

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6780024号
(P6780024)

(45) 発行日 令和2年11月4日(2020.11.4)

(24) 登録日 令和2年10月16日(2020.10.16)

(51) Int.Cl.	F 1
F 2 5 B 1/10 (2006.01)	F 2 5 B 1/10 S
F 2 5 B 1/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 1 1 C
F 2 5 B 11/02 (2006.01)	F 2 5 B 1/10 E
F 2 5 B 11/04 (2006.01)	F 2 5 B 11/02 A
	F 2 5 B 11/04

請求項の数 14 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2018-560885 (P2018-560885)
 (86) (22) 出願日 平成29年5月15日 (2017.5.15)
 (65) 公表番号 特表2019-518926 (P2019-518926A)
 (43) 公表日 令和1年7月4日 (2019.7.4)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2017/032642
 (87) 国際公開番号 W02017/200916
 (87) 国際公開日 平成29年11月23日 (2017.11.23)
 審査請求日 平成31年1月21日 (2019.1.21)
 (31) 優先権主張番号 15/156,548
 (32) 優先日 平成28年5月17日 (2016.5.17)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)

(73) 特許権者 512271022
 ダイキン アプライド アメリカズ イン
 コーポレイティッド
 アメリカ合衆国, 55441 ミネソタ州
 , ミネアポリス, インダストリアル パー
 ク ブールバード 13600
 13600 Industrial Pa
 rk Blvd., Minneapoli
 s, MN 55441, United S
 tates
 (74) 代理人 100111187
 弁理士 加藤 秀忠
 (74) 代理人 100175617
 弁理士 三崎 正輝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チラーシステムにおいて使用されるターボエコノマイザ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

冷凍回路を形成するように接続された、少なくとも第1段及び第2段を含む多段遠心圧縮機である圧縮機、蒸発器、及び凝縮器を含むチラーシステムにおいて使用されるように適合されたターボエコノマイザであって、

前記ターボエコノマイザに冷媒を導くように構成及び配置されたノズルと、

前記ノズルの下流に配置されたタービンであって、回転軸周りで回転可能なシャフトに取り付けられ、前記ノズルを通して導かれる前記冷媒の流れによって駆動されて前記シャフトを回転させるタービンと、

前記シャフトの回転に従って回転されるように前記シャフトに取り付けられたエコノマイザインペラと、

を備え、
 前記ノズルは、前記ターボエコノマイザに入る前記冷媒の圧力が前記圧縮機の前記第1段と前記第2段の間に位置する、前記圧縮機の間段の圧力である中間圧よりも低くなるよう、前記冷媒を減圧するように更に構成及び配置されており、

前記タービンは、前記冷媒をガス冷媒と液冷媒とに分離するように更に構成及び配置されており、

前記タービンにおいて分離された前記ガス冷媒は、前記エコノマイザインペラに導かれ

、
 前記エコノマイザインペラは、前記エコノマイザインペラ内に導かれる前記冷媒を前記

中間圧まで昇圧するように構成及び配置されており、前記エコノマイザインペラで昇圧された前記冷媒は、前記エコノマイザインペラから前記圧縮機の前記中間段に注入され、前記タービンにおいて分離された前記液冷媒は、前記チラーシステムの前記蒸発器に導かれる、

ターボエコノマイザ。

【請求項 2】

前記ターボエコノマイザは、別個のモータを使用しない冷媒動力式であり、前記タービンは前記冷媒の流れによって駆動され、前記エコノマイザインペラは前記タービンからの原動力によって駆動される、

請求項 1 に記載のターボエコノマイザ。

10

【請求項 3】

前記ノズルは、前記冷媒の流速を増加させるように更に構成及び配置されている、請求項 1 又は 2 に記載のターボエコノマイザ。

【請求項 4】

前記タービンは、前記冷媒の流速を低下させるように構成及び配置されている、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のターボエコノマイザ。

【請求項 5】

前記タービンは、ペルトンホイールタービンである、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のターボエコノマイザ。

【請求項 6】

前記シャフトを回転可能に支持する軸受を更に備える、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のターボエコノマイザ。

20

【請求項 7】

前記タービンの下流に配置された膨張機を更に備え、前記膨張機は、前記膨張機内に導かれた前記冷媒に対して膨張プロセスを行うように構成及び配置され、前記膨張プロセスを経た前記冷媒は、前記チラーシステム内の前記蒸発器に導かれる、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のターボエコノマイザ。

【請求項 8】

前記膨張機は、少なくとも 1 つの膨張機インペラを含む、請求項 7 に記載のターボエコノマイザ。

30

【請求項 9】

前記膨張機は、前記冷媒の前記膨張プロセスで得られたエネルギーによって駆動される発電機として使用される、請求項 7 又は 8 に記載のターボエコノマイザ。

【請求項 10】

互いに接続される、少なくとも第 1 段及び第 2 段を含む多段遠心圧縮機である圧縮機、蒸発器、及び凝縮器を含む冷凍回路と、

ターボエコノマイザと、を備えるチラーシステムであって、

40

前記ターボエコノマイザは、

前記ターボエコノマイザに冷媒を導くように構成及び配置されたノズルと、前記ノズルの下流に配置されたタービンであって、回転軸周りで回転可能なシャフトに取り付けられ、前記ノズルを通して導かれる前記冷媒の流れによって駆動されて前記シャフトを回転させるタービンと、

前記シャフトの回転に従って回転されるように前記シャフトに取り付けられたエコノマイザインペラと、を含み、

前記ノズルは、前記ターボエコノマイザに入る前記冷媒の圧力が前記圧縮機の前記第 1 段と前記第 2 段の間に位置する、前記圧縮機の前記中間段の圧力である中間圧よりも低くなる

50

よう、前記冷媒を減圧するように更に構成及び配置されており、

前記タービンは、前記冷媒をガス冷媒と液冷媒とに分離するように更に構成及び配置されており、

前記タービンにおいて分離された前記ガス冷媒は、前記エコノマイザインペラに導かれ

、前記エコノマイザインペラは、前記エコノマイザインペラ内に導かれる前記冷媒を前記中間圧まで昇圧するように構成及び配置されており、前記エコノマイザインペラで昇圧された前記冷媒は、前記エコノマイザインペラから前記圧縮機の前記中間段に注入され、

前記タービンにおいて分離された前記液冷媒は、前記蒸発器に導かれる、
チラーシステム。

10

【請求項 1 1】

前記ターボエコノマイザは、前記チラーシステム内で前記蒸発器と前記凝縮器との間に配置される、

請求項 1 0 に記載のチラーシステム。

【請求項 1 2】

前記ターボエコノマイザは、前記タービンの下流に配置された膨張機を更に含み、

前記膨張機は、前記膨張機内に導かれる前記冷媒に対して膨張プロセスを行い、前記膨張プロセスを経た前記冷媒が前記チラーシステム内の前記蒸発器に導かれるように構成及び配置されている、

請求項 1 0 又は 1 1 に記載のチラーシステム。

20

【請求項 1 3】

前記膨張機は、前記冷媒の前記膨張プロセスにおいて得られたエネルギーによって駆動される発電機として使用される、

請求項 1 2 に記載のチラーシステム。

【請求項 1 4】

前記蒸発器は、流下膜式蒸発器であり、

前記膨張機は、前記冷媒の前記膨張プロセスにおいて得られたエネルギーによって駆動されて前記流下膜式蒸発器を通して前記冷媒を循環させるポンプとして使用される、

請求項 1 2 に記載のチラーシステム。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して、チラーシステム用のターボエコノマイザに関する。

【背景技術】

【0002】

チラーシステムは、媒体から熱を取り除く冷凍機械又は装置である。通常、水等の液体が媒体として使用され、チラーシステムは、蒸気圧縮冷凍サイクルにおいて動作する。そして、この液体は、熱交換器を循環することによって、空気又は機器を必要に応じて冷却することができる。必須の副生成物として冷媒による廃熱が生成されるため、これを周囲に排気するか、効率を高めるために回収して加熱に用いるのが必要となる。従来のチラーシステムは、多くの場合、ターボ圧縮機としばしば呼ばれる遠心圧縮機を利用する。従って、これらのチラーシステムをターボチラーと呼ぶことができる。或いは、例えばスクリーユ圧縮機等のその他の種類の圧縮機を利用することもできる。

40

【0003】

従来の（ターボ）チラーでは、冷媒が遠心圧縮機において圧縮され、熱交換器に送られると、熱交換器において冷媒と熱交換媒体（液体）との間で熱交換がおこる。この熱交換器において冷媒が凝縮するため、この熱交換器は凝縮器と呼ばれる。結果として、熱が媒体（液体）に移るため、媒体が加熱される。凝縮器を出た冷媒は、膨張弁によって膨張させられてから別の熱交換器に送られ、この冷媒と熱交換媒体（液体）との間で熱交換がおこる。この熱交換器において冷媒が加熱（蒸発）するため、この熱交換器は蒸発器と呼ば

50

れる。結果として、熱が媒体（液体）から冷媒に伝達され、液体が冷却される。そして、蒸発器からの冷媒は遠心圧縮機に戻され、このサイクルが繰り返される。多くの場合、利用される液体は、水である。

【0004】

従来の遠心圧縮機は基本的に、ケーシングと、インレットガイドベーンと、インペラと、ディフューザと、モータと、各種センサと、コントローラとを備える。冷媒は、インレットガイドベーン、インペラ、及びディフューザを順に流れる。従って、インレットガイドベーンは、遠心圧縮機のガス吸気ポートに連結され、ディフューザは、インペラのガス出口ポートに連結される。インレットガイドベーンは、インペラに入る冷媒ガスの流量を制御する。インペラは、冷媒ガスの速度を上げる。ディフューザは、インペラによって与えられる冷媒ガスの速度（動的な圧力）を（静的な）圧力に変換する働きをする。モータは、インペラを回転させる。コントローラは、モータ、インレットガイドベーン、及び膨張弁を制御する。従来の遠心圧縮機では、このようにして冷媒が圧縮される。

10

【0005】

チラーシステムの効率を高めるため、エコノマイザが使用されている。例えば、米国特許出願公開第2008/0098754号を参照されたい。エコノマイザが二相（気液）冷媒から冷媒ガスを分離すると、その冷媒ガスは、圧縮機の間圧部に導かれる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来のエコノマイザでは、エコノマイザから出る冷媒ガスの圧力が中間圧まで下げられ、その冷媒ガスが圧縮機の間圧部に導かれる。圧縮機の間圧を低下させると、チラーシステムの冷却能力を高めることができる。1つの従来技法によれば、圧縮機が異なるサイズの2つのインペラを備え、第1段のインペラを小さなサイズに第2段のインペラを大きなサイズにすることにより、圧縮機内の冷媒の低い中間圧を実現させることができる。この技法は比較的良好に機能するが、このシステムは、インペラにサイズ差を設けるために大型の圧縮機が必要であるため、コストが増大する。

20

【0007】

従って、本発明の1つの目的は、圧縮機内で異なるサイズのインペラを用いることなくチラーシステムの冷却能力の改良を実現するターボエコノマイザを提供することである。

30

【0008】

本発明の別の目的は、別個のモータを使用することのない、自己動力式のターボエコノマイザを提供することである。

【0009】

本発明の更に別の目的は、膨張機を使用することによって冷却能力を更に改良するターボエコノマイザを提供することである。

【0010】

本発明の更に別の目的は、本発明に係るターボエコノマイザを使用するチラーシステムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

40

【0011】

上記の目的の1つ又は複数は、基本的には、冷凍回路を形成するように接続された圧縮機、蒸発器、及び凝縮器を含むチラーシステムにおいて使用されるように適合されたターボエコノマイザであって、ターボエコノマイザに冷媒を導くように構成及び配置されたノズルと、ノズルの下流に配置されたタービンであって、回転軸周りで回転可能なシャフトに取り付けられ、ノズルを通して導かれる冷媒の流れによって駆動されてシャフトを回転させるタービンと、シャフトの回転に従って回転させられるようにシャフトに取り付けられたエコノマイザインペラと、を含むターボエコノマイザを提供することによって達成することができる。ターボエコノマイザにおいて、ノズルは、ターボエコノマイザに入る冷媒の圧力が所定の圧力よりも低くなるように冷媒を減圧するよう更に構成及び配置されて

50

おり、ノズルを通過する冷媒の少なくとも一部は、エコノマイザインペラに導かれ、エコノマイザインペラは、そこに導かれる冷媒を所定の圧力まで昇圧するように構成及び配置されている。

【0012】

本発明の上記及びその他の目的、特徴、態様、及び利点は、以下の詳細な記載から当業者に明らかとなる。以下の記載では、添付の図面と合わせて好適な実施形態を開示する。

【0013】

ここで、本出願の元の開示の一部を成す添付図面を参照する。

【図面の簡単な説明】

10

【0014】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るターボエコノマイザを含むチラーシステムを示す図。

【0015】

【図2】図1に示すチラーシステムの遠心圧縮機の斜視図であって、説明のために一部を破断して断面で示した図。

【0016】

【図3A】図1に示すチラーシステムにおけるターボエコノマイザの概略図。

【0017】

【図3B】ターボエコノマイザ内の各点での冷媒の圧力を示す p - h 図。

20

【0018】

【図4A】典型的なサイクルの p - h 図。

【0019】

【図4B】図3Aに示すターボエコノマイザにおける改良されたサイクルの p - h 図。

【0020】

【図5】冷媒の流れを示す、図3Aに示すターボエコノマイザの斜視図。

【0021】

【図6】図5に示すターボエコノマイザの分解斜視図。

【0022】

【図7】図5及び図6に示すターボエコノマイザの軸受ハウジングの斜視図であって、説明のために一部を破断して断面で示す図。

30

【0023】

【図8A】チラーシステムにおける本発明の第2の実施形態に係る（膨張機を備える）ターボエコノマイザの概略図。

【0024】

【図8B】本発明の第2の実施形態に係るターボエコノマイザにおける各点での冷媒の圧力を示す p - h 図。

【0025】

【図9A】典型的なサイクルの p - h 図。

【0026】

【図9B】図8Aに示される本発明の第2の実施形態に係るターボエコノマイザにおける改良されたサイクルの p - h 図。

40

【0027】

【図10A】膨張機が発電機として使用される、本発明の第2の実施形態に係るターボエコノマイザの概略図。

【0028】

【図10B】膨張機がポンプとして使用される、本発明の第2の実施形態に係るターボエコノマイザの概略図。

【0029】

【図11】冷媒の流れを示す、本発明の第2の実施形態に係るターボエコノマイザ及び膨

50

張機の斜視図。

【0030】

【図12A】図10Aに示す発電機として使用される膨張機の分解斜視図。

【0031】

【図12B】図10Bに示すポンプとして使用される膨張機の分解斜視図。

【0032】

【図13A】図10Aに示す発電機として使用される膨張機の概略断面図。

【0033】

【図13B】図10Bに示すポンプとして使用される膨張機の概略断面図。

【発明を実施するための形態】

【0034】

ここで、選択した実施形態を、図面を参照しながら説明する。以下の実施形態の説明は単なる例示であり、添付の請求項及びそれらの等価物で定義される本発明を限定するためのものではないことは、本開示から当業者に明らかであろう。

【0035】

まず図1を参照すると、本発明の第1の実施形態に係るターボエコノマイザ26を含むチラーシステム10が示されている。チラーシステム10は、好ましくは、従来の方式で冷却水及びチラー水を利用する水冷チラーである。本明細書に示すチラーシステム10は、2段チラーシステムである。しかし、チラーシステム10が、中間段を有していれば更に多くの段を含む多段チラーシステムでもよいことは、本開示から当業者には明らかである。

【0036】

チラーシステム10は、基本的には、圧縮機22、凝縮器24、膨張ノズル25、ターボエコノマイザ26、膨張弁27、及び蒸発器28を含み、それらは直列に接続されて、冷凍回路を形成している。更に、チラーシステム10の回路全体にわたって様々なセンサ（図示せず）が配置されている。

【0037】

図1及び図2を参照すると、圧縮機22は、例示実施形態では2段遠心圧縮機である。より具体的には、本明細書に示す圧縮機22は、2つのインペラを含む2段遠心圧縮機である。しかし、圧縮機22は、より多くのインペラを含む多段遠心圧縮機でもよい。例示実施形態の2段遠心圧縮機22は、第1段インペラ34a及び第2段インペラ34bを含む。遠心圧縮機22は、第1段インレットガイドベーン32a、第1のディフューザ/ポリュート36a、第2段インレットガイドベーン32b、第2のディフューザ/ポリュート36b、圧縮機モータ38、及び磁気軸受アセンブリ40、並びに様々な従来のセンサ（図示せず）を更に含む。

【0038】

冷媒は、第1段インレットガイドベーン32a、第1段インペラ34a、第2段インレットガイドベーン32b、及び第2段インペラ34bを順に通って流れる。インレットガイドベーン32a、32bは、従来の方法でそれぞれインペラ34a、34b内への冷媒ガスの流量を制御する。インペラ34a、34bは、ほぼ圧力を変えずに、冷媒ガスの速度を増加させる。モータ速度は、冷媒ガスの速度の増加量を決定する。ディフューザ/ポリュート36a、36bは、冷媒圧力を上昇させる。ディフューザ/ポリュート36a、36bは、圧縮機ケーシング30に対して移動不能に固定されている。圧縮機モータ38は、シャフト42を介してインペラ34a、34bを回転させる。磁気軸受アセンブリ40は、シャフト42を磁氣的に支持する。磁気軸受アセンブリ40は、好ましくは、第1のラジアル磁気軸受44、第2のラジアル磁気軸受46、及びアキシヤル（スラスト）磁気軸受48を含む。いずれの場合も、少なくとも1つのラジアル磁気軸受44又は46がシャフト42を回転可能に支持する。スラスト磁気軸受48は、回転軸に沿ってシャフト42を支持する。或いは、軸受システムは、ローラ要素、流体軸受、静圧軸受、及び/又は磁気軸受、又はこれらの任意の組合せを含んでいてもよい。このようにして、冷

10

20

30

40

50

媒は遠心圧縮機 22 内で圧縮される。

【0039】

チラーシステム 10 の動作時、圧縮機 22 の第 1 段インペラ 34 a 及び第 2 段インペラ 34 b が回転させられ、チラーシステム 10 内の低圧の冷媒が第 1 段インペラ 34 a に吸引される。冷媒の流量は、インレットガイドベーン 32 a によって調整される。第 1 段インペラ 34 a によって吸引された冷媒は圧縮されて中間圧にされ、第 1 のディフューザ/ポリュート 36 a によって冷媒圧力が上昇され、次いで冷媒は第 2 段インペラ 34 b に導かれる。冷媒の流量は、インレットガイドベーン 32 b によって調整される。第 2 段インペラ 34 b が中間圧の冷媒を圧縮して高圧にすると、その冷媒圧力は第 2 のディフューザ/ポリュート 36 b によって上昇させられる。次いで、高圧ガス冷媒はチラーシステム 10 に放出される。

10

【0040】

上述したように、チラーシステム 10 は、本発明に係るターボエコノマイザ 26 を有する。チラーシステム 10 は、本発明に係るターボエコノマイザ 26 を除き従来のものである。従って、チラーシステム 10 は、ターボエコノマイザ 26 に関連する場合を除き、本明細書で更に詳細には説明及び/又は図示しない。しかし、本発明の範囲を逸脱することなく、チラーシステム 10 の従来部品を様々な様式で構成することができることは、当業者には明らかであろう。

【0041】

以下でより詳細に説明するように、ターボエコノマイザ 26 は、圧縮機 22 の中間段に接続されて、ガス冷媒を圧縮機 22 の中間段に注入する。例示実施形態では、ターボエコノマイザ 26 は、チラーシステム 10 内で蒸発器 28 と凝縮器 24 との間に配置されている。

20

【0042】

図 3 A 及び図 6 を参照すると、ターボエコノマイザ 26 は、基本的には、ノズル 62、ペルトンホイールタービン 64、及びエコノマイザインペラ 66 を含む。ペルトンホイールタービン 64 は、タービンケーシング 65 の内部に配置されている。エコノマイザインペラ 66 は、インペラケーシング 67 の内部に配置されている。ターボエコノマイザ 26 は、タービンケーシング 65 とインペラケーシング 67 とを接続する管状ケーシング (図示せず) を更に含む。管状ケーシングの一端はタービンケーシング 65 に取り付けられ、管状ケーシングの他端はインペラケーシング 67 に取り付けられている。

30

【0043】

図 3 A、図 5、図 6、及び図 7 を参照すると、ターボエコノマイザ 26 は、シャフト 70、軸受 72、及び軸受ハウジング 74 を更に含む。シャフト 70 は、シャフト 70 の長手方向に沿って延びる回転軸周りで回転可能である。軸受 72 は、軸受ハウジング 74 の内部に配置されている。軸受 72 は固定され、シャフト 70 を回転可能に支持する。軸受 72 は従来のものであり、従って、本発明に関連する場合を除き、本明細書で詳細には説明及び/又は図示しない。本発明から逸脱することなく、任意の適切な軸受を使用することができることが当業者には明らかであろう。軸受 72 の例としては、例えば、ころ軸受、すべり軸受、及び/又は磁気軸受が挙げられる。図 7 に示す軸受 72 は、すべり軸受である。

40

【0044】

ノズル 62 は、ターボエコノマイザ 26 の入口に配置されて、凝縮器 24 から出た冷媒をターボエコノマイザ 26 に導く。ペルトンホイールタービン 64 は、ノズル 62 の下流に配置されている。ペルトンホイールタービン 64 は、シャフト 70 の一端に取り付けられている。エコノマイザインペラ 66 は、シャフト 70 の他端に取り付けられている。チラーシステム 10 内の冷媒の流れは、ノズル 62 からターボエコノマイザ 26 に入り、ペルトンホイールタービン 64 に進む。次いで、冷媒の流れが、ペルトンホイールタービン 64 を駆動させ、ペルトンホイールタービン 64 に取り付けられているシャフト 70 を回転させる。次いで、シャフト 70 の回転に応じてエコノマイザインペラ 66 が回転される

50

。すなわち、ターボエコノマイザ 26 において、冷媒の流れを使用してペルトンホイールタービン 64 が発生した原動力がシャフト 70 を介して伝達され、伝達された原動力が、エコノマイザインペラ 66 を駆動させる。これにより、ターボエコノマイザ 26 は、別個のモータを使用しない冷媒動力式である。より具体的には、本発明に係るターボエコノマイザ 26 は、ペルトンホイールタービン 64 又はエコノマイザインペラ 66 を駆動させるための電動機等のモータを必要としない。

【 0 0 4 5 】

冷媒が通過する間、ノズル 62 は、冷媒の圧力を低下させ、冷媒の流速を増加させる。より具体的には、ノズル 26 により、ターボエコノマイザ 26 に流入する冷媒は、圧縮機 22 の中間段の冷媒の中間圧を下回るように減圧される。圧縮機 22 の中間段は、圧縮機 22 の第 1 段と第 2 段との間に位置する。ノズル 62 を通過する冷媒は、二相（気液）冷媒である。次いで、冷媒は、ペルトンホイールタービン 64 に導かれる。ペルトンホイールタービン 64 は、二相冷媒をガス冷媒と液冷媒とに分離する。ペルトンホイールタービン 64 も、冷媒の流速を低下させる。

【 0 0 4 6 】

ペルトンホイールタービン 64 において分離された液冷媒は、チラーシステム 10 内の膨張弁 27 に導かれる。他方、ペルトンホイールタービン 64 において分離された、主としてガス冷媒および微量の液冷媒を含む冷媒は、ペルトンホイールタービン 64 とエコノマイザインペラ 66 とを接続するパイプ（図示せず）を通してエコノマイザインペラ 66 に導かれる。エコノマイザインペラ 66 は、そこに導かれた冷媒の圧力を上昇させて中間 20 圧にする。上述したように、エコノマイザインペラ 66 は、ペルトンホイールタービン 64 からの原動力によって駆動される。

【 0 0 4 7 】

エコノマイザインペラ 66 から出た冷媒は、圧縮機 22 の中間段に注入される。次いで、圧縮機 22 の中間段に注入されたガス冷媒は、圧縮機 22 の第 1 段インペラ 34 a によって圧縮された中間圧の冷媒と混合される。混合された冷媒は、第 2 段インペラ 34 b に流れて、更に圧縮される。

【 0 0 4 8 】

ここで、図 3 A、図 3 B、及び図 5 を参照して、ターボエコノマイザ 26 内での冷媒の流れ、及びターボエコノマイザ 26 の各位置での冷媒の圧力について説明する。凝縮器 24 から出た冷媒は、ノズル 62 を通ってターボエコノマイザ 26 に入る（位置 A）。冷媒は、ノズル 62 によって中間圧よりも低くなるように減圧される。図 3 A 及び図 3 B におけるプロセス（1）を参照されたい。ノズル 62 を通過した冷媒の流れは、ペルトンホイールタービン 64 に導かれる（位置 B）。冷媒は、ペルトンホイールタービン 64 においてガス冷媒と液冷媒とに分離される。ペルトンホイールタービン 64 において分離された液冷媒は、ペルトンホイールタービン 64 から出て（位置 D）、チラーシステム 10 内の膨張弁 27 に流れる。図 3 A 及び図 3 B におけるプロセス（2）を参照されたい。他方、ペルトンホイールタービン 64 において分離されたガス冷媒は、ペルトンホイールタービン 64 から出て（位置 C）、エコノマイザインペラ 66 に流れる（位置 C'）。エコノマイザインペラ 66 によって、ガス冷媒は中間圧まで昇圧される。中間圧のガス冷媒は、エコノマイザインペラ 66（位置 E）から出て、圧縮機 22 の中間段に注入される。図 3 A 及び図 3 B におけるプロセス（3）及び（4）を参照されたい。

【 0 0 4 9 】

このようにして、ターボエコノマイザ 26 内の冷媒は、ノズル 62 により圧縮機 22 の中間圧よりもより低くなるように減圧される。また、冷媒を膨張させるプロセス（1）（位置 A から位置 B まで）から仕事(work)が抽出され、抽出された仕事のエコノマイザインペラ 66 に与えられる。本発明によれば、図 3 B の p - h 図に示すように、h が増加される。その結果、チラーシステム 10 の冷却能力の改良を実現することができる。

【 0 0 5 0 】

図 4 A 及び図 4 B を参照して、冷却能力改良の工学値の一例を説明する。図 4 A は、典

10

20

30

40

50

型的なサイクルの $p-h$ 図であり、図 4 B は、本発明に係るターボエコノマイザ 2 6 を使用した、改良されたサイクルの $p-h$ 図である。ここで説明する工学値は、冷媒として R 1 3 4 a を使用する単なる例にすぎない。設計データ及び図は、冷媒の種類及び動作条件に応じて異なることが当業者には明らかであろう。これらの例では、図 4 A に示すように、典型的なサイクルに関する中間圧は 6 1 2 k P a であり、図 4 B に示すように、本発明に係る改良されたサイクルに関する中間圧は 4 9 0 k P a である。従って、中間圧は 1 2 2 k P a 低減される。典型的なサイクルに関する冷却能力（蒸発器でのエンタルピー差）は 1 7 2 k J / k g であり、本発明に係る改良されたサイクルに関する冷却能力は 1 8 2 k J / k g である。従って、冷却能力は 1 0 k J / k g 増加される。典型的なサイクルに関する理論 C O P（成績係数）は 8 . 2 1 であり、本発明に係る改良されたサイクルに関する理論 C O P は 8 . 6 9 である。従って、理論 C O P は約 5 % 増加される。このようにして、本発明に係るターボエコノマイザ 2 6 を使用することによって、C O P が改良される。

10

< 第 2 の実施形態 >

【 0 0 5 1 】

図 8 A を参照して、本発明の第 2 の実施形態に係るターボエコノマイザ 2 6 ' について説明する。この実施形態では、ターボエコノマイザ 2 6 ' は、膨張機 6 8 を更に含む。第 2 の実施形態に係るターボエコノマイザ 2 6 ' の他の要素は、第 1 の実施形態に係るターボエコノマイザ 2 6 の要素と実質的に同一である。従って、第 2 の実施形態を理解するために必要な場合を除き、それらの要素についてはここでは詳細には論じない。第 1 の実施形態の説明及び図示は、ここで説明及び / 又は図示する点を除き第 2 の実施形態にも当てはまる。

20

【 0 0 5 2 】

上述したように、第 2 の実施形態に係るターボエコノマイザ 2 6 ' は、膨張機 6 8 を含む。膨張機 6 8 は、ペルトンホイールタービン 6 4 の下流に配置されている。膨張機 6 8 は、少なくとも 1 つの膨張機インペラを含む。膨張機 6 8 は、ペルトンホイールタービン 6 4 から膨張機 6 8 に導かれた冷媒に対して膨張プロセスを行う。膨張機 6 8 において膨張プロセスを経た冷媒は、チラーシステム 1 0 内の蒸発器 2 8 に導かれる。第 2 の実施形態に係るターボエコノマイザ 2 6 ' を使用するチラーシステム 1 0 は、膨張弁 2 7 を必要としない。

30

【 0 0 5 3 】

ここで、図 8 A、図 8 B、及び図 1 1 を参照して、ターボエコノマイザ 2 6 ' 内の冷媒の流れ、及びターボエコノマイザ 2 6 ' の各位置での冷媒の圧力について説明する。凝縮器 2 4 から出た冷媒は、ノズル 6 2 を通ってターボエコノマイザ 2 6 に入る（位置 A）。この冷媒は、ノズル 6 2 によって中間圧よりも低くなるように減圧される。図 8 A 及び図 8 B におけるプロセス（1）を参照されたい。ノズル 6 2 を通過した冷媒の流れは、ペルトンホイールタービン 6 4 に導かれる（位置 B）。冷媒は、ペルトンホイールタービン 6 4 においてガス冷媒と液冷媒とに分離される。ペルトンホイールタービン 6 4 において分離されたガス冷媒は、ペルトンホイールタービン 6 4 から出て（位置 C）、エコノマイザインペラ 6 6 に流れる（位置 C'）。エコノマイザインペラ 6 6 によって、ガス冷媒の圧力は中間圧まで昇圧される。中間圧のガス冷媒は、エコノマイザインペラ 6 6（位置 E）から出て、圧縮機 2 2 の中間段に注入される。図 8 A 及び図 8 B におけるプロセス（3）及び（4）を参照されたい。他方、ペルトンホイールタービン 6 4 において分離された液冷媒は、ペルトンホイールタービン 6 4 から出て（位置 D）、後述する膨張機 6 8 A 及び膨張機 6 8 B を含む膨張機 6 8 に流れる。冷媒は、膨張機 6 8 において膨張プロセスを経る。膨張機 6 8 から出た冷媒（位置 F）は、チラーシステム 1 0 内の蒸発器 2 8 に導かれる。図 8 A 及び図 8 B におけるプロセス（2）を参照されたい。

40

【 0 0 5 4 】

このようにして、ターボエコノマイザ 2 6 ' 内の冷媒は、圧縮機 2 2 の中間圧よりも低くなるように減圧される。また、冷媒を膨張させるプロセス（1）（位置 A から位置 B ま

50

で)から仕事が抽出され、抽出された仕事がエコノマイザインペラ66に与えられる。第2の実施形態に係るターボエコノマイザ26'では、膨張機68における膨張プロセス(位置Dから位置Fまで)から追加の仕事が抽出される。その結果、図8Bに示すように、チラーシステム10の冷却能力の更なる改良を実現することができる。

【0055】

図9A及び図9Bを参照して、冷却能力改良の工学値の一例を説明する。図9Aは、典型的なサイクルのp-h図であり、図9Bは、本発明の第2の実施形態に係るターボエコノマイザ26'を使用した、改良されたサイクルのp-h図である。ここで説明する工学値は、冷媒としてR134aを使用する単なる例にすぎない。設計データ及び図は、冷媒の種類及び動作条件に応じて異なることが当業者には明らかであろう。これらの例では、図9Aに示すように、典型的なサイクルに関する中間圧は612kPaであり、図9Bに示すように、本発明の第2の実施形態に係る改良されたサイクルに関する中間圧は490kPaである。従って、中間圧は122kPa低減される。典型的なサイクルに関する冷却能力(蒸発器でのエンタルピー差)は172kJ/kgであり、本発明の第2の実施形態に係る改良されたサイクルに関する冷却能力は201kJ/kgである。従って、冷却能力は29kJ/kg増加される。典型的なサイクルに関する理論COP(成績係数)は8.21であり、本発明の第2の実施形態に係る改良されたサイクルに関する理論COPは9.60である。従って、理論COPは約17%増加される。このようにして、本発明の第2の実施形態に係るターボエコノマイザ26'を使用することによって、COPが更に改良される。

【0056】

図10A及び図10Bに示すように、本発明の第2の実施形態に係るターボエコノマイザ26'の膨張機68は、発電機又はポンプとして使用することができる。膨張機68Aを発電機(図10A)として使用する場合、膨張機68Aでの回転エネルギーが、発電機において電気エネルギーを得るために利用される。膨張機68Bをポンプとして使用する場合(図10B)、膨張機68Bは、以下により詳細に説明するように、流下膜式蒸発器を通して冷媒を再循環させるためのポンプとして機能する。

【0057】

図12Aは、図10Aに示す発電機として使用される膨張機68Aの分解斜視図である。図12Bは、図10Bに示すポンプとして使用される膨張機68Bの分解斜視図である。また、図13Aは、膨張機68Aの概略断面図であり、図13Bは、膨張機68Bの概略断面図である。

【0058】

図12A及び図13Aを参照すると、膨張機68Aは、基本的に膨張機タービン80及び発電機82を含む。膨張機タービン80は、膨張機タービンケーシング81の内部に配置されている。発電機82は、発電機ケーシング(図示せず)の内部に配置されている。膨張機68Aは、膨張機タービンケーシング81と発電機ケーシングとを接続するケーシング(図示せず)を更に含む。発電機82は、シャフト90、固定子91、及び回転子92を含む。シャフト90は、シャフト90の長手方向に沿って延びる回転軸周りで回転可能である。シャフト90は、その一端が膨張機タービン80に取り付けられている。固定子91は、例えば発電機ケーシングに固定された不動部材である。回転子92は、固定子91の内部に配置され、シャフト90に固定して連結されている。軸受93及び軸受94は、シャフト90を回転可能に支持するように配置されている。軸受93、94は従来のものであり、従ってここでは詳細に説明及び/又は図示しない。本発明から逸脱することなく、任意の適切な軸受を使用することができることが当業者には明らかであろう。

【0059】

動作時、膨張機タービン80は、冷媒から与えられた仕事によって回転され、回転エネルギーが電気エネルギーに変換される。このようにして、膨張機68Aは、冷媒の膨張プロセスにおいて得られたエネルギーによって駆動される発電機として使用される。発生した電力は、チラーシステム10内のインレットガイドベーン、磁気軸受、又は電子膨張メ

10

20

30

40

50

カニズムを駆動させるための動力源として使用することができる。また、発生した電力を貯蔵するために蓄電池を設けることもできる。

【0060】

図12B及び図13Bを参照すると、膨張機68Bは、基本的に膨張機タービン80及びポンプ84を含む。膨張機タービン80は、膨張機タービンケーシング81の内部に配置されている。ポンプ84は、ポンプインペラ86を含み、ポンプインペラ86は、ポンプインペラケーシング87の内部に配置されている。ポンプインペラケーシング87は、入口87a及び出口87bを有する。膨張機68Bは、膨張機タービンケーシング81とポンプインペラケーシング87とを接続するケーシング(図示せず)を更に含む。ポンプ84は、シャフト96を更に含む。シャフト96は、シャフト96の長手方向に沿って延びる回転軸周りで回転可能である。シャフト96は、その一端で膨張機タービン80に取り付けられ、その他端でポンプインペラ86に取り付けられている。このようにして、膨張機タービン80とポンプ84とは、シャフト96を介して互いに接続される。シャフト96を回転可能に支持するために、軸受97、98が配置されている。軸受97、98は従来のものであり、従ってここでは詳細に説明及び/又は図示しない。本発明から逸脱することなく、任意の適切な軸受を使用することができることが当業者には明らかであろう。

10

【0061】

動作時、膨張機タービン80は、冷媒から与えられた仕事によって回転され、膨張機タービン80の回転は、シャフト96を介してポンプインペラ86に伝達される。ポンプインペラ86は、膨張機インペラケーシング87の入口87aから膨張機インペラケーシング87の出口87bに向けて導かれる冷媒の流れを駆動する。出口87bから出た冷媒は、蒸発器に導かれ、蒸発器を通して循環される。次いで、冷媒は再び入口87aに導かれ、再度循環される。このようにして、膨張機68Bは、冷媒の膨張プロセスにおいて得られたエネルギーによって駆動されて冷媒を蒸発器に再循環させるポンプとして使用される。特に、膨張機68Bは、好ましくは、膨張機が流下膜式蒸発器である場合に適用される。流下膜式蒸発器では、伝熱管の外面に液冷媒が上方から付着し、それにより、伝熱管の外面に沿って液冷媒の層又は薄膜が形成される。これには、冷媒の循環を必要とする。

20

【0062】

チラーシステム10は、チラーコントローラを含むことができる。このチラーコントローラは従来のものであり、従ってここでは詳細には説明及び/又は図示しない。チラーコントローラは、少なくとも1つのマイクロプロセッサ又はCPUと、入力/出力(I/O)インターフェースと、ランダム・アクセス・メモリ(RAM)と、リード・オンリ・メモリ(ROM)と、(一時又は永久)記憶装置とを備え、1つ以上の制御プログラムを実行することによってチラーシステム10を制御するようにプログラミングされたコンピュータ可読媒体を形成することができる。チラーコントローラは、任意選択で、ユーザからの入力を受け取るためのキーパッド等の入力インターフェースと、ユーザに様々なパラメータを表示するために使用されるディスプレイデバイスとを含むことができる。

30

【0063】

地球環境保護の観点から、チラーシステムに関して、R1233zd、R1234ze等の新たな低GWP(地球温暖化係数)冷媒の使用が考えられている。低地球温暖化係数の冷媒の一例は、蒸発圧力が大気圧以下の低圧冷媒である。例えば、低圧冷媒R1233zdは、不燃性、無毒性、低コストであり、現在主流の冷媒R134aの代替物質であるR1234ze等の他の候補と比較して高いCOPを有するので、遠心チラー用途の候補である。そのような低圧冷媒は、本発明に係るターボエコノマイザに使用することができる。ただし、本発明に係るターボエコノマイザには、多種の低圧冷媒を使用することができる上、低圧冷媒に限定されるものでもない。

40

<用語の一般的解釈>

【0064】

本発明の範囲を理解するにあたって、ここで使用する用語「含む/備える(comprising)

50

」及びその派生語は、上記で述べた特徴、要素、部品、群、数値、及び／又は工程の存在を明記するものであるが、述べていないその他の特徴、要素、部品、群、数値、及び／又は工程の存在を除外しない非限定的用語であることを意図している。また、上記は、用語「備える／含む／有する(including、having)」及びその派生語等の同様の意味を有する単語にも適用される。更に、用語「パーツ(part)」、「セクション(section)」、「部分(portion)」、「部材(member)」、「要素(element)」は、単数形で使用されていても、単数複数双方の意味を有し得る。

【 0 0 6 5 】

構成要素、セクション、デバイス等によって行われる動作又は機能を述べるために本明細書で使用する用語「検出する(detect)」は、物理的検出を必要とせず、動作又は機能を行うための決定、測定、モデリング、予測、又は演算等を含む構成要素、セクション、デバイス等を含む。

10

【 0 0 6 6 】

装置の部品、セクション、又はパーツの説明のためにここで使用する用語「構成」は、所望の機能を実行するために構築及び／又はプログラミングされたハードウェア及び／又はソフトウェアを含む。

【 0 0 6 7 】

ここで使用する「略(substantially)」、「約(about)」、「およそ(approximately)」等の度合いを示す用語は、最終結果が実質的に変わらないような被修飾語の妥当な偏移量を意味する。

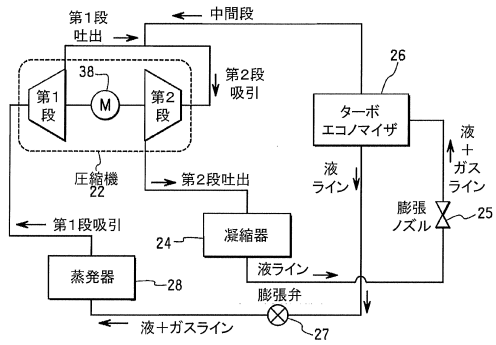
20

【 0 0 6 8 】

本発明を説明するために特定の実施形態のみを選択してきたが、添付の請求項において定義される発明の範囲を逸脱することなく種々の変更及び修正がここにおいて可能であることは、本開示から当業者に明らかである。例えば、各種部品のサイズ、形状、場所、又は向きは、必要及び／又は所望に応じて変更可能である。互いに直接的に接続又は接触するように示されている部品は、それらの間に中間構造体を配してもよい。単一要素の機能を、2つの要素で実行可能であり、その逆も同様である。一実施形態の構造及び機能を、別の実施形態で用いてもよい。特定の実施形態に全ての利点が同時に含まれていなくてもよい。従来技術と比べて固有の特徴はすべて、単独としてもその他の特徴との組み合わせとしても、この／これらの特徴によって具体化される構造的及び／又は機能的概念を含む、本出願人による更なる発明の別個の記載として見なされるべきものである。従って、本発明に係る実施形態の上記説明は、単なる例示であり、添付の請求項及びそれらの等価物によって定義される本発明を限定するためのものではない。

30

【図1】



【図2】

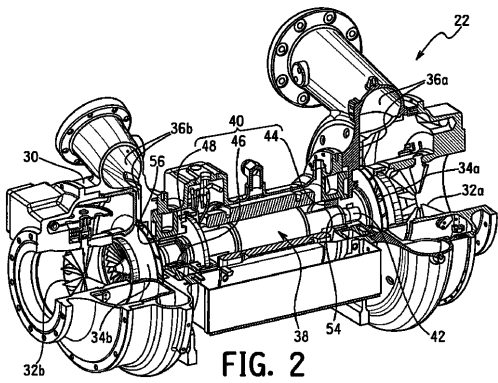
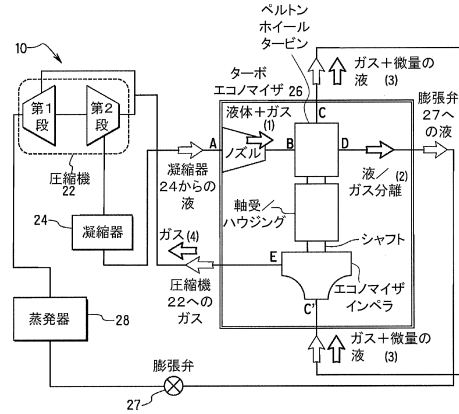
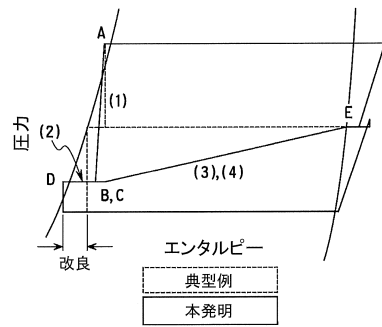


FIG. 2

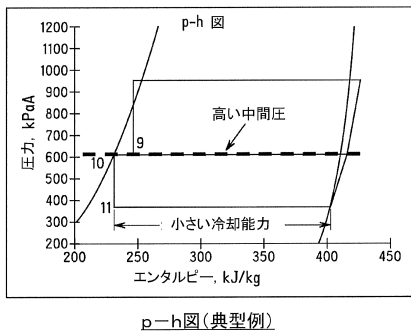
【図3A】



【図3B】

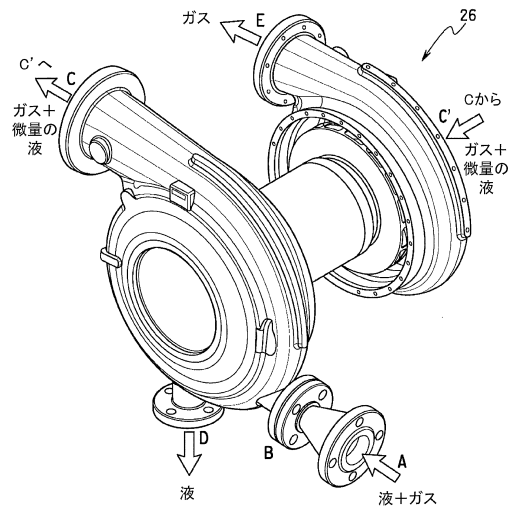


【図4A】

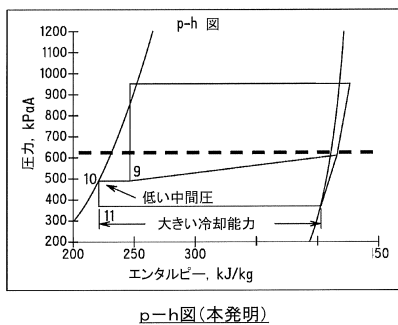


p-h図(典型例)

【図5】

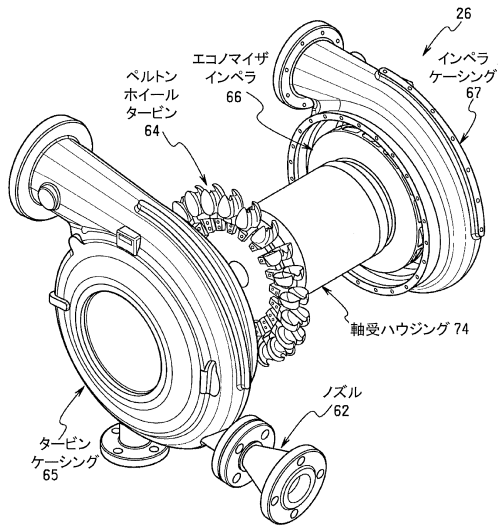


【図4B】

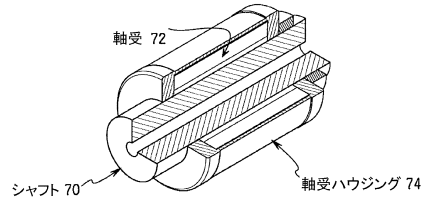


p-h図(本発明)

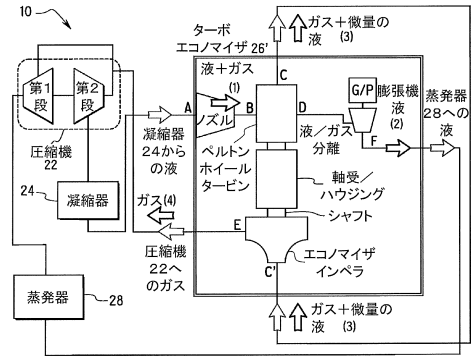
【図6】



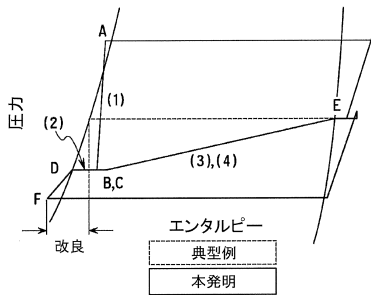
【図7】



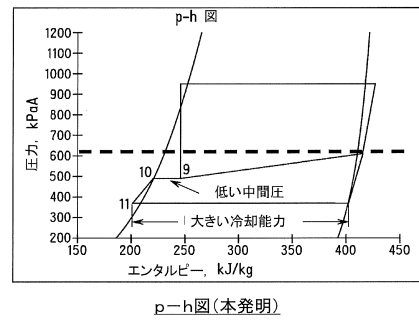
【図8A】



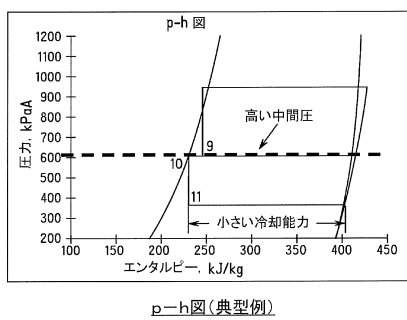
【図8B】



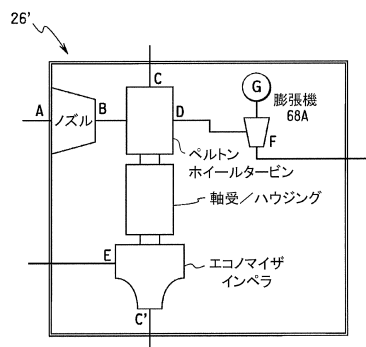
【図9B】



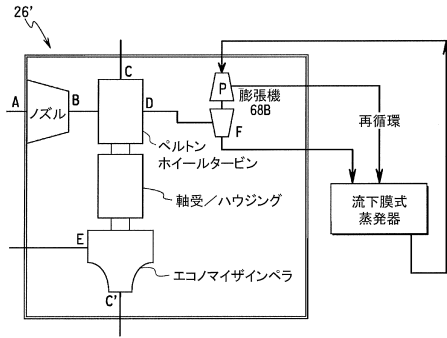
【図9A】



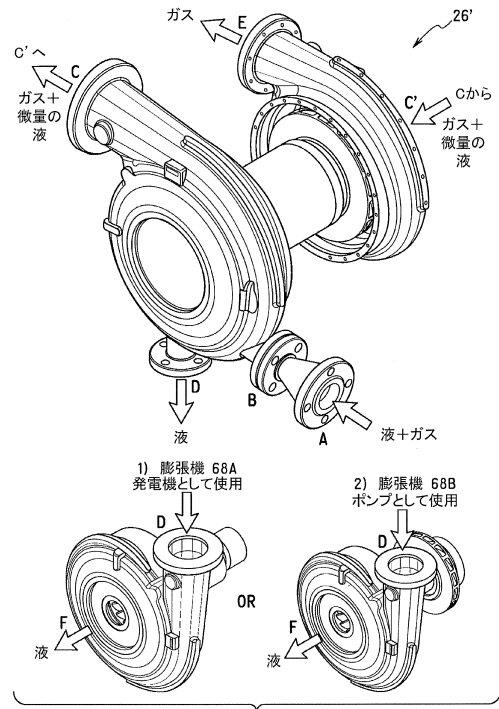
【図10A】



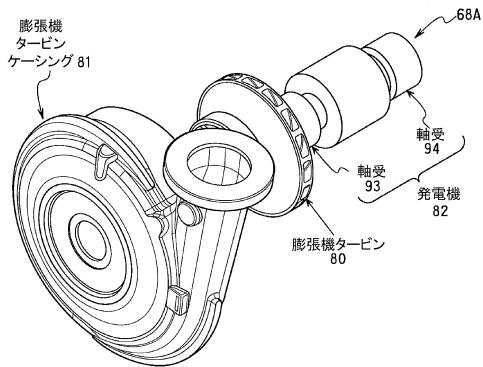
【図10B】



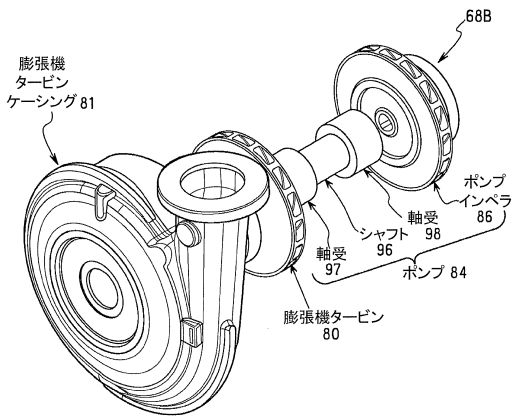
【図11】



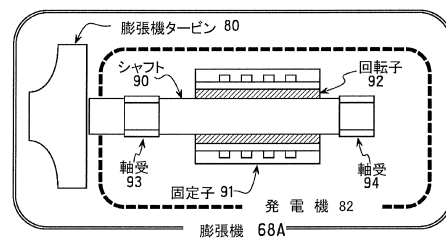
【図12A】



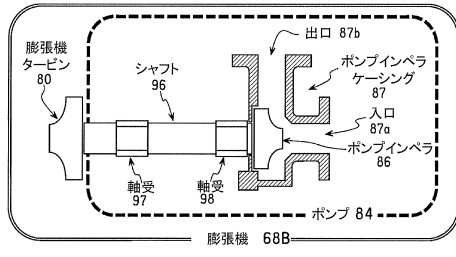
【図12B】



【図13A】



【図 13B】



フロントページの続き

(72)発明者 モーガン, ジェフリー, アレン
アメリカ合衆国, 55441 ミネソタ州, ミネアポリス, インダストリアル パーク ブールバ
ード 13600, ダイキン アプライド ディベロップメント センター内

審査官 久島 弘太郎

(56)参考文献 特開昭61-096370(JP, A)
特開昭58-055655(JP, A)
特表2009-539058(JP, A)
特開2007-183078(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 2 5 B	1 / 1 0
F 2 5 B	1 / 0 0
F 2 5 B	1 1 / 0 2
F 2 5 B	1 1 / 0 4