

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5344697号
(P5344697)

(45) 発行日 平成25年11月20日 (2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月23日 (2013.8.23)

(51) Int. Cl.

F I

F O 4 D 13/04 (2006.01)

F O 4 D 13/04

F O 4 D 1/08 (2006.01)

F O 4 D 1/08

Z

F O 3 B 3/02 (2006.01)

F O 3 B 3/02

F O 3 B 11/06 (2006.01)

F O 3 B 11/06

F O 3 B 13/00 (2006.01)

F O 3 B 13/00

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2009-224873 (P2009-224873)
 (22) 出願日 平成21年9月29日 (2009.9.29)
 (65) 公開番号 特開2011-74785 (P2011-74785A)
 (43) 公開日 平成23年4月14日 (2011.4.14)
 審査請求日 平成24年4月25日 (2012.4.25)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 依田 裕明
 東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式
 会社日立プラントテクノロジー内
 (72) 発明者 千葉 由昌
 東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式
 会社日立プラントテクノロジー内
 (72) 発明者 石居 憲法
 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株
 式会社日立製作所 エネルギー・環境シス
 テム研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エネルギー回収装置を備えたポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加圧ポンプで加圧された原水を逆浸透膜により濾過するに際し、前記逆浸透膜の高圧濃縮排水からエネルギーを回収して、前記加圧ポンプの駆動力に利用するエネルギー回収装置を備えたポンプにおいて、

前記エネルギー回収装置に前記加圧ポンプの回転軸と同軸で前記加圧ポンプの羽根車段数より多い多段のタービン羽根車を有するハイドロタービンを使用し、前記タービン羽根車は前記加圧ポンプのポンプ羽根車と対向するように配置され、前記加圧ポンプの入口側（低圧側）と前記ハイドロタービンの出口側（低圧側）が隣り合うように前記加圧ポンプと前記ハイドロタービンを配置し、前記回転軸の前記加圧ポンプとハイドロタービンの隣り合う位置に回転軸を半径方向に支持する軸受を設けたことを特徴とするエネルギー回収装置を備えたポンプ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のエネルギー回収装置を備えたポンプにおいて、前記タービン羽根車の軸推力とポンプ羽根車の軸推力とを支持する軸推力支持装置を備えたことを特徴とするエネルギー回収装置を備えたポンプ。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のエネルギー回収装置を備えたポンプにおいて、前記加圧ポンプ及びハイドロタービンの回転軸をラジアル水中軸受によって支持することを特徴とするエネルギー回収装置を備えたポンプ。

10

20

【請求項 4】

請求項 2 に記載のエネルギー回収装置を備えたポンプにおいて、前記軸推力支持装置として、バランスディスクを用いた軸推力平衡装置であることを特徴とするエネルギー回収装置を備えたポンプ。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のエネルギー回収装置を備えたポンプにおいて、前記加圧ポンプ及びハイドロタービン回転軸の端部をエンドカバーでノンシール構造とすることを特徴とするエネルギー回収装置を備えたポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、海水淡水化設備などに用いられる濃縮水のエネルギーから動力を回収するエネルギー回収装置を備えたポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

海水淡水化設備は、世界の水ニーズの拡大及び気候変動による水不足などから市場拡大が見込まれている。この海水淡水化設備から供給される水は人々の生活基盤を支えるものであり、造水コストの低減や飲料水に供給される場合には水質の確保が要求される。特に、造水コストの低減においては、設備に投入される電力エネルギーの約 50 % 程度を消費する逆浸透膜加圧給水ポンプの設備コスト低減及びランニングコスト低減のための高効率化が望まれている。

20

【0003】

また、逆浸透膜から排水として排出される濃縮水は給水圧力並の高圧のためにエネルギーが大きく、そのエネルギーが回収されているが、このエネルギー回収設備の設備コスト及び高効率化も強く望まれている。また、これらの設備コスト低減及びポンプやエネルギー回収設備の高効率化のために、海水淡水化設備の大型化が図られている。2009 年現在、設備容量は 50 万 ~ 100 万 m^3 / 日 / プラントに達しており、大容量設備に対応できる加圧ポンプ及び濃縮水エネルギー回収設備が必要とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献 1】特開平 6 - 210140 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来技術においては、逆浸透膜加圧給水ポンプは、吐出し量 600 ~ 3000 m^3 / h、全揚程 550 ~ 740 m、ポンプ軸動力 1000 ~ 6000 kW であり、多段遠心ディフューザポンプが採用されている。一方、濃縮水からのエネルギー回収設備はペルトン式タービンのエネルギー回収装置が用いられている。そのエネルギーの利用形態は、特許文献 1 に示すように、加圧給水ポンプを駆動するモータ主軸にペルトンタービンの出力軸を結合させてペルトンタービンで回収した回転エネルギーを加圧給水ポンプの駆動力の一部に使用して、加圧ポンプの省エネルギーを図っている。濃縮水水量及び圧力は凡そ 300 ~ 1800 m^3 / h、揚程は 500 ~ 700 m でこのエネルギーは約 500 ~ 3600 kW 程度で、加圧ポンプ駆動動力の 40 ~ 60 % 程度に達する大きなものである。

40

【0006】

従来、例えば特許文献 1 に示すように、上記のような加圧ポンプ及びエネルギー回収装置は、それぞれ個別に設計製作されて配置されるために、据付の作業工数が大となるとともに装置が大型化し、特に、上述した仕様を超える大容量設備においては、ポンプやエネルギー回収装置が一層大型化して設備コストが上昇するおそれがある。また、高効率化についても単体効率の改善には限度がある。

50

【 0 0 0 7 】

本発明は上記従来技術の欠点に鑑み、加圧ポンプ及びエネルギー回収装置全体を一体としてコンパクト化、高効率化を図ったエネルギー回収装置を備えたポンプを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明は、加圧ポンプで加圧された原水を逆浸透膜により濾過するに際し、前記逆浸透膜の高圧濃縮排水からエネルギーを回収して、前記加圧ポンプの駆動力に利用するエネルギー回収装置を備えたポンプにおいて、

前記エネルギー回収装置に前記加圧ポンプの回転軸と同軸で前記加圧ポンプの羽根車段数より多い多段のタービン羽根車を有するハイドロタービンを使用し、前記タービン羽根車は前記加圧ポンプのポンプ羽根車と対向するように配置され、前記加圧ポンプの入口側（低圧側）と前記ハイドロタービンの出口側（低圧側）が隣り合うように前記加圧ポンプと前記ハイドロタービンを配置し、前記回転軸の前記加圧ポンプとハイドロタービンの隣り合う位置に回転軸を半径方向に支持する軸受を設けたことを特徴とする。

10

【 0 0 0 9 】

また、上記に記載のエネルギー回収装置を備えたポンプにおいて、前記タービン羽根車の軸推力とポンプ羽根車の軸推力とを支持する軸推力支持装置を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

20

また、上記に記載のエネルギー回収装置を備えたポンプにおいて、前記加圧ポンプ及びハイドロタービンの回転軸をラジアル水中軸受によって支持することを特徴とするエネルギー回収装置を備えたポンプ。

【 0 0 1 2 】

また、上記に記載のエネルギー回収装置を備えたポンプにおいて、前記軸推力支持装置として、バランスディスクを用いた軸推力平衡装置であることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

また、上記に記載のエネルギー回収装置を備えたポンプにおいて、前記加圧ポンプ及びハイドロタービン回転軸の端部をエンドカバーでノンシール構造とすることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、加圧ポンプとエネルギー回収装置が一体化することにより、コンパクトで高効率化を図ることができる。

【 0 0 1 5 】

特にエネルギー回収装置として多段タービンとすることによってポンプ部のみならず、タービン部も、ペルトン式ハイドロタービンのように排水のための液面より高く設置する必要がなくなり、装置の設置面高さを低くできるので、ポンプの吸込性能確保がより容易になる。

【 0 0 1 6 】

40

また、ポンプ羽根車とタービン羽根車を対向配置することによって、軸推力が逆方向で一部キャンセルできるので、ポンプのバランスディスク軸推力平衡装置をより小型化でき、同装置の摺動部の信頼性向上や漏れ損失の低減による効率向上も図ることができる。これらの好ましい効果は海水淡水化設備などが大型化すれば特に大きくなる。

【 0 0 1 7 】

比較的容量が小さい場合には、タービンを高効率設計するためには多段羽根車設計となるので、羽根車段数が大きくならない（3～5段以下）程度に設計する。実際には単列（逆浸透膜加圧給水ポンプ1台あたり）造水量5000～10000m³/日以上が適用設備サイズとして好適である。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 8 】

【図 1】本発明のエネルギー回収装置を備えたポンプの実施例 1 の構造断面図である。

【図 2】同じく実施例 2 の構造断面図である。

【図 3】ポンプが採用される海水淡水化装置の構成図である。

【図 4】タービンガイドベーンの角度とポンプのディフューザ 5 の角度の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

以下、図面を用いて本発明の実施態様について詳細に説明する。

【 0 0 2 0 】

先ず、この種加圧ポンプが採用される海水淡水化装置について説明する。図 3 で、1 0 0 は遠心ポンプからなる加圧ポンプ、2 0 0 は前記加圧ポンプ 1 0 0 の下側に配置され動力エネルギーの回収を行なエネルギー回収装置としてのフランシスタービン（ハイドロタービン）である。1 は上記加圧ポンプ 1 0 0 とハイドロタービン 2 0 0 との共通する回転軸、3 0 0 はこれらポンプとタービンの両者の回転による軸方向の推進力を支持する軸推力支持装置、5 0 は塩類等の不純物を含んだ原水を逆浸透処理して不純物を取除く高圧逆浸透膜ユニットである。

【 0 0 2 1 】

電動機（図示せず）の駆動により加圧ポンプ 1 0 0 が運転されると回転軸 1 が回転し、塩類等の不純物を含んだ原水 5 1 がポンプ吸込み口 3 から吸込まれ、吐出し口 8 から吐出されて、前記高圧逆浸透膜ユニット 5 2 に供給される。高圧逆浸透膜ユニット 5 0 では塩類等の不純物を含んだ原水 5 1 を逆浸透圧処理し、塩類等の不純物が除去された透過水 5 2 を吐出する。他方、逆浸透圧処理によって残された高圧の濃縮水 5 3 は、タービン 2 0 0 のタービン入口 3 1 に供給され、このタービンの駆動（回転）エネルギーの一部として回収される。タービン部でエネルギーを回収された後の濃縮水 5 4 は、その後タービン出口 3 6 から系外に廃棄される。

【 0 0 2 2 】

本発明のポンプの実施例 1 を図 1 の断面図に基いて説明する。全体の構成は、遠心式の加圧ポンプ 1 0 0 とフランシス式タービン 2 0 0 に共通する回転軸 1 を立軸とし、上側に加圧ポンプ 1 0 0 を配置して、下側にエネルギー回収を行うフランシス式タービン（ハイドロタービン）2 0 0 を配置し、また、加圧ポンプ 1 0 0 のポンプ羽根車に作用する軸方向の推力と、ハイドロタービン 2 0 0 のタービン羽根車に作用する軸方向の推力とを共に支持する軸推力支持装置 3 0 0 から構成されている。1 は加圧ポンプ 1 0 0、タービン 2 0 0 及び軸推力支持装置 3 0 0 の共通の回転軸であるが、加圧ポンプで軸 1 a、タービンで軸 1 b とそれぞれ表現される。

【 0 0 2 3 】

加圧ポンプ 1 0 0 は、ポンプケーシング 1 3 内に、2 段の遠心羽根車 4 a（ポンプ 1 段目羽根車）、4 b（ポンプ 2 段目羽根車）と、このポンプ羽根車 4 a、4 b の各外周出口部にはディフューザ 5 a、5 b が配置されており、羽根車 4 a に連通するポンプ吸込口 3 がケーシング 1 3 の下側に、羽根車 4 b に連通する吐出し口 8 がケーシング 1 3 の上側にそれぞれ設けられている。1 段と 2 段の段間はコの字形の静止流路 6 で結ばれており、次段への流れを整流するために、リターンベーン 6 a が軸中心から半径方向に放射状に配置されている。

【 0 0 2 4 】

一般的に、ポンプはおおよそ全揚程が 5 0 0 m ～ 8 0 0 m と高揚程のためにポンプ羽根車は多段になる（本実施例では 2 段）。ポンプ駆動動力は図示しない電動機などから軸継ぎ手 2 を経由してポンプ回転軸 1 a に与えられる。加圧ポンプ 1 0 0 は原水としての海水 5 1 を吸込口 3 から吸い込み、2 段の各ポンプ羽根車 4 a、4 b で昇圧され、ディフューザ 5 a、5 b により流体の運動エネルギーが圧力エネルギーに変換される。1 段目から 2 段目へはコの字形の静止流路 6 を流れ、リターンベーン 6 a によって次段への流れが整流される。2 段目羽根車 4 b を出た流れは、ディフューザ 5 b を経由して、同心状の空間 7 に

集められて、吐出し口 8 から吐出される。

【 0 0 2 5 】

ポンプ軸 1 a は、ポンプ吸込部 3 の下端に配置された軸受 9 a 及び、ポンプ軸 1 a の上部軸受 9 b で半径方向に支持されている。この軸受けは、自己潤滑性材料（例えば、P E E K 樹脂（Poly-Ether-Ether-Ketone）材など）で構成された水中軸受である。各軸受は自己潤滑性材料特性及び、自液による潤滑機能によって、軸受機能を果たすことが可能である。

【 0 0 2 6 】

一方、スラスト軸受については、ポンプ回転時にポンプ羽根車 4 a、4 b に発生する下向きの大きな軸推力を軸推力自動平衡装置 1 0 でバランスさせて、軸推力がスラスト軸受 1 1 に作用しないようにしている。この軸推力自動平衡装置 1 0 は、ポンプ軸 1 a が羽根車に発生する軸推力に応じて、自動的に軸全体が上下することによって細隙部 1 0 b の隙間を変化させて、バランスディスク 1 0 a の背面の圧力を調整し、軸推力をバランスさせている。従って、スラスト軸受 1 1 はポンプの停止時にポンプ回転体の自重を支えるための軸受であればよい。

【 0 0 2 7 】

本実施例ではスラスト軸 1 1 として玉軸受を用い、玉軸受の内輪を軸 1 に固定し、外輪を軸方向に移動可能な勘合にして、停止時、軸受下端のケース側の静止側ストッパ 1 1 a で、玉軸受 1 1 を介してポンプ回転体自重を支持する。なお、ポンプ軸 1 a の大気への貫通部軸シールに関しては、軸推力平衡装置 1 0 を経由してポンプ吐出し圧力から大幅に減圧した漏れ流れはグランドシールなどの軸シール 1 2 でシールされる。また、漏れ流れは図示しない配管を経由して、ポンプ吸込口 3 に戻される。

【 0 0 2 8 】

上記軸推力平衡装置 1 0 とスラスト軸 1 1 とで、軸推力共通支持装置 3 0 0 が構成され、ポンプケーシング 1 3 内の回転軸 1 の上方位置に設けられる。

【 0 0 2 9 】

一方、エネルギー回収用のハイドロタービン 2 0 0 については、逆浸透圧処理によって残された高圧の濃縮水 5 3 の水動力の有効落差はポンプの全揚程にほぼ等しく、流量はポンプ給水量から逆浸透膜透過水量を差し引いた量、即ちポンプ給水量の 4 0 ~ 6 0 % 程度で給水量に比べて小水量になるために、ハイドロタービンの比速度 N_s は、(1) 式で表すことができる。

【 0 0 3 0 】

【 数 1 】

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}} \quad (1)$$

【 0 0 3 1 】

ここで

N_s ... ハイドロタービン比速度、 N ... ハイドロタービン回転速度 (r p m)、 Q ... ハイドロタービン流量 (m³ / m i n)、 H ... 有効落差 (m)

フランス式ハイドロタービンにおいては、より高効率を得やすいハイドロタービン設計のためには高比速度化が必要で、ハイドロタービンの羽根車段数をポンプ羽根車段数よりも少なくするとポンプ羽根車よりもより低比速度になり（エネルギー回収とならない）、高効率化のために好ましくないため、少なくとも、ハイドロタービンの羽根車段数をポンプの羽根車段数と同等か又はそれより多く設定する必要がある。

【 0 0 3 2 】

そこで、タービン 2 0 0 は、タービンケーシング 3 9 内に、ポンプ羽根車段数よりも多い 3 段のタービン羽根車 3 4 a（1 段目タービン羽根車）、3 4 b（2 段目タービン羽根車）、3 4 c（3 段目タービン羽根車）が、前記ポンプ羽根車 4 a、4 b と対向するよう

に（羽根車同士が向合うように）同軸上に配置されている。各タービン羽根車の導入部分には、ガイドベーン 33a（１段目ガイドベーン）、33b（２段目ガイドベーン）、33c（３段目ガイドベーン）が配置され、各タービン羽根車 34 へ流れる流体の整流及び流れ方向の調整がなされる。各段間には水路 35 が介在してリターンベーン 35a、35b が設けられており、このベーンは各タービン羽根車を出た流れの旋回を防止するとともに、整流する役目を果たす。また、タービン羽根車 34a に連通するタービン入口 31 をケーシング 39 の下側に、タービン羽根車 34c に連通するタービン出口 36 をケーシング 39 の上側にそれぞれ配置されている。

【0033】

上記タービン 200 を加圧ポンプ 100 の下方に取付けるに際しては、ポンプケーシング 13 のポンプ吸込み口 3 と、タービンケーシング 39 のタービン出口 36 とが隣合せになるように取付ける。このように取付けることにより、加圧ポンプ 100 の吸込み口 3 とタービン 200 のタービン出口 36 は共に低圧力側であって差圧が小さいため、互いの接続部に特別なシール機構は不要となる。

【0034】

高圧逆浸透膜ユニット 50 からの逆浸透膜の高圧濃縮水 53 は、タービン入口 31 から流入し、まず、入口ポリュート 32 及び１段目ガイドベーン 33a で整流及び流れ方向調整がされて１段目羽根車 34a に流入し、有効落差の 1/3 のエネルギーが機械動力に変換される。次いで、リターンベーン 35a と水路 35 を流れて２段目ガイドベーン 33b を経て、２段目羽根車 34b に流入する。さらに、リターンベーン 35b と水路 35 を流れて３段目のガイドベーン 33b を経て、３段目羽根車 34c に流入する。最終的に３段目羽根車 34c で有効落差のエネルギーが変換された後に、タービン出口 36 からタービン外部に排出される。

【0035】

ここで、タービン 200 の発生する軸推力についてみると、各タービン羽根車 34a、34b、34c には上向きの軸方向推力が発生し、その軸推力は、おおよそ有効落差及び羽根車外径の二乗に比例する。タービン羽根車の外径 D は（２）式で与えられる。

【0036】

【数 2】

$$D = C \cdot \frac{\sqrt{2gH}}{\frac{N}{60}\pi} \quad (2)$$

【0037】

D ... タービン羽根車外径、C ... タービン羽根車周速度係数（無次元数）、H ... １段当たりの有効落差（m）、N ... タービン羽根車回転速度（rpm）

また、軸推力 F は（３）式で計算することができる。

【0038】

【数 3】

$$F \propto n \cdot \frac{\pi}{4} D^2 \rho g H \quad (3)$$

【0039】

F ... 軸推力（N）、n ... ハイドロタービン段数、ρ ... 海水の密度（kg/m³）、g ... 重力加速度（m/s²）、H ... ハイドロタービン一段当たりの有効落差

タービン羽根車の段数は、加圧ポンプの羽根車に比べて多いために、タービン羽根車 1 段当たりの有効落差がポンプ 1 段当たりの全揚程に比べて小さくなり、同時に、一般的に周速度係数もポンプ羽根車よりも小さいことを考慮すると、タービン羽根車外径はポンプ羽根車外径に比べて小さくなる。したがって、タービン 200 の軸推力は、（３）式に示すように、（n × H）がタービンとポンプとでほぼ等しいために、タービン羽根車外径が

寄与して、ポンプの羽根車外径よりも小さくなる。

【0040】

また、下向きのポンプ羽根車軸推力は、タービン羽根車の上向きの軸推力によって部分的にキャンセルされて下向きの軸推力が小さくなるが、この小さくなった残留軸推力はポンプの軸推力平衡装置10でバランスさせることができる。

【0041】

実際には、この下向きの残留軸推力は、ポンプ羽根車が発生する軸推力よりも小さくなるために、ポンプ単独の場合に比べてバランスディスク10aの外径を小さく設計できる。従って、バランスディスク装置10aの小型軽量化が可能となり、ポンプ軸1のロータダイナミクスについてより信頼性の高い設計が可能になるとともに、バランスディスクの外周の隙間から大気側に漏れる漏れ量を減らすこともでき、ポンプの高効率化も図られる。

10

【0042】

一方、タービン軸1bの軸受は、タービン軸1bの下端の軸受37及びポンプ軸受9aで支持される。ここでも軸受をポンプの軸受9a, 9bと同様、水中軸受とすれば、軸受給油装置が省略され、装置のコンパクト化やメンテナンスが容易になる。

【0043】

タービン軸1bの下端部の軸シールは自己潤滑水中軸受として軸端部をエンドカバー38でカバーすれば、軸貫通部がなくなり、シール機構が不要になるとともに、漏れ損失もなくすることができ、タービンの効率向上にも寄与できる。なお、前述したようにポンプケーシング13とタービンケーシング39が接続する部位の軸シールは共に低圧部となるので、差圧が小さくなり、特別なシール機構は不要になる。従って、特に塩分濃度の高いタービン側から塩分濃度の低いポンプ側へ海水が漏れ出て、給水の塩分濃度上昇も容易に避けることができる。

20

【0044】

前記のように、タービン200での濃縮水53の流量は、ポンプ給水量から逆浸透膜透過水量を差し引いた量、即ちポンプ給水量の40～60%程度で給水量に比べて小水量になる。タービン200では小水量でもより高効率を得るため、濃縮水53が各ガイドベーンに案内されて各タービン羽根車に流入する際に、各ガイドベーンの流れ方向(角度)が調整されている。

30

【0045】

図4は、タービン羽根車34に対するタービンガイドベーン33の角度とポンプのディフューザ5の角度の関係の説明図である。ここでは、タービン羽根車34にポンプ羽根車と同じものを用いた場合を想定し、ディフューザ5(一部のみ示す)を記載している。本実施例では、タービンガイドベーン33のタービン羽根車34の外周接線に対する角度を α_t とし、ポンプのディフューザ5の羽根車の外周接線に対する角度を α_p としたとき、 $\alpha_t < \alpha_p$ に設定している。この角度設定により、タービンガイドベーン33に案内される濃縮水が小水量でも、タービン羽根車34にほぼ直角に案内することで効率的にエネルギー伝達がなされ、タービン羽根車をポンプ羽根車より高比速度に保つことができ、有効にエネルギー回収することができる。

40

【0046】

このようにして、タービン200によって回収された回転エネルギーは、タービン軸1bを経由してポンプ軸1aを駆動し、電動機の駆動動力を節減する。

【0047】

以上、逆浸透膜給水用加圧ポンプと濃縮水のエネルギー回収装置のそれぞれに多段遠心ポンプ及び多段フランシス式ハイドロタービンを採用して、それらの羽根車を一軸上に互いに対向して配置することによって、コンパクト、高効率、高信頼性、コスト低減を図ったエネルギー回収装置を備えたポンプを実現できる。

【0048】

次に、実施例2を図2に基いて説明する。実施例1と比べ、実施例2は回転軸が横軸で

50

あること、及び軸推力支持装置がバランスドラム 1 4 とスラスト軸受 1 5 で構成されている点が異なるのみである。

【 0 0 4 9 】

ポンプ 1 0 0 及びハイドロタービン 2 0 0 の軸が横軸のために、ポンプのキャビテーション性能の観点からは、ドライピット内に据付される立軸の場合に比べて厳しくなるが、メンテナンス時に電動機の取り外しが不要になり、作業は容易になる。バランスドラム 1 4 はポンプ及びハイドロタービンの軸推力をドラム 1 4 の前後面 1 4 a、1 4 b に作用する圧力の差によって支持するが、実施例 1 に示す軸推力平衡装置に比べて自動調整機能がないので完全にバランスさせることはできず、残留推力をスラスト軸受 1 5 で支持する。そして、ここでも、ハイドロタービン羽根車とポンプ羽根車の軸推力が一部キャンセルされて、軸推力が小さくなるので、バランスドラム 1 4 外径は小さく設計でき、漏れ損失を低減できる効果は同じである。

10

【 0 0 5 0 】

また、スラスト軸受 1 4 は自己潤滑性能を有する材料（例えば P E E K 樹脂（Poly-Ether-Ether-Ketone）材など）を使用すれば、給油装置は不要になり、軸受装置の低コスト化を図ることができる。したがって、実施例 2 においても実施例 1 と同様に、コンパクトでかつ高効率、高信頼性、低コストの動力回収装置付ポンプを提供することができる。なお、上記の説明においては、立軸構造にバランスディスク装置を、横軸構造にバランスドラム + スラスト軸受を採用したが、その逆の組み合わせも可能で、本発明の主眼は、ポンプ及びハイドロタービンの軸推力を支持する軸推力支持装置を共用して、装置の信頼性確保及びコスト低減を図ることにある。

20

【 0 0 5 1 】

前記した各実施例は、逆浸透膜を用いた海水淡水化プラント等の心臓部であるポンプに利用が可能で、特に大容量海水淡水化プラントに好適なエネルギー回収装置を備えたポンプを提供できる。

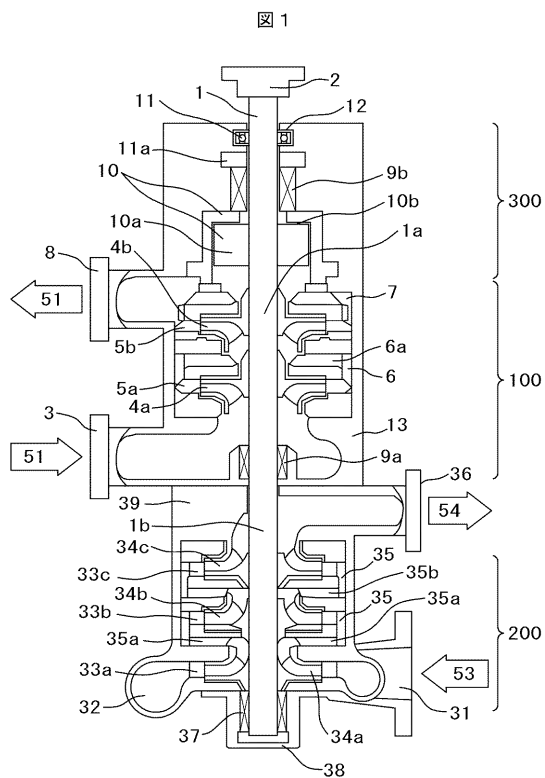
【 符号の説明 】

【 0 0 5 2 】

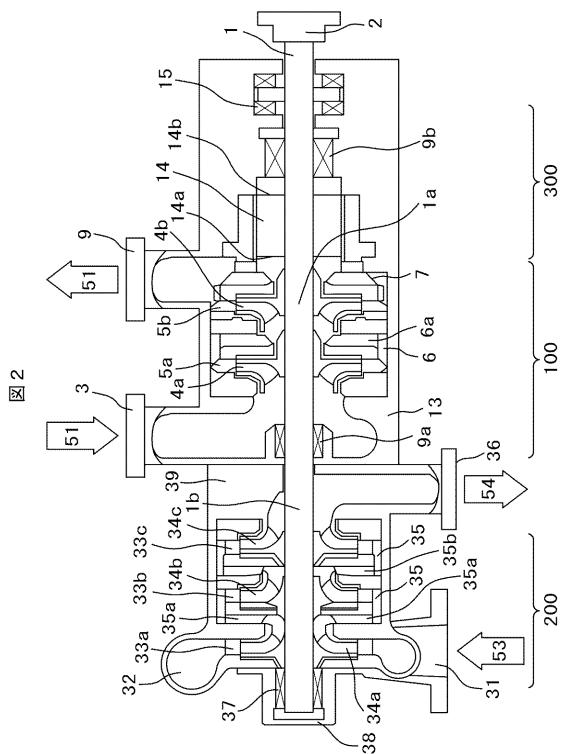
1 ... 軸、1 a ... ポンプ軸、1 b ... タービン軸、2 ... 軸継ぎ手、3 ... ポンプ吸込口、4 a ... ポンプ 1 段目羽根車、4 b ... ポンプ 2 段目羽根車、5 a ... 1 段目ディフューザ、5 b ... 2 段目ディフューザ、6 ... 静止流路、6 a ... リターンベーン、7 ... 集水空間、8 ... 吐出し口、9 a ... 下部軸受、9 b ... 上部軸受、1 0 ... 軸推力平衡装置、1 0 a ... バランスディスク、1 0 b ... バランスディスク背面隙間、1 1、1 5 ... スラスト軸受、1 1 a ... スラスト軸受ストッパー、1 2 ... 軸シール、1 3 ... ポンプ吸込ケーシング、3 1 ... タービン入口、3 2 ... 入口ポリュート、3 3 a ... 1 段目ガイドベーン、3 3 b ... 1 段目ガイドベーン、3 3 c ... 3 段目ガイドベーン、3 4 a ... 1 段目タービン羽根車、3 4 b ... 2 段目タービン羽根車、3 4 c ... 3 段目タービン羽根車、3 5 ... 静止流路、3 5 a ... リターンベーン、3 6 ... ドラフトチューブ、3 7 ... タービン下部軸受、3 8 ... エンドカバー、3 9 ... タービンケーシング、1 0 0 ... 加圧ポンプ、2 0 0 ... ハイドロタービン（タービン）、3 0 0 ... 軸推力支持装置。

30

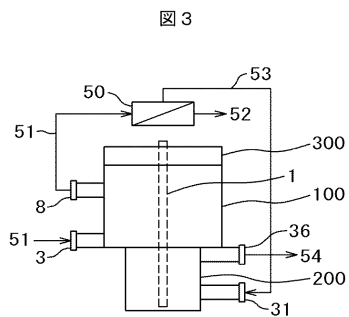
【図 1】



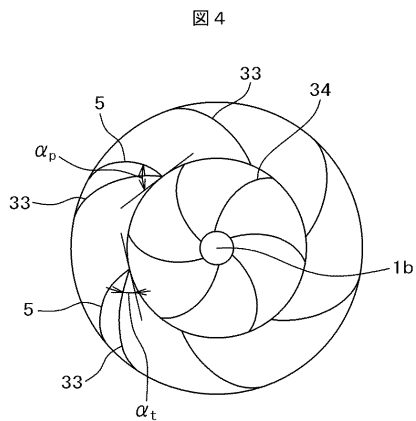
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

審査官 所村 陽一

(56)参考文献 特開昭 6 2 - 0 9 1 6 9 3 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 4 5 6 8 1 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 3 1 6 6 2 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
F 0 4 D 1 3 / 0 4
F 0 3 B 3 / 0 2
F 0 3 B 1 1 / 0 6
F 0 3 B 1 3 / 0 0
F 0 4 D 1 / 0 8