

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4690134号
(P4690134)

(45) 発行日 平成23年6月1日(2011.6.1)

(24) 登録日 平成23年2月25日(2011.2.25)

(51) Int.Cl.

F I

F O 4 D 13/00 (2006.01)

F O 4 D 13/00

L

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-208884 (P2005-208884)	(73) 特許権者	000000239
(22) 出願日	平成17年7月19日(2005.7.19)		株式会社荏原製作所
(65) 公開番号	特開2007-23938 (P2007-23938A)		東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
(43) 公開日	平成19年2月1日(2007.2.1)	(74) 代理人	100097320
審査請求日	平成20年1月10日(2008.1.10)		弁理士 宮川 貞二
		(74) 代理人	100123892
			弁理士 内藤 忠雄
		(74) 代理人	100096611
			弁理士 宮川 清
		(74) 代理人	100098040
			弁理士 松村 博之
		(74) 代理人	100100398
			弁理士 柴田 茂夫
		(74) 代理人	100131820
			弁理士 金井 俊幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 立軸ポンプおよびポンプ機場

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

縦方向に配置される回転軸により回転し、水槽内の水を吸い込む羽根車と；

前記回転軸の延長線上に中心軸線が位置するように前記羽根車の上流側に配置され、前記羽根車に向けて前記水を流す流路を形成する吸込管と；

前記吸込管の外側に配置され、前記吸込管に流入する水が流れる流路を形成する外ケーシングと；

前記吸込管の内側に配置される内筒であって、前記吸込管の流路を、該内筒の内側と、該内筒の外側とに区分する内筒と；

前記吸込管と前記内筒との間に配設されて前記内筒を前記吸込管に固着する平板状のリップであって、前記羽根車の回転方向につれて回る旋回成分を持つ逆流が生じたときの前記逆流の流れる向きに沿って斜めに配置されたリップとを備える；

立軸ポンプ。

【請求項 2】

前記内筒の内側に開口し、空気を導入する空気管を備える；

請求項 1 に記載の立軸ポンプ。

【請求項 3】

前記空気管に、開閉弁が配設された；

請求項 2 に記載の立軸ポンプ。

【請求項 4】

10

20

前記開閉弁を開閉する開閉手段と；
前記水槽内の水位を計測し、水位信号を送信する水位計と；
前記水位信号を受信し、前記水位が低下して所定の水位となったときに前記開閉弁を開くための信号を前記開閉手段に送信する制御装置とを備える；
請求項 3 に記載の立軸ポンプ。

【請求項 5】

複数台の、請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の立軸ポンプと；
前記複数台の立軸ポンプを設置する水槽とを備え；
前記複数台の立軸ポンプは、羽根車が異なる高さに配置される、少なくとも 2 台の立軸ポンプを含む；

10

ポンプ機場。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、立軸ポンプおよびポンプ機場に関し、特に、先行待機運転に適する立軸ポンプおよびポンプ機場に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から図 1 1 に示すように、縦方向に配置された軸の先端に羽根車 1 1 2 を備え、羽根車 1 1 2 に水と共に空気を吸い込ませることにより、吸込水槽 1 1 1 の最低運転水位 LWL 以下でも運転を継続することを可能にした立軸ポンプ 1 1 3 があった。このポンプ 1 1 3 では、羽根車 1 1 2 より上流側の吸込管 1 1 4 に水位 LWL から $h = v^2 / 2g$ だけ低い位置 $LLWL$ に貫通した吸気用の孔 1 1 5 を設け、該孔 1 1 5 に羽根車 1 1 2 の取り付け位置より上で開口する他端 1 1 6 a を有する空気管 1 1 6 を取り付けられている。ここで、 v はその部分の水の流速であり、 g は重力加速度である。このことにより、最高水位 HWL より低い最低運転水位 LWL 以下では、該孔 1 1 5 を経て流入する空気により徐々に排水量を低下させることによって、水位の低下による急激な揚水停止を回避し、また、羽根車 1 1 2 の取り付け位置より下の水位からの水位上昇においても、水位が前記最低運転水位 LWL に至るまでは該孔 1 1 5 を経て流入する空気により排水量を低下させることによって、急激な揚水開始を回避している。このような立軸ポンプでは、水位が低下したときに吸込管 1 4 から吸込渦を巻き込むことによる振動を防止することができる。

20

30

【0003】

このようにして、例えば大都市の雨水排水用として、吸込水位に関係なく降雨情報等により予めポンプを始動しておき、低水位から水位が上昇するときは空運転から水量を徐々に増やしながらか全量運転へ、また高水位から水位が低下するときは全量運転から水量を徐々に減らしながらか空運転へと、スムーズに運転を移行できるようにしていた。このようなポンプは、ケーシング下端よりも低い水位 $LLLWL$ で始動される（例えば、特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】実公平 5 - 33752 号公報（第 1 図）

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、上記の立軸ポンプでは、水位が最低運転水位 LWL になって気水混合運転になると、羽根車の近傍には比重の大きく異なる水と空気が混合して流入することになるため負荷がアンバランスになり、立軸ポンプの振動が増加する傾向が見られる。特に水位が低下し、空気管が取り付けられた水位 $LLWL$ 付近になると高振動が発生することがあった。

【0005】

そこで、本発明は、水位が低下しても気水混合運転になりにくく、大きな振動の発生しない立軸ポンプおよび立軸ポンプシステム並びに立軸ポンプ機場を提供することを目的と

50

する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明に係る立軸ポンプは、例えば図1及び図7に示すように、縦方向に配置される回転軸21により回転し、水槽1内の水を吸い込む羽根車20と；回転軸21の延長線上に中心軸線が位置するように羽根車20の上流側に配置され、羽根車20に向けて水を流す流路90を形成する吸込管31と；吸込管31の外側に配置され、吸込管31に流入する水が流れる流路96を形成する外ケーシング60と；吸込管31の内側に配置される内筒50であって、吸込管31の流路90を、内筒50の内側92と、内筒50の外側94とに区分する内筒50と；吸込管31と内筒50との間に配設されて内筒50を吸込管31に固着する平板状のリブ52（例えば図7（b）参照）であって、羽根車20の回転方向につれて回る旋回成分を持つ逆流86（例えば図7（a）参照）が生じたときの逆流86の流れる向きに沿って斜めに配置されたリブ52とを備える。

10

【0007】

このように構成すると、水位が低下し、吸込管が水面から渦を形成しつつ空気を巻き込みながら水を吸い込もうとすると、水の流れは、外ケーシングにより形成された流路から吸込管に流れ込む成分と、外ケーシングの外側を回って吸込管に流れ込む成分とに分けられる。すると、2つの成分の流れが吸込管に流れ込む手前でぶつかり合い、渦が乱れ、渦が消滅しあるいは断続的になる。そのために、渦による振動が生じにくくなる。

20

さらに水位が低下し、吸込管に逆流が生じると、逆流は吸込管の内壁に沿って流れるので、吸込管と内筒との間の流路を流れて吸込管の外側に流れ出す。そこで、吸込管が水を吸い込むことにより生ずる渦を乱し、渦を消滅させ、あるいは断続的にする。そのために、渦による振動が生じにくくなる。

【0008】

また、請求項2に記載の立軸ポンプでは、例えば図1及び図7に示すように、請求項1に記載の立軸ポンプ10において、内筒50の内側に開口し（45）、空気を導入する空気管40を備えてもよい。

【0009】

このように構成すると、さらに水位が低下することにより、空気管を通じて吸込管内の内筒内に空気が導入され、立軸ポンプに空運転をさせることができる。そのため、空気の巻き込みによる振動を生ずることなく、運転モードを空運転に切り換えることができる。

30

【0010】

また、請求項3に記載の立軸ポンプでは、例えば図1に示すように、請求項2に記載の立軸ポンプ10において、空気管40に、開閉弁41が配設されてもよい。

【0011】

このように構成すると、立軸ポンプでの水槽内の水の排出を止めるときには、開閉弁を開くことにより、空気管を通じて吸込管内に空気を導入し、立軸ポンプに空運転をさせることができる。そのため、空気の巻き込みによる振動を生ずることなく、運転モードを空運転に切り換えることができる。

40

【0012】

また、請求項4に記載の立軸ポンプでは、例えば図1に示すように、請求項3に記載の立軸ポンプ10において、開閉弁41を開閉する開閉手段42と；水槽1内の水位Lを計測し、水位信号i1を送信する水位計71と；水位信号i1を受信し、水位Lが低下して所定の水位LLWLとなったときに開閉弁41を開くための信号i2を開閉手段42に送信する制御装置70とを備えてもよい。

【0013】

このように構成すると、水位が所定の水位より低下し、もはや立軸ポンプで水槽内の水を排出する必要がなくなったときに、制御装置により自動的に開閉弁を開き、空気管を通じて吸込管内に空気を導入し、立軸ポンプに空運転をさせることができる。したがって、

50

信頼性の高い運転モードの制御が可能となる。

【 0 0 1 4 】

前記目的を達成するため、例えば図 1 0 に示すように、請求項 5 に記載の発明に係るポンプ機 1 0 1 は、複数台の、請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項にに記載の立軸ポンプ 1 0 a、1 0 b、1 0 c と；複数台の立軸ポンプ 1 0 a、1 0 b、1 0 c を設置する水槽 1 とを備え；複数台の立軸ポンプ 1 0 a、1 0 b、1 0 c は、羽根車 2 0 a、2 0 b、2 0 c が異なる高さに配置される、少なくとも 2 台の立軸ポンプ 1 0 a、1 0 b、1 0 c を含む。

【 0 0 1 5 】

このように構成すると、水を吐出し始め、また、し終える水位が異なる立軸ポンプが水槽に備えられるので、過大な排水を行うことが防止でき、また、電源装置に対する負荷も軽減できる。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、立軸ポンプが、羽根車に向けて水を流す流路を形成する吸込管と、吸込管の外側に配置され、吸込管に流入する水が流れる流路を形成する外ケーシングと、吸込管の内側に配置される内筒であって、吸込管の流路を、内筒の内側と、内筒の外側とに区分する内筒とを備えるので、水位が低下しても渦による振動が生じにくい立軸ポンプを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 7 】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。なお、各図において、互いに同一または相当する装置等には同一符号を付し、重複した説明は省略する。

【 0 0 1 8 】

先ず、図 1 を参照して、本発明の第 1 の実施の形態である立軸ポンプを説明する。図 1 は、立軸ポンプ 1 0 の主要部の断面と、立軸ポンプ 1 0 の一部である空気管 4 0 および関連する装置の構成を示す断面構成図である。本立軸ポンプ 1 0 は、先行待機運転用のポンプである。先行待機運転、特に全速先行待機運転とは雨水が吸込水槽に流入する前にあらかじめポンプを始動し、水位 L (Level) の上昇にしたがって排水を始め、水位が低下してもポンプを停止させずに全速で運転することである。立軸ポンプ 1 0 は、雨水などを一次貯留する吸込水槽である水槽 1 に配設され、水槽 1 内に貯留された水を排出する。

【 0 0 1 9 】

図 1 を参照して立軸ポンプ 1 0 の構造を説明する。立軸ポンプ 1 0 は、鉛直方向に上から配列された揚水管ケーシング (ケーシング本体) 3 3、ライナケーシング 3 2、吸込管 (吸込ベル) 3 1 を備える。それぞれは水平方向のフランジ 3 7、3 6 で締結されている。これらが広い意味のケーシングを構成している。

【 0 0 2 0 】

該ケーシングの中心に縦方向 (鉛直方向) に回転軸 2 1 が配設され、回転軸 2 1 の下方先端にオープン型の羽根車 2 0 が取り付けられている。羽根車はクローズ型であってもよい。羽根車 2 0 の外周 (オープン羽根の先端) と僅かな隙間をもってライナケーシング 3 2 が羽根車 2 0 を収納している。立軸ポンプ 1 0 は斜流ポンプである。斜流ポンプは吐出ヘッドが比較的大きい場合に用いられる。また羽根車 2 0 の吐出側、ケーシング本体 3 3 の内側にはガイドベーン 3 5 が配設されている。

先行待機運転用のポンプとしては、不図示の軸流ポンプが用いられることもある。軸流ポンプは、吐出ヘッドに対して流量が比較的大きい場合に適する。

【 0 0 2 1 】

ケーシング本体 3 3 は、回転軸 2 1 と平行に垂直方向の管胴部分と、上方で水平方向に曲がった曲管部とそれに連なる水平管部分とを含んで構成され、曲管部分を、回転軸 2 1 が貫通している。該貫通部には軸受 2 2 c と不図示のシールが配設されている。回転軸は、羽根車 2 0 近傍に配設された軸受 2 2 a と前記軸受 2 2 c、さらに両軸受の中間に配設

10

20

30

40

50

された軸受 2 2 b で 3 点支持されている。また、不図示のスラスト軸受が回転軸 2 1 にかかる鉛直方向の荷重（即ち羽根車 2 0、回転軸 2 1 を含む回転体の重量と羽根車 2 0 にかかる流体力）を支持している。

【 0 0 2 2 】

ケーシング本体 3 3 には、据え付け用のフランジ 3 9 が取り付けられており、フランジ 3 9 で据え付け台であるコンクリート製の床 2 に据え付けられている。ケーシング本体 3 3 の前記水平管部分にはフランジ 3 8 が取り付けられており、フランジ 3 8 により、吐出配管 3 4 と接続されている。吐出配管 3 4 は雨水を河川や海等に導いて排出するための配管である。

【 0 0 2 3 】

吸込管 3 1 は、羽根車 2 0 の先端よりも下方に位置し、羽根車に水を流す流路 9 0 を形成する。吸込管 3 1 は、内筒 5 0 および外ケーシング 6 0 と組み合わせられて、三重管構造を有する。すなわち、吸込管 3 1 の内側には、吸込管の内壁と間隙を持って配置される内筒 5 0 が、吸込管 3 1 の外側には吸込管 3 1 の外壁と間隙を持って配置される外ケーシング 6 0 が配置される。

【 0 0 2 4 】

吸込管 3 1 は、下端、すなわち水の流れの上流で、ベル形に拡径した開口端を有し、開口端から水槽 1 内の水を吸い込み、羽根車に向けて送り込む。その形状から、吸込ベルと呼ばれることもある。開口端が拡径することにより、水槽 1 内の水を吸い込むときの吸込管 3 1 の開口端での流速が下がり、振動が起こりにくくなるが、必ずしも拡径せず、例えば径が均一な円筒形であってもよい。

【 0 0 2 5 】

内筒 5 0 は、吸込管 3 1 の内側に配置され、内側に第 1 の流路 9 2 を形成し、外側には、吸込管 3 1 との間にほぼ均一な間隙を持った空間、すなわち第 2 の流路 9 4 を形成する、略円筒形をした部材である。ここで、略円筒形とは、吸込管 3 1 の形状に合わせて下端が拡径している形状を含み、また、断面が多角形であっても、全方位から第 1 の流路 9 2、第 2 の流路 9 4 に水を吸い込む程度に、均一な中心軸（回転軸 2 1 の延長線）からの距離に内筒の壁が分布している形状を含む。内筒 5 0 は、吸込管 3 1 と内筒 5 0 との間に配設されたリブ 5 1 により、吸込管 3 1 に固着される。リブ 5 1 は、その面を内筒 5 0 の円周方向に垂直にした平板であり、吸込管 3 1 および内筒 5 0 が拡径する箇所より下流側で、吸込管 3 1 と内筒 5 0 とに接合する。吸込管 3 1 および内筒 5 0 が拡径する箇所で接合してもよいが、吸込管 3 1 および内筒 5 0 が拡径する箇所より下流側で接合すると、矩形、台形等、簡単な形状のリブ 5 1 で固着することができ、好適である。あるいは、上流側の拡径する部分にまでリブ 5 1 を設けると、接合強度が向上する。リブ 5 1 は、等間隔で複数枚、たとえば 4 枚ないし 8 枚配設される。

【 0 0 2 6 】

図 2 の部分断面図に示すように、内筒 5 0 はリブで吸込管 3 1 に固定されずに、水槽 1 の底から支持台 5 3、5 4 で支えてもよい。支持台 5 3、5 4 は、水槽の底に設置されたベース 5 4 で保持された数本の柱 5 3 あるいは板等で構成される。円筒形の板とする場合には、水が流れる流路を確保するために多数の孔が形成される。円筒 5 0 は、その下部を支持台 5 3、5 4 で支持される。円筒 5 0 を支持する方法は、上記に限られず、他の方法で支持してもよく、円筒 5 0 を吸込管 3 1 の所定の位置に配置し、また、円筒 5 0 に吸い込まれる水の流路を確保するいかなる方法で支持してもよい。

【 0 0 2 7 】

外ケーシング 6 0 は、吸込管 3 1 の外側の周囲を覆い、吸込管 3 1 との間にほぼ均一な間隙を持った空間、すなわち第 3 の流路 9 6 を形成する部材である。外ケーシング 6 0 の下端（あるいは、外縁）は、吸込管 3 1 の下端（外縁）とほぼ同じ直径あるいは、多少大きな直径とすることが好ましい。多少大きな直径とは、水面が低下し、吸込管 3 1 が水を吸い込むときに水面からの渦が形成されるとしたら、渦が通るような範囲をいう。外ケーシング 6 0 は、吸込管 3 1 と外ケーシング 6 0 との間に配設されたリブ 6 1 により、吸

10

20

30

40

50

込管に固着される。リップ 61 は、その面を吸込管 31 の円周方向に垂直にした平板である。リップ 61 は、等間隔で複数枚、たとえば 4 枚ないし 8 枚配設される。

【0028】

内筒 50 には、空気管 40 が接続し、内筒 50 の内面の高さ A3 の位置に開口部 45 を有している。空気管 40 は、吸込管 31 を貫通し、外ケーシング 60 の形状によっては外ケーシング 60 をも貫通し、鉛直上方に向きを変え、床 2 を貫通して、水槽 1 内から外部まで敷設され、大気中に開口部 46 を有している。すなわち、内筒 50 の内面の開口部 45 が大気中の開口部 46 と連通している。大気中の開口部 46 は、必ずしも床 2 の上方でなくてもよく、後述の立軸ポンプ 10 の水の吸い込みを止める水位 L L W L より上方であればよい。開口部 46 を、好ましくは L W L より上方とする。また、床 2 より下方の水槽 1 内の水面より上方に開口部 46 を配置すると、水が汚水であっても異臭が床 2 上に放出されることが無く好適である。空気管 40 には、開閉弁 41 が配設され、内筒 50 の内面の開口部 45 と大気中の開口部 46 との連通を遮断できる。開閉弁 41 は、仕切弁、ニードル弁等、空気の流れを封止できる弁であれば、その種類は何でもよい。開閉弁 41 は、水槽 1 の外部に配設される方が、操作やメンテナンスがし易いので好適である。図 1 では、立軸ポンプ 10 には、1 本の空気管 40 が備えられているように図示されているが、空気管 40 は 2 本以上でもよく、多くの本数を備えると、空気が均等に送り込まれるので好適である。

10

【0029】

ここで、立軸ポンプ 10 の高さ方向の構造と水位の関係を説明する。水位 H W L は、水槽 1 の最高水位である。水位 L がこれ以上に上昇することはない。その下方に最低水位 L W L がある。これは、ポンプ固有の値であり、水位がこれ以下になると何らかの問題が起こりポンプの運転が継続できなくなる水位である。典型的には、それ以下では吸込管 31 の下端から渦状に空気を吸い込み始める水位である。本実施の形態では、吸込管 31 を内筒 50 および外ケーシング 60 と組み合わせて三重管構造としているが、L W L は、内筒 50 および外ケーシング 60 を備えず、吸込管 31 だけを備えるとした場合に、水面から渦を形成し、空気を吸い込み始める水位である。しかし水位 L W L は渦状の空気吸込以外の条件で定まる場合もある。

20

【0030】

最低水位 L W L の下方には、羽根車 20 の吸込開始水位 S L W L がある。この水位は、羽根車 20 の先端部分の水位に相当する。低い水位から水位が上昇して、羽根車 20 が水に接すると、気水攪拌が開始され間もなく水が吐出されるからである。すなわち、羽根車 20 は、最低水位 L W L よりも下方に設置されている。通常、吸込開始水位 S L W L より低い位置に、立軸ポンプ 10 の水の吸い込みを止める水位 L L W L がある。水位 L L W L より下方に、吸込管 31 の下端（開口部）の水位 A1 および内筒 50 の下端（開口部）の水位 A2 がある。

30

【0031】

続いて、図 1 を参照して、立軸ポンプ 10 の作用について説明する。まず水位が A2 よりも低い状態で立軸ポンプ 10 を始動する。例えば川の上流で大雨が降ったとの降雨情報が入った場合等、ある時間の後に水位が急に上昇することが予測される。そのような場合に、水位が A2 よりも下の状態で、先行待機運転用の立軸ポンプ 10 が始動される。先行待機運転の開始である。このとき、開閉弁 41 は閉じておく。

40

【0032】

雨水の流入により水槽内の水位 L が上昇し、吸込ベルの下端水位 A2 を越える。水位が水位 A1 を越えても、水位 L L W L を越えても、まだ水は吸い上げられない。羽根車 20 は空転している。水位 L がさらに上昇して、水位 S L W L まで到達したところで、羽根車 20 は水を吸い込み始める。水の吸い込みを始めたときには、水面と吸込管 31 の下端の距離が短く、水面から渦が形成されようとする。すなわち、吸込管 31 は、水面からの渦により、空気を巻き込みながら水を吸い込もうとする。

【0033】

50

しかし、図 3 の吸込管 31 周りの部分断面図に示すように、立軸ポンプ 10 には外ケーシング 60 が備えられているので、吸込管 31 に吸い込まれる水は、外ケーシング 60 の外側を流れる水 82 と、第 3 の流路 96 を流れる水 84 とに分かれ、そして、吸込管 31 の下端付近でぶつかり合うことになる。そのために、渦が形成されたとしても消滅し、あるいは、断続的な渦になる。よって、渦のための空気の巻き込みにより生ずる立軸ポンプ 10 の振動が抑えられる。

【 0034 】

さらに水位が、水位 L W L と水位 H W L の間の水位まで上昇して、ポンプ 10 は定常運転を継続する。その後、ポンプ 10 の排水により今度は水位 L が低下し、例えば水位 L W L を下回ると、水面と吸込管 31 の下端の距離が短くなるので、立軸ポンプ 10 の水の吸込により水面から渦が形成されようとする。しかし、前述の通りに、渦が形成されたとしても消滅し、あるいは、断続的な渦になる。よって、渦のための空気の巻き込みにより生ずる立軸ポンプ 10 の振動が抑えられる。

【 0035 】

図 4 (a) の吸込管 31 周りの部分断面図に示すように、リブ 63 を吸込管 31 に沿わせて上方に延伸してもよい。このようなリブ 63 を備えると、第 3 の流路 96 を流れる水 84 を整流する作用が増し、渦の発生を抑える効果が増大する。

【 0036 】

あるいは、図 4 (b) の吸込管 31 周りの部分断面図に示すように、外ケーシング 65 を吸込管 31 とほぼ均一な間隙を持つようにするのではなく、外ケーシング 65 を吸込管 31 の外側に配置される水平な円盤状に形成してもよい。外ケーシング 65 を備えることにより、外ケーシング 65 の内縁と吸込管 31 の外周の間に第 3 の流路 96 が形成され、吸込管 31 に吸い込まれる、主に上方からの水（すなわち、渦が発生したときの水）は、外ケーシング 65 の外側を流れる水 82 と、第 3 の流路 96 を流れる水 84 とに分かれ、吸込管 31 の下端付近でぶつかり合うことになる。そのために、渦が形成されたとしても消滅し、あるいは、断続的な渦になる。よって、渦のための空気の巻き込みにより生ずる立軸ポンプ 10 の振動が抑えられる。

【 0037 】

図 1 に戻り、立軸ポンプ 10 の作用の説明を続ける。さらに水位 L が低下すると、立軸ポンプ 10 内にて、逆流が生ずる。すなわち、羽根車 20 で、総ての水が吐出側に送られるのではなく、一部の水が上流側に流れ落ちてくる。

【 0038 】

図 5 に示すポンプの特性を表す Q - H 曲線を参照して、この逆流について説明する。図 5 は、全速先行待機運転ポンプの性能を、縦軸に全揚程 H (%) を、横軸に排出量 Q (%) をそれぞれとって示した線図である。図 5 で、曲線イは流量 - 揚程 (Q - H) 曲線、曲線ロは計画揚程 (直線ハ) 時の抵抗曲線、曲線ニは最高実揚程 (直線ホ) 時の抵抗曲線をそれぞれ表わしている。曲線ニの状態は、吐出圧力が高い場合である。

【 0039 】

雨水排水用の先行待機運転ポンプでは、排水すべき川や海への排水高さは一般にあまり変化しない。しかしながら、少なくとも水槽 1 内の水位は A 2 以下から H W L まで変化する。図 1 には、A 2 と H W L との高低差はあまり大きくない場合が示されているが、実際にはケーシング本体 33 はもっと長く作ることが可能であり、例えば 10 m を越えることもある。そのような先行待機運転ポンプでは、水位 L が低くなると抵抗曲線が曲線ニのようになる。即ち、上記のような先行待機運転ポンプでは、計画揚程と最高実揚程とには 10 m の揚程差が存在するので、必然的に点 B で示されるような流量が小さい運転状態が発生する。

【 0040 】

図中の点 A は、計画実揚程での運転点を示しており、このときは吸込管 31 中の水は、軸線方向に一様に羽根車 20 に向かって流れている。また図中の点 B は、最高実揚程での運転点を示しており、最高効率点に対して、かなり小水量側の運転点となる。この小水量の

10

20

30

40

50

運転においては、羽根車 20 に逆流が生じている。逆流は羽根車 20 の回転方向につれて回るような旋回成分を持つので、吸込管 31 の内側における外周、すなわち吸込管 31 の内壁付近に生じていることになる。水位 L の低い範囲で運転すると、このような逆流を生じることになり、揚程が大きくなると逆流が無視できない程度に大きくなっていく。

【0041】

図 6 の吸込管 31 周りの部分断面図に示すように、旋回成分を持つ逆流 86 は、吸込管 31 内を下方に逆流すると、第 2 の流路 94 に導かれる。そこで、逆流 86 は、第 2 の流路 94 を通る際に、リップ 51 に旋回方向の動きを阻止されることにより、旋回成分を持たない逆流 88 として、第 2 の流路 94 から吸込管 31 外へ流出する。リップ 51 を吸込管 31 および内筒 50 が拡張する箇所まで長くすることは、接合強度が増すことに加え、逆流 86 の旋回成分を抑える効果が増大する。第 2 の流路 94 から流出する逆流 88 が旋回成分を持たないので、内筒 50 が水を吸い込むときに、逆流 88 が内筒 50 の周囲の流れ場を乱し、渦が発生しにくくなる。

【0042】

また、図 7 に示すように、内筒 50 を支持するリップ 52 を内筒 50 の円周方向に垂直ではなく、逆流 89 の流れる向きに沿って斜めに配置してもよい。図 7 (a) は吸込管 31 周りの部分断面図で、(b) は、(a) に示す X 矢視のリップ 52 と内筒 50 との斜視図である。このように逆流 89 の流れに沿ってリップを配置することにより、逆流 89 の流速が低下されず、流速を保ったまま第 2 の流路 94 から外部に流れ出すので、内筒 50 の周囲の流れ場を乱す力が大きくなる。よって、渦の発生を抑えることができる。図 2 で示したように、リップを設置しない場合にも、同様の効果が得られる。

【0043】

また、内筒 50 が水を吸い込むのに、水面からの渦により空気を巻き込みながら水を吸い込もうとした場合においても、外ケーシング 60 の外側を流れる水 82 と、第 3 の流路 96 を流れる水 84 とは、第 2 の流路 94 から流出する逆流 88 とぶつかることになる。そこで、渦が形成されたとしても消滅し、あるいは、断続的な渦になる。よって、渦のための空気の巻き込みにより生ずる立軸ポンプ 10 の振動が抑えられる。

【0044】

図 8 の吸込管 31 周りの部分断面図に示すように、内筒 55 の下端は、吸込管 31 の下端と同じ高さとして形成されてもよく、あるいは、さらに短く吸込管 31 の下端より上方（下流側）に内筒 55 の下端が形成されてもよい。このように構成しても、逆流 88、89 による内筒 55 が水を吸い込もうとする流れ場の乱れを乱し渦の発生を抑えることに加え、第 2 の流路 94 から流出する逆流 88 が外ケーシング 60 の外側を流れる水 82 と、第 3 の流路 96 を流れる水 84 とぶつかることにより、渦を消滅させ、あるいは断続的にさせて、渦のための空気の巻き込みにより生ずる立軸ポンプ 10 の振動を抑える効果は得られる。

【0045】

図 1 に戻り、立軸ポンプ 10 の作用の説明を続ける。さらに水位 L が低くなり、水位 L L W L 付近になると水の吸い込みをとめる。そのためには、開閉弁 41 を開くことによって、空気管 40 を通じて空気を内筒 50 の内側に入れる。内筒 50 の内面の開口部 45 の位置における圧力は、 $(L - A3) - (v^2 / 2g)$; L = 水位、 $A3$ = 開口部 45 の高さ、 v = 流速、 g = 重力加速度であり、水位 L と開口部 45 の高さ $A3$ との差が小さくなれば、負圧になる。そこで、空気管 60 の内筒 50 内での開口部 45 の高さ $A3$ は、この水位 L L W L と同じか上方に設置するのが好ましい。開口部 45 位置での圧力が負圧になることにより、開閉弁 41 を開くことによって、開口部 45 から内筒 50 の内側に空気が流入される。なお、水の流れに旋回成分があると、旋回成分による遠心力のため正圧が生じ、空気が流入されにくくなるが、図 6 で説明したように、旋回成分を持つ逆流 86 は第 2 の流路 94 に導かれるため、内筒 50 の内側の第 1 の流路 92 では、旋回成分はない。内筒 50 に空気が流入することにより、吸込管 31 の内側に空気が充満し、水の吸い込みがなくなり、羽根車 20 は空気中で運転される空運転状態となる。即ち、ポンプ 10 は全

10

20

30

40

50

く水を吸い込まないエアロック状態となる。

【 0 0 4 6 】

あるいは、開口部 4 5 が内筒 5 0 の内側ではなく、吸込管 3 1 の内側に形成されてもよい。そのときには、前述のように逆流の旋回成分による遠心力のため、開口部位置での圧力が負圧になりにくいので、開口部の設置高さ A 3 を高くすることが好ましい。なお、いずれの場合においても、開口部の設置位置 A 3 は、S L W L より下方（上流側）に設置される。

【 0 0 4 7 】

なお、図 9 に示すように、立軸ポンプ 1 2 においては空気管 4 0 が開閉弁を備えていなくてもよい。開口部 4 5 が負圧になることにより空気が流入されるので、羽根車 2 0 は空気中で運転される空運転状態となる。即ち、ポンプ 1 0 は全く水を吸い込まないエアロック状態となる。この場合、空気管 4 0 の開口部 4 6 は、水位 L L W L より上方であればよいが、空気管 4 0 を通じて水をも吸い込むことになるので、特に水が汚水の場合にはゴミなどによる閉塞を避けるために H W L より上方とするのが好ましい。また、床 2 より下方の水槽 1 内に配置すれば、異臭が床 2 上に放出されることがなく好適である。

10

【 0 0 4 8 】

このようにして、羽根車 2 0 は空気中での空運転状態を続けることになる。降雨が続くときは、そのまま運転を続け、再び水位 L が上昇してきて、前記のように水位 S L W L に到達したところでポンプ 1 0 は水を吸い込み始める。このようにして、先行待機運転用ポンプ 1 0 は、水槽 1 の水位にかかわらず、空運転と全水量の運転との間で運転を継続することが

20

【 0 0 4 9 】

次に、同じく図 1 を参照して、立軸ポンプ 1 0 0 について説明する。立軸ポンプ 1 0 0 は、立軸ポンプ 1 0 に、開閉弁 4 1 を開閉する手段としてのアクチュエータ 4 2 と、水位 L を計測する水位計 7 1 と、水位 L に基づき、開閉弁の開閉を制御する制御装置 7 0 とを備えた立軸ポンプである。

【 0 0 5 0 】

水位計 7 1 は水位を計測し、計測した水位を示す水位信号 i 1 を送信する。図 1 の立軸ポンプ 1 0 0 では、ケーブル 7 2 を通じて水位信号 i 1 が送信されるが、水位信号 i 1 は、無線信号であってもよい。水位計 7 1 から送信された水位信号 i 1 は、制御装置 7 0 で受信される。

30

【 0 0 5 1 】

制御装置 7 0 では、水位信号 i 1 に基づき、開閉弁 4 1 の開閉を判断する。制御装置 7 0 は、他の機器の運転をも制御する制御装置としての大型コンピュータであっても、立軸ポンプ 1 0 の運転だけを制御するパーソナルコンピュータやマイコンであってもよい。制御装置 7 0 では、立軸ポンプ 1 0 が水を吐出している場合に、水位 L が水位 L L W L に低下してきたときのみ開き、他の場合は、閉じておくように、開閉弁 4 1 を制御する。そこで、制御装置 7 0 は、立軸ポンプ 1 0 の運転状態の情報を得ていることが好ましい。この運転状態の情報は、立軸ポンプ 1 0 の吐出量として得てもよいし、あるいは、開閉弁 4 1 の開閉と水位 L の履歴として得てもよく、他の情報から得てもよい。制御装置 7 0 で判断した開閉弁 4 1 の開閉は、開閉信号 i 2 としてアクチュエータ 4 2 に送信される。図 1 の立軸ポンプ 1 0 0 では、ケーブル 7 3 を通じて開閉信号 i 2 が送信されるが、開閉信号 i 2 は、無線信号であってもよい。制御装置 7 0 から送信された開閉信号 i 2 は、アクチュエータ 4 2 で受信される。

40

【 0 0 5 2 】

アクチュエータ 4 2 は、開閉信号 i 2 に従い、開閉弁 4 1 を開閉する。アクチュエータ 4 2 は、ソレノイドであっても、モータであっても、他の動力を用いてもよい。

【 0 0 5 3 】

図 1 では、制御装置 7 0 が水位計 7 1 あるいはアクチュエータ 4 2 と別に備えられているように示されているが、制御装置 7 0 は、水位計 7 1 の一部として備えられても、アク

50

チューエータ４２の一部として構成してもよい。このように構成すると、水位信号ｉ１あるいは開閉信号ｉ２の送受信が容易となる。

【００５４】

立軸ポンプ１００では、開閉弁４１の開閉による立軸ポンプ１０への空気の流入、すなわち、空運転への切換が、水位Ｌに基づき自動的に行われるので、運転モードの制御の信頼性を高め、かつ、オペレータの労力を軽減することができる。

【００５５】

次に、図１０の構成図を参照して、本発明の第２の実施の形態である、ポンプ機場１０１について説明する。ポンプ機場１０１は、３台の立軸ポンプ１０ａ、１０ｂ、１０ｃが一つの水槽１の共通の床２に据え付けられている。３台の立軸ポンプ１０ａ、１０ｂ、１０ｃの揚水管ケーシング３３ａ、３３ｂ、３３ｃおよび回転軸２１ａ、２１ｂ、２１ｃの長さが異なっており、羽根車２０ａ、２０ｂ、２０ｃが異なる高さに配置されている。したがって、図１を用いて説明したように、各立軸ポンプ１０ａ、１０ｂ、１０ｃに固有である、水位ＬＷＬ、ＳＬＷＬ、ＬＬＷＬ、Ａ１、Ａ２および空気管の内筒の内面の開口部の高さＡ３は、それぞれ異なる。他の構造については、各立軸ポンプ１０ａ、１０ｂ、１０ｃとともに同じ構造でよい。

【００５６】

このように、３台の立軸ポンプ１０ａ、１０ｂ、１０ｃを備えることにより、ポンプ機場１０１では、次のような運転を行う。増水時には羽根車２０ａの一番低い立軸ポンプ１０ａが先ず運転を開始する。立軸ポンプ１０ａで吐出を行っても増水が続くならば、羽根車２０ｂが次に低い立軸ポンプ１０ｂの運転を開始する。立軸ポンプ１０ａ、１０ｂで吐出を行っても増水が続くならば、羽根車２０ｃが高い立軸ポンプ１０ｃの運転を開始する。また、減水時には、水位Ｌが羽根車２０ｃが高い立軸ポンプ１０ｃの水位ＬＬＷＬ（図１参照）となったならば、立軸ポンプ１０ｃを空運転とし、さらに減水が続くのであれば、立軸ポンプ１０ｃの空運転を止めてもよい。さらに減水して、水位Ｌが羽根車２０ｂが次に高い立軸ポンプ１０ｂの水位ＬＬＷＬとなったならば、立軸ポンプ１０ｂを空運転とし、さらに減水が続くのであれば、立軸ポンプ１０ｂの空運転を止めてもよい。さらに減水して、水位Ｌが羽根車２０ａが低い立軸ポンプ１０ａの水位ＬＬＷＬとなったならば、立軸ポンプ１０ａを空運転とし、さらに減水が続くのであれば、立軸ポンプ１０ａの空運転を止めてもよい。

【００５７】

上記のように、ポンプ機場１０１では水位Ｌに応じて、３台の立軸ポンプ１０ａ、１０ｂ、１０ｃの運転を順次開始し、順次終了させることができるので、入水量よりも多い過大な水の吐出を行って水槽１内の水位を上下に変動させるような事態が防止され、また、電源設備に対する負荷も軽減できる。

【００５８】

ポンプ機場１０１では、３台の立軸ポンプ１０ａ、１０ｂ、１０ｃを備えるが、立軸ポンプの台数は３台に限られることはない。また、総ての立軸ポンプの羽根車の高さが異なる必要はなく、同じ高さに羽根車を有する立軸ポンプを複数台と高さの異なる羽根車を有する立軸ポンプとを備えていてもよい。揚水管ケーシングおよび回転軸の長さが異なるものとして説明したが、同じ長さの揚水管ケーシングおよび回転軸を有する立軸ポンプの設置する高さ（床の高さ）を変えることにより羽根車の高さを変えて、複数台の立軸ポンプを設置してもよい。また、図１０では、吸込管の下端の高さが異なるものとして示されているが、同じ高さとなるように構成してもよい。

【００５９】

先に説明した立軸ポンプ１００をポンプ機場に用いる場合には、複数台の立軸ポンプ１００にそれぞれ制御装置を備えてもよいが、図１０に示すように一つの制御装置７５が、水位計７１からの水位信号ｉ１を受信し、総ての立軸ポンプの開閉弁４１ａ、４１ｂ、４１ｃの開閉を制御するように構成してもよい。このように構成すれば、制御装置の台数を減らすことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 0 】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態としての立軸ポンプを説明する断面構成図である。

【図 2】内筒の変形例を説明する、立軸ポンプの吸込管周りの部分断面図である。

【図 3】外ケーシング周りの水の流れを説明する、立軸ポンプの吸込管周りの部分断面図である。

【図 4】外ケーシングの変形例を説明する、立軸ポンプの吸込管周りの部分断面図である。(a) はリブを延伸した変形例、(b) は外ケーシングを水平な円盤状に形成した変形例である。

【図 5】立軸ポンプの特性を説明する Q - H 曲線である。

10

【図 6】立軸ポンプからの逆流の流れを説明する、立軸ポンプの吸込管周りの部分断面図である。

【図 7】内筒を支持するリブ変形例を説明する図であり、(a) は立軸ポンプの吸込管周りの部分断面図、(b) はリブと内筒を示す (a) における X 矢視部分側面図である。

【図 8】内筒の変形例を説明する、立軸ポンプの吸込管周りの部分断面図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態としての立軸ポンプの変形例を説明する断面構成図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施の形態としてのポンプ機場の構成を説明するの構成図である。

【図 11】従来の立軸ポンプの構成を説明するの断面図である。

20

【符号の説明】

【 0 0 6 1 】

1 水槽

2 床

10、10a ~ 10c、12、100 立軸ポンプ

20、20a ~ 20e 羽根車

21、21a ~ 21e 回転軸

22a、22b、22c 軸受

31、31a、31d、31e 吸込管

32 ライナケーシング

30

33、33a、33b、33c 揚水管ケーシング (ケーシング本体)

34 吐出配管

35 ガイドベーン

36 ~ 39 フランジ

40、40a 空気管

41、41a ~ 41c 開閉弁

42、42a アクチュエータ (開閉手段)

45、46 開口部

50、55 内筒

51、52 リブ

40

60、65 外ケーシング

61、63、66 リブ

70、75 制御装置

71 水位計

82、84 水の流れ

86 旋回流による逆流

88、89 逆流

90 (吸込管により形成される) 流路

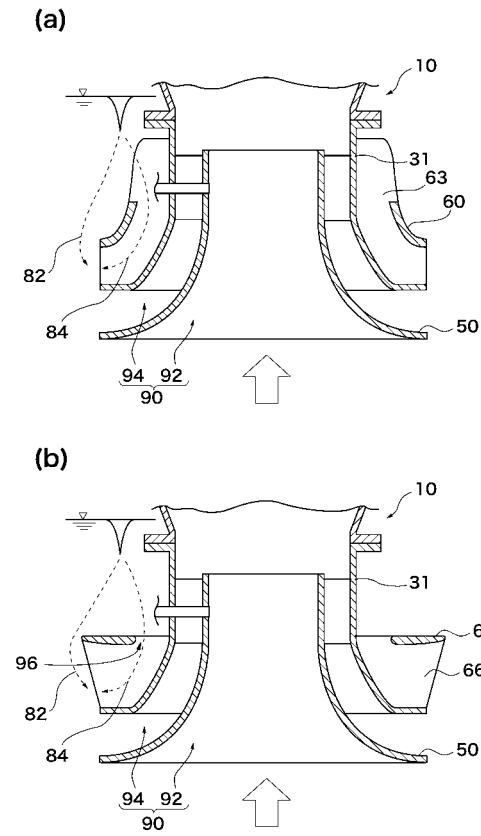
92 第 1 の流路

94 第 2 の流路

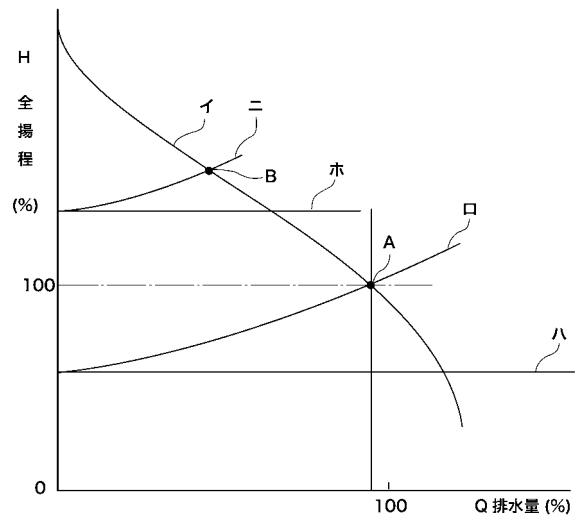
50

L 水位

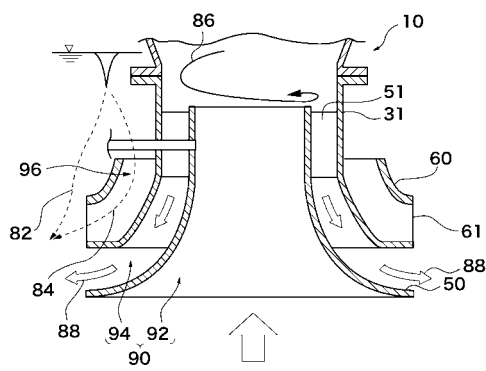
【図 4】



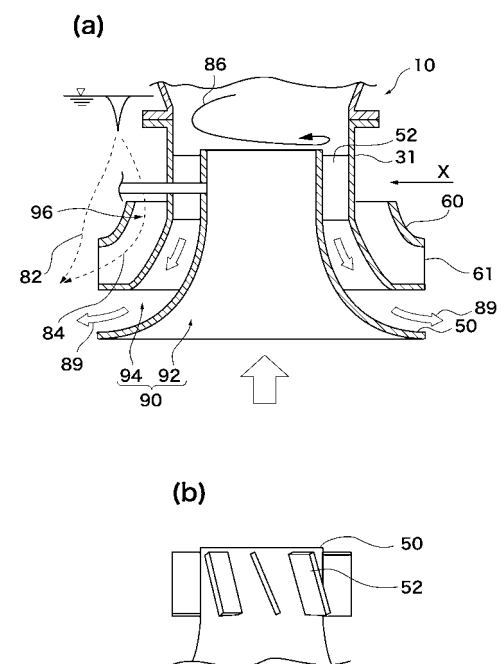
【図 5】



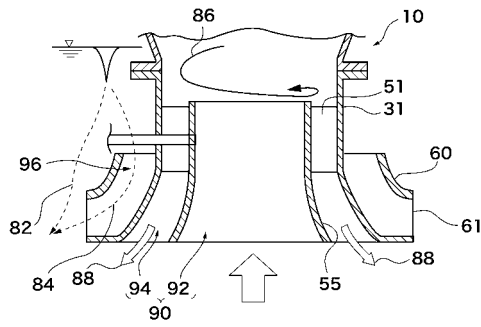
【図 6】



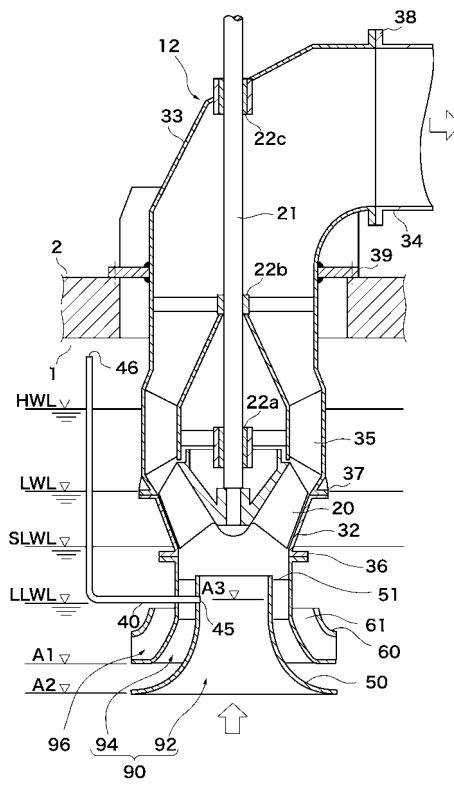
【図 7】



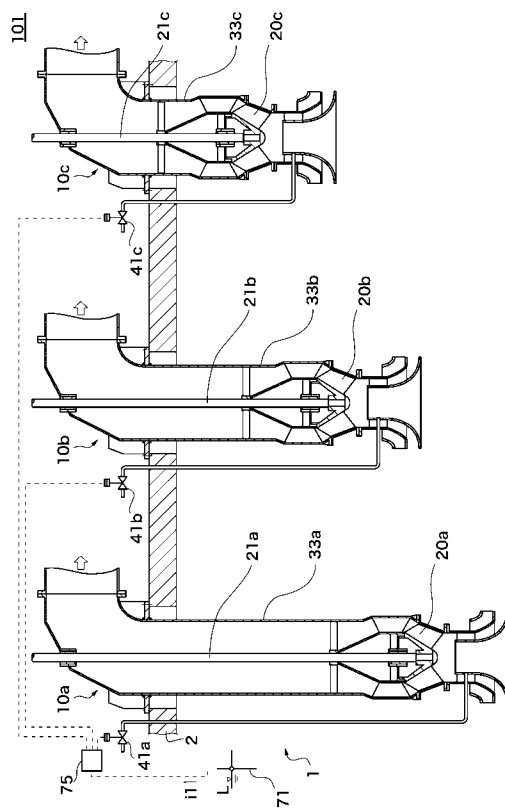
【図 8】



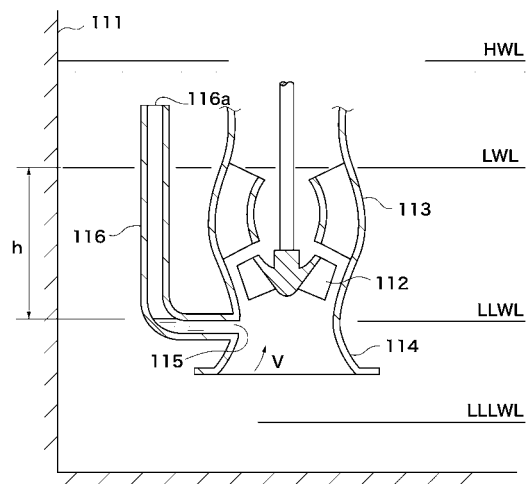
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(74)代理人 100134278

弁理士 吉村 裕子

(72)発明者 神野 秀基

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号

株式会社荏原製作所内

(72)発明者 内田 義弘

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号

株式会社荏原製作所内

審査官 大谷 謙仁

(56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 1 7 6 5 6 7 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 0 6 9 0 4 8 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 1 3 9 0 8 5 (J P , A)

特開平 0 7 - 1 4 5 7 9 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F 0 4 D 1 3 / 0 0