

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4456579号
(P4456579)

(45) 発行日 平成22年4月28日 (2010. 4. 28)

(24) 登録日 平成22年2月12日 (2010. 2. 12)

| (51) Int. Cl. | | F I | |
|---------------|---------------|------------------|---------------|
| FO4D | 29/04 | (2006.01) | FO4D 29/04 U |
| FO4D | 13/00 | (2006.01) | FO4D 13/00 A |
| FO4D | 29/046 | (2006.01) | FO4D 13/00 L |
| FO4D | 29/60 | (2006.01) | FO4D 29/046 B |
| | | | FO4D 29/60 D |

請求項の数 7 (全 15 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|-----------------|
| (21) 出願番号 | 特願2006-115627 (P2006-115627) | (73) 特許権者 | 000000239 |
| (22) 出願日 | 平成18年4月19日 (2006. 4. 19) | | 株式会社荏原製作所 |
| (65) 公開番号 | 特開2007-285253 (P2007-285253A) | | 東京都大田区羽田旭町11番1号 |
| (43) 公開日 | 平成19年11月1日 (2007. 11. 1) | (74) 代理人 | 100091498 |
| 審査請求日 | 平成20年10月30日 (2008. 10. 30) | | 弁理士 渡邊 勇 |
| 早期審査対象出願 | | (74) 代理人 | 100092406 |
| | | | 弁理士 堀田 信太郎 |
| | | (74) 代理人 | 100093942 |
| | | | 弁理士 小杉 良二 |
| | | (74) 代理人 | 100109896 |
| | | | 弁理士 森 友宏 |
| | | (74) 代理人 | 100118500 |
| | | | 弁理士 廣澤 哲也 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 立軸ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

羽根車と、
前記羽根車が収容されたガイドケーシングと、
前記ガイドケーシングを水槽内に吊り下げる吊下管と、
前記吊下管の上端に接続される吐出曲管と、
前記吐出曲管と前記ガイドケーシング内を通して鉛直方向に延び、前記羽根車が固定される回転軸と、
前記吐出曲管の上部に設けられた外軸受と、
前記羽根車の下方に設けられた水中軸受とを備え、
前記外軸受と前記水中軸受との間には前記回転軸を支持する中間軸受を配置せずに、前記回転軸を前記外軸受と前記水中軸受とで支持するように構成され、
前記ガイドケーシングは、前記羽根車の吐出側に配置された吐出ボウルを有し、該吐出ボウル内にはガイドベーンが配置されていることを特徴とする立軸ポンプ。

【請求項2】

前記回転軸は、前記水中軸受を貫通して延びていることを特徴とする請求項1に記載の立軸ポンプ。

【請求項3】

前記ガイドケーシングは、下方に開口する吸込ベルマウスを有し、
前記水中軸受は、前記吸込ベルマウスから吸い込まれた液体により潤滑されることを特

徴とする請求項 1 に記載の立軸ポンプ。

【請求項 4】

前記ガイドケーシングは、下方に開口する吸込ベルマウスを有し、

前記水中軸受は、前記吸込ベルマウスに固定された支持部材により支持されていることを特徴とする請求項 1 に記載の立軸ポンプ。

【請求項 5】

前記水中軸受によって支持される前記回転軸の部分は傾斜形状を有していることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の立軸ポンプ。

【請求項 6】

前記水中軸受の軸受材料は、樹脂であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の立軸ポンプ。

10

【請求項 7】

前記水中軸受は、前記羽根車を収容する吸込ベルマウスの外部に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の立軸ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、立軸ポンプに係り、特に河川水や排水などの液体を揚水する立軸ポンプに関するものである。

【背景技術】

20

【0002】

図 1 は、従来の立軸ポンプを示す模式図である。図 1 に示すように、一般に、立軸ポンプは、水槽上部のポンプ据付床 500 に設置され、吊下管 502 を介して羽根車 504 を収容するケーシング 506 が吊り下げられる。このような立軸ポンプは、羽根車 504 や水中軸受 508 が水中に浸漬された状態で運転され、使用時間の経過とともにこれらの部材に徐々に摩耗や腐食が起こる。このため、立軸ポンプの点検作業を定期的に行って軸受部（外軸受 510 や水中軸受 508）や羽根車 504 の摩耗状況、ケーシング 506 の腐食状況を確認し、必要に応じて補修または交換を行うことが必要となる。その中でも、水中軸受 508 の損傷や摩耗は、ポンプの異常振動の原因となり、最終的にポンプ故障（運転不能）にまで至る要因となる。このため、水中軸受 508 の点検は重要点検項目の 1 つとされる。

30

【0003】

立軸ポンプの点検・整備方法としては、1) ポンプを据え付けたまま行う方法と、2) ポンプを引き上げて行う方法とがある。1) の点検方法は、ポンプを引き上げずに済むため、費用が安く、かつ点検・整備にかかる期間も短くできる。しかしながら、例えば、立軸ポンプの水中軸受 508 は通常水中に没水しているため、上記 1) の方法では、水中軸受 508 の摩耗状態を適切に測定または検知することは難しく、また水中軸受 508 を交換することもできない。また、水槽内の水を排水してドライにした状態でも、水中軸受 508 は羽根車 504 の上部に位置しているため、やはり水中軸受 508 の点検や整備および交換はできない。すなわち、水槽内の水を抜き、軸受部を大気中に露出させても軸受の設置位置の問題により、満足な点検ができない。

40

【0004】

このため、地上部で測定できる外軸受 510 やポンプベース 514 などの振動を測定し、間接的に水中軸受 508 の状態を推測することになる。しかしながら、この方法では、振動源となる水中軸受 508 付近で測定を行うわけではないため、測定点までの種々の減衰効果により、水中軸受の摩耗等による異常振動を計測することが難しく、適切に損傷や摩耗状況を判断することができない。

【0005】

横軸ポンプの場合には、ポンプケーシングや羽根車等の回転体が機場の床面上にあり、分解やケーシングの外壁の任意の位置に振動ピックアップなどを取り付けることが容易で

50

あるが、立軸ポンプの場合には、羽根車 5 0 4 やガイドベーン 5 1 6、吊下管 5 0 2 は床下の水槽内にあり、測定位置が床上に限定されてしまう。すなわち、外軸受 5 1 0、ポンプベース 5 1 4、原動機 5 2 0 などにセンサを取り付けることになる。

【 0 0 0 6 】

立軸ポンプにおいては、水槽内に位置する羽根車 5 0 4 や水中軸受 5 0 8 の振動は、その振動源から離れるとともに応答が小さくなるため、羽根車 5 0 4 や水中軸受 5 0 8 から離れた位置で振動を測定したとしても、振動源である水中軸受 5 0 8 の摩耗や損傷の状態を確実に把握するのは難しい。すなわち、羽根車 5 0 4 や水中軸受 5 0 8 から離れた位置では、外軸受 5 1 0 やポンプベース 5 1 4 などの支点の影響により羽根車 5 0 4 や水中軸受 5 0 8 で発生した振動が減衰しやすい。また、より厳密には、軸封に用いるグランドパッキンの締め具合によっても上記減衰効果が変わる。

10

【 0 0 0 7 】

これに対して、上記 2) の方法によれば、水中軸受 5 0 8 の摩耗状態を適切に測定または検知することが可能であり、また水中軸受 5 0 8 の交換も可能である。このため、従来、立軸ポンプの水中軸受 5 0 8 の摩耗を確認するために、上記 2) の方法を行っていた。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、上記 2) の方法は、費用がかかり、点検・整備にかかる時間も長くなってしまふ。例えば、天井クレーンを用いて立軸ポンプを引き上げる場合には、点検員となる機械技術者、作業員およびクレーンオペレータなどが必要となり、引き上げのために相当の作業費用を要する。また、重量物であるポンプの引き上げ、再組立作業は危険作業といえる。

20

【 0 0 0 9 】

また、引き上げおよび点検作業は、引き上げ後に、点検整備を行い、その後、再設置、芯出し、試運転という工程を経なければならず、かなりの日数を要する。さらに、機場によっては、点検・整備時でも、常に必要量の排水をできる状態にしておく必要があるが、点検期間中は、点検を行っているポンプを運転することができないため、仮設ポンプを設置するなどして、排水能力を確保する必要がある。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、ポンプを引き上げることなくポンプを据え付けた状態で水中軸受など消耗部材の摩耗状態を適切に測定または検知でき、該消耗部材の適切な交換時期を把握し、交換することができる立軸ポンプを提供することを目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

本発明の第 1 の参考例によれば、ポンプを引き上げることなくポンプを据え付けた状態で水中軸受の摩耗状態を適切に推定または検知でき、該水中軸受の適切な交換時期を把握することができる立軸ポンプが提供される。この立軸ポンプは、回転軸と、上記回転軸に固定された羽根車と、上記羽根車の近傍で上記回転軸を回転自在に支持する水中軸受と、上記羽根車と上記水中軸受とを収容するガイドケーシングとを備えている。また、立軸ポンプは、上記水中軸受の振動を測定する振動計と、上記振動計を上記ガイドケーシングの近傍まで案内する案内装置とを備えている。上記立軸ポンプは、上記振動計により測定された測定値から上記羽根車および上記水中軸受の交換時期を推定するモニタを備えていてもよい。上記振動計または上記案内装置は、常時設置ではなく、点検時のみ持ち込み設置してもよい。

40

【 0 0 1 2 】

本発明の第 2 の参考例によれば、ポンプを引き上げることなくポンプを据え付けた状態で羽根車の摩耗状態を適切に推定または検知でき、該羽根車の適切な交換時期を把握することができる立軸ポンプが提供される。この立軸ポンプは、回転軸と、上記回転軸に固定

50

された羽根車と、羽根車部の振動を測定する振動計と、上記振動計を上記羽根車の近傍まで案内する案内装置とを備えている。上記振動計または上記案内装置は、常時設置ではなく、点検時のみ持ち込み設置してもよい。

【0013】

上記立軸ポンプは、上記振動計により測定された測定値から上記羽根車および上記水中軸受の交換または引き上げが必要な点検時期を推定するように構成されている論理回路（モニタ）を備えていてもよい。さらに、上記立軸ポンプは、上記水中軸受の摩耗を直接検知した結果と上記振動計により測定された測定値とから上記水中軸受の交換時期を推定および判断するように上記モニタを構成してもよい。また、上記立軸ポンプは、上記水中軸受の摩耗を直接検知した結果により該水中軸受の交換が必要であることを発報する設備を備えていてもよい。さらに、待機運転中に空気を吸入する空気吸入管を上記振動計を上記羽根車の近傍まで案内する案内装置としてもよい。

10

【0014】

本発明の第3の参考例によれば、ポンプを引き上げることなくポンプを据え付けた状態で中間軸受の摩耗状態を適切に推定または検知でき、該中間軸受の適切な交換時期を把握することができる立軸ポンプが提供される。この立軸ポンプは、回転軸と、上記回転軸に固定された羽根車と、上記回転軸の中間部で該回転軸を回転自在に支持する中間軸受と、上記中間軸受を支持する支持部材とを備えている。また、立軸ポンプは、上記中間軸受の振動を測定する振動計と、上記振動計を上記支持部材の近傍まで案内する案内装置とを備えている。上記立軸ポンプは、上記振動計により測定された測定値から上記中間軸受の交換または引き上げが必要な点検時期を推定するように構成されている論理回路（モニタ）を備えていてもよい。さらに、上記立軸ポンプは、上記中間軸受の摩耗を直接検知した結果と上記振動計により測定された測定値とから上記中間軸受の交換時期を推定および判断するように上記モニタを構成してもよい。また、上記立軸ポンプは、上記中間軸受の摩耗を直接検知した結果により該中間軸受の交換が必要であることを発報する設備を備えていてもよい。上記振動計または上記案内装置は、常時設置ではなく、点検時のみ持ち込み設置してもよい。

20

【0015】

上記案内装置として矩形の断面形状を有するものを用い、上記振動計は上記案内装置の断面形状に対応して矩形の断面形状を有するものを使用するか、または振動計を常にその設置位置および測定軸方向が一定になるように設置できるように、市販の振動計に治具を取り付け、測定部まで導いてもよい。また、上記案内装置は、格子状またはスリット状の仕切板と、上記仕切板の下部に形成されたドレン槽とを有していてもよい。

30

【0016】

本発明の第1の態様によれば、ポンプを引き上げることなくポンプを据え付けた状態で水中軸受の摩耗状態を適切に測定または確認でき、該水中軸受の適切な交換時期を把握し、交換することができる立軸ポンプが提供される。この立軸ポンプは、羽根車と、上記羽根車が収容されたガイドケーシングと、上記ガイドケーシングを水槽内に吊り下げる吊下管と、上記吊下管の上端に接続される吐出曲管と、上記吐出曲管と上記ガイドケーシング内を通過して鉛直方向に延び、上記羽根車が固定される回転軸と、上記吐出曲管の上部に設けられた外軸受と、上記羽根車の下方に設けられた水中軸受とを備え、上記外軸受と上記水中軸受との間には上記回転軸を支持する中間軸受を配置せずに、上記回転軸を上記外軸受と上記水中軸受とで支持するように構成され、上記ガイドケーシングは、上記羽根車の吐出側に配置された吐出ボウルを有し、該吐出ボウル内にはガイドベーンが配置されていることを特徴とする。

40

【0017】

上記構成では、上記回転軸の中間部には中間軸受が設けられていない。上記水中軸受によって支持される上記回転軸の部分は傾斜形状を有していてもよい。さらに、上記立軸ポンプは、所定の消耗部材の画像を取得する画像取得手段と、該画像取得手段を上記消耗部材の近傍まで案内する案内装置を備えていてもよく、また、上述した振動計用の案内装置

50

を流用して導いてもよい。また、上記立軸ポンプは、上記画像取得手段により取得された画像に基づいて腐食マップを作成するように構成されたモニタを備えていてもよい。

【0018】

上記羽根車の下部に設けられる吸込ベルマウスの外部に上記水中軸受を配置してもよい。また、上記吸込ベルマウスに取り付けられる水中渦防止コーンに上記水中軸受を取り付けてもよい。

【0019】

本発明の第4の参考例によれば、ポンプを引き上げることなくポンプを据え付けた状態でケーシングなどの部材の腐食や摩耗の状態を適切に検知でき、該部材の適切な補修時期を把握し、交換することができる立軸ポンプが提供される。この立軸ポンプは、回転軸と、上記回転軸に固定された羽根車と、表面が塗装された所定の消耗部材に埋め込まれた導通材と、上記導通材に接続された導通検知器とを備えている。

10

【発明の効果】

【0020】

本発明に係る立軸ポンプによれば、ポンプを引き上げることなくポンプを据え付けた状態で水中軸受など消耗部材の摩耗状態を適切に測定または検知でき、該消耗部材の適切な交換時期を把握し、交換することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明に係る立軸ポンプの実施形態および参考例について図2から図12を参照して詳細に説明する。なお、図2から図12において、同一または相当する構成要素には、同一の符号を付して重複した説明を省略する。

20

【0022】

図2は、本発明の一参考例における立軸ポンプ1を示す模式図である。図2に示すように、立軸ポンプ1は、吸込ベルマウス10および吐出ボウル12を有するガイドケーシング14と、ガイドケーシング14を水槽内に吊り下げる吊下管16と、吊下管16の上端に接続される吐出曲管18と、ガイドケーシング14内に収容された羽根車20と、羽根車20が固定された回転軸22とを備えている。

【0023】

吊下管16は、水槽上部のポンプ据付床24に形成された挿通孔26を通過して下方に延び、吊下管16の上端に設けられたポンプベース28を介してポンプ据付床24に固定されている。回転軸(立軸)22は、吐出曲管18、吊下管16、およびガイドケーシング14内を通過して鉛直方向に延びている。ガイドケーシング14および吊下管16によりポンプケーシング30が構成されている。なお、ポンプ据付床24より上にある床上部Fは点検が可能な領域であり、ポンプ据付床24より下にある水槽部Uは没水される領域である。

30

【0024】

図2に示すように、吸込ベルマウス10は下方に開口しており、吸込ベルマウス10の上端は吐出ボウル12の下端に固定されている。羽根車20は回転軸22の下端に固定されており、羽根車20と回転軸22とは一体的に回転するようになっている。この羽根車20は複数の羽根32を有し、羽根車20の上方(吐出側)には複数のガイドベーン34が配置されている。これらのガイドベーン34はガイドケーシング14の内周面に固定されている。

40

【0025】

また、回転軸22は水中軸受36、中間軸受38、および外軸受40により回転自在に支持されている。水中軸受36は吐出ボウル12の内部12aに収容されており、羽根車20の近傍で回転軸22を回転自在に支持している。また、中間軸受38は吊下管16内に収容され、回転軸22の中間部を支持している。外軸受40は吐出曲管18の上部に設けられ、回転軸22の上端部を支持している。水中軸受36を支持する支持部材42は保持体44の内面に固定されている。また、保持体44はガイドベーン34を介してガイド

50

ケーシング 14 に支持されている。また、中間軸受 38 を支持する支持部材 46 は、吊下管 16 の内周面に固定されている。水中軸受 36、中間軸受 38、および外軸受 40 は、回転軸 22 に滑り接触する、いわゆる滑り軸受である。

【0026】

図 2 に示すように、回転軸 22 は吐出曲管 18 から上方に突出している。回転軸 22 の上端は、原動機 48 の駆動軸 50 に連結されている。原動機 48 により回転軸 22 を介して羽根車 20 を回転させると、水槽内の水（取扱液）が吸込ベルマウス 10 から吸い込まれ、吐出ボウル 12、吊下管 16、吐出曲管 18 を通って図示しない吐出配管に移送される。なお、立軸ポンプ 1 の運転時は、羽根車 20 や水中軸受 36 を収容するガイドケーシング 14 は、水面 52 よりも下に位置している。

10

【0027】

ここで、吊下管 16 およびガイドケーシング 14 の側部には、水中軸受 36 の振動を検出する振動計 54 をガイドケーシング 14 の近傍まで案内する案内装置としての導管 56 が設置されている。すなわち、導管 56 は吊下管 16 の横に配置され、下端 56a は、水中軸受 36 を支持するガイドケーシング 14 の近傍に位置しており、上端 56b はポンプ据付床 24 の上方に位置している。振動計 54 は、この上端 56b から導管 56 内に挿入されケーブル 58 または吊り下げ用ワイヤなどにより下端 56a の近傍まで降下される。このケーブル 58 にはモニタ 60 が接続されている。このモニタ 60 は、振動計 54 により測定された計測値（水中軸受 36 の振動の振幅値、振動速度、振動加速度など）から水中軸受 36 の摩耗量や損傷を判断し、水中軸受 36 の交換時期を推定できるように構成されている。

20

【0028】

また、水中軸受 36 および / または中間軸受 38 の摩耗を直接検知した結果により水中軸受 36 および / または中間軸受 38 の交換が必要であることを発報する設備を設けてもよい。さらに、この計測値と水中軸受 36 および / または中間軸受 38 の摩耗を直接検知した結果とを組み合わせることで水中軸受 36 および / または中間軸受 38 の摩耗量や損傷を判断し、水中軸受 36 および / または中間軸受 38 の交換時期を推定するとともに、水中軸受 36 および / または中間軸受 38 の使用限界を警報するようにモニタ 60 を構成してもよい。水中軸受 36 および / または中間軸受 38 の摩耗を直接検知する方法としては、例えば、1) 水中軸受 36 および / または中間軸受 38 の本体に摩耗により切断される脆弱部（導通線やワイヤなど）を設け、この脆弱部の切断により摩耗の限界値（取り替え推奨値）を検知する、2) 水中軸受 36 および / または中間軸受 38 で最も摩耗量が多い部位（例えば両端）に該水中軸受 36 および / または中間軸受 38 の材質と同等以下の耐摩耗性を持つ部材（以下、ダミー部材という）を設け、実際に軸を支える軸受より早く摩耗させ本軸受が摩耗で使用不能となる前に検知する、3) 上記ダミー部材の摩耗を外部に設置した水槽の減水の有無や水量などから検知する、4) 上記ダミー部材に導線を埋め込み、この導線が摩耗により切断されることで検知する、5) 水中軸受 36 および / または中間軸受 38 に互いに接続されていない導線を埋め込んでおき、これらの導線が摩耗により水中に開放されることによる通電を検知して摩耗を判断する、などの方法がある。

30

【0029】

このような構成により、振動計 54 を振動源である水中軸受 36 の近傍に配置することができるので、水中軸受 36 の振動を直近で確実に検知することができる。これにより、水中軸受 36 が使用不能となる前に処置を施すことが可能となる。また、従来の立軸ポンプでは、水中軸受に問題がなくても、軸受の状態を確認するためにポンプを引き上げて点検する必要があったが、本参考例の立軸ポンプによれば、ポンプを引き上げずに水中軸受 36 の振動を検知することができるので、適切な引き上げ時期を判断することが可能となり、従来、定期的に行っていたポンプの引き上げを、必要な時だけ行えばよいことになり、この結果、ポンプの維持管理費が低減される。

40

【0030】

なお、上述した振動計 54 は、常にガイドケーシング 14 の近傍に設置していてもよい

50

し、あるいは、水中軸受 3 6 の測定時にのみガイドケーシング 1 4 の近傍に設置してもよい。また、導管 5 6 をポンプケーシング 3 0 から取り外しできるように構成し、水中軸受 3 6 の測定時にのみ導管 5 6 をポンプケーシング 3 0 に取り付けてもよい。この場合には、ポンプ据付床 2 4 上で振動計 5 4 を導管 5 6 内に設置することができるので、振動計 5 4 の取付作業が容易かつ確実になる。なお、導管 5 6 を設置せずに、水中用の振動センサ（図示せず）をガイドケーシング 1 4 に取り付けて水中軸受 3 6 の振動を測定してもよい。また、レーザ振動計を使用し、導管 5 6 内に反射板などを配置して、レーザの方向を変えて水中軸受 3 6 の振動を測定してもよい。

【 0 0 3 1 】

また、図 2 に示すように、吊下管 1 6 およびガイドケーシング 1 4 の側部には、羽根車 2 0 の振動を検出する振動計 6 2 を羽根車 2 0 の近傍まで案内する導管 6 4 が設置されている。すなわち、導管 6 4 は吊下管 1 6 の横に設置され、下端 6 4 a は、羽根車 2 0 の近傍（ライナ部近傍）に位置しており、上端 6 4 b はポンプ据付床 2 4 の上方に位置している。振動計 6 2 は、この上端 6 4 b から導管 6 4 内に挿入されケーブル 6 6 または吊り下げ用ワイヤなどにより下端 6 4 a の近傍まで降下される。このケーブル 6 6 にはモニタ 6 8 が接続されている。このモニタ 6 8 は、振動計 6 2 により測定された計測値（羽根車 2 0 の振動の振幅値、振動速度、振動加速度など）から羽根車 2 0 の摩耗量や損傷を判断できるように構成されている。また、水中軸受の摩耗や損傷による振動は羽根車にも起因することがあるため、羽根車の振動を検出することで水中軸受の交換時期を判断することもできる。

【 0 0 3 2 】

また、吊下管 1 6 の側部には、中間軸受 3 8 の振動を検出する振動計 7 0 を支持部材 4 6 の近傍まで案内する導管 7 2 が設けられている。すなわち、導管 7 2 は吊下管 1 6 の横に設置され、下端 7 2 a は、中間軸受 3 8 を支持する支持部材 4 6 の近傍に位置しており、上端（図示せず）はポンプ据付床 2 4 の上方に位置している。振動計 7 0 は、この上端から導管 7 2 内に挿入されケーブル 7 4 または吊り下げ用ワイヤなどにより下端 7 2 a の近傍まで降下される。このケーブル 7 4 にはモニタ（図示せず）が接続されている。このモニタは、振動計 7 0 により測定された計測値（中間軸受 3 8 の振動の振幅値、振動速度、振動加速度など）から中間軸受 3 8 の摩耗量や損傷を判断できるように構成されている。

【 0 0 3 3 】

なお、上述した各モニタにより得られた結果を記憶装置（図示せず）に格納・蓄積しておいてもよい。このようにすれば、立軸ポンプ 1 に関する過去のデータや傾向を現地で容易に確認することができる。また、記憶装置は持ち運びできるものとしてもよく、あるいは、当該ポンプに I C タグ等を利用して書き込めるようにしてもよい。

【 0 0 3 4 】

また、上述した導管 5 6 , 6 4 , 7 2 の内部に物を落としたりしないように、導管 5 6 , 6 4 , 7 2 の上端部などに蓋を取り付けたり、導管 5 6 , 6 4 , 7 2 の内部にビニル袋などを入れて落下物を取り出せる構造としてもよい。

【 0 0 3 5 】

ここで、上述した導管 5 6 , 6 4 , 7 2 としては、例えば図 3 (a) から図 3 (e) に示すような導管 8 0 a ~ 8 0 d を用いることができ、これらの導管 8 0 a ~ 8 0 d の内部にケーブル 8 1 やワイヤ（図示せず）により吊り下げられた振動計 8 2 を案内してもよい。なお、この導管はポンプに対して 1 本でも複数本でもよい。

【 0 0 3 6 】

図 3 (a) に示す導管 8 0 a は矩形状の断面を有しており、導管 8 0 a 内に収容される振動計 8 2 は導管 8 0 a の断面形状に対応して直方体形状となっている。このような構成とすることで、振動計 8 2 を一定の向きで導管 8 0 a 内に導入することができるので、振動計 8 2 を確実に目標位置（点）に案内することができ、振動計 8 2 は、一定の位置および一定の測定軸方向で常に測定を行うことが可能となる。なお、導管 8 0 a および振動計

10

20

30

40

50

82の断面形状を楕円としても同様の効果が得られる。また、図3(b)に示すように、矩形の導管80aを使用し、市販の振動計82に治具85を取り付けて測定部まで導いてもよい。

【0037】

また、図3(c)に示す例では、導管80bの底部に磁性体83を配置し、永久磁石や電磁石などにより振動計82を磁性体83に固定している。この導管80b自体は非磁性体である。このような構成により振動計82を一定の場所に位置決め固定することができる。また、図3(d)に示す例では、断面形状が楕円の導管80cにガイド溝84を形成し、振動計82にこのガイド溝84に係合する突起86を設けている。このような構成によっても振動計82を一定の場所に一定の向きで位置決め固定することができる。また、図3(e)に示す例では、導管80dの底部がテーパ形状88になっており、振動計82の底部がこのテーパ形状88に係合することにより位置決めされるようになっている。なお、振動計82の底部をねじ止めまたはインロー構造にしてもよい。なお、これら導管や磁性体等は、設置部の水質や周囲環境などにより、必要に応じ塗装やコーティング等の防錆を行なう。

【0038】

このように、振動計82を一定の場所に一定の向きで位置決め固定することにより、常に一定の測定点および一定の測定軸方向の振動を測定することができるので、測定結果の傾向管理が可能となり、現実的な維持管理計画(修繕計画)が可能になり、設備の信頼性を向上することが可能となる。

【0039】

また、図4(a)および図4(b)に示すように、導管80eの底部に格子状またはスリット状の仕切板90を設け、この仕切板90の下方にドレン槽92を形成してもよい。このようなドレン槽92を設けることにより、振動計82に悪影響を与える湿気、水分、ごみなどを仕切板90を通してドレン槽92に分離し、除去することができる。ドレン槽92に溜まったドレン水は、定期的にバキュームクリーナや圧縮空気を用いて排水することができる。なお、振動計82として水中用振動計を用いる場合や、使用前に導管80eの内部をバキュームクリーナや圧縮空気により洗浄する場合にはこのような構造を採用する必要はない。

【0040】

また、立軸ポンプ1が先行待機型ポンプである場合には、待機中に空気を吸入するための空気吸入管が羽根車20の近傍に接続されるが、上述した導管64としてこの空気吸入管を利用してもよい。この場合には、通常の揚水運転状態や気中での空転状態での測定が可能となり、気中運転で振動測定を行えば、ポンプの運転状態を常に同じ状態にして傾向管理を行うことができるので、振動計測および傾向管理の精度を上げることができる。なお、この場合において、空気吸入管の断面形状を図3(a)に示すような矩形としてもよい。通常の揚水運転で測定する場合は、吸水位および吐水位の変動によりポンプの運転点が異なるため、完全に同じ状態での計測とはならない。

【0041】

図5は、本発明の一実施形態における立軸ポンプ101を示す模式図である。上述した参考例においては、水中軸受36が吐出ボウル12に收容されていたが、本実施形態においては、羽根車20の上方の水中軸受36を省略し、羽根車20の下方に水中軸受136を配置している。この水中軸受136は、支持部材142によって吸込ベルマウス10に固定されている。上述した参考例においては水中軸受36が吐出ボウル12に收容されているため、立軸ポンプを据え付けた状態で水中軸受36を直接確認することは難しい。本実施形態においては、羽根車20の下方に水中軸受136を配置しているため、水槽部Uの内部をドライにし、立軸ポンプ101の下部に作業員Pが入れば、隙間ゲージなどを用いて水中軸受136の摩耗量や損傷具合を容易に判断することが可能となる。このように、立軸ポンプ101を引き上げることなく水中軸受136の点検を行うことができるので、立軸ポンプの引き上げに必要な費用を削減することができ、点検時の運転不能時間を大

10

20

30

40

50

幅に短縮することができる。したがって、ポンプ場の経済性および信頼性を向上することができる。また、水中軸受 136 の位置が従来の位置よりも低くなるため、水槽内の水位が低い場合でも、水中軸受 136 が没水するので、水潤滑を必要とするカットレス軸受などでは運転水位を下げるのが可能となる。

【0042】

また、吐出ボウル 12 の内部 12a では水が淀んでいるため、ポンプ吐出流により異物がボウル内に入り込み、滞留することによりボウル内の水中軸受に絡む可能性が高い状態になる。このため、図 2 に示す水中軸受 36 では、異物の流入を防ぐためにボウルブッシュを付ける必要があった。これに対して、本実施形態では、羽根車 20 の下方に水中軸受 136 を配置しているため、水中軸受 136 に異物が滞留するおそれがなく、信頼性を向上させることができる。

10

【0043】

また、羽根車 20 の下方に水中軸受 136 を配置することにより、回転軸 22 の支持構造が片持ち支持から両端支持になるので、メンテナンスの行いにくい水中軸受 136 に作用する力を小さくすることができる。これにより、水中軸受 136 の摩耗の度合いおよび取替頻度を低くすることができる。すなわち、図 6 (a) に示すような片持ち支持構造の場合、羽根車 20 に作用するラジアル力 F 、水中軸受 136 に作用するラジアル力 f_1 、外軸受 40 と羽根車 20 との間の距離 L 、羽根車 20 と水中軸受 136 との間の距離 H_1 とすると、モーメントの釣り合いから以下の式が成り立つ。

$$L \times F = f_1 \times (L - H_1) \quad \dots (1)$$

20

すなわち、

$$f_1 = L \times F / (L - H_1) \quad \dots (2)$$

【0044】

一方、図 6 (b) に示すような両端支持構造の場合、水中軸受 136 に作用するラジアル力 f_2 、羽根車 20 と水中軸受 136 との間の距離 H_2 とすると、モーメントの釣り合いから以下の式が成り立つ。

$$L \times F = f_2 \times (L + H_2) \quad \dots (3)$$

すなわち、

$$f_2 = L \times F / (L + H_2) \quad \dots (4)$$

【0045】

30

上記式 (2) および式 (4) から以下の式が導かれる。

$$f_2 / f_1 = (L - H_1) / (L + H_2) < 1 \quad \dots (5)$$

したがって、 $f_2 < f_1$ となり、両端支持構造により水中軸受 136 に作用する力が小さくなるのがわかる。

【0046】

また、水中軸受 136 の交換が必要となった場合でも、回転軸 22 のスラストは外軸受 40 で支持しているため、水中軸受 136 を容易に取り外し、新たな水中軸受 136 を容易に装着することができる。したがって、立軸ポンプ 101 の維持管理性および信頼性を向上できるとともに、不測の故障時においても迅速な対応が可能となる。河川排水などの予備機のないポンプ設備においては、ポンプ機能を早急に回復することが浸水被害の防除につながる重要な要素であるため、図 5 に示す両端支持構造は非常に有意義である。

40

【0047】

また、本実施形態においては、図 2 に示す立軸ポンプ 1 と異なり、中間軸受 38 が設けられていない。その代わりに、図 2 に示す立軸ポンプ 1 よりも回転軸 22 (中実) の径を大きくするか、または径の大きい中空の円筒軸を用いて剛性を増している。このように、本実施形態においては、中間軸受 38 がないため、立軸ポンプ 101 を据え付けた状態のまま消耗品の点検分解を完全に行うことができ、立軸ポンプの維持管理性がさらに向上する。また、摩耗品である中間軸受がないため、経済性が向上するとともに、故障発生箇所がなくなることによってポンプの信頼性が向上する。なお、中間軸受を設けない上記実施形態が最も好ましいが、ポンプの長さによっては中間軸受を設けてもよい。

50

【 0 0 4 8 】

図7は、回転軸22の下端部の部分拡大図である。図7に示すように、水中軸受136に支持される回転軸22の下端部は下方に行くほど細くなる傾斜形状になっている。このように回転軸22の下端部を傾斜形状とすることにより、水中軸受136が均等に摩耗したとき、水中軸受136を上方に押し込むことにより応急補修が可能となる。これにより、立軸ポンプ101を据え付けた状態のまま水中軸受136の応急補修が可能となるので、緊急時にも迅速な復旧が可能となってポンプの信頼性が向上する。なお、水中軸受136の軸受材136aとしては樹脂系の軸受を用いることができる。このような樹脂系の軸受では摩耗して減肉しやすい材質のものが、本構造とすることにより、信頼性を確保することができる。

10

【 0 0 4 9 】

また、図8に示すように、水中軸受136、羽根車20、および吸込ベルマウス10の摩耗や腐食を確認するためにこれらの部材の画像を取得するファイバースコープ200（CCDカメラ）と、このファイバースコープ200を水中軸受136の近傍に案内する案内装置としての導管202を設けてもよい。このファイバースコープ200はモニタ204に接続される。ファイバースコープ200は、導管202の上端202aから導管202内に挿入され水中軸受136の近傍まで案内される。このように、ファイバースコープやCCDカメラなどの画像取得手段により水中軸受136、羽根車20、および吸込ベルマウス10の映像を取得し、これらの部材の摩耗や腐食を確認できるので、水槽部Uの内部をドライにせず、床上から状態を把握できる。また、映像によって直接的に隙間の測定や確認が可能であるため（羽根車20の隙間なども確認することができる）、点検精度を向上することができる。なお、導管202として、上述した振動計用の導管を使用することも可能である。

20

【 0 0 5 0 】

ここで、上述したファイバースコープ200により立軸ポンプ101の特定の位置を計測することができるので、例えば、図9に示すように吸込ベルマウス10を複数の領域A～Dに分割し、各領域ごとに腐食状態を取得して腐食マップ205を作成するようにモニタ204を構成してもよい。この腐食マップ205は、吸込ベルマウス10の円筒形状の内面を展開して存在する腐食Rを平面に示したものである。このような腐食マップ205を作成することにより、消耗部品の経年変化を部位と合わせ確認することができる。

30

【 0 0 5 1 】

また、例えば、水中軸受136を支持する支持部材142の腐食状況を検知するために、図10に示すように、支持部材142付近に導通材206を埋め込み、その表面を塗装してもよい。支持部材142付近は、最も流速が早く、かつ塵芥などが当たりやすい場所である。このような構成により、腐食により塗装208が剥がれ落ちると、導通材206が水中に開放されて通電し、導通検知器210がこれを検知して摩耗を判断する。あるいは、塗装が剥がれた後、導通材が腐食、断線することにより、導通断を検知して摩耗を判断してもよい。

【 0 0 5 2 】

図11は、図5に示す立軸ポンプの変形例を示す模式図である。この例においては、水中軸受136が吸込ベルマウス10の下方外側に設けられている。このような構成により、吸込ベルマウス10内の吸込流路を広くすることができ、吸込性能が低下することを防止することができる。この場合において、図12に示すように、吸込ベルマウス10に取り付けられる水中渦防止コーン212に上記水中軸受136を取り付けてもよい。

40

【 0 0 5 3 】

これまで本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、その技術的思想の範囲内において種々異なる形態にて実施されてよいことは言うまでもない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 4 】

50

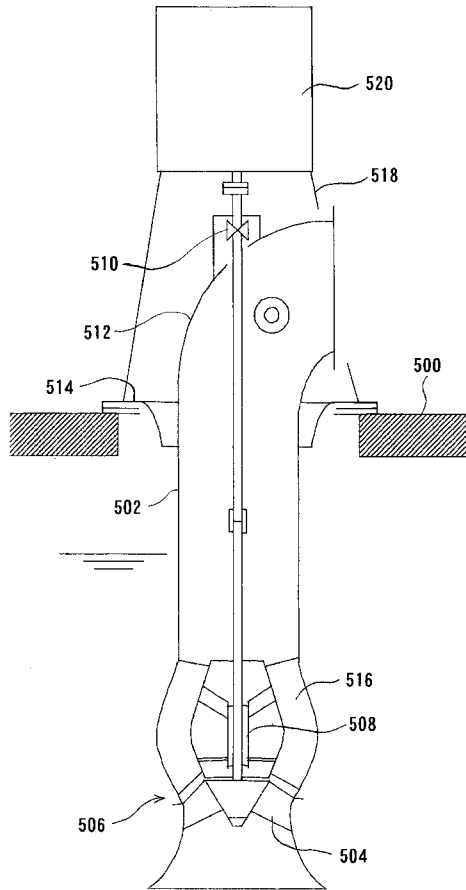
- 【図 1】従来の立軸ポンプを示す模式図である。
- 【図 2】本発明の一参考例における立軸ポンプを示す模式図である。
- 【図 3】図 2 に示す立軸ポンプに用いることができる導管の例を示す模式図である。
- 【図 4】図 2 に示す立軸ポンプに用いることができる導管の例を示す模式図であり、図 4 (a) は縦断面図、図 4 (b) は仕切板の平面図である。
- 【図 5】本発明の一実施形態における立軸ポンプを示す模式図である。
- 【図 6】図 6 (a) は片持ち支持構造の場合に水中軸受に作用する力を説明する図、図 6 (b) は両端支持構造の場合に水中軸受に作用する力を説明する図である。
- 【図 7】図 5 に示す立軸ポンプの部分拡大図である。
- 【図 8】図 5 に示す立軸ポンプの変形例を示す部分拡大図である。 10
- 【図 9】図 8 に示す立軸ポンプにおいて作成される腐食マップを説明するための概略図である。
- 【図 10】図 5 に示す立軸ポンプにおける水中軸受を支持する支持部材の腐食状態を検知するための構成を示す模式図である。
- 【図 11】図 5 に示す立軸ポンプの変形例を示す模式図である。
- 【図 12】図 11 の変形例を示す模式図である。

【符号の説明】

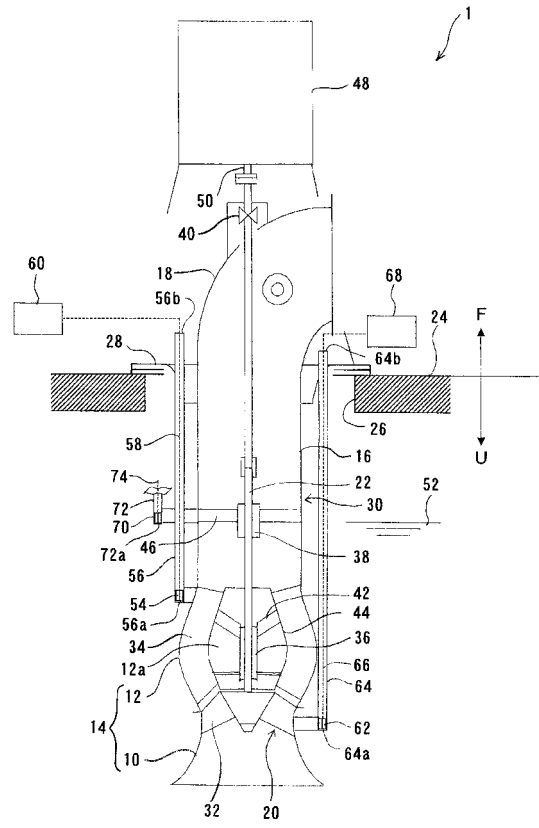
【 0 0 5 5 】

- | | | |
|---------------------------------|----------|----|
| 1 , 1 0 1 | 立軸ポンプ | |
| 1 0 | 吸込ベルマウス | 20 |
| 1 2 | 吐出ポウル | |
| 1 4 | ガイドケーシング | |
| 1 6 | 吊下管 | |
| 1 8 | 吐出曲管 | |
| 2 0 | 羽根車 | |
| 2 2 | 回転軸 | |
| 3 0 | ポンプケーシング | |
| 3 6 , 1 3 6 | 水中軸受 | |
| 3 8 | 中間軸受 | |
| 4 0 | 外軸受 | 30 |
| 4 2 , 4 6 | 支持部材 | |
| 4 8 | 原動機 | |
| 5 0 | 駆動軸 | |
| 5 4 , 6 2 , 7 0 , 8 2 | 振動計 | |
| 5 6 , 6 4 , 7 2 , 8 0 a ~ 8 0 e | 導管 | |
| 5 8 , 6 6 , 7 4 , 8 1 | ケーブル | |
| 6 0 , 6 8 | モニタ | |
| 9 0 | 仕切板 | |
| 9 2 | ドレン槽 | |
| 2 0 0 | ファイバ스코ープ | 40 |
| 2 0 2 | 導管 | |
| 2 0 4 | モニタ | |
| 2 0 6 | 導通材 | |
| 2 1 0 | 導通検知器 | |
| 2 1 2 | 水中渦防止コーン | |

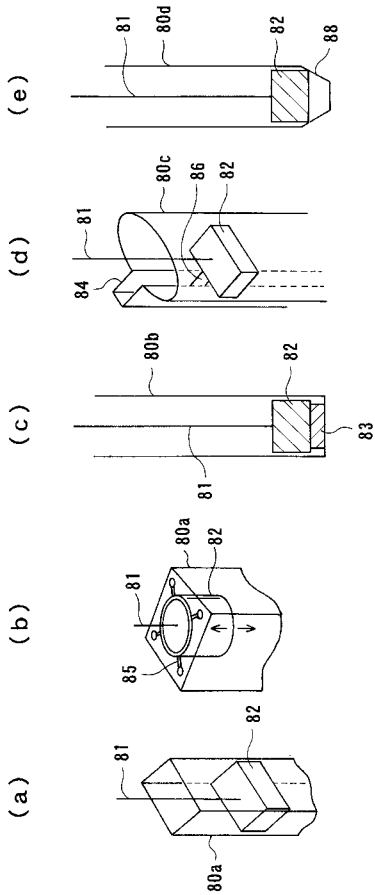
【 図 1 】



【 図 2 】

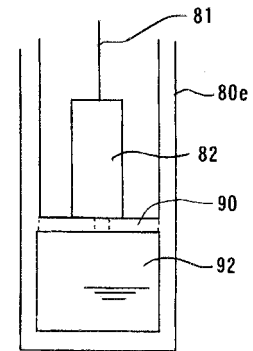


【 図 3 】

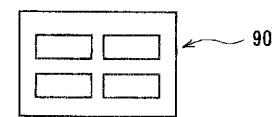


【 図 4 】

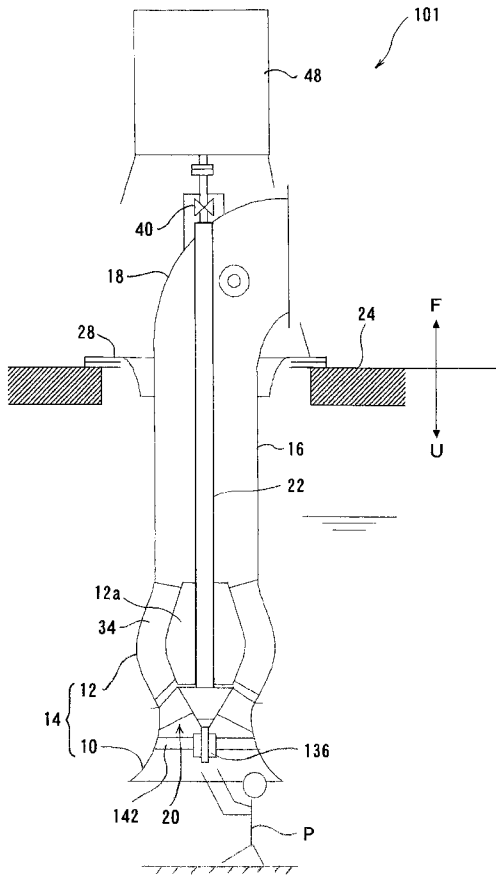
(a)



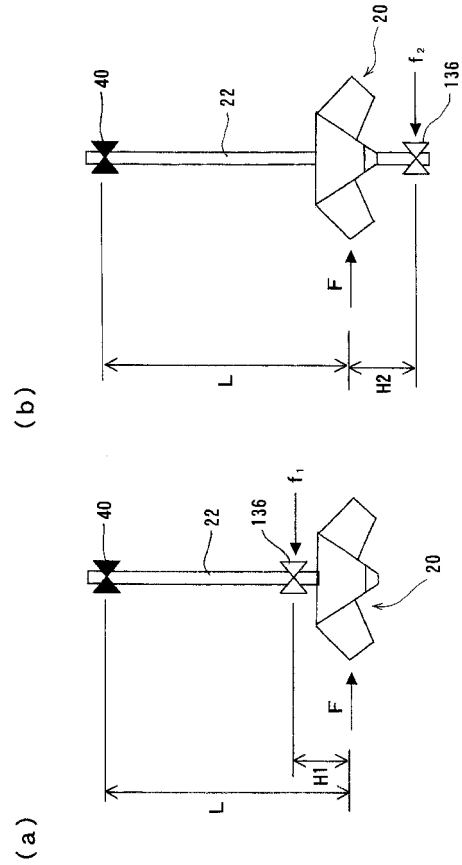
(b)



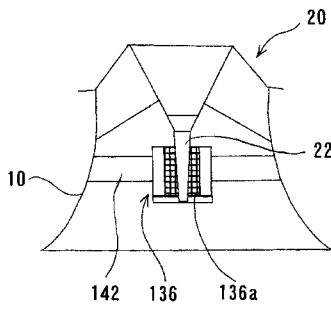
【 図 5 】



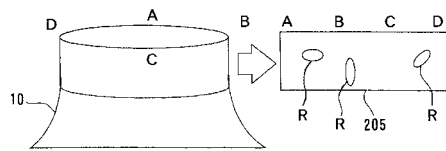
【 図 6 】



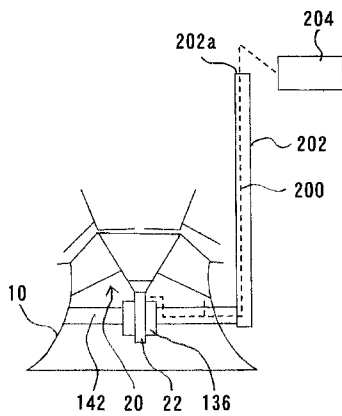
【 図 7 】



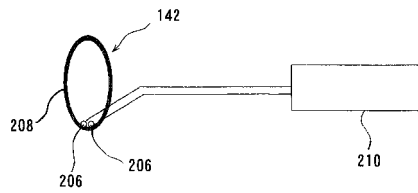
【 図 9 】



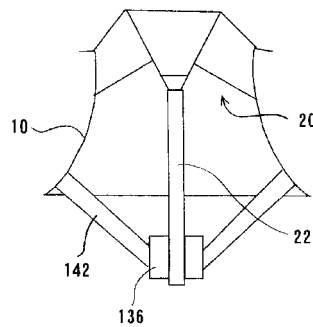
【 図 8 】



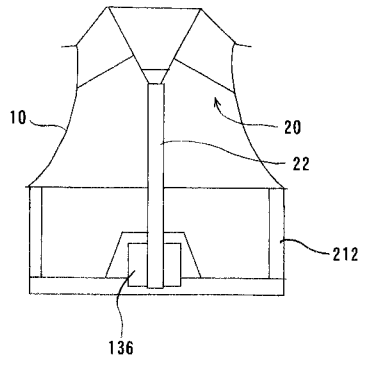
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

- (72)発明者 吉田 大輔
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 高嶋 道雄
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 山川 喜裕
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
- (72)発明者 豊田 耕司
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 加藤 一彦

- (56)参考文献 実公昭37-020256(JP, Y1)
特開平02-306116(JP, A)
特開平05-133379(JP, A)
特開2000-161281(JP, A)
実開昭51-72803(JP, U)
実開昭57-57296(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04D 29/04
F04D 13/00
F04D 29/046
F04D 29/60