

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7536552号  
(P7536552)

(45)発行日 令和6年8月20日(2024.8.20)

(24)登録日 令和6年8月9日(2024.8.9)

(51)国際特許分類	F I		
F 0 4 D 29/58 (2006.01)	F 0 4 D 29/58	D	
F 0 4 D 13/06 (2006.01)	F 0 4 D 13/06	J	
F 0 4 D 29/08 (2006.01)	F 0 4 D 29/08	B	
F 0 4 D 29/041 (2006.01)	F 0 4 D 29/041		
H 0 2 K 7/14 (2006.01)	H 0 2 K 7/14	B	
請求項の数 12 (全14頁)			

(21)出願番号	特願2020-139862(P2020-139862)	(73)特許権者	000000239
(22)出願日	令和2年8月21日(2020.8.21)		株式会社荏原製作所
(65)公開番号	特開2022-35496(P2022-35496A)		東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
(43)公開日	令和4年3月4日(2022.3.4)	(74)代理人	100118500
審査請求日	令和5年3月14日(2023.3.14)		弁理士 廣澤 哲也
		(74)代理人	渡邊 勇
		(74)代理人	100174089
			弁理士 郷戸 学
		(74)代理人	100186749
			弁理士 金沢 充博
		(72)発明者	小西 康貴
			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	川上 祐輝
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 ポンプ装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体を移送するための羽根車と、  
前記羽根車を固定する回転軸と、  
前記羽根車を収容するポンプケーシングと、  
前記回転軸に固定されたモータロータおよび前記モータロータの周囲に配置されたモータステータから構成された、前記回転軸を回転するモータと、  
前記モータを収容するモータケーシングと、  
前記モータケーシングに形成された、液体を通過させる流通孔と、  
前記回転軸に固定され、かつ液体を前記流通孔に導く循環羽根と、  
前記循環羽根の回転によって昇圧された液体が流れる循環流路を前記モータケーシングとの間に形成する循環カバーと、を備えており、  
前記モータケーシングは、  
前記ポンプケーシングに固定されたケーシングカバーと、  
前記モータを挟んで、前記ケーシングカバーの反対側に配置されたエンドカバーと、を備えており、  
前記流通孔は、前記ケーシングカバーおよび前記エンドカバーのそれぞれに形成されており、  
前記循環カバーは、  
前記エンドカバーに隣接して配置されたカバー部と、

前記カバー部に接続され、前記モータケーシングのモータフレームを取り囲むフレーム部と、を備えており、

前記循環流路は、前記モータロータと前記モータステータとの間の第 1 空間と、前記フレーム部と前記モータフレームとの間の第 2 空間と、の間で循環する液体の流路であり、

前記循環羽根は、前記第 1 空間と、前記エンドカバーの中央に形成された前記流通孔と、を通じて、前記モータケーシングの外部に流出した液体を前記カバー部に衝突させて、放射状に流出する液体を前記第 2 空間に流入させる、ポンプ装置。

【請求項 2】

前記循環羽根は、前記モータを挟んで前記羽根車とは反対側の反負荷側に配置されている、請求項 1 に記載のポンプ装置。

【請求項 3】

前記循環羽根は、前記羽根車に隣接する負荷側に配置されており、

前記ポンプ装置は、前記回転軸に固定され、かつ前記羽根車に作用する軸方向推力を打ち消すバランスディスクを備えている、請求項 1 に記載のポンプ装置。

【請求項 4】

前記バランスディスクは、前記バランスディスクに衝突する液体に含まれる空気を通過させる空気抜き孔を有している、請求項 3 に記載のポンプ装置。

【請求項 5】

前記バランスディスクは、前記バランスディスクに衝突する液体の力が作用する方向に傾斜するテーパ形状を有している、請求項 3 または請求項 4 に記載のポンプ装置。

【請求項 6】

前記バランスディスクの直径は、前記循環羽根の直径よりも大きい、請求項 3 ~ 請求項 5 のいずれか一項に記載のポンプ装置。

【請求項 7】

前記ポンプ装置は、

前記バランスディスクの軸線方向への移動距離を検出する距離センサと、

前記距離センサに接続された摩耗監視装置と、を備えており、

前記摩耗監視装置は、前記距離センサによって検出された前記バランスディスクの移動距離に基づいて、前記回転軸を支持する軸受の摩耗を監視する、請求項 3 ~ 請求項 6 のいずれか一項に記載のポンプ装置。

【請求項 8】

前記循環羽根は、カスケード羽根である、請求項 1 ~ 請求項 7 のいずれか一項に記載のポンプ装置。

【請求項 9】

前記カスケード羽根は、それ自身に軸方向推力を発生させずに、前記循環流路を形成する、請求項 8 に記載のポンプ装置。

【請求項 10】

前記羽根車は、複数の羽根車である、請求項 1 ~ 請求項 9 のいずれか一項に記載のポンプ装置。

【請求項 11】

前記循環カバーは、前記循環流路を通過する液体を再び、前記循環羽根によって前記流通孔に導く、請求項 1 ~ 請求項 10 のいずれか一項に記載のポンプ装置。

【請求項 12】

前記ケーシングカバーは、前記循環羽根を収容するケーシング部を有しており、

前記ケーシング部は、

前記循環羽根の回転によって、前記液体を前記ケーシング部の内部に流入させる吸込孔と、

前記循環羽根の回転によって昇圧された前記液体を、前記回転軸を支持する軸受に導くための吐出孔と、を有している、請求項 1 ~ 請求項 11 のいずれか一項に記載のポンプ装置。

10

20

30

40

50

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ポンプ装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

近年、取扱液の多様化（高価な液、反応性／腐食性液）、設置場所（室内、装置内）の制約等が存在する条件下で使用可能なポンプが要求されている。しかしながら、通常のメカニカルシールでは、液体の漏洩を完全に防止することができないため、このような液体の漏洩への対策が求められている。

10

**【0003】**

また、多段ポンプにおいては、さらなる高圧化の要求が進む中、通常のメカニカルシールとは異なる高価な部材で構成したものを使用することでの対応が求められている。さらに、省エネ化によるポンプの小型化による高速化に伴うメカニカルシールの負荷も増加傾向にあり、メカニカルシールでの軸封対応にも限界が見えつつある。このような状況の中、メカニカルシールを必要としないキャンドモータを使用したポンプが求められている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】**

【文献】特開2005-344696号公報

20

【文献】特開2008-121424号公報

【文献】特開2011-47301号公報

【文献】特公昭49-37922号公報

【文献】特公昭50-6042号公報

【文献】特公昭55-51469号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

キャンドモータポンプでは、その内部に取扱液を循環させるために、主に外部配管流路による外部循環方式と、内部循環流路による内部循環方式と、が採用される。外部循環方式では、外部に別途配管を施工する必要があり、組立性と設置スペースの課題がある。内部循環方式では、主軸に貫通孔（軸通孔）を形成する必要がある。しかしながら、このような貫通孔を形成することは技術的に難易度が高く、特に、多段ポンプにおいては、主軸の長さが長いため、貫通孔を形成することは、より一層困難である。

30

**【0006】**

そこで、本発明は、簡単な構造で取扱液を循環させることができるポンプ装置を提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

一態様では、液体を移送するための羽根車と、前記羽根車を固定する回転軸と、前記羽根車を収容するポンプケーシングと、前記回転軸に固定されたモータロータおよび前記モータロータの周囲に配置されたモータステータから構成された、前記回転軸を回転するモータと、前記モータを収容するモータケーシングと、前記モータケーシングに形成された、液体を通過させる流通孔と、前記回転軸に固定され、かつ液体を前記流通孔に導く循環羽根と、前記循環羽根の回転によって昇圧された液体が流れる循環流路を前記モータケーシングとの間に形成する循環カバーと、を備えている、ポンプ装置が提供される。

40

**【0008】**

一態様では、前記モータケーシングは、前記ポンプケーシングに固定されたケーシングカバーと、前記モータを挟んで、前記ケーシングカバーの反対側に配置されたエンドカバーと、を備えており、前記流通孔は、前記ケーシングカバーおよび前記エンドカバーのそ

50

れぞれに形成されている。

一態様では、前記循環羽根は、前記モータを挟んで前記羽根車とは反対側の反負荷側に配置されている。

一態様では、前記循環羽根は、前記羽根車に隣接する負荷側に配置されており、前記ポンプ装置は、前記回転軸に固定され、かつ前記羽根車に作用する軸方向推力を打ち消すバランスディスクを備えている。

【0009】

一態様では、前記バランスディスクは、前記バランスディスクに衝突する液体に含まれる空気を通過させる空気抜き孔を有している。

一態様では、前記バランスディスクは、前記バランスディスクに衝突する液体の力が作用する方向に傾斜するテーパ形状を有している。

一態様では、前記バランスディスクの直径は、前記循環羽根の直径よりも大きい。

【0010】

一態様では、前記ポンプ装置は、前記バランスディスクの軸線方向への移動距離を検出する距離センサと、前記距離センサに接続された摩耗監視装置と、を備えており、前記摩耗監視装置は、前記距離センサによって検出された前記バランスディスクの移動距離に基づいて、前記回転軸を支持する軸受の摩耗を監視する。

一態様では、前記循環羽根は、カスケード羽根である。

一態様では、前記羽根車は、複数の羽根車である。

【発明の効果】

【0011】

モータケーシングに形成された流通孔と、循環羽根と、モータケーシングを覆う循環カバーと、を設けるだけの簡単な構造で液体の循環流路を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】ポンプ装置の断面図である。

【図2】ポンプ装置の運転時におけるポンプ装置内の液体の流れを示す図である。

【図3】回転軸に固定されたバランスディスクを示す図である。

【図4】摩耗監視装置によるすべり軸受の摩耗を決定するフローを示す図である。

【図5】バランスディスクの他の実施形態を示す図である。

【図6】カスケード羽根としての循環羽根を備えたポンプ装置を示す図である。

【図7】ケーシング部に収容された循環羽根を示す図である。

【図8】ポンプ装置の他の実施形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図1は、ポンプ装置の断面図である。図1に示すように、ポンプ装置2は、キャンドモータポンプである。しかしながら、ポンプ装置2は、防水処理が施されていれば、必ずしも、キャンドモータポンプに限定されない。キャンドモータポンプは、液体がその内部を通過する構造を有している。ポンプ装置2は、ポンプPと、このポンプPを駆動するためのモータ部Mと、から構成されている。ポンプPは、液体を移送するための羽根車20と、羽根車20が固定された回転軸（主軸）22と、羽根車20を収容するポンプケーシング24と、を備えている。

【0014】

図1に示す実施形態では、ポンプPは、複数（より具体的には、6つ）の羽根車20を備えた多段ポンプである。一実施形態では、ポンプPは、単数の羽根車20を備えた単段ポンプであってもよい。ポンプ装置2は、直立姿勢で配置された立軸ポンプ装置であるが（図1の上下左右方向参照）、一実施形態では、ポンプ装置2は、横向き姿勢で配置された横軸ポンプ装置であってもよい。

【0015】

ポンプケーシング24の高圧側の開口部にはケーシングカバー25が固定されている。

回転軸 22 はケーシングカバー 25 を貫通して延びている。ケーシングカバー 25 には、ポンプケーシング 24 内に吸い込まれた液体の一部をモータ部 M との間で通過させる流通孔 26 が形成されている。後述するように、羽根車 20 の回転によって昇圧された液体の一部は、これら複数の流入孔 26 を通ってモータ部 M に導かれる。

【0016】

ポンプ装置 2 は、回転軸 22 を回転させるモータ 30 と、回転軸 22 を回転可能に支持するすべり軸受 31、32 と、モータ 30 を収容するモータケーシング 35 と、を備えている。ケーシングカバー 25 は、モータケーシング 35 の構成要素の一部である。

【0017】

モータ 30 は、回転軸 22 に固定されたモータロータ 36 と、モータロータ 36 の周囲に配置されたモータステータ 37 と、を備えている。モータステータ 37 は、ステータコア 37a と、ステータコア 37a に巻かれた複数のコイル 37b と、を備えている。複数のコイル 37b はモータロータ 36 を囲むように配置されている。

10

【0018】

回転軸 22 は、モータ 30 の両側に配置されたすべり軸受 31、32 によって回転可能に支持されている。図 1 に示す実施形態では、すべり軸受 31 は、モータ 30 の下方に配置されており、すべり軸受 32 は、モータ 30 の上方に配置されている。すべり軸受 31 は、回転軸 22 のラジアル荷重およびアキシャル荷重を支持する軸受である。すべり軸受 32 は、ラジアル荷重を受けるが、アキシャル荷重を積極的に受けない。なお、ポンプ装置 2 の始動時には、すべり軸受 32 は、エンドカバー 38（後述する）に押し付けられる場合がある。すべり軸受 31 とモータロータ 36 との間には、スラスト板 33 が配置されており、すべり軸受 32 とモータロータ 36 との間には、スラスト板 34 が配置されている。

20

【0019】

モータケーシング 35 は、すべり軸受 31 を支持するケーシングカバー 25 と、すべり軸受 32 を支持するエンドカバー 38 と、ケーシングカバー 25 とエンドカバー 38 との間に配置されたモータフレーム 39 と、を備えている。

【0020】

モータフレーム 39 は、ケーシングカバー 25 およびエンドカバー 38 の両方に接続されている。ケーシングカバー 25 は、モータフレーム 39 の一方の開口端を閉じており、エンドカバー 38 は、モータフレーム 39 の他方の開口端を閉じている。エンドカバー 38 は、モータ 30 の反負荷側（本実施形態では、上方）に配置されており、ケーシングカバー 25 は、モータ 30 の負荷側（本実施形態では、下方）に配置されている。モータフレーム 39 の内周面には、モータステータ 37 が固定されている。

30

【0021】

図 1 に示すように、モータロータ 36 とモータステータ 37 との間には、円筒状のキャン（ステータキャン）40 がモータロータ 36 を取り囲むように配置されている。モータステータ 37 は、モータフレーム 39 とキャン 40 との間に配置されており、キャン 40 の外周面に固定されている。モータロータ 36、モータステータ 37、およびキャン 40 は同心状に配置されている。モータステータ 37 は、モータフレーム 39、ケーシングカバー 25、エンドカバー 38、およびキャン 40 により形成されたステータ室 SC 内に配置されている。

40

【0022】

モータロータ 36 には、円筒状のキャン（ロータキャン）41 が配置されている。キャン 41 は、モータロータ 36 を覆っており、キャン 40 に対向して配置されている。

【0023】

モータステータ 37 のコイル 37b に電流を流すと、モータステータ 37 に磁界が形成され、この磁界により、モータロータ 36 が回転する。モータロータ 36 は、回転軸 22 を通じて羽根車 20 を回転させる。羽根車 20 が回転軸 22 とともに回転すると、液体は吸込口 8 からポンプケーシング 24 内に吸い込まれ、羽根車 20 の回転により昇圧された

50

後、吐出口 9 から吐き出される。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、ポンプ装置 2 の運転時におけるポンプ装置 2 内の液体の流れを示す図である。図 1 および図 2 に示すように、ポンプ装置 2 は、回転軸 2 2 に固定され、かつ液体を流通孔 2 6 に導く循環羽根 1 0 0 と、循環羽根 1 0 0 の回転によって昇圧された液体が流れる循環流路をモータケーシング 3 5 との間に形成する循環カバー 1 0 1 と、を備えている。

【 0 0 2 5 】

図 1 および図 2 に示す実施形態では、循環羽根 1 0 0 は、クローズド羽根であり、羽根車 2 0 に隣接する負荷側に配置されている。循環羽根 1 0 0 が回転軸 2 2 とともに回転すると、ポンプケーシング 2 4 内に吸い込まれた液体の一部は、ケーシングカバー 2 5 に形成された流通孔 2 6 を通ってモータ部 M に導かれる（図 2 の矢印参照）。ケーシングカバー 2 5 は、循環羽根 1 0 0 を収容するケーシング部 1 0 2 を有しており、循環羽根 1 0 0 は、羽根車 2 0 の回転によって昇圧された液体をさらに昇圧する。昇圧された液体の一部は、すべり軸受 3 1 と回転軸 2 2 との間の僅かな隙間を通過して、すべり軸受 3 1 を冷却および潤滑する。

10

【 0 0 2 6 】

すべり軸受 3 1 とスラスト板 3 3 との間には、軸受 1 0 5 が配置されている。この軸受 1 0 5 は、液体の動圧を利用したすべり軸受（より具体的には、動圧軸受）である。軸受 1 0 5 は、互いに隣接して配置された回転側軸受体 1 0 5 a および固定側軸受体 1 0 5 b の組み合わせから構成される。回転側軸受体 1 0 5 a はスラスト板 3 3 に固定されており、固定側軸受体 1 0 5 b はケーシングカバー 2 5 に固定されている。回転側軸受体 1 0 5 a には、動圧を発生させるためのスパイラル溝（図示しない）が形成されている。

20

【 0 0 2 7 】

流入孔 2 6 を通過した液体は、キャン 4 0 に囲まれた空間 C 1 を流れる。このように、空間 C 1 を流れる液体は、モータ 3 0 を冷却する。空間 C 1 を流れる液体の一部は、軸受 1 0 5 に導かれる。回転側軸受体 1 0 5 a が回転軸 2 2 とともに回転すると、回転側軸受体 1 0 5 a と固定側軸受体 1 0 5 b との間に液体の動圧が発生する。軸受 1 0 5 は、この液体の動圧によって、ケーシングカバー 2 5 およびスラスト板 3 3 を非接触に支持する。

【 0 0 2 8 】

エンドカバー 3 8 は、キャン 4 0 の内部を流れる液体をモータケーシング 3 5 の外部に通過させる流通孔 4 6 を有している。本実施形態では、流通孔 4 6 は、エンドカバー 3 8 の中央に形成されている。キャン 4 0 の内部を流れる液体は、流通孔 4 6 を通じて、モータケーシング 3 5 の外部に流出する。このようにして、流通孔 2 6 , 4 6 を有するモータケーシング 3 5 は、液体の通過を許容する。液体の一部は、すべり軸受 3 2 と回転軸 2 2 との間の僅かな隙間を流れて、すべり軸受 3 2 を冷却および潤滑する。

30

【 0 0 2 9 】

循環カバー 1 0 1 は、モータケーシング 3 5 の全体を覆うカップ形状を有している。より具体的には、循環カバー 1 0 1 は、エンドカバー 3 8 に隣接して配置されたカバー部 1 0 1 a と、カバー部 1 0 1 a に接続され、モータフレーム 3 9 を取り囲むフレーム部 1 0 1 b と、を備えている。フレーム部 1 0 1 b は、ケーシングカバー 2 5 に接続されている。

40

【 0 0 3 0 】

カバー部 1 0 1 a とフレーム部 1 0 1 b との間には、Oリングなどのシール部材 1 1 0 が配置されており、フレーム部 1 0 1 b とケーシングカバー 2 5 との間には、Oリングなどのシール部材 1 1 1 が配置されている。これらシール部材 1 1 0 , 1 1 1 は、循環流路を流れる液体の漏洩を防止する。循環流路は、空間 C 1 と、モータフレーム 3 9 とフレーム部 1 0 1 b との間の空間 C 2 と、の間で循環する液体の流路である。

【 0 0 3 1 】

流通孔 4 6 を通じて循環カバー 1 0 1 内に流入した液体は、エンドカバー 3 8 とカバー部 1 0 1 a との間の隙間を通過し、モータフレーム 3 9 とフレーム部 1 0 1 b との間の隙間（すなわち、空間 C 2 ）を通過する。空間 C 2 を流れる液体は、モータ 3 0 を冷却する

50

。ケーシングカバー 25 は、流通孔 26 の外側に配置された流通孔 56 を備えており、流通孔 56 は空間 C2 に連通している。したがって、空間 C2 を流れる液体は、流通孔 56 を通じてポンプ部 P に戻され、循環羽根 100 の回転によって、再び、流通孔 26 を通じて空間 C1 に流入する。

#### 【0032】

このように、本実施形態では、ポンプ装置 2 は、空間 C1 と空間 C2 との間で液体を循環させる構造を有しているため、モータ 30 の、液体との接触面積を増加させることができる。結果として、モータ 30 の冷却効果は向上する。さらに、本実施形態によれば、回転軸 22 の軸線 CL 方向に沿った貫通孔を回転軸 22 に形成する必要はない。さらに、本実施形態によれば、ポンプ装置 2 は、液体をポンプ部 P の吐出側に戻し、ポンプ部 P の吸込側に戻す構成を有していない。したがって、本来のポンプ性能は、戻された液体による影響を受けない。

10

#### 【0033】

本実施形態によれば、モータケーシング 35 に形成された流通孔 26, 46, 56 と、循環羽根 100 と、モータケーシング 35 を覆う循環カバー 101 と、を設けるだけの簡単な構造で液体の循環流路を形成することができる。

#### 【0034】

図 3 は、回転軸 22 に固定されたバランスディスクを示す図である。図 3 に示すように、ポンプ装置 2 は、回転軸 22 に固定され、かつ羽根車 20 に作用する軸方向推力を打ち消すバランスディスク 120 を備えてもよい。

20

#### 【0035】

回転軸 22 には、回転する羽根車 20 の吸込み側と吐出し側との圧力差に起因して、吐出し側から吸込み側へ軸方向推力が作用する。バランスディスク 120 は、軸方向推力に対して反対方向のバランス推力を発生させることによって軸方向推力とバランス推力とを釣り合わせる。図 3 に示すように、バランスディスク 120 は、モータ 30 を挟んで羽根車 20 とは反対側の反負荷側に配置されており、回転軸 22 の端部に固定されている。図 3 に示す実施形態では、バランスディスク 120 は、受け皿形状を有している。

#### 【0036】

バランスディスク 120 は、空間 C1 を流れる液体の流れ方向において、流通孔 46 の下流側に配置されている。したがって、流通孔 46 を通過する液体は、バランスディスク 120 に衝突し、バランスディスク 120 に作用する液体の力によってバランスディスク 120 は、バランス推力を発生させる。

30

#### 【0037】

流通孔 46 を通過した液体の一部は、バランスディスク 120 とエンドカバー 38 との間の隙間を通過して、カバー部 101a とエンドカバー 38 との間の循環流路を流れる。大きなバランス推力を発生させるために、バランスディスク 120 とエンドカバー 38 との間の隙間は小さい。より具体的には、この隙間は、軸方向推力とバランス推力とを釣り合わせる事が可能な程度の大きさを有している。

#### 【0038】

大きなバランス推力を発生させるために、バランスディスク 120 の直径は循環羽根 100 の直径よりも大きいことが好ましい。このような構成により、バランスディスク 120 の受圧面積は循環羽根 100 の受圧面積よりも大きくなるため、バランスディスク 120 は循環羽根 100 に作用する圧力差に起因して発生する軸方向推力を打ち消すことができる。

40

#### 【0039】

図 3 に示すように、ポンプ装置 2 は、バランスディスク 120 の軸線 CL 方向への移動距離を検出する距離センサ 130 と、距離センサ 130 に接続された摩耗監視装置 135 と、を備えている。

#### 【0040】

距離センサ 130 は、検出素子（より具体的には、ホール素子）130a, 130b を

50

備えている。検出素子 130a, 130b は対向して配置されており、検出素子 130a は循環カバー 101 のカバー部 101a に取り付けられており、検出素子 130b はバランスディスク 120 に取り付けられている。一実施形態では、検出素子 130a はエンドカバー 38 に取り付けられてもよい。

#### 【0041】

距離センサ 130 は、バランスディスク 120 とカバー部 101a との間の距離の変化を検出する。言い換えれば、距離センサ 130 は、バランスディスク 120 の軸線 CL 方向の移動距離を検出する。

#### 【0042】

摩耗監視装置 135 は、少なくとも 1 台のコンピュータから構成される。摩耗監視装置 135 は、プログラムが格納された記憶装置 135a と、プログラムに含まれる命令に従って演算を実行する演算装置 135b と、を備えている。演算装置 135b は、記憶装置 135a に格納されているプログラムに含まれている命令に従って演算を行う CPU (中央処理装置) または GPU (グラフィックプロセッシングユニット) などを含む。記憶装置 135a は、演算装置 135b がアクセス可能な主記憶装置 (例えばランダムアクセスメモリ) と、データおよびプログラムを格納する補助記憶装置 (例えば、ハードディスクドライブまたはソリッドステートドライブ) を備えている。

10

#### 【0043】

図 4 は、摩耗監視装置 135 によるすべり軸受 31, 32 の摩耗を決定するフローを示す図である。摩耗監視装置 135 は、距離センサ 130 によって検出されたバランスディスク 120 の移動距離に基づいて、回転軸 22 を回転自在に支持するすべり軸受 31, 32 の摩耗を監視する。

20

#### 【0044】

図 4 のステップ S101 に示すように、摩耗監視装置 135 は、距離センサ 130 の検出値を常時監視する。記憶装置 135a は、すべり軸受 31, 32 の摩耗量に相当するしきい値を記憶している。演算装置 135b は、距離センサ 130 の検出値と記憶装置 135a に記憶されたしきい値とを比較して (図 4 のステップ S102 参照)、検出値がしきい値よりも大きい場合 (図 4 のステップ S102 の「YES」参照)、すべり軸受 31, 32 の摩耗を決定する (図 4 のステップ S103 参照)。この場合、摩耗監視装置 135 は、アラームを発報してもよい。検出値がしきい値よりも小さい場合 (図 4 のステップ S102 の「NO」参照)、摩耗監視装置 135 は、距離センサ 130 の検出値の監視を継続する。

30

#### 【0045】

上述したように、検出素子 130a はエンドカバー 38 に取り付けられてもよい。この場合、演算装置 135b は、距離センサ 130 の検出値と記憶装置 135a に記憶されたしきい値とを比較して、検出値がしきい値よりも小さい場合に、すべり軸受 31, 32 の摩耗を決定する。このしきい値は、上記しきい値と同一であってもよく、異なってもよい。

#### 【0046】

図 3 に示すように、バランスディスク 120 は、バランスディスク 120 に衝突する液体に含まれる空気を通過させる空気抜き孔 121 を有してもよい。図 3 に示す実施形態では、複数 (図 3 では、2 つ) の空気抜き孔 121 が設けられているが、単一の空気抜き孔 121 が設けられてもよい。

40

#### 【0047】

空気抜き孔 121 は、流通孔 46 を通過する液体に含まれる空気がモータケーシング 35 の内部に溜まることを防止する。比重の小さな空気は、バランスディスク 120 の回転によって、バランスディスク 120 の中心側 (すなわち、回転軸 22 の近傍) に移動する。したがって、空気抜き孔 121 は、バランスディスク 120 の中心側に配置されていることが好ましい。

#### 【0048】

図 5 は、バランスディスク 120 の他の実施形態を示す図である。図 5 に示すように、

50



バランスディスク 120 は、バランスディスク 120 に衝突する液体の力が作用する方向に傾斜するテーパ形状を有してもよい。言い換えれば、バランスディスク 120 は、回転軸 22 から離間する方向に傾斜するテーパ形状を有している。

【0049】

このように、バランスディスク 120 はテーパ形状を有しているため、流通孔 46 を通過する液体に含まれる空気は、バランスディスク 120 に沿って外側に移動し、カバー部 101a とエンドカバー 38 との間の循環流路に流れる。結果として、バランスディスク 120 は、空気がモータケーシング 35 の内部に溜まることを防止する。このような構造により、空気抜き孔 121 を設ける必要はなく、バランスディスク 120 に作用する圧力の損失を抑制することができる。結果として、バランスディスク 120 は、より大きなバランス推力を発生させることができる。

10

【0050】

上述した実施形態では、循環羽根 100 は、クローズド羽根であるが、循環羽根 100 は、クローズド羽根に限定されず、他の羽根形状を有してもよい。以下、循環羽根 100 がカスケード羽根である実施形態について説明する。

【0051】

図 6 は、カスケード羽根としての循環羽根を備えたポンプ装置を示す図である。図 7 は、ケーシング部に収容された循環羽根を示す図である。図 6 および図 7 に示すように、循環羽根 100 は、小流量でかつ高揚程を実現可能なカスケード羽根である。循環羽根 100 は、回転軸 22 の周方向に沿って等間隔に配置された複数の溝部 150 を備えている。これら複数の溝部 150 は、循環羽根 100 の両面に形成されている。

20

【0052】

ケーシング部 102 は、吸込孔 151 および吐出孔 152 を有している。循環羽根 100 が回転軸 22 とともに回転すると、液体が吸込孔 151 を通じてケーシング部 102 内に流入し、循環羽根 100 の回転によって昇圧される。その後、昇圧された液体は吐出孔 152 を通じて回転軸 22 側に流れ（図 6 の矢印参照）、スムーズにすべり軸受 31 に導かれる。結果として、すべり軸受 31 を効果的に潤滑することができる。

【0053】

このように、カスケード羽根としての循環羽根 100 を設けることにより、循環羽根 100 のサイズを小さくすることができ、かつ、より液体を昇圧することができる。さらに、循環羽根 100 自体はバランスしており、循環羽根 100 には、軸方向推力は発生しない。したがって、バランスディスク 120 は、自身に発生するバランス推力と軸方向推力を効果的に打ち消すことができる。

30

【0054】

図 8 は、ポンプ装置 2 の他の実施形態を示す図である。以下に示す実施形態において、上述した実施形態と同一の構成については、その説明を省略する。図 8 に示すように、循環羽根 100 は、モータ 30 を挟んで羽根車 20 とは反対側の反負荷側に配置されている。図 8 に示す実施形態では、循環羽根 100 は、クローズド羽根であり、モータ 30 に関して、羽根車 20 とは対称的に（すなわち、逆向き）配置されている（図 1 参照）。ポンプ装置 2 は、バランスディスク 120 を備えておらず、循環羽根 100 は、回転軸 22 の端部に固定されている。一実施形態では、循環羽根 100 は、カスケード羽根であってもよい。

40

【0055】

循環羽根 100 は、羽根車 20 とは逆向きに配置されているため、バランスディスク 120 と同様に、バランス推力を発生させることができ、軸方向推力を軽減することができる。図 8 に示すように、羽根車 20 によって昇圧された液体は、循環羽根 100 の回転によって、流通孔 56 を通じて空間 C2 に流入する。その後、液体は、空間 C2 を通過し、流通孔 46 を通じてモータケーシング 35 内に流入する。図 8 に示す実施形態では、エンドカバー 38 には、ライナーリング 160 が固定されており、流通孔 46 はライナーリング 160 に形成されている。ライナーリング 160 は、外れないように、カバー部 101

50

aによって支持されている。

#### 【 0 0 5 6 】

モータケーシング 3 5 内に流入した液体は、循環羽根 1 0 0 によって再度昇圧され、空間 C 1 を通過する。その後、液体は、流通孔 2 6 を通過して、ポンプ部 P に戻される。本実施形態においても、モータケーシング 3 5 に形成された流通孔 2 6 , 4 6 , 5 6 と、循環羽根 1 0 0 と、モータケーシング 3 5 を覆う循環カバー 1 0 1 と、を設けるだけの簡単な構造で液体の循環流路を形成することができる。

#### 【 0 0 5 7 】

上述した実施形態は、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が本発明を実施できることを目的として記載されたものである。上記実施形態の種々の変形例は、当業者であれば当然になしうることであり、本発明の技術的思想は他の実施形態にも適用しうることである。したがって、本発明は、記載された実施形態に限定されることはなく、特許請求の範囲によって定義される技術的思想に従った最も広い範囲に解釈されるものである。

#### 【 符号の説明 】

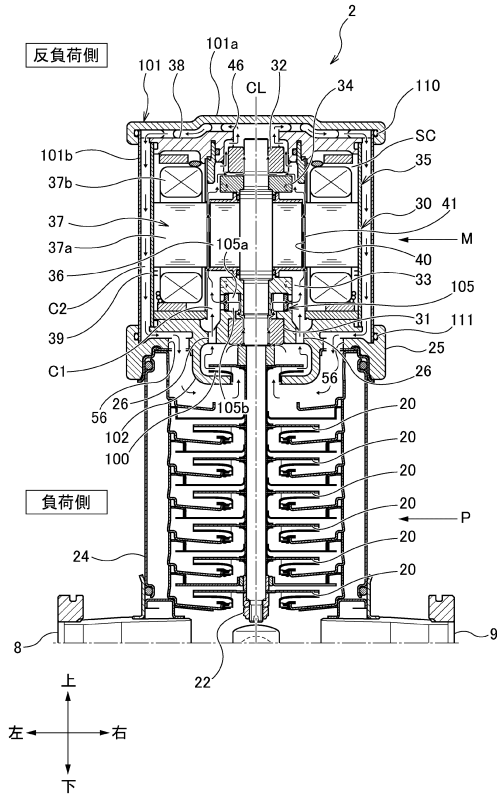
#### 【 0 0 5 8 】

2	ポンプ装置	
8	吸込口	
9	吐出口	
2 0	羽根車	20
2 2	回転軸	
2 4	ポンプケーシング	
2 5	ケーシングカバー	
2 6	流通孔	
3 0	モータ	
3 1 , 3 2	すべり軸受	
3 3 , 3 4	スラスト板	
3 5	モータケーシング	
3 6	モータロータ	
3 7	モータステータ	30
3 7 a	ステータコア	
3 7 b	コイル	
3 8	エンドカバー	
3 9	モータフレーム	
4 0 , 4 1	キャン	
4 6	流通孔	
5 6	流通孔	
1 0 0	循環羽根	
1 0 1	循環カバー	
1 0 1 a	カバー部	40
1 0 1 b	フレーム部	
1 0 2	ケーシング部	
1 0 5	軸受	
1 0 5 a	回転側軸受体	
1 0 5 b	固定側軸受体	
1 1 0	シール部材	
1 1 1	シール部材	
1 2 0	バランスディスク	
1 2 1	空気抜き孔	
1 3 0	距離センサ	50

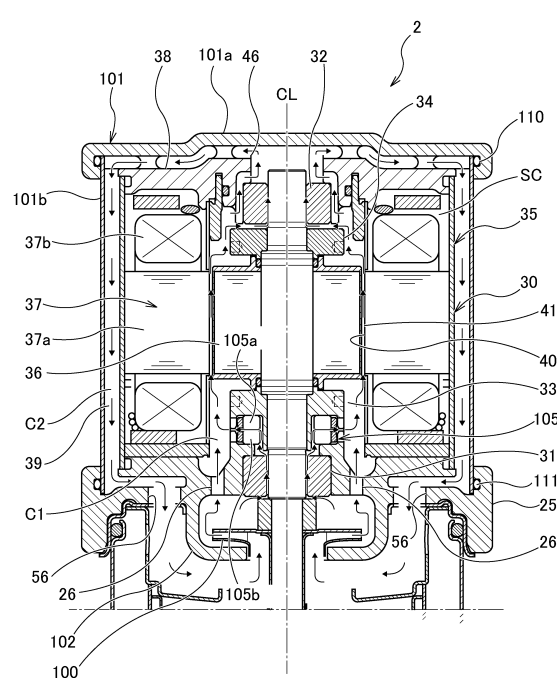
- 1 3 0 a , 1 3 0 b      検出素子
- 1 3 5      摩耗監視装置
- 1 3 5 a      記憶装置
- 1 3 5 b      演算装置
- 1 5 0      溝部
- 1 5 1      吸込孔
- 1 5 2      吐出孔
- 1 6 0      ライナーリング

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

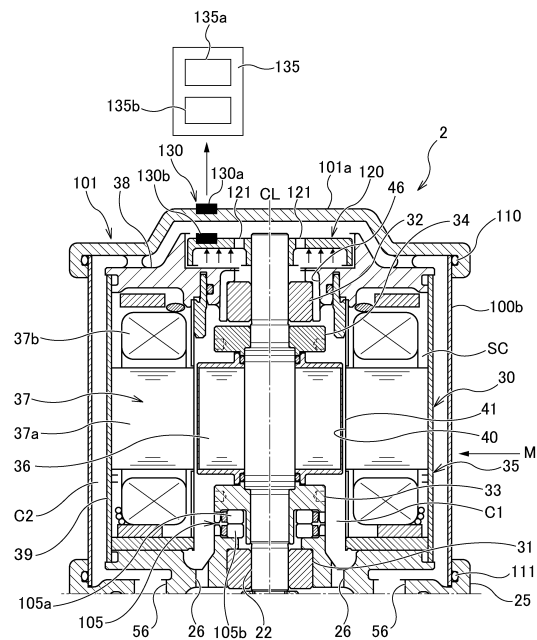
20

30

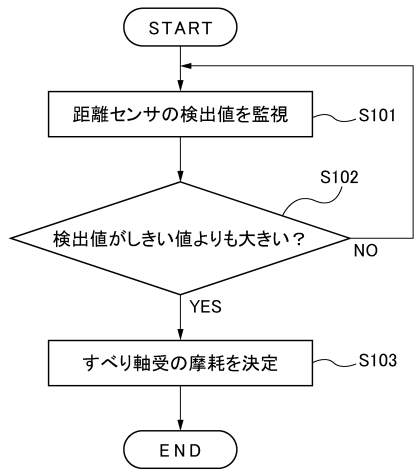
40

50

【図 3】



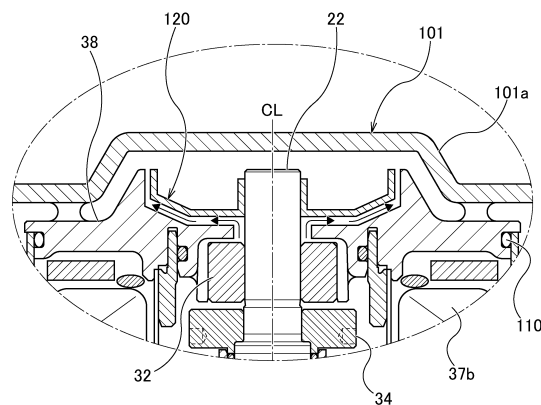
【図 4】



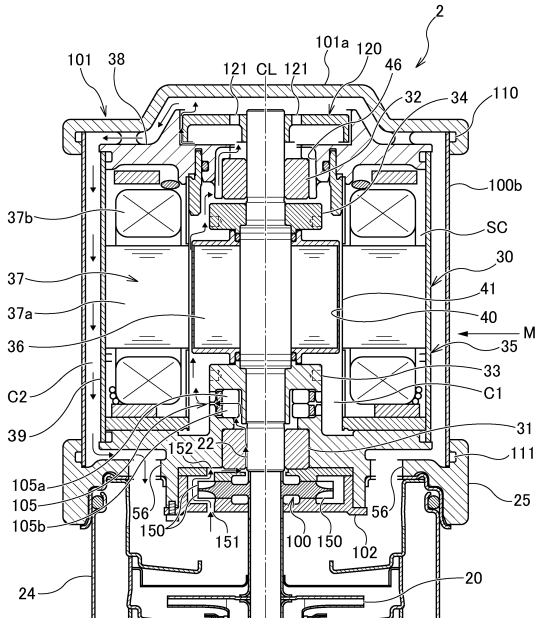
10

20

【図 5】



【図 6】

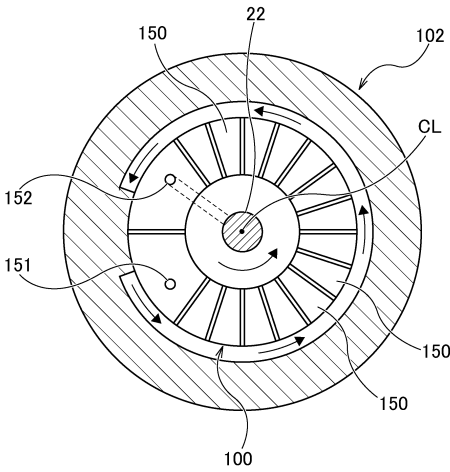


30

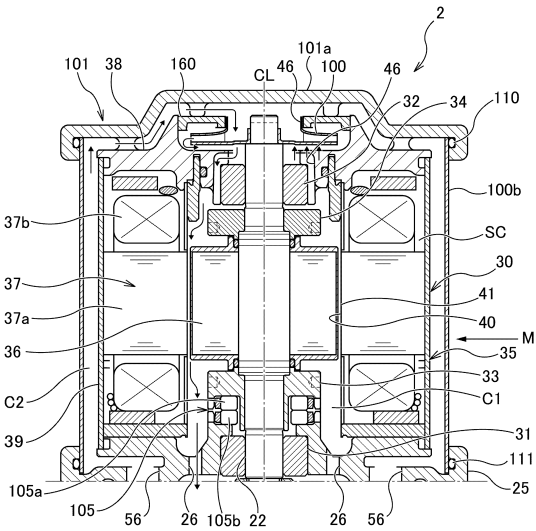
40

50

【 図 7 】



【 図 8 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

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 川 崎 裕之  
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 岸 智章  
(56)参考文献 実開平 0 7 - 0 4 3 2 2 1 ( J P , U )  
実開昭 5 9 - 0 4 3 6 9 5 ( J P , U )  
特開平 0 6 - 2 4 9 1 8 2 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 3 2 3 8 8 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 1 5 4 7 9 5 ( J P , A )  
実開平 0 4 - 1 0 4 1 9 7 ( J P , U )  
特開 2 0 1 7 - 1 8 0 7 8 1 ( J P , A )  
中国特許出願公開第 1 0 6 1 9 4 7 6 9 ( C N , A )  
特開平 0 8 - 0 2 8 4 8 4 ( J P , A )  
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
F 0 4 D 2 9 / 5 8  
F 0 4 D 1 3 / 0 6  
F 0 4 D 2 9 / 0 8  
F 0 4 D 2 9 / 0 4 1  
H 0 2 K 7 / 1 4