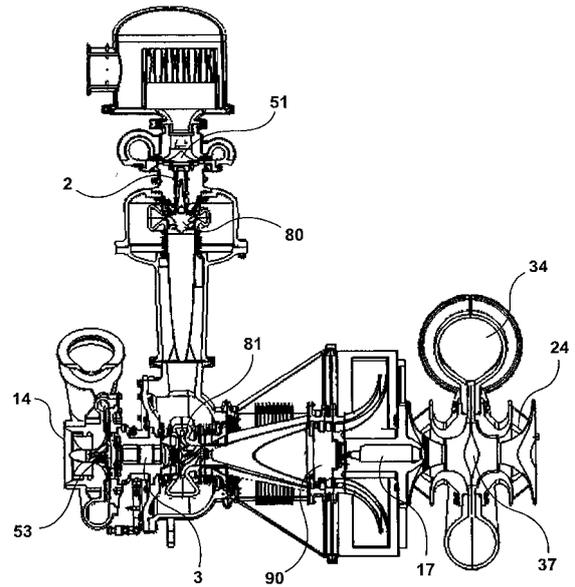
運転コストー電気モータープロップ/ポンプ			
州/県	フロリダ	テキサス	カリフォルニア
プロアインベラー入力電力	636,500	636,500	636,500
プロアインベラー入力電力	187	187	187
プロアシステム電気損失	12%	12%	12%
配電網からのプロップ有線電力入力	212	212	212
配電網からの電力費	0.08	0.08	0.12
運転コスト	17	16	21
運転コスト	148,773	139,475	233,160

電気に対するガスとの運転コスト削減, %	\$73,539	\$55,504	\$77,202
電気に対するガスとの運転コスト削減, %	33%	40%	42%

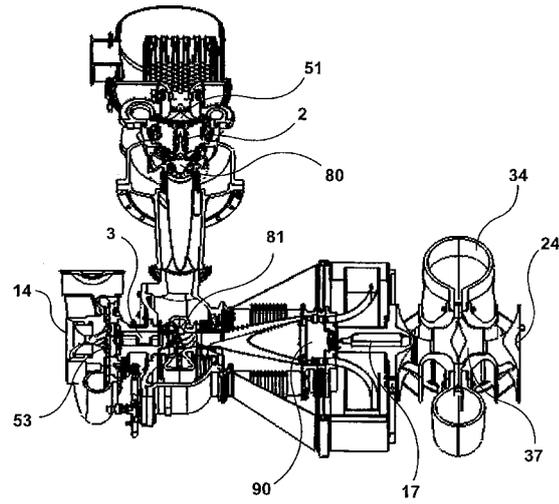
【図14】



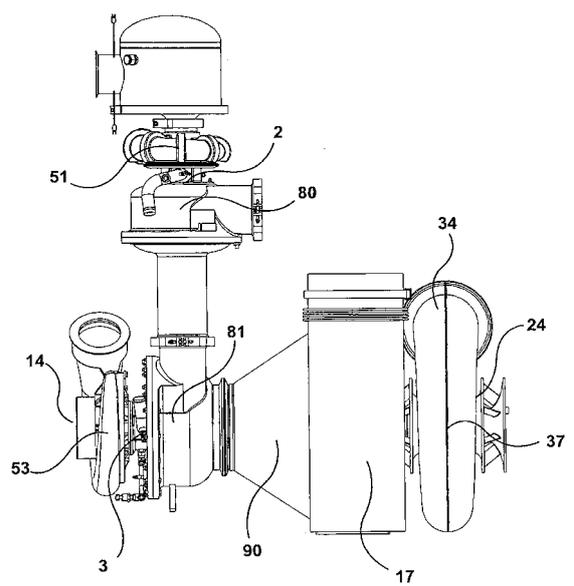
【図15】



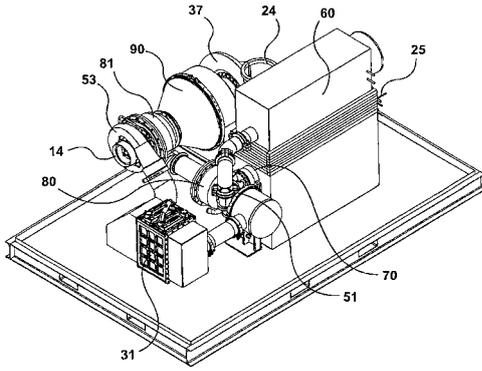
【図16】



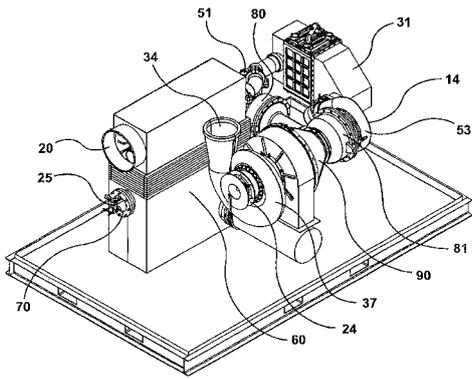
【図17】



【 図 18 】



【 図 19 】



【外国語明細書】

2020045789000001.pdf