

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5404859号
(P5404859)

(45) 発行日 平成26年2月5日 (2014.2.5)

(24) 登録日 平成25年11月8日 (2013.11.8)

(51) Int.Cl.	F I
FO4D 29/046 (2006.01)	FO4D 29/046 A
FO4D 13/00 (2006.01)	FO4D 13/00 D
FO4D 29/04 (2006.01)	FO4D 29/04 W
FO4D 29/70 (2006.01)	FO4D 29/70 H
	FO4D 29/04 U

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-151431 (P2012-151431)	(73) 特許権者	000152170
(22) 出願日	平成24年7月5日 (2012.7.5)		株式会社西島製作所
(65) 公開番号	特開2014-13027 (P2014-13027A)		大阪府高槻市宮田町1丁目1番8号
(43) 公開日	平成26年1月23日 (2014.1.23)	(74) 代理人	100084146
審査請求日	平成24年7月5日 (2012.7.5)		弁理士 山崎 宏
		(74) 代理人	100081422
			弁理士 田中 光雄
		(74) 代理人	100111039
			弁理士 前堀 義之
		(72) 発明者	兼森 祐治
			大阪府高槻市宮田町1丁目1番8号 株式
			会社西島製作所内
		審査官	柏原 郁昭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ポンプの軸受清掃装置およびその方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ケーシングと、このケーシング内に配置された主軸と、ケーシングの吐出側と下流側の排水通路とを連通状態または遮断状態に切り換える仕切弁と、を備えるポンプの前記主軸を支持する軸受の清掃装置であって、

前記軸受と前記主軸との隙間に前記ケーシング外の空気を導入する給気管と、
前記仕切弁を遮断した状態で、前記ポンプを停止し、前記給気管から前記隙間に空気を供給しながら前記ケーシング内の水位を下げることにより、前記軸受を清掃する清掃制御部と、

を備えることを特徴とするポンプの軸受清掃装置。

【請求項2】

前記給気管は、大気開放した常圧給気部を有することを特徴とする請求項1に記載のポンプの軸受清掃装置。

【請求項3】

前記給気管は、大気圧より高い高圧空気を供給可能な高圧供給部に接続した高圧給気部を有することを特徴とする請求項1または請求項2に記載のポンプの軸受清掃装置。

【請求項4】

前記給気管内の空気の供給側圧力、または、前記給気管内の空気の供給側圧力と前記ケーシング内の吐出側圧力との差圧を検出する検出部と、

前記清掃制御部による清掃処理時に、前記検出部の検出値に基づいて前記軸受の異常の

有無を判定する判定部と、

を更に備えることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載のポンプの軸受清掃装置。

【請求項5】

ポンプのケーシング内に配置された主軸を支持する軸受の清掃方法であって、

前記ケーシングの吐出側と下流側の排水通路との連通を仕切弁により遮断した状態で、

前記ポンプを停止し、給気管から前記軸受と前記主軸との隙間に空気を供給しながら前記ケーシング内の水位を下げることにより、前記軸受を清掃する

ことを特徴とするポンプの軸受清掃方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、ポンプのケーシング内に配置された主軸を支持する軸受の清掃装置およびその方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

先行待機型立軸ポンプは、ケーシング内に水が存在しない状態での運転（気中運転）を行う必要がある。よって、ポンプの主軸を支持する軸受としては、無注水軸受が採用されている。この無注水軸受の磨耗や破損の発生を監視する種々の方法が提案されている。

【0003】

20

例えば、特許文献1には、主軸と軸受との間に空気を供給する給気管内の空気圧と、ケーシング内の吐出側圧力との差圧を検出し、その差圧に基づいて軸受の異常の有無を判定するようにした軸受診断装置が記載されている。

【0004】

また、特許文献2には、ケーシング外の圧力タンクから給気管を介してケーシング内の主軸と軸受との間に空気を供給し、給気管の空気圧の変化勾配に基づいて軸受の異常を判定するようにした診断装置が記載されている。この診断装置では、吸水槽内に溜められた水を排水し、排水停止状態で軸受を空气中に露出させ、この状態で軸受の診断処理を実行する構成としている。

【0005】

30

しかしながら、これら特許文献1、2のポンプは、軸受の異常の有無を監視することは可能であるが、異常の原因となる摩耗を防止することはできない。具体的には、軸受と主軸との隙間に砂やシルト等の異物が混入した状態で、ポンプによる排水処理を停止すると、ケーシング内の水が吸水槽に戻り、隙間内の異物が乾燥により固まる。この状態で気中運転を行うと、軸受の摩耗が促進されるという問題がある。

【0006】

なお、特許文献2には、診断処理時に軸受に供給する空気により、同時に軸受の清掃機能を得ることができる旨が記載されている。しかし、水分が残って露出した状態の軸受に空気を供給することによる清掃は、効率が悪いという不都合がある。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2004-218578号公報

【特許文献2】特開2009-74530号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、異物による軸受の摩耗を実質的に解消できるポンプの軸受清掃装置およびその方法を提供することを課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

50

【0009】

前記課題を解決するため、本発明のポンプの軸受清掃装置は、ケーシングと、このケーシング内に配置された主軸と、ケーシングの吐出側と下流側の排水通路とを連通状態または遮断状態に切り換える仕切弁と、を備えるポンプの前記主軸を支持する軸受の清掃装置であって、前記軸受と前記主軸との隙間に前記ケーシング外の空気を導入する給気管と、前記仕切弁を遮断した状態で、前記ポンプを停止し、前記給気管から前記隙間に空気を供給しながら前記ケーシング内の水位を下げることにより、前記軸受を清掃する清掃制御部と、を備える構成としている。

具体的な清掃方法は、前記ケーシングの吐出側と下流側の排水通路との連通を仕切弁により遮断した状態で、前記ポンプを停止し、給気管から前記軸受と前記主軸との隙間に空気を供給しながら前記ケーシング内の水位を下げることにより、前記軸受を清掃するものである。

10

【0010】

本発明では、ケーシングの吐出側と下流側の排水通路とを仕切弁によって遮断した状態でポンプを停止すると、ケーシング内の水が負圧により保持される。この状態で、清掃制御部が給気管から軸受と主軸との隙間に空気を供給すると、空気が隙間を通過してケーシング内の吐出側に溜まる一方、ケーシング内の水がケーシングの吸込側から吸水槽へ流出する（真空破壊）。これにより、軸受と主軸との隙間に混入した砂やシルト等の異物は、空気供給圧により隙間から外部へ放出され、水と一緒に吸水槽へ戻される。その結果、次にポンプの気中運転を行った際の異物による摩耗を防止できる。

20

【0011】

この軸受清掃装置では、前記給気管は、大気開放した常圧給気部を有することが好ましい。このようにすれば、ケーシング内の真空破壊に伴って給気管から大気が自然に供給されるため、無駄な電力を消費することなく、軸受の清掃処理を確実に行うことができる。

また、前記給気管は、大気圧より高い高圧空気を供給可能な高圧供給部に接続した高圧給気部を有することが好ましい。このようにすれば、ケーシング内を迅速に真空破壊できるとともに、軸受の清掃処理を確実に行うことができる。

なお、給気管に常圧給気部および高圧供給部の両方を設ける場合には、その分岐部に前記常圧給気部に連通した状態と前記高圧給気部に連通した状態とを切り換える切換部を設けることが好ましい。

30

【0012】

さらに、前記給気管内の空気の供給側圧力、または、前記給気管内の空気の供給側圧力と前記ケーシング内の吐出側圧力との差圧を検出する検出部と、前記清掃制御部による清掃処理時に、前記検出部の検出値に基づいて前記軸受の異常の有無を判定する判定部と、を更に備えることが好ましい。ここで、軸受の診断処理は、軸受内の異物の有無が検出精度に大きく影響する。そして、本発明では、清掃処理により軸受内への異物の混入を実質的に解消できるため、同時に行う軸受と主軸との隙間の測定精度を向上できる。その結果、判定結果の信頼性を高めることができる。

【発明の効果】

【0013】

40

本発明のポンプの軸受清掃装置は、給気管から軸受と主軸との隙間に空気を供給することにより、ポンプの真空破壊と同時に軸受の清掃処理を行い、軸受内の異物を確実に取り除くことができる。その結果、異物による軸受の摩耗を実施的に解消することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態に係る軸受清掃装置を備える先行待機型立軸ポンプを示す概念図である。

【図2】図1の第1無注水軸受を示す拡大断面図である。

【図3】図1の第2無注水軸受を示す拡大断面図である。

【図4】図2および図3の更に要部拡大断面図である。

50

【図 5】制御部によるポンプの制御を示すフローチャートである。

【図 6】(A), (B), (C) はポンプを運転させることによる排水処理の一連の動作を示す概略図である。

【図 7】(A), (B), (C) は大気を導入することによる清掃処理の一連の動作を示す概略図である。

【図 8】(A), (B), (C) は高圧空気を導入することによる清掃処理および診断処理の一連の動作を示す概略図である。

【図 9】差圧と隙間の関係を示すグラフである。

【図 10】供給側圧力と圧力低下時間の関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

10

【0015】

以下、本発明の実施の形態を図面に従って説明する。

【0016】

図 1 は、本発明に係る実施形態の軸受清掃装置を備える先行待機型立軸ポンプ（以下、単に立軸ポンプという）10を示す。この軸受清掃装置は、立軸ポンプ10のケーシング11内に配設した無注水軸受22A, 22Bに、ケーシング11の外部の空気を導入する給気管30を配管し、排水処理を停止した際の真空破壊時に無注水軸受22A, 22Bを清掃するものである。

【0017】

立軸ポンプ10は、図示しない流入側管から排水ポンプ場の吸水槽1内に流入する雨水等の水を下流側に排水するためのものである。この立軸ポンプ10のケーシング11は、直管状の揚水管12と、揚水管12の下端に連結されたインペラケーシング13と、インペラケーシング13の下端に連結された吸込ベル14と、揚水管12の上端に連結された吐出ベンド15を備えている。揚水管12の上端には、吸水槽1の天井である据付床2に固定するための固定台16が設けられている。吐出ベンド15は、鉛直方向から水平方向に湾曲したもので、その吐出側端部に吐出管17が連結されている。この吐出管17には、下流側への排水経路と連通（開）および遮断（閉）可能な仕切弁18が設けられている。本実施形態の仕切弁18は、連通状態と遮断状態とを電氣的に切換可能な電動弁により構成しているが、オペレータによる手動式のものをを用いてもよい。

20

【0018】

立軸ポンプ10のケーシング11には、鉛直方向に延びるように主軸19が配設されている。この主軸19の下端はインペラケーシング13内に位置し、その下端にインペラ20が固定されている。主軸19の上端側は、吐出ベンド15を貫通し、図示しないスラスト軸受と軸封装置によって回転可能に支持されている。主軸19の上端には、モータ、減速機構等からなる回転駆動機構21が連結されている。主軸19は、ケーシング11内にてラジアル軸受として機能する水中軸受としての無注水軸受22A, 22Bによって回転可能に支持されている。

30

【0019】

上側の無注水軸受22Aは、揚水管12の内面から突出するリブ12aに取り付けられ、下側の無注水軸受22Bは、インペラケーシング13の内面から突出するリブ13aに取り付けられている。これら無注水軸受22A, 22Bは、図2および図3に示すように、両端開口の軸受ホルダ23A, 23Bを備えている。この軸受ホルダ23A, 23Bの内部には、略円筒状をなす軸受ケーシング24A, 24Bが配設されている。図4も併せて参照すると、軸受ケーシング24A, 24Bには、セラミックからなる各一对の摺動体26A, 26Bを有するセラミック軸受25A, 25Bが配設されている。摺動体26A, 26Aおよび摺動体26B, 26Bは、主軸19の軸線方向に間隔をあけて配置され、その間に円筒状の空気室27A, 27Bが形成されている。軸受ホルダ23A, 23B、軸受ケーシング24A, 24Bおよびセラミック軸受25A, 25Bには、貫通した空気孔28A, 28Bが設けられ、この空気孔28A, 28Bによって空気室27A, 27Bが無注水軸受22A, 22Bの外部と連通される。

40

50

【0020】

図1に示すように、立軸ポンプ10には、排水処理の終了後に無注水軸受22A、22Bを清掃するための清掃装置29が付設されている。この清掃装置29は、給気管30と、空気供給部36A、36Bとを有し、前述の仕切弁18を閉塞した状態で動作される。また、立軸ポンプ10には、無注水軸受22A、22Bの異常を判定するための診断装置41が、清掃装置29の構成部品を兼用して設けられている。

【0021】

給気管30は、無注水軸受22A、22Bと主軸19との隙間である空気室27A、27Bに空気を導入するためのものである。この給気管30は、金属製の硬質な配管であり、ケーシング11の外側において軸方向に沿って鉛直に延びている。給気管30は、無注水軸受22Aの空気室27Aに接続する第1の分岐管部31Aと、無注水軸受22Bの空気室27Bに接続する第2の分岐管部31Bとを備える。これら分岐管部31A、31Bの分岐部分には、分岐管部31A、31Bのいずれか一方と連通状態とし、他方と遮断状態とする切換手段として第1切換弁32が配設されている。また、給気管30の上端は、据付床2の上方へ延び、この上方で常圧給気部33と高圧給気部34とに分岐されている。これら給気部33、34の分岐部分には、給気部33、34のいずれか一方と連通状態とし、他方と遮断状態とする第2切換弁35が配設されている。

【0022】

空気供給部36A、36Bは、給気管30を介して空気室27A、27Bに所定圧力の空気を供給するものである。空気供給部36Aは、常圧（大気圧）の空気を給気管30に供給するもので、大気開放した常圧給気部33の開口からなる。空気供給部36Bは、大気圧より高い高圧空気を給気管30に供給するもので、高圧給気部34に接続した圧力タンク37からなる。この圧力タンク37と高圧給気部34との間には、開閉信号の入力によって給気管30に対して連通状態または遮断状態に切り換える開閉弁38が設けられている。また、圧力タンク37には、高圧の圧搾空気を吐出して空気を充填するコンプレッサ39が逆止弁40を介して接続されている。

【0023】

診断装置41は、清掃装置29として機能する高圧の空気供給部36Bと、その供給ラインである給気管30の高圧給気部34を兼用するものである。また、診断装置41は、給気管30の高圧給気部34に検出用分岐管42の一端が分岐接続されている。この検出用分岐管42の他端は、ケーシング11内の吐出側であり、無注水軸受22A、22Bよりも下流側である吐出ベンド15に接続されている。また、給気管30には、第1および第2切換弁32、35の間に、空気の供給側圧力を検出するための検出部である圧力計43が配設されている。さらに、検出用分岐管42には、圧力タンク37からの高圧空気の供給時に、高圧給気部34内の供給側圧力と、ケーシング11内の無注水軸受22A、22Bよりも下流側の吐出側圧力の差圧を検出する検出部として差圧計44が設けられている。

【0024】

この立軸ポンプ10は、据付床2上のケーシング11外に配設した制御部45に記憶されたプログラムによる指令や、図示しない端末から入力されるオペレータの指令等に基づいて、動作する。具体的には、水位センサによって検出した吸水槽1内の水位に基づいて回転駆動機構21を動作させて、排水処理を実行する。

【0025】

また、本実施形態の制御部45は、排水処理の終了後に、無注水軸受22A、22Bの清掃処理を実行する清掃制御部の役割をなす。また、制御部45は、所定期間（例えば排水を目的としない管理運転を実施する期間）毎に清掃処理と並行して同時に診断処理を実行し、無注水軸受22A、22Bの異常の有無を判定する判定部の役割をなす。そして、本実施形態では、清掃処理のみを行う場合には、第2切換弁35により常圧給気部33と無注水軸受22A、22Bとが連通した状態とし、大気により無注水軸受22A、22Bを清掃する。また、清掃処理と同時に診断処理を実行する場合には、第2切換弁35によ

り高圧供給部と無注水軸受22A, 22Bとが連通した状態とし、圧力タンク37内の高圧空気により無注水軸受22A, 22Bを清掃するとともに、異常の有無を判定する。

【0026】

次に、制御部45による立軸ポンプ10の制御について、図5と図6ないし図8を参照しながら具体的に説明する。

【0027】

図5に示すように、制御部45は、まず、ステップS1で、吸水槽1内の水が排水開始水位WL1になるまで待機する。そして、図6(A)に示すように、排水開始水位WL1まで上昇すると、ステップS2で、回転駆動機構21を動作させて排水処理を実行する。なお、この状態では仕切弁18は、下流側の排水通路と連通した開状態である。また、排水処理の開始時にはインペラ20が水没していないため、立軸ポンプ10は気中運転となる。そして、水位が上昇してインペラ20が水没すると、図6(B)に示すように、吸水槽1内の水が汲み上げられて下流側へ排水される。

10

【0028】

ステップS2の排水処理は、ステップS3で、吸水槽1内の水が排水停止水位WL2に降下するまで継続される。排水により吸水槽1内の水が排水停止水位WL2まで降下すると、ステップS4で、仕切弁18を開状態から閉状態とし、ケーシング11と下流側の排水通路との連通を遮断する。その後、ステップS5で、回転駆動機構21を停止させて排水処理を終了する。図6(C)に示すように、仕切弁18により下流側との連通を遮断した状態で排水処理を停止すると、密閉されたケーシング11内の水が負圧により保持される。

20

【0029】

この状態で、ステップS6で、無注水軸受22A, 22Bの診断時期になっているか否かを判断する。そして、診断時期になっていない場合にはステップS7に進み、診断時期になっている場合にはステップS12に進む。

【0030】

ステップS7では、第2切換弁35により給気管30を常圧給気部33と連通した状態として、ステップS8で、常圧清掃処理を実行する。この常圧清掃処理では、図7(A)に示すように、まず、第1切換弁32により給気管30を上側に位置する無注水軸受22Aと連通した状態とする。これにより、大気圧状態の給気管30から、負圧状態の無注水軸受22Aの空気室27Aへ、圧力平衡作用によって空気が供給される。無注水軸受22Aの空気室27Aに供給された空気は、主軸19と無注水軸受22Aとの隙間を通してケーシング11内の吐出側に溜まる。一方、ケーシング11内の水は、供給された空気と置換されて、ケーシング11の吸込ベル14の下端から吸水槽1へ流出する。無注水軸受22Aへの給気を所定時間行くと、第1切換弁32により給気管30を下側に位置する無注水軸受22Bと連通した状態とする。これにより、図7(B)に示すように、給気管30から無注水軸受22Bの空気室27Bへ空気が供給される。そして、所定時間経過すると、図7(C)に示すように、全ての水が吸水槽1に戻された真空破壊状態となる。

30

【0031】

ステップS8の常圧真空処理は、ステップS9で、真空破壊が完了する予め設定した開放タイマがカウントアップするまで実行される。そして、開放タイマがカウントアップすると、ステップS10で、第2切換弁35により給気管30を高圧給気部34と連通した状態として、ステップS11で、仕切弁18を閉状態から開状態とし、ケーシング11と下流側の排水通路とを連通させて、ステップS1に戻る。仕切弁18を開状態とすることにより、例えば真空破壊が完了していない場合でも、ケーシング11内の全ての水が吸水槽1へ戻される。

40

【0032】

一方、ステップS6で無注水軸受22A, 22Bの診断時期になっている場合には、ステップS12で、圧力タンク37の開閉弁38を閉状態から開状態とし、給気管30の高圧給気部34に高圧の空気を供給して、ステップS13で、高圧清掃処理と診断処理とを

50

実行（並行処理）する。これらの処理は、診断処理を基準として実行される。具体的には、図8（A）に示すように、第1切換弁32により給気管30を無注水軸受22Aと連通した状態として、高圧の圧搾空気を無注水軸受22Aに供給する。これにより、無注水軸受22Aの清掃と同時に異常の有無を診断し、診断が終了すると、図8（B）に示すように、第1切換弁32により給気管30を無注水軸受22Bと連通した状態として、高圧の圧搾空気を無注水軸受22Bに供給する。そして、同様に無注水軸受22Bの清掃と同時に異常の有無を診断し、診断が終了すると、図8（C）に示すように、開閉弁38を開状態から閉状態とし、給気管30への高圧空気の供給を停止する。

【0033】

ステップS13の高圧清掃処理および診断処理は、全ての無注水軸受22A、22Bを診断すると終了する。そのため、ケーシング11内は、全ての水を吸水槽1に戻して真空破壊が完了している場合と、水が残った未完了の場合とがある。そのため、ステップS14で、差圧計44の検出値に基づいてケーシング11内の真空破壊が完了しているか否かを判断する。ここで、真空破壊が完了している場合には、ケーシング11内は大気圧状態となるため、差圧計44の検出値は「0」となる。一方、真空破壊が完了していない場合には、差圧計44の検出値は負圧となる。そして、真空破壊が完了している場合にはステップS11に進み、真空破壊が完了していない場合にはステップS7に進む。なお、診断処理が終了すると、コンプレッサ39が駆動され、圧力タンク37に圧搾空気が充填される。

【0034】

なお、ステップS13の診断処理では、制御部45は、差圧計44によって検出した検出値に基づいて無注水軸受22A、22Bの異常の有無を判定する。図9は、差圧と隙間の関係を示すグラフである。この図に示すように、無注水軸受22A、22Bは、摩耗が少なく主軸19との間の隙間が小さければ差圧計44による検出値 ΔP が大きく、摩耗が進んで隙間が大きくなるにつれて差圧計44による検出値 ΔP が小さくなる。そのため、制御部45には、交換準備が必要な状態の差圧値 ΔP_a 、および、交換が必要な状態の差圧値 ΔP_b が判定値として記憶されている。そして、差圧計44による検出値 ΔP と、これら判定値 ΔP_a 、 ΔP_b とを比較することにより、無注水軸受22A、22Bの異常を判定する。そして、その判定結果を内蔵したメモリ（記憶手段）に記憶する。なお、判定結果は、所定の通信回線を利用して離れた監視センターに送信する構成としてもよい。

【0035】

このように、本実施形態の立軸ポンプ10は、仕切弁18を遮断した状態でポンプを停止し、給気管30から無注水軸受22A、22Bと主軸19との隙間に空気を供給するため、無注水軸受22A、22B内に侵入している異物を真空破壊を利用して除去することができる。しかも、無注水軸受22A、22B内から外部へ放出した異物は、水と一緒に吸水槽1へ戻される。その結果、次にポンプの気中運転を行った際の異物による摩耗を防止できる。

【0036】

また、本実施形態では、無注水軸受22A、22Bの清掃処理のみを行う場合には、ケーシング11内の真空破壊に伴って大気開放した常圧給気部33から大気を自然供給する構成としているため、無駄な電力を消費することなく、確実に清掃することができる。さらに、清掃処理と診断処理の両方を行う場合には、高圧給気部34から高圧空気を供給する構成としているため、真空破壊を速やかに行うことができるとともに、診断処理を確実にすることができる。しかも、診断処理は、無注水軸受22A、22B内の異物の有無が検出精度に大きく影響するが、本実施形態ではポンプの運転停止毎に行う清掃処理により異物の混入を実質的に解消できるため、測定精度を向上できる。その結果、判定結果の信頼性を高めることができる。

【0037】

なお、本発明のポンプの軸受清掃装置は、前記実施形態の構成に限定されるものではなく、種々の変更が可能である。

【0038】

例えば、前記実施形態では、ポンプの運転停止毎に清掃処理を実行し、所定期間毎に診断処理を実行する構成としたが、診断処理も毎回実行する構成としてもよい。また、診断処理は、清掃処理と同時に行う構成としたが、常圧清掃処理の終了後に、高圧空気による診断処理を実行する構成としてもよい。そして、前記実施形態では、清掃処理のみを実行する場合には常圧給気部33により大気を供給する構成としたが、圧力タンク37から高圧（圧搾）空気を供給して清掃する構成としてもよい。

【0039】

さらに、診断処理は、供給管内の供給側圧力とケーシング11の吐出側圧力との差圧に基づいて判定する構成に限られず、種々の変更が可能である。例えば、圧力計43によって検出した検出値に基づいて無注水軸受22A、22Bの異常を判定してもよい。具体的には、無注水軸受22A、22Bは、図10に示すように、隙間が設計値である場合にはa1、隙間が摺動体26A、26Bの交換を要する程度まで拡大している場合にはa2、摺動体26A、26Bが破損して隙間が大きく拡大している場合にはa3となる。この図から解るように、圧力低下時間t1～t3は、隙間の拡大に伴って短くなる。そのため、制御部45に、時間計測を開始する圧力値P1と時間計測を終了する圧力値P2を予め記憶しておく。また、交換が必要な状態a2、a3の圧力低下時間t2、t3を判定値として予め記憶しておく。そして、圧力計43によって所定時間毎に給気管30内の供給側圧力を検出し、その検出値に基づいて圧力値P1からP2に低下するのに要した時間tを検出し、その検出時間と判定値とを比較することにより、無注水軸受22A、22Bの異常を判定してもよい。

【0040】

また、給気管30に、ケーシング11内への空気の供給流量を検出する検出部として流量計を配設し、この流量計と差圧計44の検出値と予め設定した判定値とで無注水軸受22A、22Bの異常の有無を判定する構成としてもよい。

【0041】

さらに、前記実施形態では、先行待機型立軸ポンプ10の無注水軸受22A、22Bを例に説明したが、本発明は他の立軸ポンプ10や横軸ポンプが備える水中軸受にも適用でき、無注水軸受以外の水中軸受にも適用可能である。また、診断対象の軸受はセラミック軸受25A、25Bに限定されない。

【0042】

さらにまた、高圧空気供給系の構成は圧力タンク37やコンプレッサ39を用いた図1に限定されない。例えば、ポンプの回転駆動機構21が原動機としてディーゼルエンジンを備える場合、コンプレッサ39の代わりの空気供給源としてディーゼルエンジンが備えるエンジン起動用タンク内部の圧搾空気を使用してもよい。

【符号の説明】

【0043】

- 1…吸水槽
- 2…据付床
- 10…立軸ポンプ
- 11…ケーシング
- 14…吸込ベル
- 15…吐出ベンド
- 17…吐出管
- 18…仕切弁
- 19…主軸
- 20…インペラ
- 21…回転駆動機構
- 22A、22B…無注水軸受
- 27A、27B…空気室

10

20

30

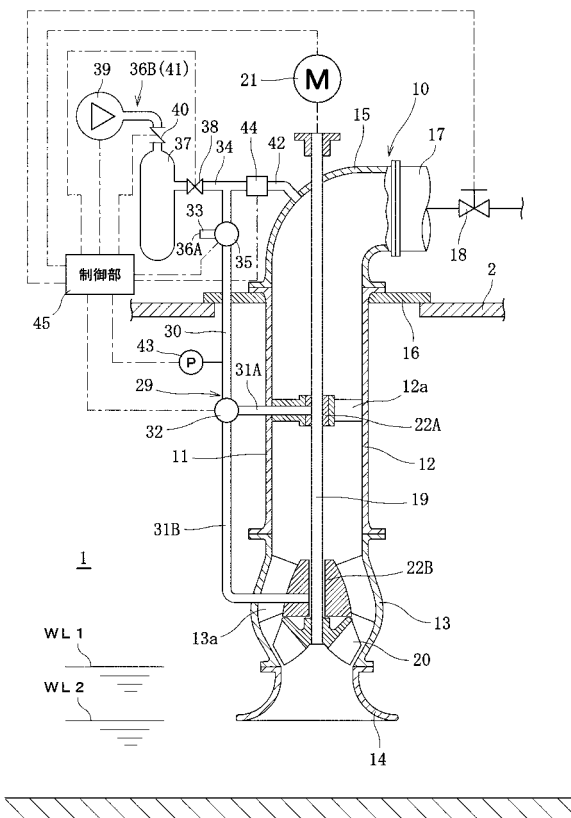
40

50

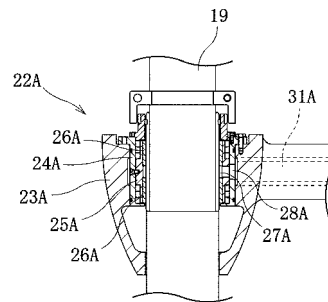
- 29…清掃装置
- 30…給気管
- 31A, 31B…分岐管部
- 32…第1切換弁
- 33…常圧給気部
- 34…高圧給気部
- 35…第2切換弁
- 36A, 36B…空気供給部
- 37…圧力タンク
- 41…診断装置
- 42…検出用分岐管
- 43…圧力計（検出部）
- 44…差圧計（検出部）
- 45…制御部

10

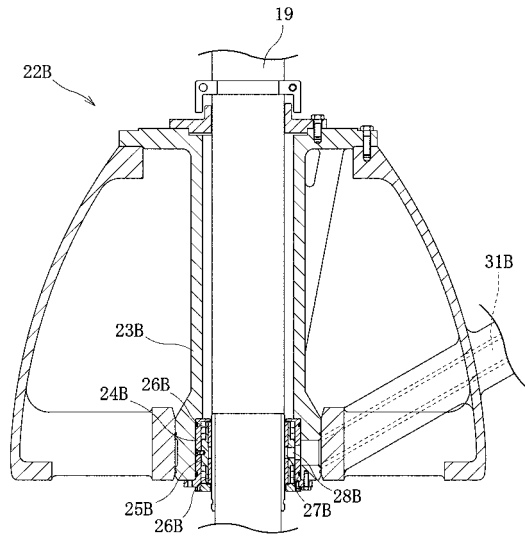
【図1】



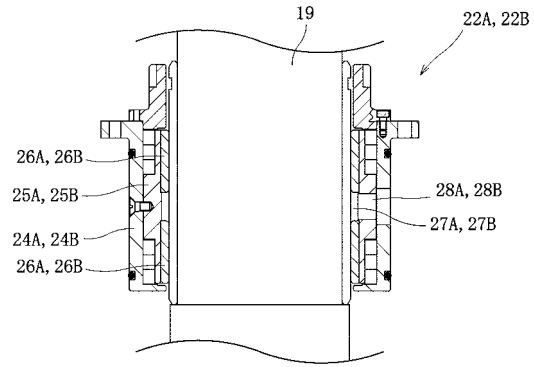
【図2】



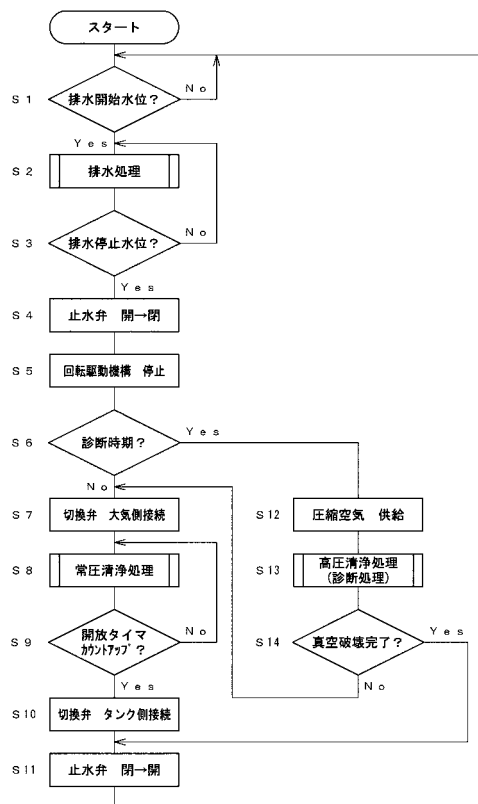
【図 3】



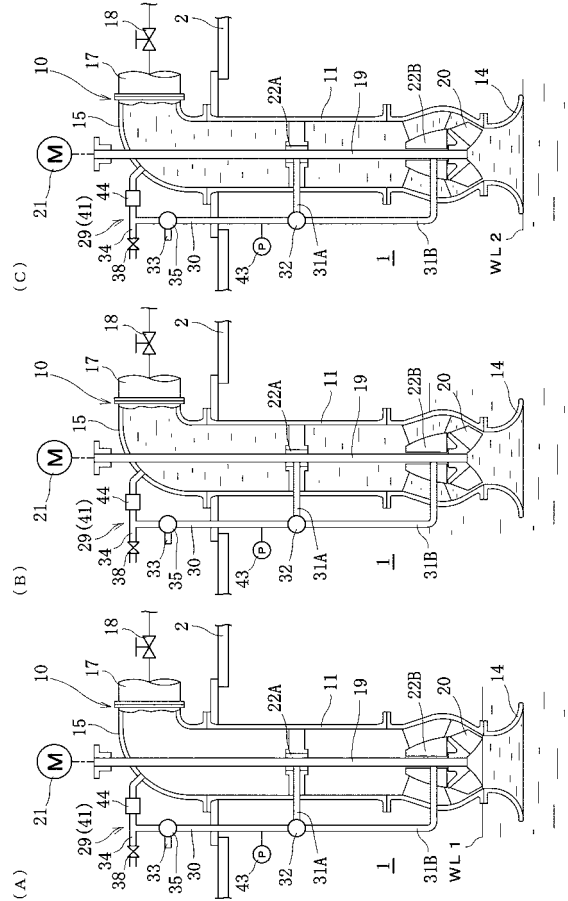
【図 4】



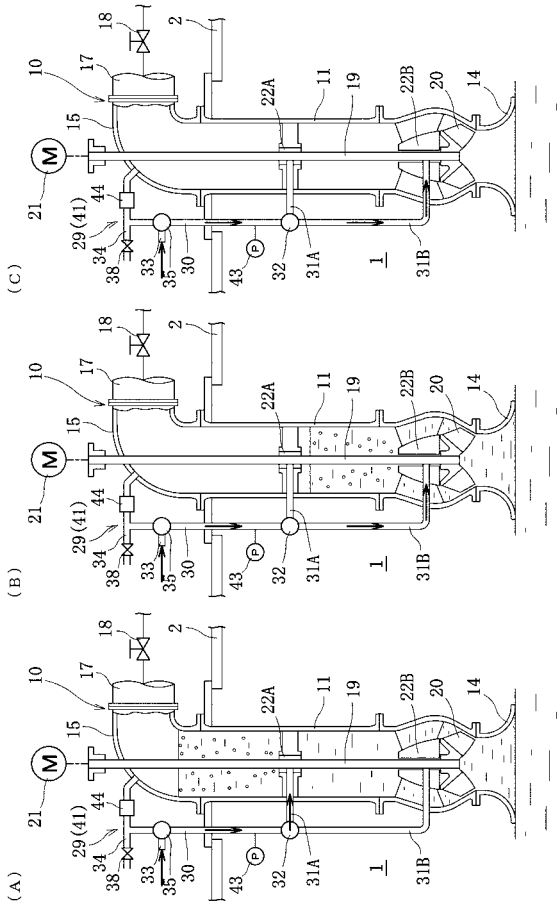
【図 5】



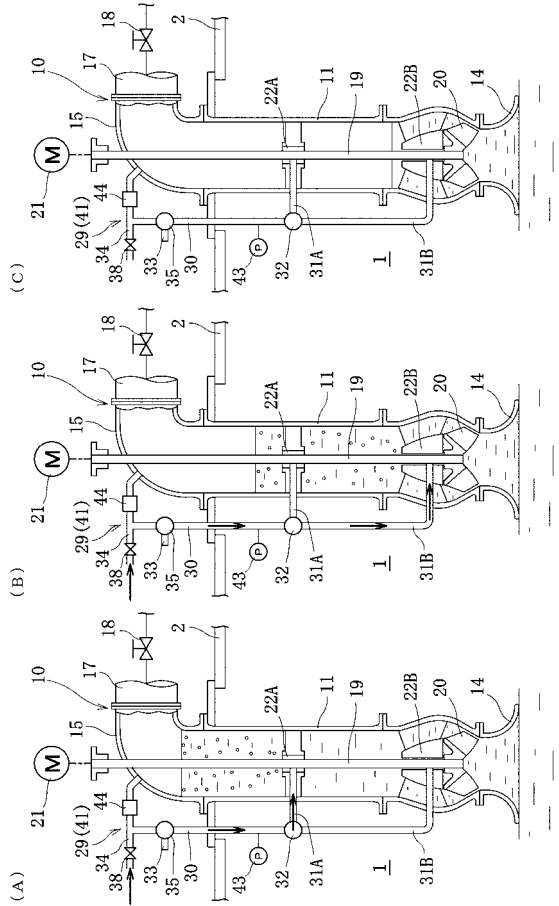
【図 6】



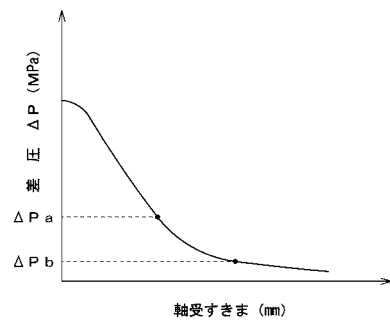
【図 7】



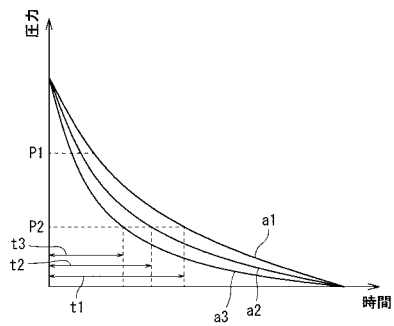
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-74530 (JP, A)
特開2004-218578 (JP, A)
特開2010-285885 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F04D 29/046
F04D 13/00
F04D 29/04
F04D 29/70