

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年3月31日(31.03.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/065243 A1

(51) 国際特許分類:

F04D 29/58 (2006.01) H02K 7/09 (2006.01)
F04D 29/048 (2006.01) H02K 7/14 (2006.01)
F04D 29/42 (2006.01) H02K 9/19 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/034363

(22) 国際出願日: 2021年9月17日(17.09.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2020-158647 2020年9月23日(23.09.2020) JP

(71) 出願人: N T N株式会社(NTN CORPORATION)
[JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀
1丁目3番17号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 西島 秀彦 (NISHIJIMA, Hidehiko);
〒4388510 静岡県磐田市東貝塚1578番
地 N T N株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI
PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大
阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェス
ティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

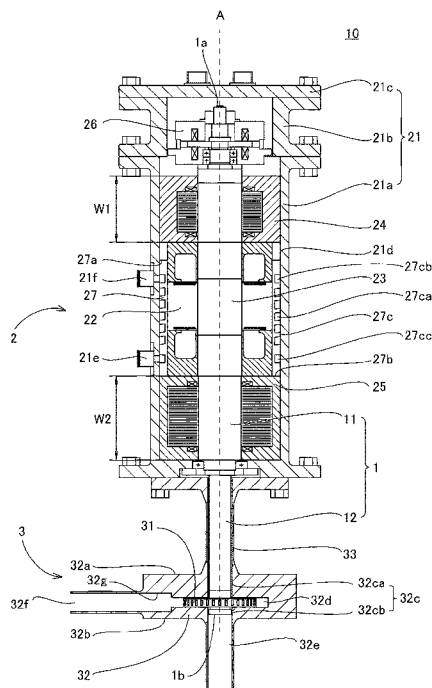
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,

(54) Title: FLUID PUMP AND FLUID TRANSPORT DEVICE

(54) 発明の名称: 流体ポンプ及び流体移送装置

[図1]



(57) Abstract: This fluid pump comprises a rotation shaft, a motor part, and a pump part. The rotation shaft has a center axis, a first end, a second end, a first axis part, and a second axis part. The motor part has a motor casing including a circumferential surface, a motor stator, a motor rotor, a first radial magnetic bearing and a second radial magnetic bearing, and a cooling jacket. The pump part has an impeller, and an impeller casing having formed therein a pump chamber for housing the impeller. The cooling jacket is disposed at a position at least partially overlapping the motor stator in the center axial direction. An outer circumferential surface which is disposed at a position overlapping the motor stator in the center axial direction includes a first spiral groove formed spirally around the center axis. The width of the second radial magnetic bearing in a direction along the center axis is larger than the width of the first radial magnetic bearing in a direction along the center axis.

TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：流体ポンプは、回転軸と、モータ部と、ポンプ部とを備える。回転軸は、中心軸と、第1端と、第2端と、第1軸部と、第2軸部とを有する。モータ部は、内周面を含むモータケーシングと、モータステータと、モータロータと、第1ラジアル磁気軸受及び第2ラジアル磁気軸受と、冷却ジャケットとを有する。ポンプ部は、インペラと、インペラが収納されるポンプ室が内部に形成されたインペラケーシングとを有する。冷却ジャケットは、中心軸方向においてモータステータと少なくとも部分的に重なる位置に配置されている。中心軸方向においてモータステータと重なる位置にある外周面は、中心軸周りの螺旋状に形成された第1螺旋溝を含む。第2ラジアル磁気軸受の中心軸に沿う方向における幅は、第1ラジアル磁気軸受の中心軸に沿う方向における幅よりも大きい。

明 細 書

発明の名称：流体ポンプ及び流体移送装置

技術分野

[0001] 本発明は、流体ポンプ及び流体移送装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1（特開2018-162865号公報）には、低温流体ポンプが記載されている。特許文献1に記載の低温流体ポンプは、シャフトと、モータ部と、ポンプ部とを有している。

[0003] シャフトは、第1部分と、シャフトの中心軸方向に沿って第1部分から延在している第2部分とを有している。モータ部は、第1筐体と、モータステータと、第1ラジアル磁気軸受と、第2ラジアル磁気軸受とを有している。モータステータは、第1筐体の内部に配置されている。モータステータに通電が行われることにより、シャフトは、中心軸周りに回転駆動される。第1ラジアル磁気軸受及び第2ラジアル磁気軸受は、シャフトの中心軸方向においてモータステータを両側から挟み込むように配置されており、シャフトの第1部分を回転可能に支持している。

[0004] ポンプ部は、インペラと、第2筐体とを有している。インペラは、シャフトの先端（第2部分の先端）に取り付けられている。第2筐体の内部には、インペラが配置されるポンプ室が形成されている。第2筐体は、ポンプ室に連通している流入口及び流出口を有している。

[0005] 特許文献1に記載の低温流体ポンプは、ポンプ部が容器の内部に位置するように容器に取り付けられる。容器の内部には、液体窒素等の低温流体が貯留されている。シャフトの回転に伴い、インペラがポンプ室内で回転する。インペラの回転に伴う遠心力により、流入口から低温流体がポンプ室に流入するとともに、流出口から流出する。流出口から流出した低温流体は、容器を貫通しているとともに流出口に接続された流通管路により、冷却対象物へと供給される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2018-162865号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上記のとおり、シャフトを回転させるためには、モータステータに対する通電を行う必要がある。モータステータに対する通電により、モータステータが発熱する。モータステータにおいて発生した熱は、シャフトを介してポンプ部に伝達され、容器の内部に貯留された低温流体の温度を上昇させる。これにより、容器の内部に貯留されている低温流体の一部が気化される。気化した低温流体がポンプ室に流入すると、ポンプ効率が低下する。

[0008] 本発明は、上記のような従来技術の問題点に鑑みてなされたものである。より具体的には、本発明は、モータステータにおける発熱がポンプ部に伝達されることを抑制可能な流体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

[0009] 本発明の一態様に係る流体ポンプは、回転軸と、モータ部と、ポンプ部とを備える。回転軸は、中心軸と、中心軸に沿う中心軸方向における端である第1端と、第1端の反対側の端である第2端と、第1端から第2端に向かって延在している第1軸部と、第1軸部から第2端に向かって延在している第2軸部とを有する。モータ部は、内周面を含むモータケーシングと、モータケーシングの内部に配置されているモータステータと、モータステータと対向するようにモータケーシングの内部に配置されているとともに、第1軸部の一部によって構成されているモータロータと、中心軸方向においてモータステータよりも第1端側に位置するようにモータケーシングの内部に配置されている第1ラジアル磁気軸受と、中心軸方向においてモータステータよりも第2端側に位置するようにモータケーシングの内部に配置されている第2ラジアル磁気軸受と、外周面を含むとともに、外周面が内周面に接するよう

に中心軸方向に直交する径方向においてモータケーシングとモータステータとの間に配置されている冷却ジャケットとを有する。ポンプ部は、第2軸部の第2端側に取り付けられたインペラと、インペラが収納されるポンプ室が内部に形成されたインペラケーシングとを有する。冷却ジャケットは、中心軸方向において、モータステータと少なくとも部分的に重なる位置に配置されている。中心軸方向においてモータステータと重なる位置にある外周面は、中心軸周りの螺旋状に形成された第1螺旋溝を含む。第2ラジアル磁気軸受の中心軸に沿う方向における幅は、第1ラジアル磁気軸受の中心軸に沿う方向における幅よりも大きい。

[0010] 上記流体ポンプにおいて、冷却ジャケットは、中心軸方向における端である第3端と、第3端の反対側の端であるとともに、第3端よりも第1端から離れた位置にある第4端とを有していてもよい。冷却ジャケットは、第4端が第2ラジアル磁気軸受の中心軸方向における中央よりも第2端に近い位置に達するように延在していてもよい。中心軸方向において第2ラジアル磁気軸受と重なる位置にある外周面は、中心軸周りの螺旋状に形成された第2螺旋溝を含んでいてもよい。

[0011] 上記流体ポンプにおいて、外周面は、第1螺旋溝の第3端側の端部に接続された第1円周溝と、中心軸方向において第1螺旋溝と第2螺旋溝との間にあるとともに、第1螺旋溝及び第2螺旋溝に接続されている第2円周溝と、第2螺旋溝の第4端側の端部に接続された第3円周溝とをさらに含んでいてもよい。

[0012] 上記流体ポンプにおいて、モータケーシングには、第1円周溝に連通している第1冷媒入口と、第2円周溝に連通している冷媒出口と、第3円周溝に連通している第2冷媒入口とが形成されていてもよい。

[0013] 上記流体ポンプにおいて、モータケーシングには、第1円周溝に連通している第1冷媒出口と、第2円周溝に連通している冷媒入口と、第3円周溝に連通している第2冷媒出口とが形成されていてもよい。

[0014] 本発明の一態様に係る流体移送装置は、容器と、ポンプ部が容器の内部に

位置するように容器に取り付けられた上記流体ポンプとを備える。

発明の効果

[0015] 本発明の一態様に係る流体ポンプにおいては、冷却ジャケットの外周面に形成された第1螺旋溝及びモータケーシングの内周面で画された流路に冷媒を流すことにより、モータステータを冷却することができる。また、本発明の一態様に係る流体ポンプにおいては、第2ラジアル磁気軸受の中心軸方向における幅が第1ラジアル軸受の中心軸方向における幅よりも大きくなっているため、モータステータとポンプ部との距離を相対的に大きく確保することができる。そのため、本発明の一態様に係る流体ポンプによると、モータステータにおける発熱がポンプ部に伝達されることを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]流体ポンプ10の断面図である。
[図2]流体ポンプ10における冷却ジャケット27の側面図である。
[図3]流体移送装置100の正面図である。
[図4]流体移送装置100の断面図である。
[図5]流体ポンプ10Aの断面図である。
[図6]流体ポンプ10Aにおける冷却ジャケット27の側面図である。
[図7]流体ポンプ10Bの断面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 実施形態の詳細を、図面を参酌しながら説明する。以下の図面においては、同一又は相当する部分に同一の参照符号を付し、重複する説明は繰り返さない。

[0018] (第1実施形態)

以下に、第1実施形態に係る流体ポンプ（以下「流体ポンプ10」とする）の構成を説明する。

[0019] 図1は、流体ポンプ10の断面図である。図1に示されるように、流体ポンプ10は、回転軸1と、モータ部2と、ポンプ部3とを有している。

[0020] <回転軸1の詳細構成>

図1に示されるように、回転軸1は、中心軸Aを有している。回転軸1は、中心軸Aに沿う方向（以下「中心軸方向」とする）において、第1端1aと、第2端1bとを有している。第2端1bは、第1端1aの反対側の端である。

[0021] 回転軸1は、第1軸部11と、第2軸部12とを有している。第1軸部11は、第1端1aから第2端1bに向かって延在している。第2軸部12は、第1軸部11から第2端1bに向かって延在している。第1軸部11の直径は、第2軸部12の直径よりも大きいことが好ましい。

[0022] <モータ部2の詳細構成>

図1に示されるように、モータ部2は、モータケーシング21と、モータステータ22と、モータロータ23と、ラジアル磁気軸受24と、ラジアル磁気軸受25と、スラスト磁気軸受26と、冷却ジャケット27とを有している。

[0023] モータケーシング21には、第1軸部11が収納されている。このことを別の観点から言えば、第1軸部11は、モータケーシング21に収納される回転軸1の部分である。モータケーシング21は、有底筒状の形状を有している。モータケーシング21は、第1ケーシング21aと、第2ケーシング21bと、ケーシング蓋21cとを有している。モータケーシング21は、内周面21dを有している。

[0024] 第1ケーシング21aは、筒状の形状を有している。第1ケーシング21aは、中心軸方向に沿って延在している。第2ケーシング21bは、筒状の形状を有している。第2ケーシング21bは、中心軸方向に沿って延在している。第2ケーシング21bは、第1ケーシング21aの上端に接続されている。第1ケーシング21aと第2ケーシング21bとの間の接続は、例えばボルト及びナットにより行われる。ケーシング蓋21cは、平板状の形状を有している。ケーシング蓋21cは、第2ケーシング21bの上端に取り付けられている。これにより、第2ケーシング21bの上端が閉塞されている。

- [0025] モータケーシング 21 は、冷媒入口 21 e と、冷媒出口 21 f とを有している。冷媒入口 21 e は、後述する円周溝 27 c c に連通しており、冷媒出口 21 f は、後述する円周溝 27 c b に連通している。冷媒入口 21 e から冷媒が導入され、冷媒出口 21 f からは冷媒が排出される。冷媒は、例えば水である。
- [0026] モータステータ 22 は、モータケーシング 21 の内部に配置されている。より具体的には、モータステータ 22 は、第 1 ケーシング 21 a の内部に配置されている。モータステータ 22 は、ステータコアにステータコイルが巻き回されることにより構成されている。
- [0027] モータロータ 23 は、例えば、第 1 軸部 11 の一部である。モータロータ 23 は、永久磁石により形成されている。モータロータ 23 は、中心軸 A を通るとともに中心軸方向に直交する方向（以下「径方向」という）においてモータステータ 22 に対向するように配置されている。このことを別の観点から言えば、モータステータ 22 は、モータロータ 23 の周囲に配置されている。インバータ回路（図示せず）等によりステータコイルに流れる電流の方向が順次切り替えられることにより、モータステータ 22 が発生させる磁場の向きが順次切り替えられる。これにより、モータロータ 23 に対する推進力が発生し、回転軸 1 が中心軸 A 周りに回転する。なお、ステータコイルに電流が流れることにより（すなわちモータ部 2 が回転軸 1 を回転させることにより）、モータロータ 23 が発熱する。
- [0028] ラジアル磁気軸受 24 は、モータケーシング 21（より具体的には、第 1 ケーシング 21 a）の内部に配置されている。ラジアル磁気軸受 24 は、回転軸 1（より具体的には、第 1 軸部 11）の中心軸 A 周りに回転可能に支持している。ラジアル磁気軸受 24 は、回転軸 1 に加わるラジアル方向の荷重（径方向の荷重）を支持している。
- [0029] ラジアル磁気軸受 25 は、モータケーシング 21（より具体的には、第 1 ケーシング 21 a）の内部に配置されている。ラジアル磁気軸受 25 は、回転軸 1（より具体的には、第 1 軸部 11）の中心軸 A 周りに回転可能に支持

している。ラジアル磁気軸受 25 は、回転軸 1 に加わるラジアル方向の荷重（径方向の荷重）を支持している。

[0030] ラジアル磁気軸受 24 は、中心軸方向において、モータステータ 22 よりも第 1 端 1 a 側に配置されている。ラジアル磁気軸受 25 は、中心軸方向において、モータステータ 22 よりも第 2 端 1 b 側に配置されている。すなわち、ラジアル磁気軸受 24 及びラジアル磁気軸受 25 は、中心軸方向において、モータステータ 22 を挟み込むように配置されている。

[0031] ラジアル磁気軸受 24 は、中心軸方向において、幅 W1 を有している。ラジアル磁気軸受 25 は、中心軸方向において、幅 W2 を有している。幅 W2 は、幅 W1 よりも大きくなっている。

[0032] スラスト磁気軸受 26 は、モータケーシング 21 の内部に配置されている。スラスト磁気軸受 26 は、回転軸 1 に加わるスラスト方向の荷重（中心軸方向の荷重）を支持している。なお、ラジアル磁気軸受 24、ラジアル磁気軸受 25 及びスラスト磁気軸受 26 は、電磁力による磁気浮上を利用するため、回転軸 1 を非接触で支持することになる。

[0033] 冷却ジャケット 27 は、筒状の形状を有している。冷却ジャケット 27 は、中心軸方向に沿って延在している。冷却ジャケット 27 は、中心軸方向において、第 3 端 27 a と、第 4 端 27 b とを有している。第 4 端 27 b は、第 3 端 27 a の反対側の端である。第 4 端 27 b は、第 3 端 27 a よりも第 1 端 1 a から離れた位置にある。冷却ジャケット 27 は、中心軸方向において、モータステータ 22 に重なる位置に配置されている。このことを別の観点から言えば、第 3 端 27 a は、モータステータ 22 の第 2 端 1 b 側の端よりも第 1 端 1 a に近い位置にあり、第 4 端 27 b は、モータステータ 22 の第 1 端 1 a 側の端よりも第 1 端 1 a から離れた位置にある。好ましくは、第 3 端 27 a は、モータステータ 22 の中心軸方向における中央よりも第 1 端 1 a に近い位置にあり、第 4 端 27 b は、モータステータ 22 の第 2 端 1 b 側の端に達している。

[0034] 冷却ジャケット 27 は、外周面 27 c を有している。冷却ジャケット 27

は、外周面 27c が内周面 21d と接するように、径方向においてモータケーシング 21 とモータステータ 22 との間に配置されている。

[0035] 図 2 は、流体ポンプ 10 における冷却ジャケット 27 の側面図である。図 1 及び図 2 に示されるように、中心軸方向においてモータステータ 22 と重なる位置にある外周面 27c には、螺旋溝 27ca と、円周溝 27cb と、円周溝 27cc とが形成されている。螺旋溝 27ca は、中心軸 A 周りの螺旋状に形成された溝である。円周溝 27cb 及び円周溝 27cc は、中心軸 A 周りの円周状に形成された溝である。このことを別の観点から言えば、中心軸方向に直交する側面視において、螺旋溝 27ca の延在方向は中心軸方向に対して傾いており、円周溝 27cb 及び円周溝 27cc の延在方向は中心軸に直交している。外周面 27c は、螺旋溝 27ca、円周溝 27cb 及び円周溝 27cc において窪んでいる。

[0036] 円周溝 27cb は、螺旋溝 27ca の第 3 端 27a 側の端部に接続されている。円周溝 27cc は、螺旋溝 27ca の第 4 端 27b 側の端部に接続されている。

[0037] 上記のとおり、外周面 27c は内周面 21d に接しているため、螺旋溝 27ca、円周溝 27cb 及び円周溝 27cc と内周面 21d とにより、流路が形成されている。上記のとおり、冷媒入口 21e は円周溝 27cc に連通しており、冷媒出口 21f は円周溝 27cb に連通しているため、冷媒入口 21e から導入された冷媒は、上記の流路を流れ、冷媒出口 21f から排出される。

[0038] <ポンプ部 3 の詳細構成>

図 1 に示されるように、ポンプ部 3 は、インペラ 31 と、インペラケーシング 32 と、シャフトカバー 33 とを有している。

[0039] インペラ 31 は、回転軸 1 に取り付けられている。より具体的には、インペラ 31 は、第 2 軸部 12 の先端部（第 2 軸部 12 の第 1 軸部 11 とは反対側の端部）に取り付けられている。

[0040] インペラケーシング 32 は、上面 32a と、底面 32b と、挿通孔 32c

と、ポンプ室 3 2 d と、吸込口 3 2 e と、吐出口 3 2 f と、流路 3 2 g とを有している。

[0041] 上面 3 2 a は、モータ部 2 側を向く面である。底面 3 2 b は、上面 3 2 a の反対面である。挿通孔 3 2 c は、上面 3 2 a から底面 3 2 b に向かう方向に沿って、インペラケーシング 3 2 を貫通している。挿通孔 3 2 c には、回転軸 1（第 2 軸部 1 2）が挿通されている。ポンプ室 3 2 d は、インペラケーシング 3 2 の内部に形成されている。ポンプ室 3 2 d は、インペラ 3 1 が収納されるインペラケーシング 3 2 の内部空間である。ポンプ室 3 2 d は、インペラケーシング 3 2 の内部において、挿通孔 3 2 c に接続されている。ポンプ室 3 2 d よりも上面 3 2 a 側にある挿通孔 3 2 c の部分を第 1 部分 3 2 c a といい、ポンプ室 3 2 d よりも底面 3 2 b 側にある挿通孔 3 2 c の部分を第 2 部分 3 2 c b という。第 1 部分 3 2 c a の内壁面と回転軸 1（第 2 軸部 1 2）の外周面との間は、液密にシールされている。

[0042] 吸込口 3 2 e は、第 2 部分 3 2 c b を介して、ポンプ室 3 2 d に連通している。吐出口 3 2 f は、インペラケーシング 3 2 の内部に形成された流路 3 2 g を介して、ポンプ室 3 2 d に連通している。回転軸 1 の回転に伴い、ポンプ室 3 2 d 内においてインペラ 3 1 が回転する。流体は、インペラ 3 1 の回転に伴う遠心力により、吸込口 3 2 e からポンプ室 3 2 d へと吸い込まれるとともに、ポンプ室 3 2 d から吐出口 3 2 f へと吐出される。

[0043] シャフトカバー 3 3 は、インペラケーシング 3 2 とモータ部 2 との間にある回転軸 1 を覆っている。シャフトカバー 3 3 は、一方端において上面 3 2 a に接続されており、他方端においてモータケーシング 2 1 に接続されている。これにより、モータ部 2 とポンプ部 3 とが一体化されている。なお、シャフトカバー 3 3 とインペラケーシング 3 2 とは、一体に形成されていてもよい。

[0044] <流体ポンプ 1 0 を用いた流体移送装置>

以下に、流体ポンプ 1 0 を用いた流体移送装置（以下「流体移送装置 1 0 0」とする）の構成を説明する。

[0045] 図3は、流体移送装置100の正面図である。図4は、流体移送装置100の断面図である。図3及び図4に示されるように、流体移送装置100は、流体ポンプ10と、容器20と、管路30と、管路40とを有している。

[0046] 容器20は、例えば真空容器である。容器20は、容器本体20aと、圧力壁20bとを有している。容器本体20aは、上端に開口を有している。圧力壁20bは、容器本体20aの上端に取り付けられることにより、容器本体20aの開口を閉塞するとともに、容器20の内部空間を画している。容器20の内部には、流体が貯留されている。容器20の内部に貯留される流体は、例えば、液体窒素等の低温流体である。

[0047] 流体ポンプ10は、ポンプ部3が容器20の内部に位置するように容器20に取り付けられている。より具体的には、流体ポンプ10は、モータ部2（モータケーシング21）が圧力壁20b上に固定されることにより、容器20に取り付けられている。

[0048] 管路30は、一方端が容器20の内部に位置するように圧力壁20bを貫通している。図示されていないが、管路30の他方端は、低温流体の供給源に接続されている。すなわち、管路30を介して、容器20の内部に低温流体が供給される。管路40は、一方端において吐出口32fに接続されるように圧力壁20bを貫通している。なお、管路40の他方端は、超電導ケーブル等の冷却対象物に接続されている。

[0049] 回転軸1を回転させることにより、インペラ31が回転する。インペラ31の回転に伴う遠心力により、容器20の内部に貯留されている低温流体が吸込口32eから吸い込まれ、吐出口32fから吐出される。吐出口32fから吐出された低温流体は、管路40を介して冷却対象物に供給される。このようにして、流体移送装置100により、低温流体の供給源から容器20を介して冷却対象物へと低温流体が移送される。

[0050] <流体ポンプ10の効果>

以下に、流体ポンプ10の効果を説明する。

[0051] 流体ポンプ10においては、外周面27cに形成された螺旋溝27ca及

び内周面 21d で画された流路に冷媒を流すことにより、モータステータ 22 を冷却できる。また、流体ポンプ 10 においては、幅 W2 が幅 W1 よりも大きくなっているため、モータステータ 22 とポンプ部 3 との距離を相対的に大きく確保することができる。そのため、流体ポンプ 10 によると、モータステータ 22 における発熱がポンプ部 3 に伝達されることを抑制できる。その結果、容器 20 の内部に貯留されている低温流体の気化及び気化した低温流体のポンプ室 32d への流入に伴うポンプ効率の低下を抑制できる。

[0052] 流体ポンプ 10 においては、外周面 27c に円周溝 27cb 及び円周溝 27cc が形成されていることにより、冷却ジャケット 27 が中心軸 A 周りに回転した状態でモータケーシング 21 に取り付けられたとしても、冷媒入口 21e 及び冷媒出口 21f を円周溝 27cc 及び円周溝 27cb にそれぞれ連通させることができる。

[0053] (第 2 実施形態)

以下に、第 2 実施形態に係る流体ポンプ（以下「流体ポンプ 10A」とする）の構成を説明する。ここでは、流体ポンプ 10 の構成と異なる点を主に説明し、重複する説明は繰り返さない。

[0054] 図 5 は、流体ポンプ 10A の断面図である。図 5 に示されるように、流体ポンプ 10A は、回転軸 1 と、モータ部 2 と、ポンプ部 3 とを有している。回転軸 1 は、中心軸 A と、第 1 端 1a と、第 2 端 1b と、第 1 軸部 11 と、第 2 軸部 12 とを有している。モータ部 2 は、モータケーシング 21 と、モータステータ 22 と、モータロータ 23 と、ラジアル磁気軸受 24 と、ラジアル磁気軸受 25 と、スラスト磁気軸受 26 と、冷却ジャケット 27 とを有している。ポンプ部 3 は、インペラ 31 と、インペラケーシング 32 と、シャフトカバー 33 とを有している。これらの点に関して、流体ポンプ 10A の構成は、流体ポンプ 10 の構成と共通している。なお、流体ポンプ 10A において、幅 W2 は、幅 W1 よりも大きいことが好ましいが、幅 W1 に等しくてもよく、幅 W1 よりも小さくてもよい。

[0055] 流体ポンプ 10A の構成は、冷却ジャケット 27 の詳細及びモータケーシ

ング 21 の詳細に関して、流体ポンプ 10 の構成と異なっている。以下においては、これらの点を詳説する。

[0056] <冷却ジャケット 27 の詳細構成>

冷却ジャケット 27 は、中心軸方向において、モータステータ 22 及びラジアル磁気軸受 25 と重なる位置に配置されている。より具体的には、冷却ジャケット 27 は、第 4 端 27 b がラジアル磁気軸受 25 の中心軸方向における中央よりも第 2 端 1 b に近い位置まで延在している。なお、中心軸方向においてラジアル磁気軸受 25 と重なる位置にある冷却ジャケット 27 は、径方向において、ラジアル磁気軸受とモータケーシング 21 との間にある。

[0057] 図 6 は、流体ポンプ 10 A における冷却ジャケット 27 の側面図である。図 5 及び図 6 に示されるように、中心軸方向においてラジアル磁気軸受 25 と重なる位置にある外周面 27 c には、螺旋溝 27 c d と、円周溝 27 c e とが形成されている。なお、流体ポンプ 10 A における冷却ジャケット 27 において、円周溝 27 c c は、中心軸方向において螺旋溝 27 c a と螺旋溝 27 c d との間にあり、かつ、螺旋溝 27 c a の第 4 端 27 b 側の端部及び螺旋溝 27 c d の第 3 端 27 a 側の端部に接続されている。

[0058] 螺旋溝 27 c d は、中心軸 A 周りの螺旋状に形成された溝である。円周溝 27 c e は、中心軸 A 周りの円周状に形成された溝である。このことを別の観点から言えば、中心軸方向に直交する側面視において、螺旋溝 27 c d の延在方向は中心軸方向に対して傾いており、円周溝 27 c e の延在方向は中心軸に直交している。外周面 27 c は、螺旋溝 27 c d 及び円周溝 27 c e において窪んでいる。円周溝 27 c e は、螺旋溝 27 c d の第 4 端 27 b 側の端部に接続されている。

[0059] <モータケーシング 21 の詳細構成>

モータケーシング 21 は、冷媒入口 21 g をさらに有している。冷媒入口 21 g は、円周溝 27 c e に連通している。なお、流体ポンプ 10 A においては、冷媒入口 21 e は円周溝 27 c b に連通しており、冷媒出口 21 f は円周溝 27 c c に連通している。冷媒入口 21 e 及び冷媒入口 21 g からは

、冷媒が導入される。螺旋溝 27 c a、円周溝 27 c b、円周溝 27 c c、螺旋溝 27 c d 及び円周溝 27 c e と内周面 21 d とにより、流路が形成されている。冷媒出口 21 f は円周溝 27 c c に連通しているため、冷媒入口 21 e 及び冷媒入口 21 g から導入された冷媒は、上記の流路を流れ、冷媒出口 21 f から排出される。

[0060] <流体ポンプ 10 A の効果>

以下に、流体ポンプ 10 A の効果を説明する。ここでは、流体ポンプ 10 の効果と異なる点を主に説明し、重複する説明は繰り返さない。

[0061] 流体ポンプ 10 A においては、外周面 27 c に形成された螺旋溝 27 c d 及び内周面 21 d で画された流路に冷媒を流すことにより、ラジアル磁気軸受 25 を冷却できるため、ラジアル磁気軸受 25 における発熱がポンプ部 3 に伝達されることを抑制できる。

[0062] 容器 20 の内部には低温流体が貯留されているため、圧力壁 20 b に固定されている部分の付近に位置するモータケーシング 21 の温度が低くなっており、当該部分の付近に位置するモータケーシング 21 の外周面に結露が生じるおそれがある。流体ポンプ 10 A においては、外周面 27 c に形成された螺旋溝 27 c d 及び内周面 21 d で画された流路に冷媒を流すことにより、ラジアル磁気軸受 25 を冷却しつつ、圧力壁 20 b に固定されている部分の付近に位置するモータケーシング 21 を暖めることができるため、上記のような結露の発生を抑制できる。

[0063] 流体ポンプ 10 A においては、外周面 27 c に円周溝 27 c c、円周溝 27 c b 及び円周溝 27 c e が形成されていることにより、冷却ジャケット 27 が中心軸 A 周りに回転した状態でモータケーシング 21 に取り付けられたとしても、冷媒入口 21 e、冷媒出口 21 f 及び冷媒入口 21 g を円周溝 27 c c、円周溝 27 c b 及び円周溝 27 c e にそれぞれ連通させることができる。

[0064] 流体ポンプ 10 A においては、モータケーシング 21 が冷媒入口 21 e、冷媒出口 21 f 及び冷媒入口 21 g を有していることにより、モータステー

タ 2 2 を冷却するための流路及びラジアル磁気軸受 2 5 を冷却するための流路をそれぞれ短くすることができる。その結果、冷媒の供給のために吐出圧の小さいポンプを用いること可能になり、装置構成を簡略化することができる。

[0065] <変形例>

以下に、流体ポンプ 1 0 A の変形例（以下「流体ポンプ 1 0 B」とする）を説明する。

[0066] 図 7 は、流体ポンプ 1 0 B の断面図である。図 7 に示されるように、モータケーシング 2 1 は、冷媒入口 2 1 h と、冷媒出口 2 1 i と、冷媒出口 2 1 j とを有している。冷媒入口 2 1 h は、円周溝 2 7 c c に接続されており、冷媒出口 2 1 i 及び冷媒出口 2 1 j は、円周溝 2 7 c b 及び円周溝 2 7 c e にそれぞれ連通している。このような構成を有する流体ポンプ 1 0 B によっても、流体ポンプ 1 0 A と同様の効果を奏する。

[0067] 以上のように本発明の実施形態について説明を行ったが、上述の実施形態を様々に変形することも可能である。また、本発明の範囲は、上述の実施形態に限定されるものではない。本発明の範囲は、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更を含むことが意図される。

産業上の利用可能性

[0068] 上記の実施形態は、液体窒素等の低温流体に対して用いられる流体ポンプ及び流体移送装置に特に有利に適用される。

符号の説明

[0069] 1 回転軸、1 a 第 1 端、1 b 第 2 端、1 1 第 1 軸部、1 2 第 2 軸部、2 モータ部、2 1 モータケーシング、2 1 a 第 1 ケーシング、2 1 b 第 2 ケーシング、2 1 c ケーシング蓋、2 1 d 内周面、2 1 e 冷媒入口、2 1 f 冷媒出口、2 1 g 冷媒入口、2 1 h 冷媒入口、2 1 i, 2 1 j 冷媒出口、2 2 モータステータ、2 3 モータロータ、2 4, 2 5 ラジアル磁気軸受、2 6 スラスト磁気軸受、2 7 冷却ジャケット

ット、27a 第3端、27b 第4端、27c 外周面、27ca 螺旋溝、27cb, 27cc 円周溝、27cd 螺旋溝、27ce 円周溝、3 ポンプ部、31 インペラ、32 インペラケーシング、32a 上面、32b 底面、32c 挿通孔、32ca 第1部分、32cb 第2部分、32d ポンプ室、32e 吸込口、32f 吐出口、32g 流路、33 シャフトカバー、10, 10A, 10B 流体ポンプ、20 容器、20a 容器本体、20b 圧力壁、30, 40 管路、100 流体移送装置、A 中心軸、W1, W2 幅。

請求の範囲

[請求項1]

中心軸と、前記中心軸に沿う中心軸方向における端である第1端と、前記第1端の反対側の端である第2端と、前記第1端から前記第2端に向かって延在している第1軸部と、前記第1軸部から前記第2端に向かって延在している第2軸部とを有する回転軸と、

内周面を含むモータケーシングと、前記モータケーシングの内部に配置されているモータステータと、前記モータステータと対向するように前記モータケーシングの内部に配置されているとともに、前記第1軸部の一部によって構成されているモータロータと、前記中心軸方向において前記モータステータよりも前記第1端側に位置するように前記モータケーシングの内部に配置されている第1ラジアル磁気軸受と、前記中心軸方向において前記モータステータよりも前記第2端側に位置するように前記モータケーシングの内部に配置されている第2ラジアル磁気軸受と、外周面を含むとともに、前記外周面が前記内周面に接するように前記中心軸方向に直交する径方向において前記モータケーシングと前記モータステータとの間に配置されている冷却ジャケットとを有するモータ部と、

前記第2軸部の前記第2端側に取り付けられたインペラと、前記インペラが収納されるポンプ室が内部に形成されたインペラケーシングとを有するポンプ部とを備え、

前記冷却ジャケットは、前記中心軸方向において、前記モータステータと少なくとも部分的に重なる位置に配置されており、

前記中心軸方向において前記モータステータと重なる位置にある前記外周面は、前記中心軸周りの螺旋状に形成された第1螺旋溝を含み、

前記第2ラジアル磁気軸受の前記中心軸に沿う方向における幅は、前記第1ラジアル磁気軸受の前記中心軸に沿う方向における幅よりも大きい、流体ポンプ。

[請求項2] 前記冷却ジャケットは、前記中心軸方向における端である第3端と、前記第3端の反対側の端であるとともに、前記第3端よりも前記第1端から離れた位置にある第4端とを有し、

前記冷却ジャケットは、前記第4端が前記第2ラジアル磁気軸受の前記中心軸方向における中央よりも前記第2端に近い位置に達するように延在しており、

前記中心軸方向において前記第2ラジアル磁気軸受と重なる位置にある前記外周面は、前記中心軸周りの螺旋状に形成された第2螺旋溝を含む、請求項1に記載の流体ポンプ。

[請求項3] 前記外周面は、前記第1螺旋溝の前記第3端側の端部に接続された第1円周溝と、前記中心軸方向において前記第1螺旋溝と前記第2螺旋溝との間にあるとともに、前記第1螺旋溝及び前記第2螺旋溝に接続されている第2円周溝と、前記第2螺旋溝の前記第4端側の端部に接続された第3円周溝とをさらに含む、請求項2に記載の流体ポンプ。

[請求項4] 前記モータケーシングには、前記第1円周溝に連通している第1冷媒入口と、前記第2円周溝に連通している冷媒出口と、前記第3円周溝に連通している第2冷媒入口とが形成されている、請求項3に記載の流体ポンプ。

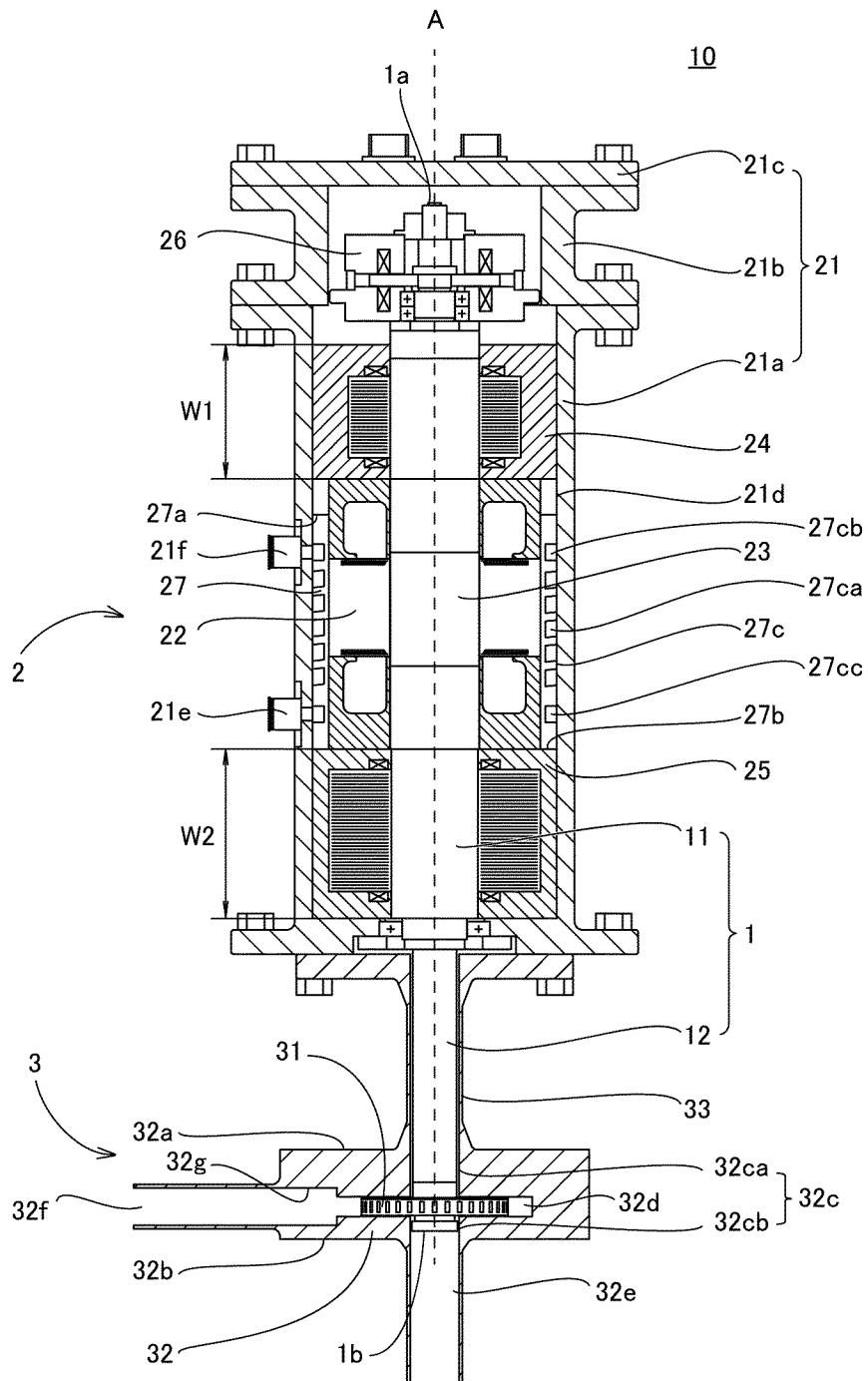
[請求項5] 前記モータケーシングには、前記第1円周溝に連通している第1冷媒出口と、前記第2円周溝に連通している冷媒入口と、前記第3円周溝に連通している第2冷媒出口とが形成されている、請求項3に記載の流体ポンプ。

[請求項6] 容器と、

前記ポンプ部が前記容器の内部に位置するように前記容器に取り付けられた請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の前記流体ポンプとを備える、流体移送装置。

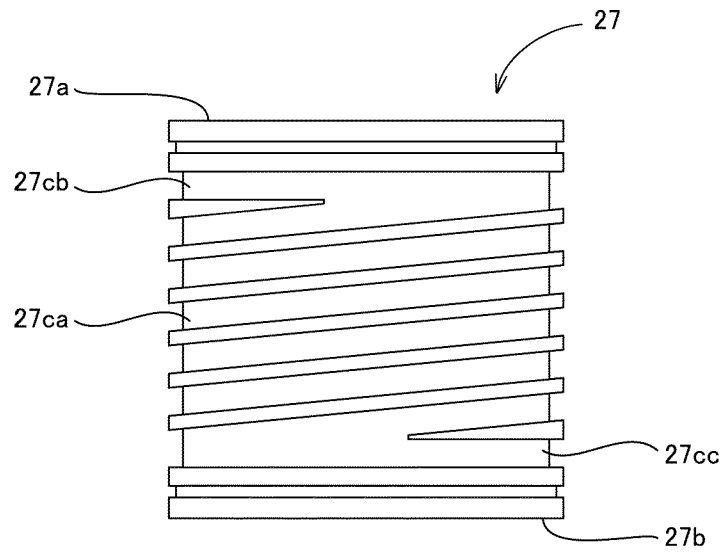
[図1]

FIG. 1



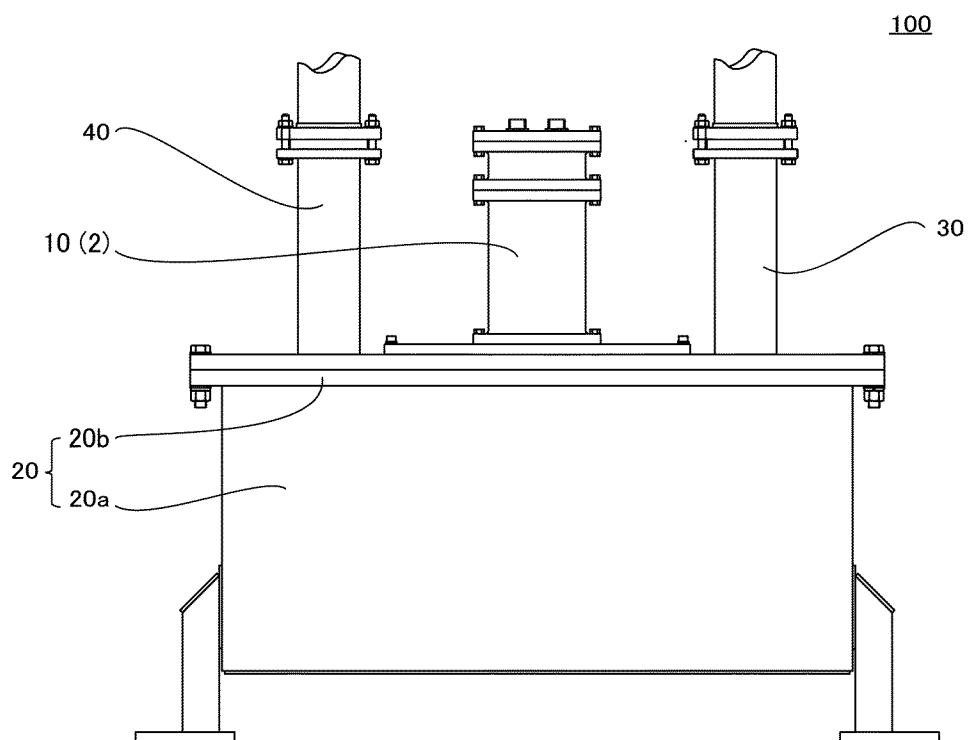
[図2]

FIG. 2



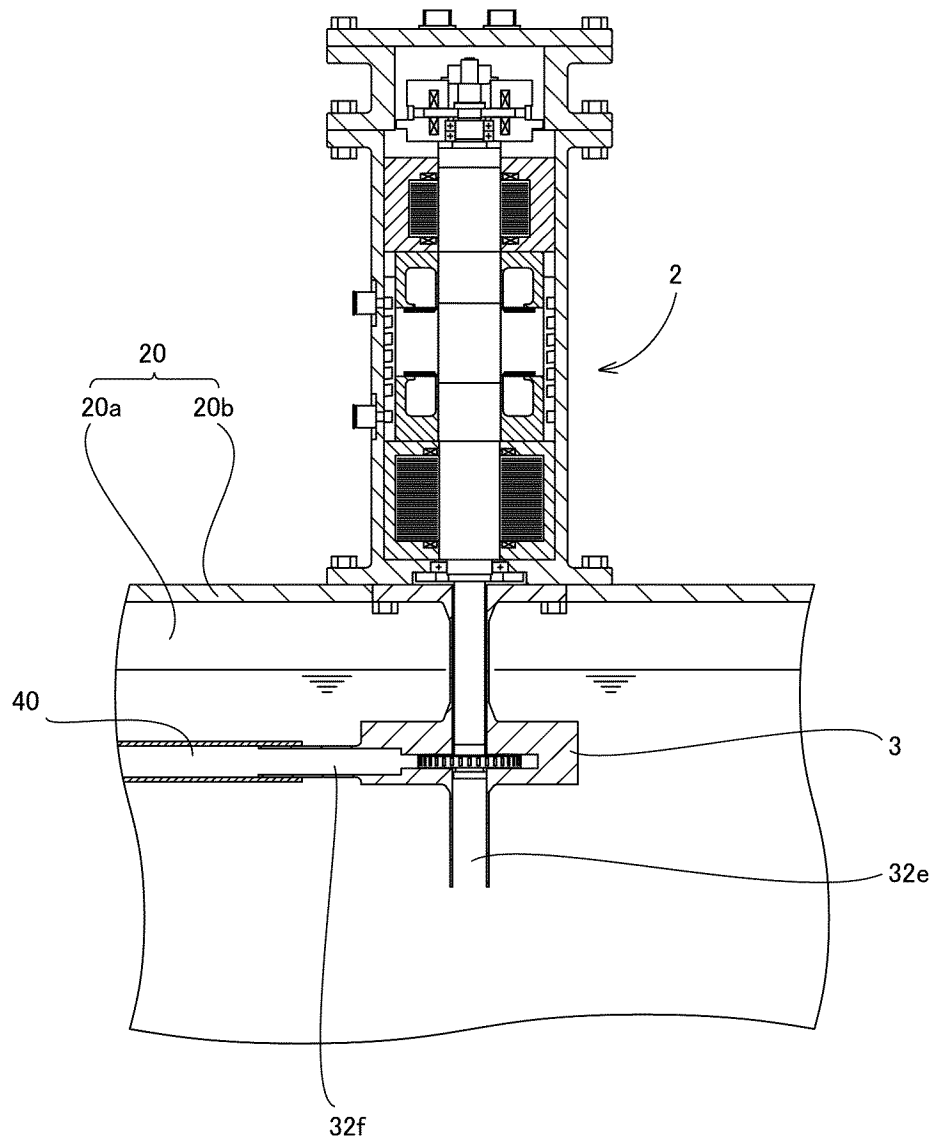
[図3]

FIG. 3



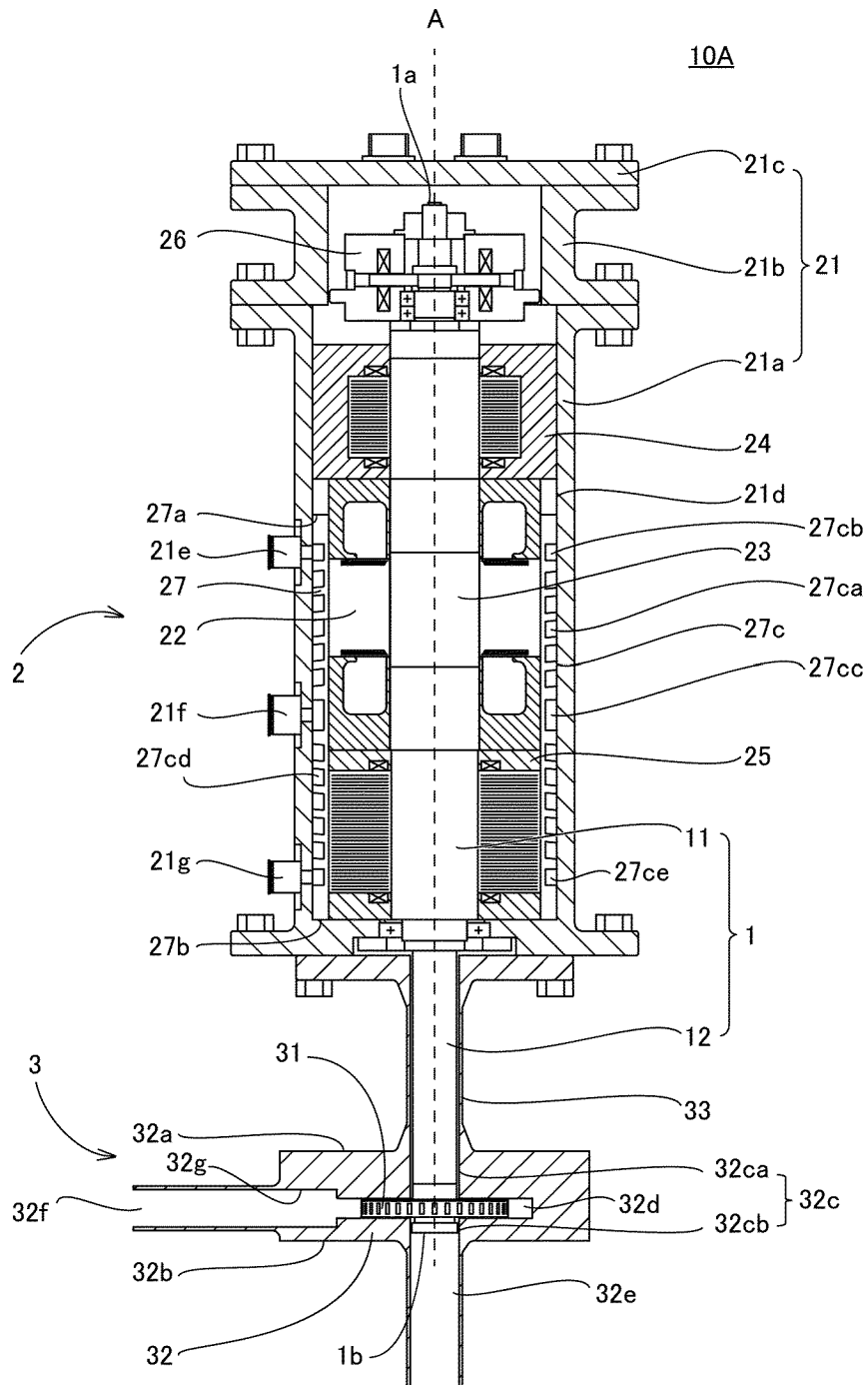
[図4]

FIG. 4



[図5]

FIG. 5



[図6]

FIG. 6

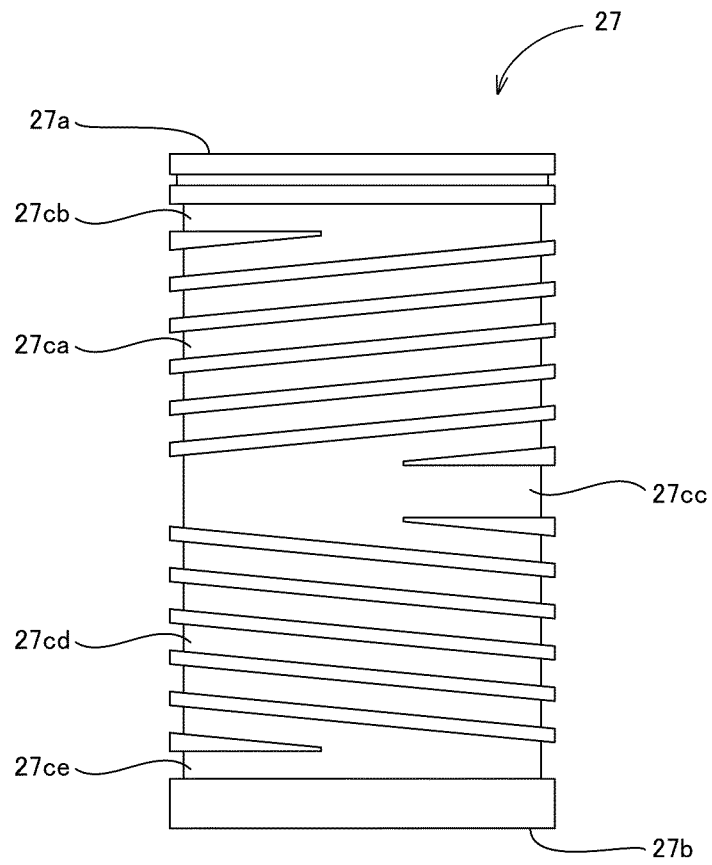
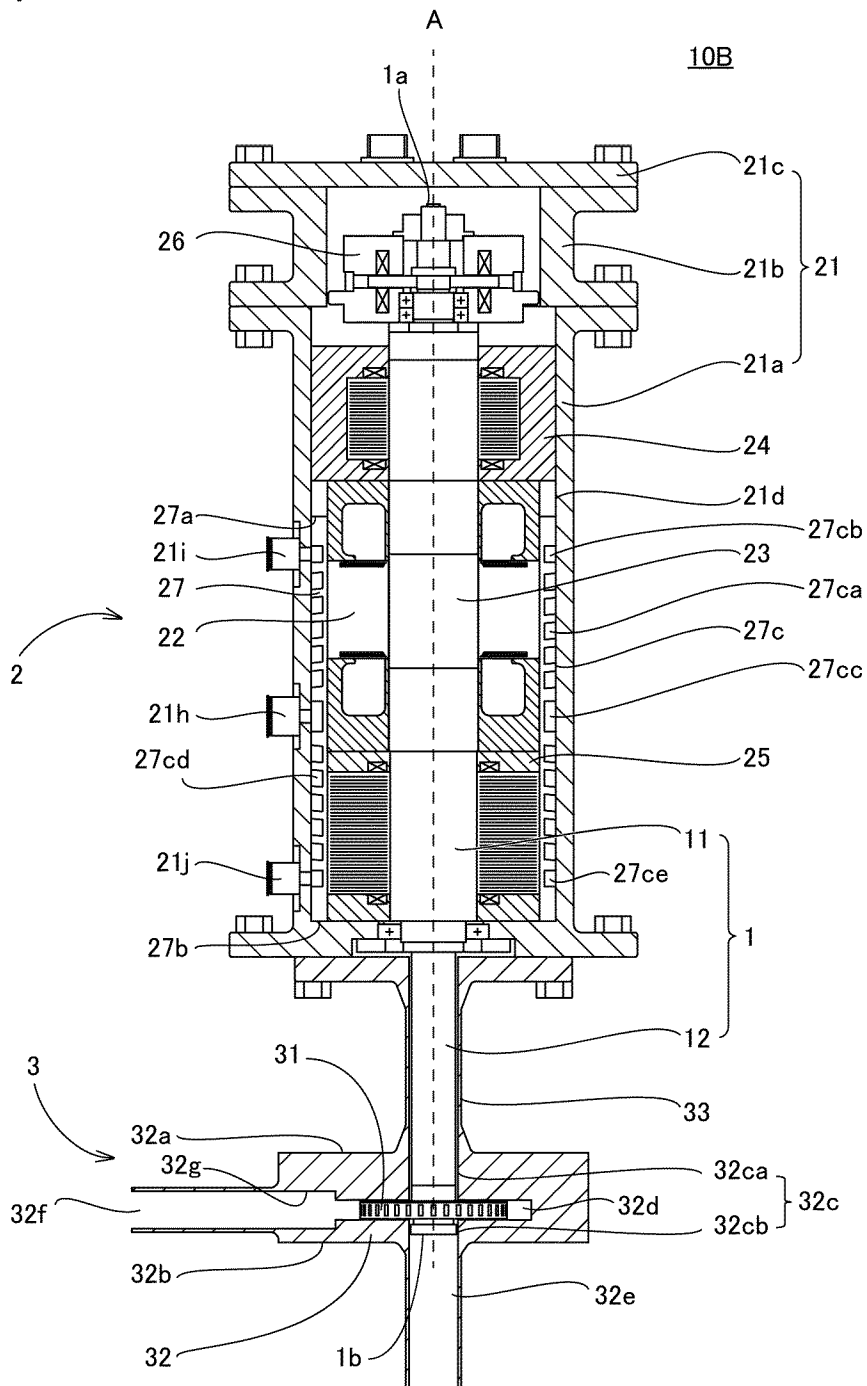


FIG. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/034363

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D 29/58(2006.01)i; **F04D 29/048**(2006.01)i; **F04D 29/42**(2006.01)i; **H02K 7/09**(2006.01)i; **H02K 7/14**(2006.01)i; **H02K 9/19**(2006.01)i

FI: F04D29/58 D; F04D29/58 F; F04D29/42 B; F04D29/048; H02K7/09; H02K7/14 B; H02K9/19 B

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04D29/58; F04D29/048; F04D29/42; H02K7/09; H02K7/14; H02K9/19

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2018-178908 A (EDWARDS KK) 15 November 2018 (2018-11-15) paragraphs [0011]-[0017], fig. 1-3	1-2, 6
A		3-5
Y	WO 2018/139497 A1 (IHI CORP.) 02 August 2018 (2018-08-02) paragraph [0044], fig. 1-2	1-2, 6
Y	JP 2005-69066 A (EBARA CORP.) 17 March 2005 (2005-03-17) paragraphs [0035]-[0037], fig. 1	2
Y	JP 2007-291936 A (SONY CORP.) 08 November 2007 (2007-11-08) paragraph [0025], fig. 1	6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 October 2021

Date of mailing of the international search report

02 November 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/034363

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2018-178908	A	15 November 2018	US 2020/0158117 A1 paragraphs [0031]-[0063], fig. 1-4 WO 2018/193943 A1 EP 3613988 A1 CN 110621884 A KR 10-2019-0141138 A	
WO	2018/139497	A1	02 August 2018	US 2019/0345956 A1 paragraph [0048], fig. 1-2 CN 109563846 A	
JP	2005-69066	A	17 March 2005	US 2005/0042118 A1 paragraphs [0091]-[0093], fig. 1 US 2010/0047096 A1 EP 1508700 A2	
JP	2007-291936	A	08 November 2007	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F04D 29/58(2006.01)i; F04D 29/048(2006.01)i; F04D 29/42(2006.01)i; H02K 7/09(2006.01)i; H02K 7/14(2006.01)i; H02K 9/19(2006.01)i FI: F04D29/58 D; F04D29/58 F; F04D29/42 B; F04D29/048; H02K7/09; H02K7/14 B; H02K9/19 B		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） F04D29/58; F04D29/048; F04D29/42; H02K7/09; H02K7/14; H02K9/19		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2018-178908 A（エドワーズ株式会社）15.11.2018（2018-11-15） 段落0011-0017, 図1-3	1-2, 6 3-5
Y	WO 2018/139497 A1（株式会社 I H I）02.08.2018（2018-08-02） 段落0044, 図1-2	1-2, 6
Y	JP 2005-69066 A（株式会社荏原製作所）17.03.2005（2005-03-17） 段落0035-0037, 図1	2
Y	JP 2007-291936 A（ソニー株式会社）08.11.2007（2007-11-08） 段落0025, 図1	6
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 20.10.2021		国際調査報告の発送日 02.11.2021
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 岸 智章 30 9327 電話番号 03-3581-1101 内線 3358

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/034363

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-178908	A	15.11.2018	US 2020/0158117 A1 段落0031-0063, 図1-4 WO 2018/193943 A1 EP 3613988 A1 CN 110621884 A KR 10-2019-0141138 A	
WO	2018/139497	A1	02.08.2018	US 2019/0345956 A1 段落0048, 図1-2 CN 109563846 A	
JP	2005-69066	A	17.03.2005	US 2005/0042118 A1 段落0091-0093, 図1 US 2010/0047096 A1 EP 1508700 A2	
JP	2007-291936	A	08.11.2007	(ファミリーなし)	