

(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
2019年3月7日(07.03.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/044504 A1

(51) 国際特許分類:

F04D 29/12 (2006.01) F04D 29/58 (2006.01)
F04D 29/14 (2006.01) F16J 15/34 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/030338

(22) 国際出願日: 2018年8月15日(15.08.2018)

(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 2017-164278 2017年8月29日(29.08.2017) JP
特願 2017-164279 2017年8月29日(29.08.2017) JP
特願 2017-164280 2017年8月29日(29.08.2017) JP

(71) 出願人: 株式会社 荅原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 吉川 成 (YOSHIKAWA, Shigeru); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荅原製作所内 Tokyo (JP). 早川 淳一 (HAYAKAWA, Junichi); 〒1448510 東

京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荅原製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 廣澤 哲也, 外(HIROSAWA, Tetsuya et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 7 丁目 5 番 8 号 GOWA 西新宿 4 階 Tokyo (JP).

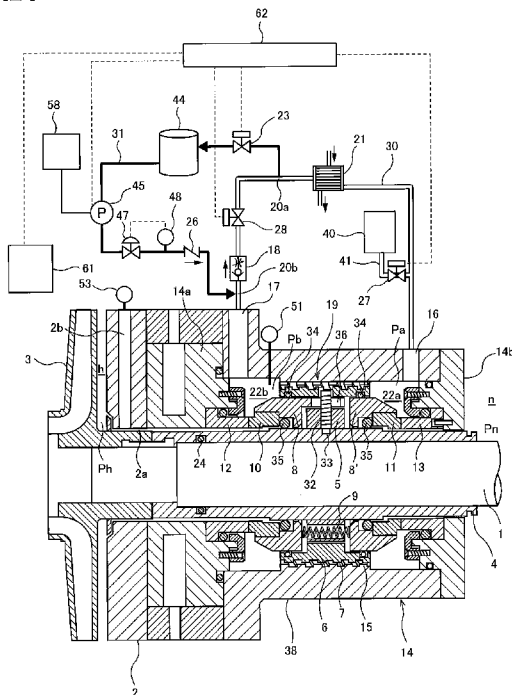
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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,

(54) Title: SEAL SYSTEM

(54) 発明の名称: シールシステム

[図1]



(57) Abstract: This seal system is provided with: a double mechanical seal including a pump-side sealing mechanism (10, 12) and an atmosphere-side sealing mechanism (11, 13); a pump mechanism (19) driven by a rotating shaft (1); a first medium circulating line (30) which is connected to a first chamber (22a) and a second chamber (22b) and which causes a fluid barrier and cooling medium different from a fluid being handled by a centrifugal pump to circulate between the first chamber (22a) and the second chamber (22b); a heat exchanger (21) and a shutoff valve (28) attached in the first medium circulating line (30); a second medium circulating line (31) which bypasses the shutoff valve (28); and a medium pressure pump (45) and an open/closed valve (23) attached in the second medium circulating line (31).

MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, 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：シールシステムは、ポンプ側シール機構（10, 12）および大気側シール機構（11, 13）を有するダブルメカニカルシールと、回転軸（1）により駆動されるポンプ機構（19）と、第1チャンバ（22a）と第2チャンバ（22b）とに接続され、遠心ポンプの取り扱い流体とは異なる流体バリア兼冷却媒体を第1チャンバ（22a）と第2チャンバ（22b）との間で循環させる第1媒体循環ライン（30）と、第1媒体循環ライン（30）に取り付けられた熱交換器（21）および遮断弁（28）と、遮断弁（28）をバイパスする第2媒体循環ライン（31）と、第2媒体循環ライン（31）に取り付けられた媒体加圧ポンプ（45）および開閉弁（23）とを備える。

明 細 書

発明の名称： シールシステム

技術分野

[0001] 本発明は、シールハウジング内に備えられたダブルメカニカルシールを含むシールシステムに関し、特にダブルメカニカルシールを構成するポンプ側シール機構と大気側シール機構との間に、回転軸により駆動されるポンプ機構を備えたシールシステムに関する。

背景技術

[0002] 石油や天然ガスなどの化石燃料を精製する際には、二酸化炭素（ CO_2 ）や、硫黄（S）などの不純物を取り除く必要がある。硫黄は精製過程において硫化水素（ H_2S ）として回収されることが多く、精製過程に用いられるポンプが扱う流体にも、この硫化水素が多く含まれる場合がある。硫化水素は極めて毒性が高く、万一大気中に漏れ出した場合には、人体に深刻な被害をおよぼすため、硫化水素を扱うポンプにおいては、硫化水素が決して外部へ漏れ出すことが無い様に、ポンプの設計に万全の配慮を払う必要がある。

[0003] 図6に示されるシールシステムは、遠心ポンプの回転軸101のシールハウジング114内に、ポンプ側シール機構（スリップリング110および対向リング112）と、大気側シール機構（スリップリング111および対向リング113）とを有するダブルメカニカルシールを備えている。ポンプ側シール機構と大気側シール機構との間には、回転軸101により駆動されるポンプ機構119が設けられる。ポンプ機構119の両側には、第1チャンバ122aおよび第2チャンバ122bが形成されている。これら第1チャンバ122aおよび第2チャンバ122bは、シールハウジング114内に形成されており、大気側シール機構は、第1チャンバ122a内に配置され、大気側シール機構は第2チャンバ122b内に配置されている。

[0004] ポンプ機構119は、流体バリア兼冷却媒体を、第1チャンバ122aから第2チャンバ122bへポンプ羽根車の吐出し圧力 P_h よりも高い圧力 P

bになるように加圧して第2チャンバ122bに供給する。第2チャンバ122b内の加圧された流体バリア兼冷却媒体は、ポンプ羽根車103によって加圧された媒体が、ポンプ側シール機構のスリップリング110及び対向リング112を通して第2チャンバ122bへ漏洩することを防止できる。

[0005] 図6に示すシールシステムは、シールハウジング114の外に配置された再循環システムrを備える。この再循環システムrは、第1チャンバ122aと第2チャンバ122bに接続されており、流体バリア兼冷却媒体を循環させるように構成されている。再循環システムrは、熱交換器121を備え、ポンプ機構119により加圧された流体バリア兼冷却媒体は、第2チャンバ122bを経由して熱交換器121に至り、そこで冷却されて第1チャンバ122aに戻って再びポンプ機構119に至るという循環経路を備える。

[0006] 流体バリア兼冷却媒体は、遠心ポンプの取り扱い流体自体であり、予めポンプ羽根車103により加圧されてシールシステムに注入されている。シールシステム内の流体バリア兼冷却媒体がリークにより減少した場合には、遠心ポンプの取り扱い流体がポンプ羽根車103により加圧されてシールシステム内に補充される。したがって、ポンプの取り扱い流体が毒性や可燃性流体を含む場合には、外気のすぐそばに高圧の危険な流体があり、外部に漏れる虞がある。

[0007] 大気側シール機構にかかる流体バリア兼冷却媒体の圧力は、運転停止時において遠心ポンプの吐出圧相当の圧力である。このため、ポンプの取り扱い流体が毒性や可燃性流体を含む場合には、高圧の危険な流体が外部に漏れる虞がある。遠心ポンプが停止している場合で、シールシステム内の流体バリア兼冷却媒体がリークにより減少した場合には、アキュムレータ140内に予め加圧して蓄えられていた流体バリア兼冷却媒体がシールシステム内に供給されるようになっている。

[0008] ところで、図6において、ポンプ機構119は、流体バリア兼冷却媒体を加圧して第1チャンバ122aから第2チャンバ122bに送り出すという仕事をするので、ポンプ機構119の近傍に熱が多量に発生する。熱をその

まま放置すると、熱膨張による構成機器どうしの干渉やそれによる部材の変形、あるいはＯリング１３４，１３５などのシール材の塑性変形が生じシール機能が損なわれるなどの虞がある。そこで、シールシステムには熱交換器１２１を設けて積極的に流体バリア兼冷却媒体を冷却している。

[0009] しかしながら、流体バリア兼冷却媒体がシールシステムを循環するドライビングフォースは、ポンプ機構１１９によって発生されるので、遠心ポンプが停電などで停止した場合にはポンプ機構１１９も同時に停止してしまう。その結果、停止直前までの運転で発生した熱が散逸されず、ポンプ機構１１９の周辺機器の温度が許容できない温度まで上昇してしまう虞がある。

[0010] 図６に示すキャリアスリーブ１０８，１０８'は、それらの間に備えられたばね１０９により互いに離間するように押され、キャリアスリーブ１０８，１０８'の端部はスリップリング１１０，１１１を対向リング１１２，１１３にそれぞれ押し付けている。遠心ポンプ運転時には、キャリアスリーブ１０８は第２チャンバ１２２ｂ内の圧力 P_b により大気側に押される。一方、キャリアスリーブ１０８'には、第１チャンバ１２２ａ内の圧力 P_a が加わる。したがって、キャリアスリーブ１０８，１０８'の組合せには全体として $P_b - P_a$ の差圧がポンプ側から大気側に掛かることになる。このため、大気側のスリップリング１１１と対向リング１１３のシール面の圧力は運転停止時に比べて高くなってシール効果が増すが、ポンプ側のスリップリング１１０と対向リング１１２のシール面の圧力は運転停止時より低くなってシール効果が減少する。

[0011] 逆に、第１チャンバ１２２ａ内の圧力が第２チャンバ１２２ｂ内の圧力より高くなると、キャリアスリーブ１０８，１０８'の組合せには、全体として $P_a - P_b$ の差圧が大気側からポンプ側に掛かる。このため、大気側のスリップリング１１１と対向リング１１３のシール面の圧力は運転停止時に比べて低くなってシール効果が減少し、流体バリア兼冷却媒体がリークしやすくなってしまう。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：英国特許第1441653号明細書

特許文献2：国際公開第2008/090994号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 以上説明したように、図6に示された技術は、ポンプ羽根車103が、遠心ポンプの取扱う流体自体を加圧してシールシステムに供給し、シールシステムの漏れ防止流体（流体バリア兼冷却媒体）として用いている。大気側シール機構にかかる流体バリア兼冷却媒体の圧力は、運転停止時において遠心ポンプの吐出圧相当の圧力である。すなわち、ポンプの取り扱い流体が毒性や可燃性流体を含む場合には、外気のすぐそばに高圧の危険な流体があり、外部に漏れる虞がある。

[0014] さらに、停電などでポンプ機構119の運転が停止した場合には、機器が高温となることを避けなければならないが、図6のシールシステムはその対策が不十分である。

[0015] 流体バリア兼冷却媒体として、ポンプの取り扱い流体とは異なる無害な液体、例えばオイルを用いることが考えられる。しかし、この場合には、オイルの圧力がリークなどで減少した場合に、運転時にオイルをシールシステムに補充するオイル補充機構を設ける必要がある。その際に考慮しなくてはならないことは、オイルの補充が、ポンプ機構119により加圧したオイルの流れを妨げないようにすることである。ポンプ機構119により加圧したオイルの流れが滞留すると、ポンプ機構119の近傍に発生した熱が散逸されず、ポンプ機構119の周辺機器の温度が許容できない温度まで上昇してしまう虞がある。

[0016] さらに、オイルの補充により、大気側の第1チャンバ122a内の圧力が、ポンプ側の第2チャンバ122b内の圧力よりも高くなると、キャリアスリーブ108、108'の組合せには全体として $P_a - P_b$ の差圧が大気側からポンプ側に掛かるので、大気側のスリップリング111と対向リング1

13のシール面の圧力が低くなってシール効果が減じ、リークの危険性が増してしまう。

[0017] 遠心ポンプのポンプ羽根車が、逆方向に回転した場合には、ポンプ機構119も逆方向に回転する。この場合、第1チャンバ122a内の圧力 P_a は第2チャンバ122b内の圧力 P_b よりも高くなり、キャリアスリーブ108, 108'の組合せには全体として $P_a - P_b$ の差圧が大気側からポンプ側に掛かることになる。このため、大気側のスリップリング111と対向リング113のシール面の圧力が低くなってシール効果が減じ、流体バリア兼冷却媒体がリークしやすくなる危険がある。

[0018] 以上の通り、ポンプの取り扱い流体が毒性や可燃性流体を含む場合を考慮すると、図6に示された技術をそのまま使うことはできず、メカニカルシールの摺動面から有害なポンプ取扱流体が外部へ漏れ出すことがないように配慮する必要がある。

[0019] 本発明は、ポンプの取り扱い流体が毒性や可燃性流体を含む場合においても、通常運転時及び停電時に、ダブルメカニカルシールおよびポンプ機構を適切に冷却し、ポンプの取り扱い流体が大気側に漏れる虞の無いシールシステムを提供することを第1の目的とする。

本発明は、ポンプの取り扱い流体が毒性や可燃性流体を含む場合において、流体バリア兼冷却媒体のリークによるシールシステム内の減圧があっても、通常運転時に流体バリア兼冷却媒体が安全に、適切に補充されるシールシステムを提供することを第2の目的とする。

本発明は、ポンプの取り扱い流体が毒性や可燃性流体を含む場合において、遠心ポンプおよびポンプ機構が逆回転することがあっても、ポンプの取り扱い流体が大気側に漏れる虞の無いシールシステムを提供することを第3の目的とする。

課題を解決するための手段

[0020] 一態様では、遠心ポンプの回転軸をシールするためのシールシステムであって、ポンプ側シール機構および大気側シール機構を有するダブルメカニカ

ルシールと、前記ポンプ側シール機構と前記大気側シール機構との間に配置され、前記回転軸により駆動されるポンプ機構と、少なくとも前記大気側シール機構と前記ポンプ機構とにより区画される第1チャンバと、少なくとも前記ポンプ側シール機構と前記ポンプ機構とにより区画される第2チャンバと、前記第1チャンバと前記第2チャンバとに接続され、前記遠心ポンプの取り扱い流体とは異なる流体バリア兼冷却媒体を前記第1チャンバと前記第2チャンバとの間で循環させる第1媒体循環ラインと、前記第1媒体循環ラインに取り付けられた熱交換器および遮断弁と、両端が前記第1媒体循環ラインに接続され、前記遮断弁をバイパスする前記第2媒体循環ラインと、前記第2媒体循環ラインに取り付けられた媒体加圧ポンプおよび開閉弁とを備えたことを特徴とするシールシステムが提供される。

[0021] 一態様では、前記シールシステムは、前記ダブルメカニカルシールを収容するシールハウジングをさらに備え、前記第1媒体循環ラインと前記第2媒体循環ラインは前記シールハウジングの外に配置されていることを特徴とする。

一態様では、前記シールシステムは、前記遠心ポンプの停電を検出する停電検出器と、前記停電検出器から出力される停電検出信号を受けて前記遮断弁を閉じ、前記開閉弁を開き、前記媒体加圧ポンプを始動させるシステムコントローラをさらに備えたことを特徴とする。

[0022] 一態様では、前記第2媒体循環ラインの一端が前記第1媒体循環ラインに接続される第1接続点は、前記遮断弁と前記熱交換器との間に位置しており、前記第2媒体循環ラインの他端が前記第1媒体循環ラインに接続される第2接続点は、前記遮断弁と前記第2チャンバとの間に位置していることを特徴とする。

一態様では、前記シールシステムは、前記媒体加圧ポンプに電力を供給するための電源をさらに備え、前記媒体加圧ポンプは、原動機として電動モータを備えていることを特徴とする。

一態様では、前記流体バリア兼冷却媒体がオイルであり、前記加圧媒体が

ンプがオイルポンプであることを特徴とする。

[0023] 本発明によれば、ポンプの取り扱い流体が毒性や可燃性流体を含む場合で、遠心ポンプとポンプ機構の通常運転時及び停止時両方においても、ダブルメカニカルシールおよびポンプ機構を適切に冷却し、大気側に漏れ虞の無いシールシステムを提供することができる。

[0024] 一態様では、遠心ポンプの回転軸をシールするためのシールシステムであって、ポンプ側シール機構および大気側シール機構を有するダブルメカニカルシールと、前記ポンプ側シール機構と前記大気側シール機構との間に配置され、前記回転軸により駆動されるポンプ機構と、少なくとも前記大気側シール機構と前記ポンプ機構とにより区画される第1チャンバと、少なくとも前記ポンプ側シール機構と前記ポンプ機構とにより区画される第2チャンバと、前記第1チャンバと前記第2チャンバとに接続され、前記遠心ポンプの取り扱い流体とは異なる流体バリア兼冷却媒体を前記第1チャンバと前記第2チャンバとの間で循環させる媒体循環ラインと、前記媒体循環ラインに取り付けられた熱交換器と、前記媒体循環ラインに接続された分岐ラインと、前記分岐ラインに接続され、流体バリア兼冷却媒体を加圧して蓄えるアキュムレータと、前記分岐ラインに取り付けられた開閉弁と、前記第1チャンバ内の圧力を測定する圧力検出器と、前記第2チャンバ内の圧力を測定する圧力検出器と、前記第2チャンバ内の圧力がしきい値よりも低いときに、前記開閉弁を開くように構成されたシステムコントローラを備え、前記しきい値は、前記遠心ポンプの吐き出し圧力よりも高いことを特徴とするシールシステムが提供される。

[0025] 一態様では、前記分岐ラインおよび前記アキュムレータは、前記熱交換器と前記第1チャンバとの間に位置することを特徴とする。

一態様では、前記シールシステムは、前記遠心ポンプの吐き出し圧力を測定する圧力検出器をさらに備え、前記しきい値は、前記吐き出し圧力に従って変動することを特徴とする。

一態様では、前記システムコントローラは、前記第1チャンバ内の圧力が

前記第2チャンバ内の圧力よりも高いときに、前記開閉弁を閉じるように構成されていることを特徴とする。

[0026] 一態様では、前記シールシステムは、流体バリア兼冷却媒体を内部に蓄える媒体リザーバと、前記媒体リザーバおよび前記媒体循環ラインに接続されたポンプラインと、前記ポンプラインに取り付けられ、前記媒体リザーバから供給される流体バリア兼冷却媒体を加圧する媒体加圧ポンプとをさらに備え、前記ポンプラインと前記媒体循環ラインとの接続点は、前記アキュムレータと前記第1チャンバとの間に位置することを特徴とする。

一態様では、前記システムコントローラは、前記開閉弁が開いた状態であって、かつ前記第2チャンバ内の圧力が前記しきい値よりも低いときに、前記媒体加圧ポンプを始動させるように構成されていることを特徴とする。

一態様では、前記システムコントローラは、前記媒体加圧ポンプが運転された状態であって、かつ前記第1チャンバ内の圧力が前記第2チャンバ内の圧力よりも高いときに、前記開閉弁を閉じるか、または前記媒体加圧ポンプの運転を停止させるように構成されていることを特徴とする。

一態様では、前記流体バリア兼冷却媒体がオイルであり、前記加圧媒体ポンプがオイルポンプであることを特徴とする。

[0027] 本発明によれば、ポンプの取り扱い流体が毒性や可燃性流体を含む場合で、シールシステム内の流体バリア兼冷却媒体の経年的なリークがあっても、ダブルメカニカルシールのシール性能を低下させることなく適切に流体バリア兼冷却媒体を補充し冷却し、大気側に漏れ虞の無いシールシステムを提供することができる。

[0028] 一態様では、遠心ポンプの回転軸をシールするためのシールシステムであって、ポンプ側シール機構および大気側シール機構を有するダブルメカニカルシールと、前記ポンプ側シール機構と前記大気側シール機構との間に配置され、前記回転軸により駆動されるポンプ機構と、少なくとも前記大気側シール機構と前記ポンプ機構とにより区画される第1チャンバと、少なくとも前記ポンプ側シール機構と前記ポンプ機構とにより区画される第2チャンバ

と、前記第1チャンバと前記第2チャンバとに接続され、前記遠心ポンプの取り扱い流体とは異なる流体バリア兼冷却媒体を前記第1チャンバと前記第2チャンバとの間で循環させる媒体循環ラインと、前記媒体循環ラインに取り付けられた熱交換器と、前記媒体循環ラインに接続されたバイパスラインと、前記バイパスラインに取り付けられた逆止弁と、前記媒体循環ラインに接続された分岐ラインと、前記分岐ラインに接続され、加圧された流体バリア兼冷却媒体を前記第2チャンバ内に供給するためのアキュムレータと、前記分岐ラインに取り付けられた隔離弁とを備え、前記逆止弁は、流体バリア兼冷却媒体が前記第1チャンバから前記第2チャンバに向かう方向にのみ流れることを許容することを特徴とするシールシステムが提供される。

[0029] 一態様では、前記バイパスラインの一端が前記媒体循環ラインに接続される第1接続点は、前記第1チャンバと前記熱交換器との間にあり、前記バイパスラインの他端が前記媒体循環ラインに接続される第2接続点は、前記熱交換器と前記第2チャンバとの間に位置していることを特徴とする。

一態様では、前記バイパスラインの一端が前記媒体循環ラインに接続される第1接続点、および前記バイパスラインの他端が前記媒体循環ラインに接続される第2接続点は、前記熱交換器と前記第2チャンバとの間に位置していることを特徴とする。

[0030] 一態様では、遠心ポンプの回転軸をシールするためのシールシステムであって、ポンプ側シール機構および大気側シール機構を有するダブルメカニカルシールと、前記ポンプ側シール機構と前記大気側シール機構との間に配置され、前記回転軸により駆動されるポンプ機構と、少なくとも前記大気側シール機構と前記ポンプ機構とにより区画される第1チャンバと、少なくとも前記ポンプ側シール機構と前記ポンプ機構とにより区画される第2チャンバと、前記第1チャンバと前記第2チャンバとに接続され、前記遠心ポンプの取り扱い流体とは異なる流体バリア兼冷却媒体を前記第1チャンバと前記第2チャンバとの間で循環させる媒体循環ラインと、前記媒体循環ラインに取り付けられた熱交換器と、前記媒体循環ラインに接続されたバイパスライン

と、前記バイパスラインに取り付けられた開閉弁と、前記第 1 チャンバ内の圧力が前記第 2 チャンバ内の圧力よりも高いときに前記開閉弁を開くシステムコントローラと、前記媒体循環ラインに接続された分岐ラインと、前記分岐ラインに接続され、加圧された流体バリア兼冷却媒体を前記第 2 チャンバ内に供給するためのアキュムレータと、前記分岐ラインに取り付けられた隔離弁とを備えたことを特徴とするシールシステムが提供される。

[0031] 一態様では、前記バイパスラインの一端が前記媒体循環ラインに接続される第 1 接続点、および前記バイパスラインの他端が前記媒体循環ラインに接続される第 2 接続点は、前記熱交換器と前記第 2 チャンバとの間に位置していることを特徴とする。

[0032] 本発明によれば、ポンプ機構が逆回転して第 1 チャンバ内の流体バリア兼冷却媒体の圧力が第 2 チャンバ内の流体バリア兼冷却媒体の圧力よりも高くなると、流体バリア兼冷却媒体は第 1 チャンバからバイパスラインを通して第 2 チャンバに流れ、第 2 チャンバ内の圧力が保たれる。結果として、流体バリア兼冷却媒体が大気側にリークすることを防止することができる。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]ダブルメカニカルシールを備えたシールシステムの一実施形態を示す図である。

[図2]シールシステムの他の実施形態を示す図である。

[図3]シールシステムのさらに他の実施形態を示す図である。

[図4]シールシステムのさらに他の実施形態を示す図である。

[図5]シールシステムのさらに他の実施形態を示す図である。

[図6]ダブルメカニカルシールを備えた従来のシールシステムを示す図である。

発明を実施するための形態

[0034] 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、ダブルメカニカルシールを備えたシールシステムの一実施形態を示す図である。ダブルメカニカルシールは、高圧側 h と低圧側 n とを仕切る

隔壁 2 と、回転軸 1 との間隙間を封止する機能を有する。

[0035] 図 1 では、高圧側 h において、遠心ポンプのポンプ羽根車 3 が回転軸 1 に固定され、軸スリーブ 4 がダブルメカニカルシールの軸方向長さにわたって延びている。軸スリーブ 4 は回転軸 1 の外周面に固定されている。軸スリーブ 4 と回転軸 1 の間には O リング 2 4 が設けられ、遠心ポンプの取り扱い流体が軸スリーブ 4 と回転軸 1 の間隙間から漏れないようにシールしている。遠心ポンプの取り扱い流体は、毒性のある流体や可燃性の流体が含まれる。

[0036] ポンプ羽根車 3 とシールハウジング 1 4 は隔壁 2 で仕切られている。回転軸 1、およびポンプ羽根車 3 の一部は、隔壁 2 に形成された通孔 2 a を貫通して延びている。隔壁 2 は、通孔 2 a に連通するラジアル孔 2 b を内部に有している。遠心ポンプの運転中、ラジアル孔 2 b は、ポンプ羽根車 3 によって加圧された取り扱い流体で満たされる。ラジアル孔 2 b には圧力検出器 5 3 が接続されており、ポンプ羽根車 3 の吐き出し圧力 P h は圧力検出器 5 3 によって測定される。

[0037] 軸スリーブ 4 のほぼ中央には、軸スリーブ 4 の外周面に接する内周面を有する円筒状のリング 5 が設けられている。リング 5 には中空円筒体 6 が固定されている。リング 5 の軸方向の長さは、軸スリーブ 4 および中空円筒体 6 の軸方向の長さよりも短い。中空円筒体 6 は、その外周部の両側に軸方向延出部を有しており、中空円筒体 6 の内周部は、その軸方向長さがリング 5 の軸方向長さと同じであり、リング 5 の外周部と対面している。軸スリーブ 4、リング 5、および中空円筒体 6 は同軸状に配列されている。中空円筒体 6 の外周面には、ねじ溝 7 が形成されている。

[0038] リング 5 および中空円筒体 6 は、径方向に貫通するねじ穴を有しており、リング 5 および中空円筒体 6 は、ねじ穴に挿入されたねじ 3 2 によって固定されている。ねじ 3 2 の先端は軸スリーブ 4 の凹部 3 3 に係合している。中空円筒体 6 は、リング 5 に対して回転および軸方向に変位しないようにねじ 3 2 によって固定される。

[0039] 軸スリーブ4とリング5と中空円筒体6とで形成された環状凹部内には、2つのキャリアスリーブ8, 8'が嵌合されている。これらキャリアスリーブ8, 8'は、リング5の両側に配置されている。キャリアスリーブ8, 8'の外面と中空円筒体6の内面との間にはOリング34が配置され、キャリアスリーブ8, 8'の内面と軸スリーブ4の外面との間にはOリング35が配置されている。キャリアスリーブ8, 8'は、回転軸1の軸方向に変位可能であるが、ねじ32と接触する軸方向突起36によって回転しないように固定されている。

[0040] キャリアスリーブ8, 8'の間にはばね9が配置されている。ばね9はキャリアスリーブ8, 8'を互いに押し離すように作用している。キャリアスリーブ8, 8'のリング5から離れた面には、スリップリング10, 11がそれぞれ取り付けられている。ばね9により、スリップリング10, 11はそれぞれ対向リング12, 13に押し付けられる。対向リング12, 13は、シールハウジング14のポンプ側カバー14aおよび大気側カバー14bにそれぞれ固定されている。参照符号14はシールハウジングを全体的に示す。スリップリング10と対向リング12との組み合わせは、ダブルメカニカルシールのポンプ側シール機構を構成し、スリップリング11と対向リング13との組み合わせは、ダブルメカニカルシールの大気側シール機構を構成する。

[0041] ダブルメカニカルシールを構成するスリップリング10, 11および対向リング12, 13は、シールハウジング14内に収容されている。より具体的には、シールハウジング14は、その中央に、ダブルメカニカルシールを包囲する中空円筒部38を有している。この中空円筒部38の内面には、ねじ溝15が形成されている。このねじ溝15は、ねじ溝7と微小な半径方向の隙間を介して対向しており、互いのリード方向は、反対方向である。ねじ溝7は、回転軸1と共に回転する雄ねじであり、ねじ溝15は、静止した雌ねじである。ねじ溝15はねじ溝7を囲んでいる。ねじ溝7およびねじ溝15は、回転軸1によって駆動されるポンプ機構19を構成する。ポンプ機構

１９は、ダブルメカニカルシールのポンプ側シール機構（スリップリング１０および対向リング１２）と、大気側シール機構（スリップリング１１および対向リング１３）との間に位置している。

[0042] ポンプ機構１９の両側には環状の第１チャンバ２２ａおよび環状の第２チャンバ２２ｂがある。第１チャンバ２２ａは低圧側ｎに向かう部屋であり、ポンプ機構１９、キャリアスリーブ８'、スリップリング１１、対向リング１３、大気側カバー１４ｂ、および中空円筒部３８によって区画された部屋である。中空円筒部３８は、後述する第１媒体循環ライン３０に接続された入口１６を有しており、第１チャンバ２２ａは入口１６に接続されている。

[0043] 第２チャンバ２２ｂは高圧側ｈに向かう部屋であり、ポンプ機構１９、キャリアスリーブ８、スリップリング１０、対向リング１２、ポンプ側カバー１４ａ、および中空円筒部３８によって区画された部屋である。中空円筒部３８は、第１媒体循環ライン３０に接続された出口１７を有しており、第２チャンバ２２ｂは出口１７に接続されている。出口１７は、第１媒体循環ライン３０を介して入口１６に連通している。

[0044] シールシステムは、第１チャンバ２２ａおよび第２チャンバ２２ｂに接続された上記媒体循環ライン３０と、第１媒体循環ライン３０に接続された第２媒体循環ライン３１と、絞り弁と逆止弁が組み合わされた絞り兼逆止弁１８と、第２媒体循環ライン３１が使用される際には閉止する遮断弁２８と、流体バリア兼冷却媒体を冷却する熱交換器２１と、普段は流体バリア兼冷却媒体が加圧されて備蓄され、非常の際などには開閉弁２７を開にすることにより第１媒体循環ライン３０内の流体バリア兼冷却媒体を加圧するアキュムレータ４０とを備えている。第２媒体循環ライン３１の両端は第１媒体循環ライン３０に接続されており、第２媒体循環ライン３１は遮断弁２８をバイパスして延びている。

[0045] アキュムレータ４０の内部には図示しないダイヤフラム（隔壁）が配置され、窒素ガスなどの気体が封入されている。アキュムレータ４０内に蓄積された流体バリア兼冷却媒体は、上記気体の圧力により加圧される。したがっ

て、アキュムレータ４０は、流体バリア兼冷却媒体を加圧して蓄える機能を有している。

[0046] 第１媒体循環ライン３０の一端は入口１６に接続され、第１媒体循環ライン３０の他端は出口１７に接続されている。絞り兼逆止弁１８、熱交換器２１、遮断弁２８は、第１媒体循環ライン３０に取付けられている。熱交換器２１は、遮断弁２８と第１チャンバ２２ａとの間に位置しており、絞り兼逆止弁１８は、遮断弁２８と第２チャンバ２２ｂとの間に位置している。アキュムレータ４０は、第１媒体循環ライン３０から延びる分岐ライン４１に接続されており、開閉弁２７は分岐ライン４１に取付けられている。アキュムレータ４０は、分岐ライン４１を介して第１媒体循環ライン３０に接続されている。分岐ライン４１およびアキュムレータ４０は、熱交換器２１と第１チャンバ２２ａとの間に位置している。

[0047] 第２媒体循環ライン３１の一端は第１接続点２０ａにおいて第１媒体循環ライン３０に接続され、第２媒体循環ライン３１の他端は第２接続点２０ｂにおいて第１媒体循環ライン３０に接続されている。第１接続点２０ａは、熱交換器２１と遮断弁２８との間に位置し、第２接続点２０ｂは、第２チャンバ２２ｂと遮断弁２８との間に位置している。本実施形態では、第２接続点２０ｂは、出口１７と絞り兼逆止弁１８との間に位置している。

[0048] さらに、シールシステムは、流体バリア兼冷却媒体を貯留する媒体リザーバ４４と、媒体リザーバ４４から供給される流体バリア兼冷却媒体を加圧する媒体加圧ポンプ４５と、第１接続点２０ａと媒体加圧ポンプ４５との間に配置された開閉弁２３と、媒体加圧ポンプ４５と第２接続点２０ｂとの間に配置された逆止弁２６と、媒体加圧ポンプ４５と逆止弁２６との間に配置された圧力調整弁４７および圧力検出器４８を備えている。圧力検出器４８は圧力調整弁４７の下流に位置している。媒体リザーバ４４、媒体加圧ポンプ４５、開閉弁２３、圧力調整弁４７、圧力検出器４８、および逆止弁２６は、第２媒体循環ライン３１に取り付けられている。第１媒体循環ライン３０と第２媒体循環ライン３１はシールハウジング１４の外に配置されている。

第1媒体循環ライン30と第2媒体循環ライン31は、流体バリア兼冷却媒体で満たされている。

[0049] シールシステムは、停電を検出するための停電検出器61と、上述した遮断弁28、開閉弁23、開閉弁27、および媒体加圧ポンプ45の動作を制御するシステムコントローラ62をさらに備えている。停電検出器61が停電を検出すると、停電検出器61は停電検出信号を発し、この停電検出信号をシステムコントローラ62に送る。システムコントローラ62は、この停電検出信号を受けて、遮断弁28を閉じ、開閉弁23を開き、媒体加圧ポンプ45を始動させるように構成されている。遮断弁28、開閉弁23、開閉弁27としては、電磁弁、電動弁、空気圧駆動弁、油圧駆動弁などを使用することができる。

[0050] シールシステムは、ポンプ羽根車3の吐き出し圧力 P_h を測定する圧力検出器53と、第2チャンバ22b内の圧力 P_b を測定する圧力検出器51を備えている。圧力検出器53、51は、システムコントローラ62に接続されている。

[0051] シールハウジング14内に備えられたダブルメカニカルシールを備えたシールシステムは、流体バリア兼冷却媒体を使用する。この流体バリア兼冷却媒体は、遠心ポンプの取り扱い流体とは無関係な性状の媒体で、毒性や危険性のない媒体である。一実施形態では、流体バリア兼冷却媒体はオイルであり、媒体加圧ポンプ45はオイルポンプである。本実施形態では、媒体加圧ポンプ45は、その原動機として電動モータを備えている。

[0052] 上述の構成を備えたシールシステムの動作は以下に述べるようなものである。第1媒体循環ライン30内は、遠心ポンプのポンプ羽根車3の吐き出し圧力 P_h と同じか、それより高い圧力を有する流体バリア兼冷却媒体で満たされている。通常運転中は、開閉弁23は閉止状態、遮断弁28は開状態である。通常運転で回転軸1が回転すると、ポンプ機構19は、第1チャンバ22a内の流体バリア兼冷却媒体を吸い込んで加圧し、第2チャンバ22bに吐出する。このポンプ機構19の運転により加圧された流体バリア兼冷却

媒体は第1媒体循環ライン30を通して第1チャンバ22aに戻る。

[0053] 第1媒体循環ライン30に取り付けられた絞り兼逆止弁18により、第2チャンバ22b内の圧力 P_b は、ポンプ羽根車3の吐き出し圧力 P_h よりも高い圧力になる。流体バリア兼冷却媒体が絞り兼逆止弁18から入口16まで第1媒体循環ライン30を流れる間に、圧力損失により流体バリア兼冷却媒体の圧力が低下し、第1チャンバ22a内の流体バリア兼冷却媒体の圧力は、 P_b よりも低い P_a になる。第2チャンバ22b内の圧力 P_b は、ポンプ羽根車3の吐き出し圧力 P_h よりも高いので、ポンプ側シール機構を構成するスリップリング10と対向リング12のシール面から第2チャンバ22b内に遠心ポンプの取り扱い流体が侵入することはない。

[0054] キャリアスリーブ8は第2チャンバ22b内の圧力 P_b によりポンプ側から大気側に押される。キャリアスリーブ8'には、第1チャンバ22a内の圧力 P_a が加わるので、キャリアスリーブ8, 8'の組合せには全体として $P_b - P_a$ の差圧がポンプ側から大気側に掛る。このため、大気側シール機構を構成するスリップリング11と対向リング13のシール面に加わる圧力は、ポンプ機構19の停止時に比べて高くなってシール効果を増し、ポンプ取り扱い流体が大気側へリークすることが確実に防止される。

[0055] 流体バリア兼冷却媒体が第1媒体循環ライン30を流れるとき、流体バリア兼冷却媒体は第1媒体循環ライン30に設けられた熱交換器21により冷却される。冷却された流体バリア兼冷却媒体は第1媒体循環ライン30および入口16を通して第1チャンバ22aに戻る。このようにして、遠心ポンプの運転中は、流体バリア兼冷却媒体は、熱交換器21により冷却されながら、第1媒体循環ライン30を通して第1チャンバ22aと第2チャンバ22bとの間を循環する。冷却された流体バリア兼冷却媒体は、ポンプ機構19を冷却するので、ポンプ機構19およびその周辺の機器（例えば、リング34, 35）が高温となることはない。

[0056] ところで、停電時には、遠心ポンプのポンプ羽根車3が止まるとともにポンプ機構19も停止する。そこで、停電検出器61が停電を検出すると、停

電検出器 6 1 はシステムコントローラ 6 2 に停電検出信号を送る。システムコントローラ 6 2 は、第 1 媒体循環ライン 3 0 に取り付けられた遮断弁 2 8 を閉止し、開閉弁 2 3 を開けるとともに、媒体加圧ポンプ 4 5 を始動する。媒体加圧ポンプ 4 5 は、停電時に運転する必要があるため、遠心ポンプを運転する電源とは別の電源 5 8 に接続されている。電源 5 8 は電力を媒体加圧ポンプ 4 5 に供給し、媒体加圧ポンプ 4 5 を動作させる。電源 5 8 は、バッテリー、ディーゼルエンジン駆動発電機などから構成することができる。

[0057] 媒体加圧ポンプ 4 5 は、媒体リザーバ 4 4 から供給される流体バリア兼冷却媒体を加圧する。加圧された流体バリア兼冷却媒体は、圧力調整弁 4 7 および逆止弁 2 6 を通過し、第 2 接続点 2 0 b で第 1 媒体循環ライン 3 0 に流入する。流体バリア兼冷却媒体は、さらに出口 1 7 を通って第 2 チャンバ 2 2 b 内に流入する。媒体加圧ポンプ 4 5 は、ポンプ羽根車 3 の吐き出し圧力 P_h よりも高い圧力にまで流体バリア兼冷却媒体を加圧できるように構成されている。遮断弁 2 8 はすでに閉止されているので、流体バリア兼冷却媒体は絞り兼逆止弁 1 8 の方には流れない。

[0058] 媒体加圧ポンプ 4 5 から送り込まれた第 2 チャンバ 2 2 b 内の流体バリア兼冷却媒体は、ポンプ機構 1 9 のねじ溝 7 とねじ溝 1 5 との間の隙間を通過して第 1 チャンバ 2 2 a に至る。ここで、第 2 チャンバ 2 2 b 内の圧力 P_b と第 1 チャンバ 2 2 a 内の圧力 P_a との差は、媒体加圧ポンプ 4 5 の吐出流量と、停止しているポンプ機構 1 9 を通る流体に掛かる抵抗で決まる。圧力検出器 5 1 により測定される逆止弁 2 6 の出口側圧力が、圧力検出器 5 3 により測定される圧力 P_h よりも高くなるように、媒体加圧ポンプ 4 5 の吐き出し圧力が圧力調整弁 4 7 により調整される。媒体加圧ポンプ 4 5 の吐き出し圧力は圧力検出器 4 8 によって測定され、圧力調整弁 4 7 は圧力検出器 4 8 から送られる圧力測定値に基づいて動作する。

[0059] 流体バリア兼冷却媒体は、さらに、第 1 チャンバ 2 2 a から入口 1 6 を通って第 1 媒体循環ライン 3 0 に入る。流体バリア兼冷却媒体は第 1 媒体循環ライン 3 0 を流れ、熱交換器 2 1 で冷やされ、第 1 接続点 2 0 a で第 2 媒体

循環ライン 31 に入り、開閉弁 23 を経て媒体リザーバ 44 に戻る。媒体リザーバ 44 内の冷却された流体バリア兼冷却媒体は、媒体加圧ポンプ 45 によって再び第 2 チャンバ 22 b に送られる。

[0060] 第 2 チャンバ 22 b 内の冷却された流体バリア兼冷却媒体は、ポンプ機構 19 を経由して第 1 チャンバ 22 a に流れ、再び熱交換器 21 で冷やされる。流体バリア兼冷却媒体は、シールハウジング 14 内に備えられたダブルメカニカルシール（スリップリング 10, 11 および対向リング 12, 13）にも接触するので、ダブルメカニカルシールの全体の熱を奪うことが可能となる。また、流体バリア兼冷却媒体は、ダブルメカニカルシールおよびその周辺を速やかに冷却ができるので、熱膨張に起因する構成部材同士の干渉を防止し、さらに Oリング 34, 35 などの弾性シールの塑性変形を防止して、それらのシール機能を維持することができる。結果として、遠心ポンプの安全性が増す。

[0061] 媒体加圧ポンプ 45 は、熱交換器 21 で冷却された流体バリア兼冷却媒体を、ポンプ羽根車 3 の吐き出し圧力 P_h よりも高い圧力で第 2 チャンバ 22 b に送り込むことで、遠心ポンプの取り扱い流体が、第 2 チャンバ 22 b に侵入することを回避できる。更に、媒体加圧ポンプ 45 で加圧された流体バリア兼冷却媒体が第 2 チャンバ 22 b からポンプ機構 19 を通って第 1 チャンバ 22 a に流れるので、第 1 チャンバ 22 a の圧力が第 2 チャンバ 22 b の圧力よりも低い状態になる。結果として、キャリアスリーブ 8, 8' の組合せには全体として $P_b - P_a$ の差圧がポンプ側から大気側に掛ることになるので、大気側のスリップリング 11 と対向リング 13 のシール面は運転停止時であっても運転時と同じようなシール効果を維持した状態が継続する。第 2 チャンバ 22 b 内の圧力 P_b と第 1 チャンバ 22 a 内の圧力 P_a との差は、媒体加圧ポンプ 45 の吐出流量と、停止しているポンプ機構 19 を通る流体に掛かる抵抗で決まるので、差圧 $P_b - P_a$ が適正となるように媒体加圧ポンプ 45 の流量が選定される。

[0062] 以上のように、本発明によりポンプの取り扱い流体が毒性や可燃性流体を

含む場合で、遠心ポンプとポンプ機構 19 の通常運転時及び停止時両方においても、ダブルメカニカルシールおよびポンプ機構 19 を適切に冷却し、大気側に漏れ虞の無いシールシステムを提供することができる。

[0063] 次に、本発明の他の実施形態について図 2 を参照して説明する。特に説明しない本実施形態の構成は、図 1 に示す実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。以下の説明では、第 1 媒体循環ライン 30 は、単に媒体循環ライン 30 と称する。

[0064] シールシステムは、第 1 チャンバ 22 a および第 2 チャンバ 22 b に接続された上記媒体循環ライン 30 と、絞り弁と逆止弁が組み合わされた絞り兼逆止弁 18 と、流体バリア兼冷却媒体を冷却する熱交換器 21 と、普段は流体バリア兼冷却媒体が加圧されて備蓄され、非常の際などには開閉弁 27 を開にすることにより媒体循環ライン 30 内の流体バリア兼冷却媒体を加圧するアキュムレータ 40 とを備えている。媒体循環ライン 30 はシールハウジング 14 の外に配置されている。媒体循環ライン 30 は、流体バリア兼冷却媒体で満たされている。開閉弁 27 としては、電磁弁、電動弁、空気圧駆動弁、油圧駆動弁などを使用することができる。

[0065] アキュムレータ 40 の内部には図示しないダイヤフラム（隔壁）が配置され、窒素ガスなどの気体が封入されている。アキュムレータ 40 内に蓄積された流体バリア兼冷却媒体は、上記気体の圧力により加圧される。したがって、アキュムレータ 40 は、流体バリア兼冷却媒体を加圧して蓄える機能を有している。アキュムレータ 40 内に蓄えられている流体バリア兼冷却媒体の圧力は、遠心ポンプのポンプ羽根車 3 の吐き出し圧力 P_h と同じか、それより高い圧力である。

[0066] 媒体循環ライン 30 の一端は入口 16 に接続され、媒体循環ライン 30 の他端は出口 17 に接続されている。絞り兼逆止弁 18 および熱交換器 21 は、媒体循環ライン 30 に取付けられている。アキュムレータ 40 は、媒体循環ライン 30 から延びる分岐ライン 41 に接続されており、開閉弁 27 は分岐ライン 41 に取付けられている。アキュムレータ 40 は、分岐ライン 41

を介して媒体循環ライン30に接続されている。分岐ライン41およびアキュムレータ40は、熱交換器21と第1チャンバ22aとの間に位置している。

[0067] 媒体循環ライン30には、ポンプライン43の一端が接続されている。ポンプライン43の他端は、流体バリア兼冷却媒体を備蓄している媒体リザーバ44に接続されている。ポンプライン43には、媒体加圧ポンプ45と、逆止弁46が取り付けられている。媒体加圧ポンプ45はポンプライン43および分岐ライン41を介して媒体循環ライン30に接続されている。逆止弁46は、媒体加圧ポンプ45で加圧された流体バリア兼冷却媒体が媒体循環ライン30に向かって流れることを許容しつつ、逆流させないように構成されている。媒体加圧ポンプ45は、媒体リザーバ44から供給される流体バリア兼冷却媒体を、遠心ポンプのポンプ羽根車3の吐き出し圧力 P_h と同じか、それより高い圧力にまで加圧可能に構成されている。媒体加圧ポンプ45により加圧された流体バリア兼冷却媒体は逆止弁46を通過して媒体循環ライン30に供給される。

[0068] ポンプライン43は媒体循環ライン30に直接接続されてもよく、または図2に示すように、開閉弁27とアキュムレータ40との間を延びる分岐ライン41に接続されてもよい。あるいは、開閉弁27を三方弁とし、3つの接続ポートのうちの1つを媒体循環ライン30に接続し、他の1つをアキュムレータ40に接続し、残りの1つをポンプライン43に接続してもよい。ポンプライン43と媒体循環ライン30との接続点は、アキュムレータ40と第1チャンバ22aとの間に位置する。

[0069] シールシステムは、上述した開閉弁27および媒体加圧ポンプ45の動作を制御するシステムコントローラ62をさらに備えている。さらに、シールシステムは、ポンプ羽根車3の吐き出し圧力 P_h を測定する圧力検出器53と、第2チャンバ22b内の圧力 P_b を測定する圧力検出器51と、第1チャンバ22a内の圧力 P_a を測定する圧力検出器52を備えている。圧力検出器53、51、52は、システムコントローラ62に接続されており、シ

ステムコントローラ 62 は圧力検出器 53, 51, 52 から送られる圧力の測定値に基づいて開閉弁 27 および／または媒体加圧ポンプ 45 を操作する。

[0070] シールハウジング 14 内に備えられたダブルメカニカルシールを備えたシールシステムは、流体バリア兼冷却媒体を使用する。この流体バリア兼冷却媒体は、遠心ポンプの取り扱い流体とは無関係な性状の媒体で、毒性や危険性のない媒体である。一実施形態では、流体バリア兼冷却媒体はオイルであり、媒体加圧ポンプ 45 はオイルポンプである。本実施形態では、媒体加圧ポンプ 45 は、その原動機として電動モータを備えている。

[0071] 上述の構成を備えたシールシステムの動作は以下に述べるようなものである。媒体循環ライン 30 内は、遠心ポンプのポンプ羽根車 3 の吐き出し圧力 P_h と同じか、それより高い圧力を有する流体バリア兼冷却媒体で満たされている。通常運転で回転軸 1 が回転すると、ポンプ機構 19 は、第 1 チャンバ 22 a 内の流体バリア兼冷却媒体を吸い込んで加圧し、第 2 チャンバ 22 b に吐出する。このポンプ機構 19 の運転により加圧された流体バリア兼冷却媒体は媒体循環ライン 30 を通って第 1 チャンバ 22 a に戻る。

[0072] 媒体循環ライン 30 に取り付けられた絞り兼逆止弁 18 により、第 2 チャンバ 22 b 内の圧力 P_b は、ポンプ羽根車 3 の吐き出し圧力 P_h よりも高い圧力になる。流体バリア兼冷却媒体が絞り兼逆止弁 18 から入口 16 まで媒体循環ライン 30 を流れる間に、圧力損失により流体バリア兼冷却媒体の圧力が低下し、第 1 チャンバ 22 a 内の流体バリア兼冷却媒体の圧力は、 P_b よりも低い P_a になる。第 2 チャンバ 22 b 内の圧力 P_b は、ポンプ羽根車 3 の吐き出し圧力 P_h よりも高いので、ポンプ側シール機構を構成するスリップリング 10 と対向リング 12 のシール面から第 2 チャンバ 22 b 内に遠心ポンプの取り扱い流体が侵入することはない。

[0073] キャリアスリーブ 8 は第 2 チャンバ 22 b 内の圧力 P_b によりポンプ側から大気側に押される。キャリアスリーブ 8' には、第 1 チャンバ 22 a 内の圧力 P_a が加わるので、キャリアスリーブ 8, 8' の組合せには全体として

$P_b - P_a$ の差圧がポンプ側から大気側に掛る。このため、大気側シール機構を構成するスリップリング11と対向リング13のシール面に加わる圧力は、ポンプ機構19の停止時に比べて高くなってシール効果を増し、ポンプ取り扱い流体が大気側へリークすることが確実に防止される。

[0074] 流体バリア兼冷却媒体が媒体循環ライン30を流れるとき、流体バリア兼冷却媒体は媒体循環ライン30に設けられた熱交換器21により冷却される。冷却された流体バリア兼冷却媒体は媒体循環ライン30および入口16を通過して第1チャンバ22aに戻る。このようにして、遠心ポンプの運転中は、流体バリア兼冷却媒体は、熱交換器21により冷却されながら、媒体循環ライン30を通過して第1チャンバ22aと第2チャンバ22bとの間を循環する。冷却された流体バリア兼冷却媒体は、ポンプ機構19を冷却するので、ポンプ機構19およびその周辺の機器（例えば、リング34, 35）が高温となることはない。

[0075] ところで、流体バリア兼冷却媒体のシール機構からの微量のリークなどにより、シールシステム内の流体バリア兼冷却媒体の圧力は経年的に低下する。そこで、第2チャンバ22b内の圧力 P_b を圧力検出器51にて測定し、システムコントローラ62は、圧力 P_b がしきい値よりも低いときに、開閉弁27を開けて、アキュムレータ40内の流体バリア兼冷却媒体を媒体循環ライン30に供給する。このとき、ポンプ機構19の吸込側にある第1チャンバ22aに多量の流体バリア兼冷却媒体が流入して第1チャンバ22aの圧力が急上昇しすぎないように、開閉弁27の上流側または下流側に絞り機構を備えることが好ましい。

[0076] しきい値は、遠心ポンプの吐き出し圧力 P_h よりも高い値である。しきい値は吐き出し圧力 P_h に従って変動させてもよい。一実施形態では、しきい値は吐き出し圧力 P_h に所定の係数を乗算して得られた値であってもよい。例えば、ポンプ羽根車3の吐き出し圧力 P_h を圧力検出器53にて測定し、システムコントローラ62は吐き出し圧力 P_h に1.05（この数値は任意に設定可能である）を乗算してしきい値を決定する。そして、第2チャンバ

22b内の圧力 P_b を圧力検出器51にて測定し、システムコントローラ62は圧力 P_b をしきい値と比較し、圧力 P_b がしきい値よりも低いときに開閉弁27を開く。

[0077] 大気側の第1チャンバ22a内の圧力 P_a は圧力検出器52により測定される。圧力 P_a が第2チャンバ22b内の圧力 P_b よりも高いとき、システムコントローラ62は開閉弁27を閉じる。

[0078] 開閉弁27を開いた状態でも、圧力 P_b がしきい値よりも低いときは、システムコントローラ62は媒体加圧ポンプ45を始動させる。媒体加圧ポンプ45により流体バリア兼冷却媒体の圧力は高められ、媒体循環ライン30に供給される。すなわち流体バリア兼冷却媒体は、ポンプ機構19の吸込側にある第1チャンバ22a内に供給される。第1チャンバ22a内の圧力 P_a が第2チャンバ22b内の圧力 P_b よりも高い時には、システムコントローラ62は開閉弁27を閉止するか、または媒体加圧ポンプ45の運転を停止させる。

[0079] 以上の構成によれば、補充された流体バリア兼冷却媒体は、ポンプ機構19により加圧された流体バリア兼冷却媒体の流れを妨げない。なぜなら、本実施形態によれば、流体バリア兼冷却媒体は、ポンプ機構19の吐出側ではなく、ポンプ機構19の吸込側に注入されるからである。したがって、ポンプ機構19の近傍に発生した熱は流体バリア兼冷却媒体に同伴して熱交換器21まで順調に流れ、熱交換器21で散逸されるので、ポンプ機構19の周辺機器の温度が上昇する虞がない。

[0080] さらに、第1チャンバ22a内の圧力 P_a が第2チャンバ22b内の圧力 P_b よりも高い時には、システムコントローラ62は開閉弁27を閉止するか、または媒体加圧ポンプ45の運転を停止させるので、キャリアスリーブ8, 8'の組合せには全体として $P_b - P_a$ の差圧がポンプ側から大気側に掛かる。このため、大気側シール機構を構成するスリップリング11と対向リング13のシール面に加わる圧力が低下せず、シール効果を維持できる。さらに、アキュムレータ40による圧力保持のバックアップだけでなく、さ

らに多重的に加圧する機構として媒体加圧ポンプ４５による流体バリア兼冷却媒体の補充ができるので安全性を向上することができる。

[0081] 次に、本発明の他の実施形態について図３を参照して説明する。特に説明しない本実施形態の構成は、図１に示す実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。以下の説明では、第１媒体循環ライン３０は、単に媒体循環ライン３０と称する。

[0082] シールシステムは、第１チャンバ２２ａおよび第２チャンバ２２ｂに接続された上記媒体循環ライン３０と、媒体循環ライン３０に両端が接続されたバイパスライン４９と、バイパスライン４９に取り付けられた逆止弁４６と、絞り弁と逆止弁が組み合わされた絞り兼逆止弁１８と、流体バリア兼冷却媒体を冷却する熱交換器２１と、普段は流体バリア兼冷却媒体が加圧されて備蓄され、非常の際などには開閉弁２７を開にすることにより媒体循環ライン３０内の流体バリア兼冷却媒体を加圧するアキュムレータ４０とを備えている。媒体循環ライン３０はシールハウジング１４の外に配置されている。媒体循環ライン３０およびバイパスライン４９は、流体バリア兼冷却媒体で満たされている。

[0083] アキュムレータ４０の内部には図示しないダイヤフラム（隔壁）が配置され、窒素ガスなどの気体が封入されている。アキュムレータ４０内に蓄積された流体バリア兼冷却媒体は、上記気体の圧力により加圧される。したがって、アキュムレータ４０は、流体バリア兼冷却媒体を加圧して蓄える機能を有している。アキュムレータ４０内に蓄えられている流体バリア兼冷却媒体の圧力は、遠心ポンプのポンプ羽根車３の吐き出し圧力 P_h と同じか、それより高い圧力である。

[0084] 媒体循環ライン３０の一端は入口１６に接続され、媒体循環ライン３０の他端は出口１７に接続されている。絞り兼逆止弁１８および熱交換器２１は、媒体循環ライン３０に取付けられている。アキュムレータ４０は、媒体循環ライン３０から延びる分岐ライン４１に接続されており、開閉弁２７は分岐ライン４１に取付けられている。アキュムレータ４０は、分岐ライン４１

を介して媒体循環ライン 30 に接続されている。分岐ライン 41 およびアキュムレータ 40 は、熱交換器 21 と第 1 チャンバ 22 a との間に位置している。

[0085] シールシステムは、ポンプ羽根車 3 の吐き出し圧力 P_h を測定する圧力検出器 53 と、第 2 チャンバ 22 b 内の圧力 P_b を測定する圧力検出器 51 を備えている。圧力検出器 53, 51 は、システムコントローラ 62 に接続されている。

[0086] シールハウジング 14 内に備えられたダブルメカニカルシールを備えたシールシステムは、流体バリア兼冷却媒体を使用する。この流体バリア兼冷却媒体は、遠心ポンプの取り扱い流体とは無関係な性状の媒体で、毒性や危険性のない媒体である。一実施形態では、流体バリア兼冷却媒体はオイルである。

[0087] 上述の構成を備えたシールシステムの動作は以下に述べるようなものである。媒体循環ライン 30 内は、遠心ポンプのポンプ羽根車 3 の吐き出し圧力 P_h と同じか、それより高い圧力を有する流体バリア兼冷却媒体で満たされている。通常運転で回転軸 1 が回転すると、ポンプ機構 19 は、第 1 チャンバ 22 a 内の流体バリア兼冷却媒体を吸い込んで加圧し、第 2 チャンバ 22 b に吐出する。このポンプ機構 19 の運転により加圧された流体バリア兼冷却媒体は媒体循環ライン 30 を通って第 1 チャンバ 22 a に戻る。

[0088] 媒体循環ライン 30 に取り付けられた絞り兼逆止弁 18 により、第 2 チャンバ 22 b 内の圧力 P_b は、ポンプ羽根車 3 の吐き出し圧力 P_h よりも高い圧力になる。流体バリア兼冷却媒体が絞り兼逆止弁 18 から入口 16 まで媒体循環ライン 30 を流れる間に、圧力損失により流体バリア兼冷却媒体の圧力が低下し、第 1 チャンバ 22 a 内の流体バリア兼冷却媒体の圧力は、 P_b よりも低い P_a になる。第 2 チャンバ 22 b 内の圧力 P_b は、ポンプ羽根車 3 の吐き出し圧力 P_h よりも高いので、ポンプ側シール機構を構成するスリップリング 10 と対向リング 12 のシール面から第 2 チャンバ 22 b 内に遠心ポンプの取り扱い流体が侵入することはない。

- [0089] キャリアスリーブ8は第2チャンバ22b内の圧力 P_b によりポンプ側から大気側に押される。キャリアスリーブ8'には、第1チャンバ22a内の圧力 P_a が加わるので、キャリアスリーブ8, 8'の組合せには全体として $P_b - P_a$ の差圧がポンプ側から大気側に掛る。このため、大気側シール機構を構成するスリップリング11と対向リング13のシール面に加わる圧力は、ポンプ機構19の停止時に比べて高くなってシール効果を増し、ポンプ取り扱い流体が大気側へリークすることが確実に防止される。
- [0090] 流体バリア兼冷却媒体が媒体循環ライン30を流れるとき、流体バリア兼冷却媒体は媒体循環ライン30に設けられた熱交換器21により冷却される。冷却された流体バリア兼冷却媒体は媒体循環ライン30および入口16を通過して第1チャンバ22aに戻る。このようにして、遠心ポンプの運転中は、流体バリア兼冷却媒体は、熱交換器21により冷却されながら、媒体循環ライン30を通過して第1チャンバ22aと第2チャンバ22bとの間を循環する。冷却された流体バリア兼冷却媒体は、ポンプ機構19を冷却するので、ポンプ機構19およびその周辺の機器（例えば、リング34, 35）が高温となることはない。
- [0091] ところで、遠心ポンプの設置直後の初期運転で、遠心ポンプのポンプ羽根車3が逆回転する場合がある。また、初期運転以外でも、2台の遠心ポンプが並列に配置され、1台が運転中で、もう一台が予備機として停止中の場合、予備機である遠心ポンプの吐出口に配置された吐出逆止弁（図示せず）が故障すると、運転中の遠心ポンプから吐き出された流体が停止中の遠心ポンプの内部を逆流し、停止中の遠心ポンプのポンプ羽根車が逆回転することがある。
- [0092] このようにポンプ羽根車3が逆回転すると、ポンプ羽根車3の回転に連動するポンプ機構19も逆回転する。ポンプ羽根車3が逆回転した場合、取り扱い流体には遠心力がある程度発生するので取り扱い流体は加圧され、スリップリング10及び対向リング12の摺動面にその圧力がかかる。一方、ポンプ機構19が逆回転すると、第2チャンバ22b内の流体バリア兼冷却媒

体を加圧して第1チャンバ22aに送り出す。絞り兼逆止弁18は流体バリア兼冷却媒体を第2チャンバ22b内には流入させないので、第2チャンバ22b内の圧力は低下し、やがて、スリップリング10及び対向リング12のシール面を通して遠心ポンプの取り扱い流体が第2チャンバ22b内に侵入してしまう虞がある。

[0093] また、第1チャンバ内の圧力 P_a は第2チャンバ内の圧力 P_b よりも高くなり、キャリアスリーブ8, 8'の組合せには全体として $P_a - P_b$ の差圧が大気側からポンプ側に掛かることになる。このため、大気側のスリップリング11と対向リング13のシール面の圧力が低くなってシール効果が減じ、流体バリア兼冷却媒体がリークしやすくなる危険がある。

[0094] そこで、本実施形態のシールシステムは、媒体循環ライン30に接続されたバイパスライン49を備えている。バイパスライン49の一端が媒体循環ライン30に接続される第1接続点49aは、入口16および第1チャンバ22aの近くであり、バイパスライン49の他端が媒体循環ライン30に接続される第2接続点49bは、出口17および第2チャンバ22bの近くである。より具体的には、第1接続点49aは、第1チャンバ22aと熱交換器21との間にあり、第2接続点49bは、熱交換器21と第2チャンバ22bとの間に位置している。本実施形態では、第1接続点49aは、第1チャンバ22aと分岐ライン41との間にあり、第2接続点49bは、絞り兼逆止弁18と第2チャンバ22bとの間に位置している。バイパスライン49に取り付けられた逆止弁46は、流体バリア兼冷却媒体が第1接続点49aから第2接続点49bに向かう方向（すなわち、第1チャンバ22aから第2チャンバ22bに向かう方向）にのみ流れることを許容し、逆方向への流れを許容しない。

[0095] さらに、分岐ライン55の一端が媒体循環ライン30に接続され、分岐ライン55の他端はアキュムレータ56に接続されている。分岐ライン55には隔離弁57が取り付けられている。隔離弁57は、電磁弁、電動弁、空気圧駆動弁、油圧駆動弁などから構成されており、隔離弁57の開閉動作はシ

ステムコントローラ 62 によって制御される。分岐ライン 55 と媒体循環ライン 30 との接続点は、第 2 チャンバ 22 b と熱交換器 21 との間に位置している。より具体的には、分岐ライン 55 と媒体循環ライン 30 との接続点は、第 2 チャンバ 22 b と絞り兼逆止弁 18 との間に位置している。

[0096] アキュムレータ 56 の内部には図示しないダイヤフラム（隔壁）が配置され、窒素ガスなどの気体が封入されている。アキュムレータ 56 内に蓄積された流体バリア兼冷却媒体は、上記気体の圧力により加圧される。したがって、アキュムレータ 56 は、流体バリア兼冷却媒体を加圧して蓄える機能を有している。アキュムレータ 56 内に蓄えられている流体バリア兼冷却媒体の圧力は、遠心ポンプのポンプ羽根車 3 の吐き出し圧力 P_h と同じか、それより高い圧力である。

[0097] このような構成によれば、ポンプ機構 19 が逆回転しても、流体バリア兼冷却媒体は直ちに第 1 チャンバ 22 a に近い第 1 接続点 49 a からバイパスライン 49 を通って第 2 チャンバ 22 b に流れ、第 2 チャンバ 22 b 内の圧力が保たれる。結果として、第 2 チャンバ 22 b 内の流体バリア兼冷却媒体は、ポンプ側のスリップリング 10 及び対向リング 12 のシール面から遠心ポンプの取り扱い流体が侵入することを防止することができる。さらに、第 2 チャンバ 22 b 内の流体バリア兼冷却媒体は、大気側のスリップリング 11 及び対向リング 13 のシール面の圧力の低下を防止し、流体バリア兼冷却媒体が大気側にリークすることを防止することができる。

[0098] 圧力検出器 51 によって測定された第 2 チャンバ 22 b 内の圧力 P_b と、圧力検出器 53 によって測定されたポンプ羽根車 3 の吐き出し圧力 P_h との差がしきい値未満であることをシステムコントローラ 62 が検出すると、システムコントローラ 62 は隔離弁 57 を開き、アキュムレータ 56 内の加圧された流体バリア兼冷却媒体を媒体循環ライン 30 内に注入する。流体バリア兼冷却媒体は、媒体循環ライン 30 を通って第 2 チャンバ 22 b に供給され、これにより第 2 チャンバ 22 b 内の圧力が保たれる。結果として、第 2 チャンバ 22 b 内の流体バリア兼冷却媒体は、ポンプ側のスリップリング 1

0 及び対向リング 12 のシール面から遠心ポンプの取り扱い流体が侵入することを防止することができる。さらに、第 2 チャンバ 22b 内の流体バリア兼冷却媒体は、大気側のスリップリング 11 及び対向リング 13 のシール面の圧力の低下を防止し、流体バリア兼冷却媒体が大気側にリークすることを防止することができる。

[0099] このように、本実施形態によれば、ポンプ羽根車 3 およびポンプ機構 19 が逆回転することがあっても、リークの危険のない状態を維持し、ポンプの取扱い流体が毒性や可燃性流体を含む場合であっても、大気側に漏れる虞の無いシールシステムを提供することができる。

[0100] 図 4 は、シールシステムの他の実施形態を示す図である。特に説明しない本実施形態の構成は図 3 に示す実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。ポンプ羽根車 3 およびポンプ機構 19 が長時間に亘って逆回転すると、ポンプ機構 19 およびその周辺機器の温度が上昇することがある。そこで、図 4 に示す実施形態は、ポンプ機構 19 およびその周辺機器を冷却する機能を備える。

[0101] バイパスライン 49 の一端が媒体循環ライン 30 に接続される第 1 接続点 49a と、バイパスライン 49 の他端が媒体循環ライン 30 に接続される第 2 接続点 49b の両方は、熱交換器 21 と第 2 チャンバ 22b との間に位置している。より具体的には、第 1 接続点 49a は、熱交換器 21 と絞り兼逆止弁 18 との間に位置し、第 2 接続点 49b は、絞り兼逆止弁 18 と第 2 チャンバ 22b との間に位置している。

[0102] ポンプ機構 19 の逆回転により第 1 チャンバ 22a に送り出された流体バリア兼冷却媒体は、媒体循環ライン 30 を流れて熱交換器 21 により冷却される。冷却された流体バリア兼冷却媒体は、第 1 接続点 49a でバイパスライン 49 に流入し、バイパスライン 49 を流れて第 2 チャンバ 22b 内に流入する。

[0103] バイパスライン 49 に取り付けられた逆止弁 46 は、流体バリア兼冷却媒体が第 1 接続点 49a から第 2 接続点 49b に向かう方向（すなわち、第 1

チャンバ 2 2 a から第 2 チャンバ 2 2 b に向かう方向) にのみ流れることを許容し、逆方向への流れを許容しない。

[0104] アキュムレータ 5 6 から延びる分岐ライン 5 5 は、媒体循環ライン 3 0 に接続されている。分岐ライン 5 5 と媒体循環ライン 3 0 との接続点は、第 2 チャンバ 2 2 b と熱交換器 2 1 との間に位置している。より具体的には、分岐ライン 5 5 と媒体循環ライン 3 0 との接続点は、第 2 チャンバ 2 2 b と絞り兼逆止弁 1 8 との間に位置している。一実施形態では、アキュムレータ 5 6 から延びる分岐ライン 5 5 は、第 2 チャンバ 2 2 b と逆止弁 4 6 との間の位置でバイパスライン 4 9 に接続されてもよい。

[0105] 本実施形態によれば、ポンプ羽根車 3 およびポンプ機構 1 9 が長時間逆回転することがあっても、リークの危険のない状態を維持し、ポンプの取扱い流体が毒性や可燃性流体を含む場合であっても、大気側に漏れる虞の無いシールシステムを提供することができる。

[0106] 図 5 は、シールシステムのさらに他の実施形態を示す図である。特に説明しない本実施形態の構成は図 4 に示す実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。図 5 に示すように、本実施形態では、逆止弁 4 6 に代えて、通常運転時は閉じており、逆回転時には開けられる開閉弁 5 0 がバイパスライン 4 9 に取り付けられている開閉弁 5 0 での圧力損失が少ない方が、第 1 チャンバ 2 2 a と第 2 チャンバ 2 2 b の圧力差を小さくできるので、開閉弁 5 0 の弁体にはボール弁やバタフライ弁が好ましい。開閉弁 5 0 としては、電磁弁、電動弁、空気圧駆動弁、油圧駆動弁などを使用することができる。

[0107] シールシステムは、開閉弁 5 0 の動作を制御するシステムコントローラ 6 2 を備えている。さらに、シールシステムは、第 2 チャンバ 2 2 b 内の圧力 P_b を測定する圧力検出器 5 1 と、第 1 チャンバ 2 2 a 内の圧力 P_a を測定する圧力検出器 5 2 を備えている。圧力検出器 5 1, 5 2 は、システムコントローラ 6 2 に接続されており、圧力検出器 5 1, 5 2 から送られる圧力の測定値に基づいて開閉弁 5 0 を操作する。より具体的には、第 1 チャンバ 2

2 a 内の流体バリア兼冷却媒体の圧力 P_a が第 2 チャンバ 2 2 b 内の流体バリア兼冷却媒体の圧力 P_b よりも高いとき、システムコントローラ 6 2 は、開閉弁 5 0 を開く。開閉弁 5 0 が開くと、流体バリア兼冷却媒体は、第 1 チャンバ 2 2 a から熱交換器 2 1 を経由してバイパスライン 4 9 に流入し、さらにバイパスライン 4 9 を流れて第 2 チャンバ 2 2 b に流入する。

[0108] アキュムレータ 5 6 から延びる分岐ライン 5 5 は、媒体循環ライン 3 0 に接続されている。分岐ライン 5 5 と媒体循環ライン 3 0 との接続点は、第 2 チャンバ 2 2 b と熱交換器 2 1 との間に位置している。より具体的には、分岐ライン 5 5 と媒体循環ライン 3 0 との接続点は、第 2 チャンバ 2 2 b と絞り兼逆止弁 1 8 との間に位置している。一実施形態では、アキュムレータ 5 6 から延びる分岐ライン 5 5 は、第 2 チャンバ 2 2 b と開閉弁 5 0 との間の位置でバイパスライン 4 9 に接続されてもよい。

[0109] 本実施形態によれば、ポンプ羽根車 3 およびポンプ機構 1 9 が長時間逆回転することがあっても、リークの危険のない状態を維持し、ポンプの取扱い流体が毒性や可燃性流体を含む場合であっても、大気側に漏れる虞の無いシールシステムを提供することができる。

[0110] 本発明は上述の実施形態に限定されず、本発明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るものを含むことは言うまでもない。

産業上の利用可能性

[0111] 本発明は、ダブルメカニカルシールを構成するポンプ側シール機構と大気側シール機構との間に、回転軸により駆動されるポンプ機構を備えたシールシステムに適用可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 遠心ポンプの回転軸をシールするためのシールシステムであって、
ポンプ側シール機構および大気側シール機構を有するダブルメカニカルシールと、
前記ポンプ側シール機構と前記大気側シール機構との間に配置され、
前記回転軸により駆動されるポンプ機構と、
少なくとも前記大気側シール機構と前記ポンプ機構とにより区画される第1チャンバと、
少なくとも前記ポンプ側シール機構と前記ポンプ機構とにより区画される第2チャンバと、
前記第1チャンバと前記第2チャンバとに接続され、前記遠心ポンプの取り扱い流体とは異なる流体バリア兼冷却媒体を前記第1チャンバと前記第2チャンバとの間で循環させる第1媒体循環ラインと、
前記第1媒体循環ラインに取り付けられた熱交換器および遮断弁と、
両端が前記第1媒体循環ラインに接続され、前記遮断弁をバイパスする前記第2媒体循環ラインと、
前記第2媒体循環ラインに取り付けられた媒体加圧ポンプおよび開閉弁とを備えたことを特徴とするシールシステム。
- [請求項2] 前記ダブルメカニカルシールを収容するシールハウジングをさらに備え、
前記第1媒体循環ラインと前記第2媒体循環ラインは前記シールハウジングの外に配置されていることを特徴とする請求項1に記載のシールシステム。
- [請求項3] 前記遠心ポンプの停電を検出する停電検出器と、
前記停電検出器から出力される停電検出信号を受けて前記遮断弁を閉じ、前記開閉弁を開き、前記媒体加圧ポンプを始動させるシステムコントローラをさらに備えたことを特徴とする請求項1または2に記載

載のシールシステム。

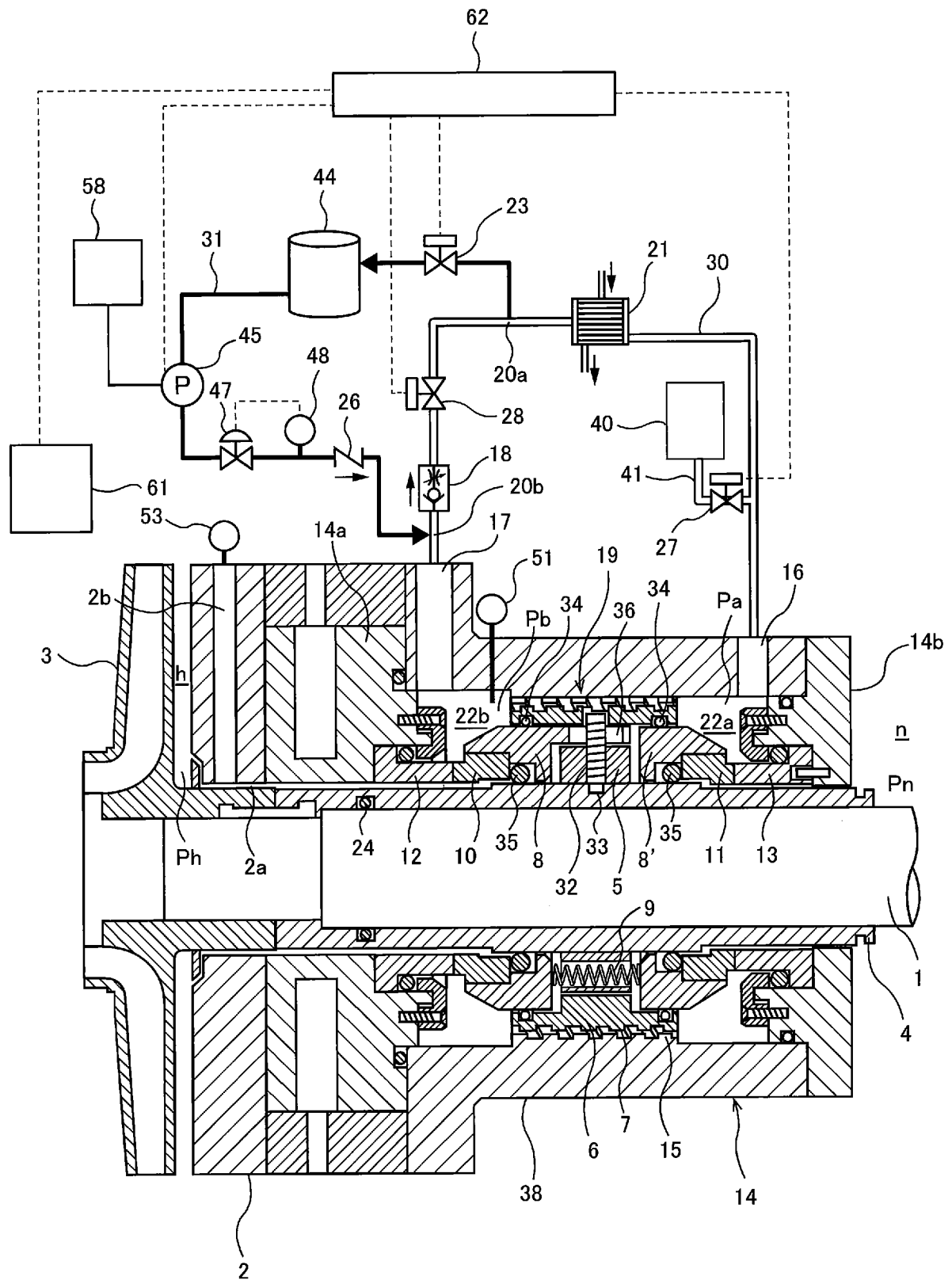
[請求項4] 前記第2媒体循環ラインの一端が前記第1媒体循環ラインに接続される第1接続点は、前記遮断弁と前記熱交換器との間に位置しており、

前記第2媒体循環ラインの他端が前記第1媒体循環ラインに接続される第2接続点は、前記遮断弁と前記第2チャンバとの間に位置していることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載のシールシステム。

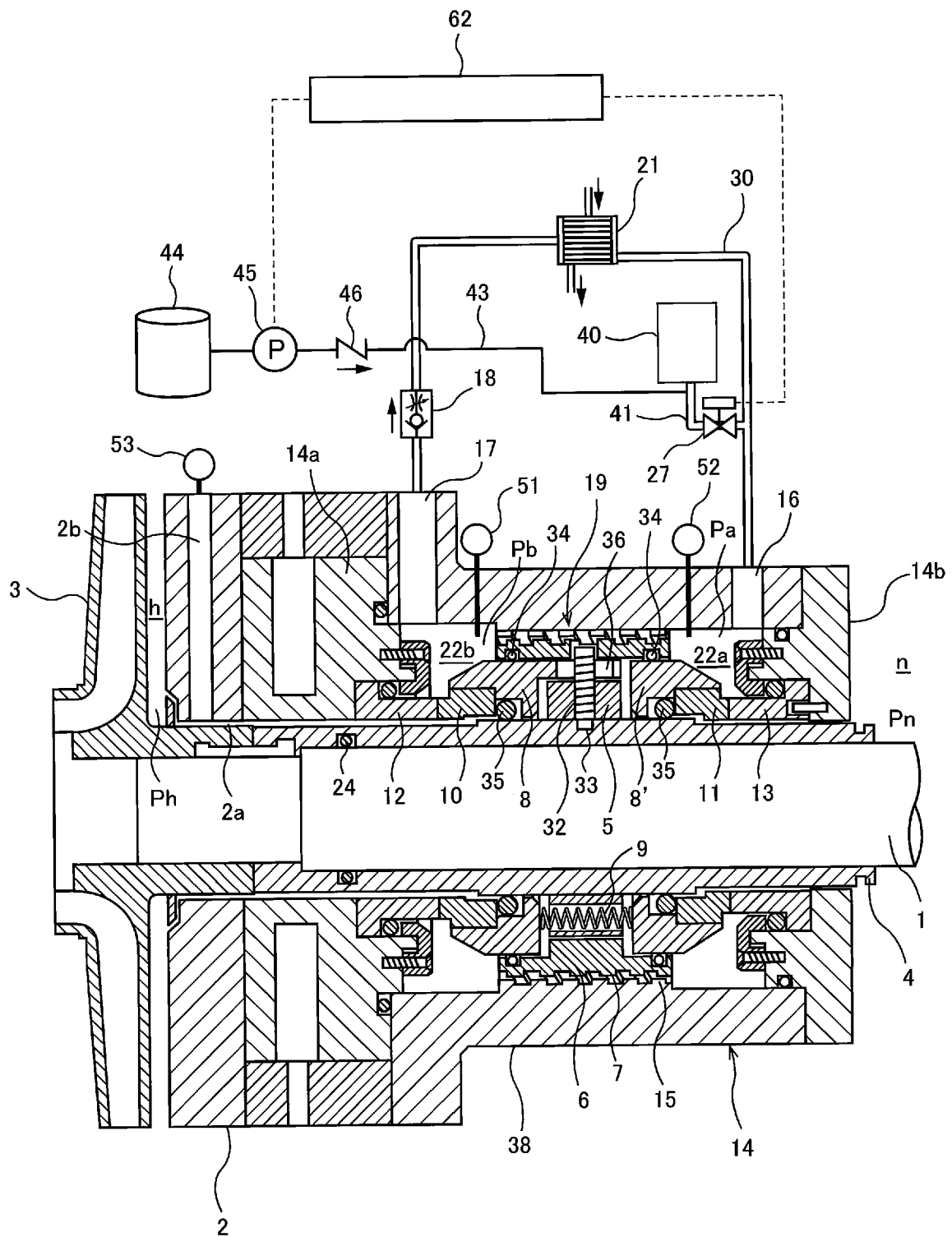
[請求項5] 前記媒体加圧ポンプに電力を供給するための電源をさらに備え、
前記媒体加圧ポンプは、原動機として電動モータを備えていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載のシールシステム。

[請求項6] 前記流体バリア兼冷却媒体がオイルであり、前記加圧媒体ポンプがオイルポンプ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シールシステム。

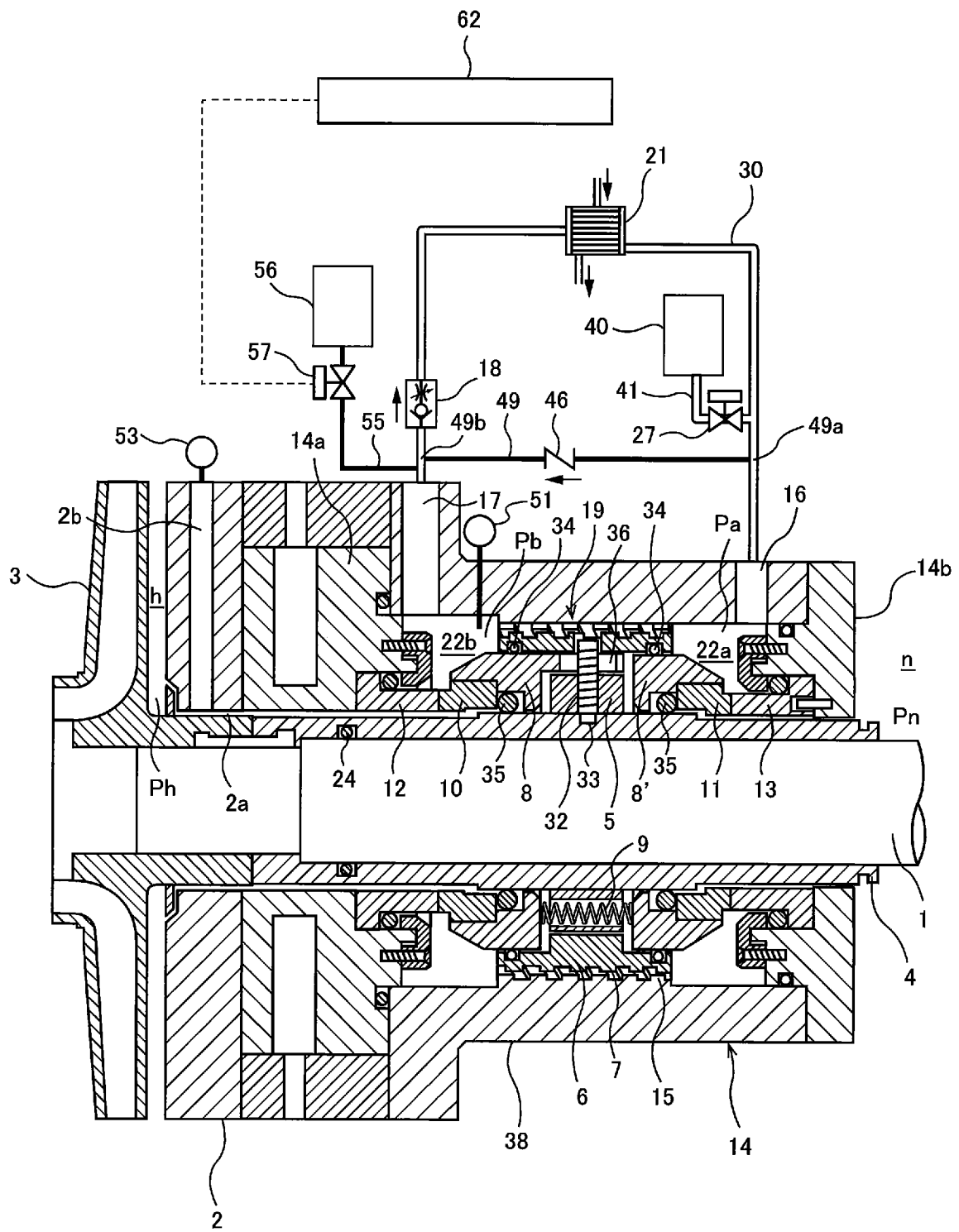
[図1]



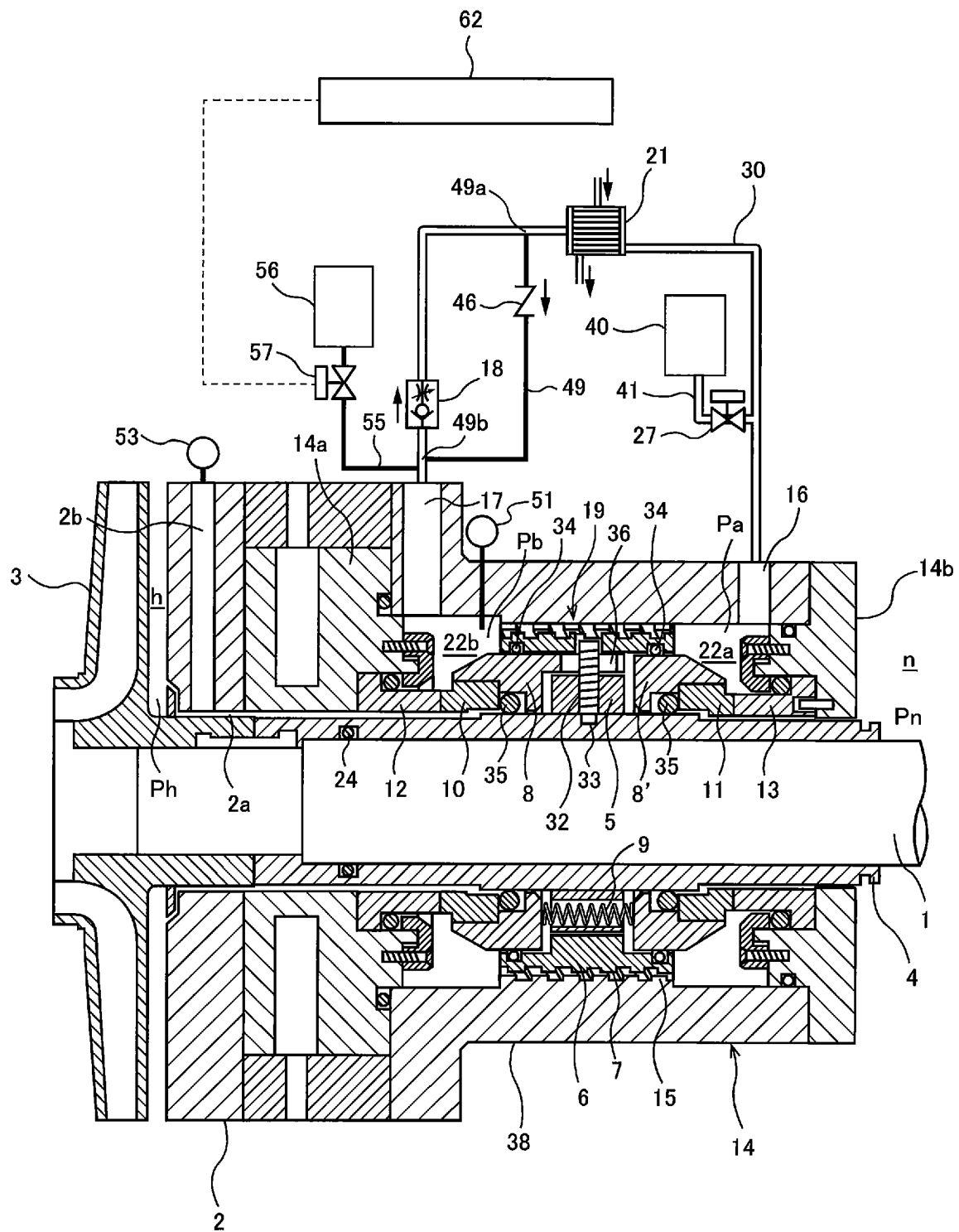
[図2]



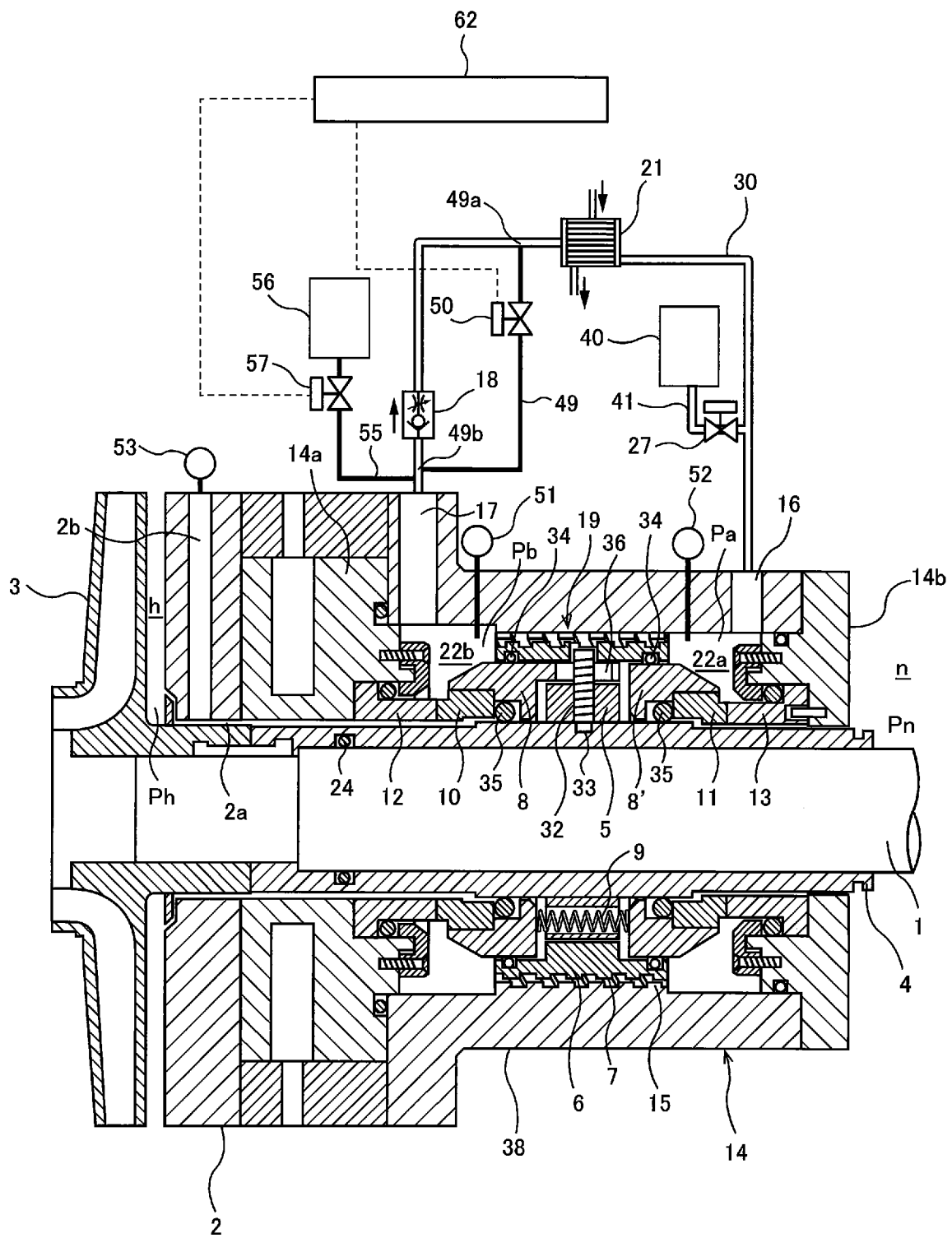
[図3]



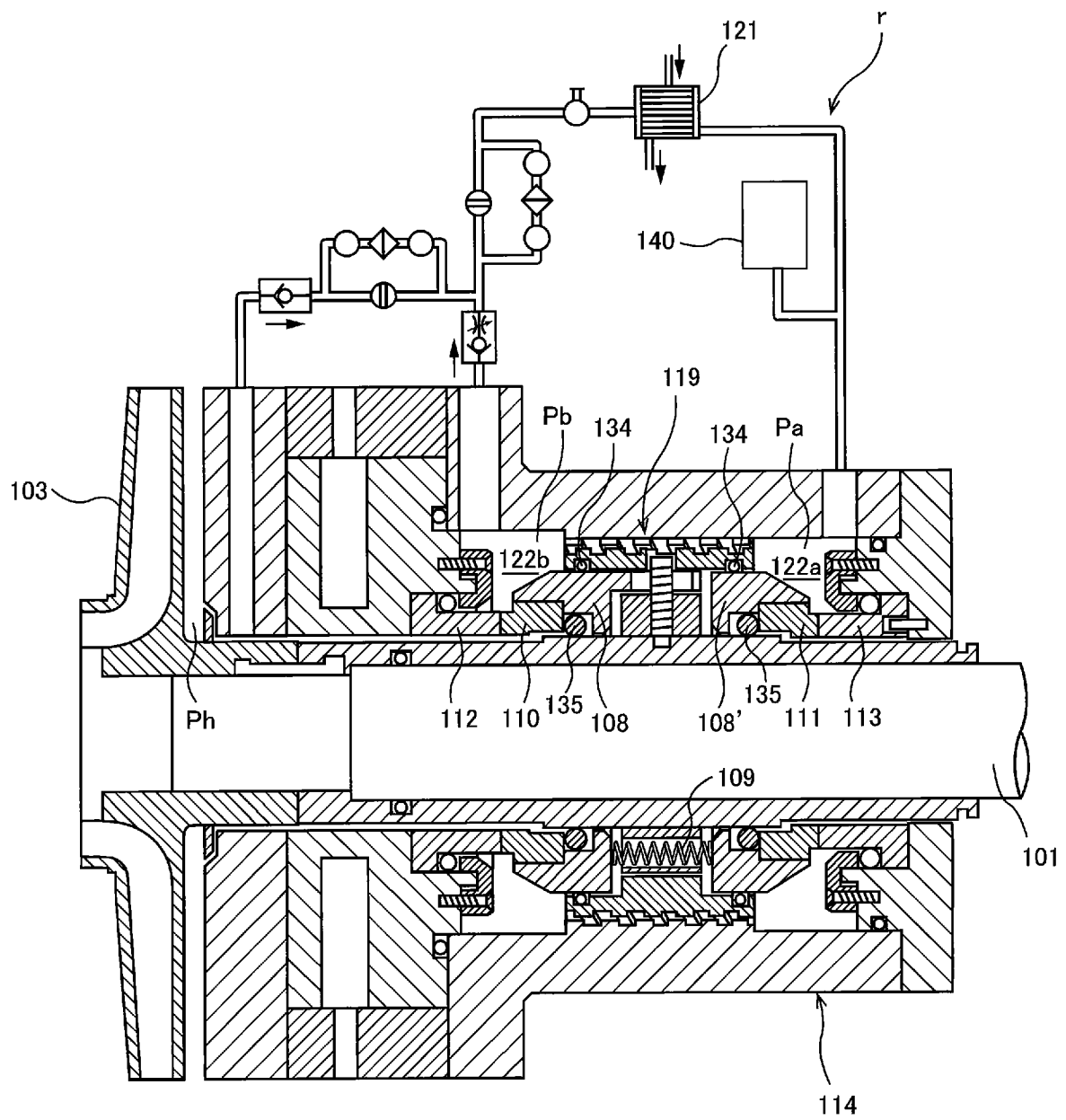
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/030338

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F04D29/12 (2006.01) i, F04D29/14 (2006.01) i, F04D29/58 (2006.01) i, F16J15/34 (2006.01) i

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)

Int. Cl. F04D29/12, F04D29/14, F04D29/58, F16J15/34

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
A	GB 1441653 A (MAYER, Ehrhard) 07 July 1976, page 3, line 25 to page 4, line 93, all drawings & US 3888495 A & DE 2228296 A1 & FR 2188727 A5 & CH 572174 A5	1-6
A	US 3746350 A (MAYER, Ehrhard) 17 July 1973, column 2, line 24 to column 3, line 59, fig. 3 & GB 1282915 A & DE 1913397 A1 & FR 2037367 A5 & CH 489732 A	1-6
A	US 5746435 A (ARBUCKLE, Donald P.) 05 May 1998, column 4, line 11 to column 8, line 65, fig. 1-3 & WO 96/010707 A1	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
09.10.2018

Date of mailing of the international search report
23.10.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/030338

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 37-11315 B1 (TORISHIMA SEIKSAKUSYO KK) 17 August 1962, page 1, left column, line 14 to right column, line 37, all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F04D29/12(2006.01)i, F04D29/14(2006.01)i, F04D29/58(2006.01)i, F16J15/34(2006.01)i

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））

Int.Cl. F04D29/12, F04D29/14, F04D29/58, F16J15/34

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
A	GB 1441653 A (MAYER, Ehrhard) 1976.07.07, 第3ページ第25行-第4ページ第93行, 図 & US 3888495 A & DE 2228296 A1 & FR 2188727 A5 & CH 572174 A5	1-6
A	US 3746350 A (MAYER, Ehrhard) 1973.07.17, 第2欄第24行-第3欄第59行, 図3 & GB 1282915 A & DE 1913397 A1 & FR 2037367 A5 & CH 489732 A	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、一般的技術水準を示すもの	「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

09.10.2018

国際調査報告の発送日

23.10.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

井古田 裕昭

30

8370

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

C (続き) . 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
A	US 5746435 A (ARBUCKLE, Donald P.) 1998.05.05, 第4欄第11行―第8欄第65行, 図1-3 & WO 96/010707 A1	1-6
A	JP 37-11315 B1 (株式会社西島製作所) 1962.08.17, 第1ページ左欄第14行―右欄第37行, 図 (ファミリーなし)	1-6