

(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
2016 年 9 月 1 日(01.09.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/136038 A1

- (51) 国際特許分類:
F04D 29/58 (2006.01) *F04D 27/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/081238
- (22) 国際出願日: 2015 年 11 月 5 日(05.11.2015)
- (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 2015-032803 2015 年 2 月 23 日(23.02.2015) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 水上 聡(MIZUKAMI Satoshi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森 隆一郎, 外(MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

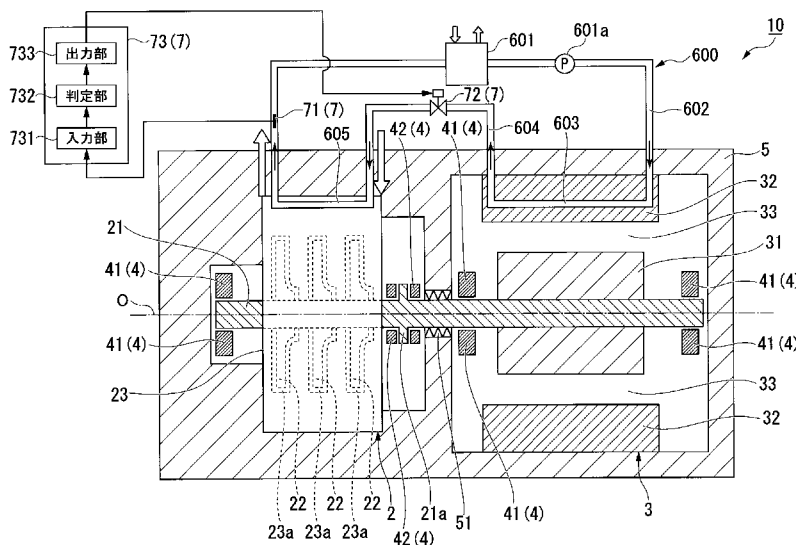
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: COMPRESSOR SYSTEM

(54) 発明の名称: 圧縮機システム



731 Input unit
732 Determination unit
733 Output unit

(57) Abstract: A compressor system (10) comprising: a motor (3) having a rotor (31) that rotates around an axis and a stator (32) arranged on an outer circumferential side of the rotor (31); a compressor (2) having an impeller (22) that compresses hydraulic fluid by rotating together with the rotor (31) and having a housing (23) that covers the impeller (22) from the outer circumferential side; and a heat exchange flow path (600) that causes to flow therethrough fluid that has flowed through inside the stator (32) or through a gap between the stator (32) and the rotor (31) and whereby heat can be exchanged between the fluid and the housing (23).

(57) 要約: 圧縮機システム (10) は、軸線回りに回転するロータ (31) と、ロータ (31) の外周側に配置されたステータ (32) とを有するモータ (3) と、ロータ (31) とともに回転することで作動流体を圧縮するインペラ (22) と、インペラ (22) を外周側から覆うハウジング (23) と、を有する圧縮機 (2) と、ステータ (32) 内部、又はステータ (32) とロータ

(31) との間の隙間を流通した流体を流通させ、前記流体とハウジング (23) との間で熱交換可能とする熱交換流路 (600) と、を備える。

WO 2016/136038 A1

明 細 書

発明の名称：圧縮機システム

技術分野

[0001] 本発明は、圧縮機システムに関する。

本願は、2015年2月23日に出願された特願2015-032803号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] モータと圧縮機とが一体となっている圧縮機システムは、空気やガス等の気体を圧縮する圧縮機と、圧縮機を駆動させるモータとを有している。圧縮機システムでは、圧縮機のケーシングから延在する回転軸と、モータのケーシングから同様に延在するモータの回転軸とが接続されている。モータの回転が圧縮機に伝達される。このモータ及び圧縮機の回転軸は、複数の軸受により支持されることで安定して回転する。

[0003] このような圧縮機システムは、例えば、非特許文献1のような海底生産システム（Subsea Production System）や、非特許文献2のような浮体式海洋石油貯蔵設備（Floating Production Storage and Offloading、FPSO）に使用される。海底生産システムに使用される際には、圧縮機システムは、海底に設置される。圧縮機システムは、海底から数千mの深さまで掘削した生産井から原油や天然ガス等が混在した生産流体を海上に送り出している。浮体式海洋石油貯蔵設備に使用される際には、圧縮機システムは、船舶等の海上設備に設置されている。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：三菱重工技報 Vol. 34 No. 5 P310-P313
非特許文献2：Turbomachinery International
September/October 2014 P18-P24

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、圧縮機システムの圧縮機では、停止している場合と、定常運転している場合とでは、インペラやハウジング等の圧縮機を構成する各部の温度が異なる。特に、インペラとハウジングとでは、それぞれの部材の体積差が大きいために起動時や停止時の温度変化の度合いが異なっている。そのため、圧縮機システムの運転状況に応じて、インペラとハウジングとの温度差が大きくなることで熱伸び量が大きくずれて、インペラとハウジングとのクリアランスが変動してしまう。その結果、起動時や停止時に、インペラとハウジングとの間隔が狭くなり過ぎで、接触してしまう可能性がある。

[0006] 本発明は、インペラとハウジングとの間隔が狭くなりすぎてしまうことを抑制することが可能な圧縮機システムを提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を提案している。

本発明の第一の態様に係る圧縮機システムは、軸線回りに回転するロータと、前記ロータの外周側に配置されたステータとを有するモータと、前記ロータとともに回転することで作動流体を圧縮するインペラと、前記インペラを外周側から覆うハウジングと、を有する圧縮機と、前記ステータ内部、又は前記ステータと前記ロータとの間の隙間を流通した流体を流通させ、前記流体と前記ハウジングとの間で熱交換可能とする熱交換流路と、を備える。

[0008] このような構成によれば、ステータ内部、又はステータとロータとの間の隙間を流通した流体は、ステータ及びロータを冷却することで温度が上昇する。温度の上昇した流体を熱交換流路によってハウジングに対して熱交換を行わせることで、ハウジングを効率良く早く温めることができる。その結果、起動時や停止時におけるインペラの温度変化に合わせて、ハウジングを早く温めることができる。これにより、インペラの熱伸び量とハウジングの熱伸び量とのずれを低減することができる。

[0009] 本発明の第二の態様に係る圧縮機システムでは、第一の態様において、前

記流体が、前記インペラによって圧縮された作動流体であってもよい。

[0010] このような構成によれば、インペラで圧縮されることで温度の上昇した作動流体によって、ロータ及びステータを冷却することができる。その結果、作動流体をさらに温めてからハウジングに供給することができる。したがって、ハウジングを効果的に温めることができる。

[0011] 本発明の第三の態様に係る圧縮機システムでは、第一または第二の態様において、前記ハウジングと前記インペラとの温度差が予め定めた基準を満たした場合に、前記熱交換流路を流通する前記流体の流量を調整する流量調整部を有していてもよい。

[0012] このような構成によれば、流体調整部によって、ハウジングとインペラとの温度差が予め定めた基準を満たした場合に、流体の流量を調整することで、流体を必要な量だけ熱交換流路に流通させることができる。そのため、例えば、ハウジングとインペラとの温度差が小さくなって、ハウジングを温める必要が無くなった場合に、熱交換流路に流体が流通し続けてしまうことを抑制することができる。したがって、流体を効率的に熱交換流路に流通させることができる。

発明の効果

[0013] 本発明の圧縮機システムによれば、ロータとステータとを冷却することで温度の上昇した流体を利用してハウジングを温めることができる。その結果、インペラとハウジングとの間隔が狭くなりすぎてしまうことを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の第一実施形態における圧縮機システムを説明する模式図である

。

[図2]本発明の第二実施形態における圧縮機システムを説明する模式図である

。

[図3]本発明の第三実施形態における圧縮機システムを説明する模式図である

。

[図4]本発明の第四実施形態における圧縮機システムを説明する模式図である。

発明を実施するための形態

[0015] <第一実施形態>

以下、本発明に係る第一実施形態について図1を参照して説明する。

圧縮機システム10は、海洋油ガス田開発方式の一つである海底生産システム(Subsea Production System)に使用されて海底に設けられたり、浮体式海洋石油貯蔵設備(Floating Production Storage and Offloading、FPSO)に使用されて海上に設けられたりする。圧縮機システム10は、海底数百から数千mに存在する油ガス田の生産井から採取された油・ガス等の生産流体を作動流体として圧送する。

[0016] 圧縮機システム10は、図1に示すように、圧縮機2と、モータ3と、軸受部4と、ケーシング5と、熱交換流路600と、流量調整部7とを備えている。圧縮機2は、回転軸として軸線O方向(図1左右方向)に延在するシャフト21を有する。モータ3は、シャフト21に直接的に接続されるロータ31を有する。

軸受部4は、シャフト21を支持している。ケーシング5は、モータ3と圧縮機2とを収容している。熱交換流路600は、内部を流通する流体と熱交換させることで圧縮機2のハウジング23を加熱する。流量調整部7は、熱交換流路600を流通する流体の流量を調整する。

[0017] 圧縮機2は、ケーシング5内に収容されている。圧縮機2は、ロータ31とともにシャフト21が軸線O回りに回転することで作動流体を圧縮する。本実施形態の圧縮機2は、シャフト21と、インペラ22と、ハウジング23とを有している。シャフト21は、軸線O方向に延在している。インペラ22は、シャフト21の外周面に固定されてロータ31とともに回転することで作動流体を圧縮する。ハウジング23は、インペラ22を外側から覆っている。

- [0018] シャフト21は、軸線O方向に延在する回転軸である。シャフト21は、軸線O回りに回転可能にケーシング5に支持されている。シャフト21は、ハウジング23を軸線O方向に貫通している。シャフト21は、両端がハウジング23から延出している。シャフト21は、後述するケーシング5内において軸線O方向に延在している。
- [0019] インペラ22は、シャフト21とともに回転し、インペラ22内部を通過する作動流体を圧縮して圧縮流体を生成する。インペラ22は、シャフト21の外周面に軸線O方向に間隔を空けて複数並んで固定されている。
- [0020] ハウジング23は、圧縮機2の外装である。ハウジング23は、インペラ22を内部に收容している。ハウジング23は、ケーシング5内に收容されている。ハウジング23は、縮径及び拡径を繰り返す内部空間23aが複数設けられている。この内部空間23aには、それぞれインペラ22が收容されている。内部空間23aでは、インペラ22がハウジング23に対して所定の間隔を隔てて配置されている。ハウジング23には、軸線O方向の一方側である上流側（図1紙面右側）に配置されたインペラ22から軸線O方向の他方側である下流側（図1紙面左側）に隣接するインペラ22に作動流体を流通させる流路（不図示）が形成されている。
- [0021] モータ3は、圧縮機2に対して軸線O方向に間隔を空けてケーシング5内に收容されている。モータ3は、ロータ31と、ステータ32とを有している。ロータ31は、シャフト21と一体をなすように固定されている。ステータ32は、ロータ31の外周側に配置されている。
- [0022] ロータ31は、シャフト21と一体となって軸線O回りに回転可能とされている。ロータ31は、圧縮機2のシャフト21に対してギア等を介さずに一体となって回転するように、軸線Oを基準とする周方向の外側であるシャフト21の外周側に直接的に接続されている。ロータ31は、例えば、ステータ32が回転磁界を生成することで誘導電流が流れる回転子鉄心（不図示）を有している。
- [0023] ステータ32は、ロータ31を外周側から覆うように周方向に隙間33を

空けて設けられている。ステータ 3 2 は、例えばロータ 3 1 の周方向に沿って複数配置された固定子鉄心（不図示）と、固定子鉄心に巻回された固定子巻線（不図示）とを有している。ステータ 3 2 は、外部から電流が流れることで回転磁場を生成してロータ 3 1 を回転させる。ステータ 3 2 は、ケーシング 5 内に固定されている。

[0024] 軸受部 4 は、ケーシング 5 内に收容され、シャフト 2 1 を回転可能に支持する。本実施形態の軸受部 4 は、複数のジャーナル軸受 4 1 及びスラスト軸受 4 2 を備えている。

[0025] ジャーナル軸受 4 1 は、シャフト 2 1 に対して軸線 O を基準とする径方向に作用する荷重を支持する。ジャーナル軸受 4 1 は、軸線 O 方向からモータ 3 及び圧縮機 2 を挟み込むようにシャフト 2 1 の軸線 O 方向の両端に配置されている。ジャーナル軸受 4 1 は、圧縮機 2 が設けられた領域とモータ 3 が設けられた領域との間であって、後述するシール部材 5 1 よりもモータ 3 側にも配置されている。

[0026] スラスト軸受 4 2 は、シャフト 2 1 に形成されたスラストカラー 2 1 a を介して、シャフト 2 1 に対して軸線 O 方向に作用する荷重を支持する。スラスト軸受 4 2 は、圧縮機 2 が設けられた領域とモータ 3 が設けられた領域との間であって、後述するシール部材 5 1 よりも圧縮機 2 側に配置されている。

[0027] ケーシング 5 は、圧縮機 2 とモータ 3 とを内部に收容している。ケーシング 5 は、軸線 O に沿った円筒形状をなしている。ケーシング 5 の内面は、軸線 O 方向の圧縮機 2 とモータ 3 との間でシャフト 2 1 に向かって突出している。ケーシング 5 は、圧縮機 2 が設けられた領域とモータ 3 が設けられた領域との間をシールするシール部材 5 1 が突出した部分に設けられている。

[0028] 熱交換流路 6 0 0 は、内部に流体を流通させることで、流通させた流体とハウジング 2 3 との間で熱交換可能とする。本実施形態の熱交換流路 6 0 0 は、ステータ 3 2 内部に流体を流通させてロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却する。熱交換流路 6 0 0 は、ロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却すること

で温度の上昇した流体をハウジング 2 3 内部に流通させる。熱交換流路 6 0 0 は、ハウジング 2 3 内部を流通した流体を熱交換器 6 0 1 に供給して冷却し、ステータ 3 2 内部に再び流通させる。本実施形態の熱交換流路 6 0 0 は、流体をモータ 3 と圧縮機 2 との間で循環させる閉ループ流路である。

[0029] なお、本実施形態における流体としては、例えば、空気やヘリウム等の気体を用いた冷却媒体を使用されることが好ましい。空気やヘリウム等の気体を用いることで、液体や水蒸気のような液分を多く含む気体に比べて、熱交換流路 6 0 0 を構成する金属材料が酸化して強度が低下してしまうことを抑制することができる。

[0030] 第一実施形態の熱交換流路 6 0 0 は、熱交換器 6 0 1 と、導入流路 6 0 2 と、ステータ内部流路 6 0 3 と、第一連結流路 6 0 4 と、第一ハウジング流路 6 0 5 と、第一排出流路 6 0 6 と、を有している。熱交換器 6 0 1 は、ハウジング 2 3 内部を流通した後の流体を冷却する。導入流路 6 0 2 は、熱交換器 6 0 1 によって冷却された流体をステータ 3 2 内部に導入する。ステータ内部流路 6 0 3 は、導入流路 6 0 2 に接続されてステータ 3 2 内部で流体を流通させる。第一連結流路 6 0 4 は、ステータ内部流路 6 0 3 に連結されてハウジング 2 3 まで流体を供給する。第一ハウジング流路 6 0 5 は、第一連結流路 6 0 4 に接続されてハウジング 2 3 内部に流体を流通させる。第一排出流路 6 0 6 は、第一ハウジング流路 6 0 5 に接続されてハウジング 2 3 内部から流体を排出して熱交換器 6 0 1 まで供給する。

[0031] 熱交換器 6 0 1 は、ステータ 3 2 内部及びハウジング 2 3 内部を流通した流体を冷却する。本実施形態の熱交換器 6 0 1 は、ケーシング 5 外部に配置されている。熱交換器 6 0 1 は、周囲の二次冷却媒体と流体との間で熱交換することで、モータ 3 を冷却するために適した温度まで流体を冷却する。

[0032] 二次冷却媒体としては、圧縮機システム 1 0 が海底生産システムに使用され、海底に設けられている場合には、周囲の海水が用いられることが好ましい。周囲の海水を用いることで、熱交換器 6 0 1 のために二次冷却媒体を新たに準備する必要が無い。つまり、海底の低温の海水と熱交換させるだけで

、モータ 3 を十分に冷却可能な温度まで流体を冷却することができる。

[0033] 二次冷却媒体としては、圧縮機システム 10 が FPSO に使用され、船舶等の海上設備に設けられている場合には、周囲の空気や、海上設備に貯蔵されている真水が用いられることが好ましい。周囲の空気や真水を用いることで、熱交換器 601 のために二次冷却媒体を新たに準備する必要が無い。加えて、配管が腐食してしまう等の影響を抑えながら、モータ 3 を十分に冷却可能な温度まで流体を冷却することができる。

[0034] 導入流路 602 は、軸線 O 方向の上流側で熱交換器 601 からステータ 32 内部に流体を導入する。導入流路 602 は、ステータ 32 の軸線 O 方向の上流側で熱交換器 601 からステータ 32 内部まで繋がれた配管である。導入流路 602 は、途中に流体を圧送するポンプ 601a が設けられている。

[0035] ステータ内部流路 603 は、ステータ 32 内部に配置されることで、ステータ 32 内部に流体を流通させる。本実施形態のステータ内部流路 603 は、導入流路 602 に接続されて軸線 O 方向の上流側から下流側に向かって流体を流通させる。ステータ内部流路 603 は、ステータ 32 内部の径方向のロータ 31 に近い部分で軸線 O 方向に延在する配管である。ステータ内部流路 603 は、ステータ 32 内部において、ロータ 31 よりも軸線 O 方向の上流側の位置からロータ 31 よりも軸線 O 方向の下流側の位置まで延在している。ステータ内部流路 603 は、軸線 O 方向の上流側の端部が導入流路 602 に接続されている。

[0036] 第一連結流路 604 は、ステータ内部流路 603 を流通して温度の上昇した流体をステータ 32 内部からケーシング 5 外部を流通させてハウジング 23 内部まで供給する。本実施形態の第一連結流路 604 は、ステータ 32 の軸線 O 方向の下流側からケーシング 5 外部まで延び、ハウジング 23 の軸線 O 方向の上流側に繋がれた配管である。第一連結流路 604 は、ステータ内部流路 603 の軸線 O 方向の下流側の端部に繋がれている。

[0037] 第一ハウジング流路 605 は、ハウジング 23 内部に配置されることで、ハウジング 23 内部に流体を流通させる。本実施形態の第一ハウジング流路

605は、第一連結流路604に接続されて軸線O方向の上流側から下流側に向かって流体を流通させる。第一ハウジング流路605は、ハウジング23内部のインペラ22が配置された内部空間23aよりも径方向外側で軸線O方向に延びている配管である。第一ハウジング流路605は、軸線O方向の上流側の端部が第一連結流路604に接続されている。

[0038] 第一排出流路606は、第一ハウジング流路605を流通した流体をハウジング23内部からケーシング5外部に排出して熱交換器601まで供給する。第一排出流路606は、ハウジング23の軸線O方向の下流側でハウジング23内部から熱交換器601まで繋がれた配管である。第一排出流路606は、第一ハウジング流路605の軸線O方向の下流側の端部に繋がれている。

[0039] 流量調整部7は、ハウジング23とインペラ22との温度差が予め定めた基準を満たした場合に、熱交換流路600を流通する流体の流量を調整する。本実施形態の流量調整部7では、ハウジング23とインペラ22との温度差が予め定めた基準よりも小さくなった場合に、第一連結流路604を流通する流体の流量を絞る。流量調整部7では、ハウジング23及びインペラ22の温度を直接測定せずに、第一排出流路606を流通した流体の温度を測定して、ハウジング23とインペラ22との温度差を確認する。

[0040] 本実施形態の流量調整部7は、温度測定部71と、弁部72と、制御部73とを有している。温度測定部71は、第一排出流路606を流通した流体の温度を測定する。弁部72は、第一連結流路604の途中に設けられている。制御部73は、温度測定部71の測定結果に基づいて弁部72に対して開度を調整するよう信号を送る。

[0041] 温度測定部71は、第一排出流路606の途中に設けられている。温度測定部71は、第一排出流路606を流通する流体の温度を測定する温度計である。温度測定部71は、測定した流体の温度情報を測定結果として制御部73に送る。

[0042] 弁部72は、第一連結流路604を流通する流体の流通状態を切り替える

。本実施形態の弁部 7 2 は、制御部 7 3 からの信号を受けることで、第一連結流路 6 0 4 を絞るように閉じる電磁弁である。

[0043] 制御部 7 3 は、温度測定部 7 1 した測定結果が予め定めた基準を満たした場合に、信号を送って弁部 7 2 を閉じさせる。

[0044] 本実施形態における予め定めた基準とは、例えば、ハウジング 2 3 とインペラ 2 2 とが接触する可能性がないとみなせる温度差である。具体的には、ハウジング 2 3 とインペラ 2 2 とが接触する可能性がないとみなせる温度差とは、定常運転時のように、ハウジング 2 3 及びインペラ 2 2 が十分に温められた状態におけるハウジング 2 3 とインペラ 2 2 との温度差である。

[0045] 本実施形態の制御部 7 3 は、入力部 7 3 1 と、判定部 7 3 2 と、出力部 7 3 3 とを有している。入力部 7 3 1 は、温度測定部 7 1 から測定結果が入力される。判定部 7 3 2 は、入力部 7 3 1 に入力された結果に基づいて、測定した測定結果が予め定めた基準を満たしているか否かを判定する。出力部 7 3 3 は、判定部 7 3 2 での判定結果に応じて弁部 7 2 に信号を送る。

[0046] 上記のような圧縮機システム 1 0 によれば、図示しない発電機等の外部装置によって、ステータ 3 2 に電流に供給される。供給された電流に基づいて回転磁界が生成され、モータ 3 のロータ 3 1 がシャフト 2 1 とともに回転を開始する。シャフト 2 1 が高速で回転することで、圧縮機 2 では、圧縮機 2 内に軸線 O 方向の上流側から流入する作動流体をシャフト 2 1 と共に回転するインペラ 2 2 が圧縮して軸線 O 方向の下流側から圧縮流体を排出する。

[0047] モータ 3 では、熱交換器 6 0 1 によって冷却された流体が導入流路 6 0 2 を介してステータ 3 2 内部に導入され、ステータ内部流路 6 0 3 を流通する。これにより、ステータ 3 2 のロータ 3 1 に近い部分が冷却される。そのため、ロータ 3 1 とステータ 3 2 との間に生じる発熱によって加熱されたロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却することができる。

[0048] ロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却することで温度の上昇した流体は、ステータ内部流路 6 0 3 から第一連結流路 6 0 4 を介してケーシング 5 外部に一度排出される。その後、温度の上昇した流体は、第一ハウジング流路 6 0

5に供給される。温度の上昇した流体が第一ハウジング流路605を流通することで、流体とハウジング23とで熱交換が行われる。その結果、ハウジング23が温められる。つまり、ロータ31とステータ32とを冷却した際の排熱を利用して、ハウジング23を効率良く早く温めることができる。その結果、圧縮機システム10の起動時や停止時におけるインペラ22の温度変化に合わせて、ハウジング23を早く温めることができる。したがって、インペラ22の熱伸び量とハウジング23の熱伸び量とのずれを低減することができる。これにより、起動時や停止時に、インペラとハウジングとの間隔を狭くなりすぎてしまうことを抑制することができる。

[0049] 第一ハウジング流路605を流通した流体が第一排出流路606を介して熱交換器601に供給されて冷却される。その後、流体は、再び導入流路602からステータ内部流路603まで供給される。このように熱交換流路600が閉ループ流路として形成されていることで、新たに流体を供給する必要が無い。そのため、熱交換流路600を流通する流体の流量を抑えることができる。

[0050] 熱交換器601によって流体を冷却することで、ロータ31及びステータ32を十分に冷却可能な温度まで効率的に流体を冷却することができる。つまり、ステータ内部流路603や第一ハウジング流路605を流通することでロータ31及びステータ32を冷却するには温度が上がりすぎてしまった流体を熱交換器601で二次冷却媒体と熱交換させて冷却できる。これにより、流体の温度を効率よく低下させることができる。

[0051] 熱交換器601によって十分に冷却された流体をステータ内部流路603に流通させている。そのため、ロータ31及びステータ32を軸線O方向にわたって高い精度で冷却可能な流体をステータ32内部に流通させることができる。したがって、ロータ31が回転することで、ロータ31とステータ32との間に生じる発熱によって加熱されたロータ31及びステータ32を軸線O方向にわたって効率的に冷却することができる。これにより、ロータ31及びステータ32に局所的に温度の高い領域が生じてしまうことを抑制

できる。その結果、モータ 3 の効率低下を抑制したり、寿命の向上を図ったりすることができる。

[0052] 温度測定部 7 1 によって第一排出流路 6 0 6 を流通する流体の温度を測定し、制御部 7 3 の入力部 7 3 1 に測定結果が送られる。制御部 7 3 では、入力部 7 3 1 から判定部 7 3 2 に入力された測定結果が送られる。判定部 7 3 2 は、測定した温度が予め定めた基準を満たしている否かを判定する。これにより、判定部 7 3 2 は、ハウジング 2 3 とインペラ 2 2 とが接触する恐れがないとみなせる温度差になっているかを判定する。判定部 7 3 2 で基準を満たしていると判定した場合には、出力部 7 3 3 から弁部 7 2 に信号が送られる。これにより、第一連結流路 6 0 4 を流通する流体の流量を絞るように弁部 7 2 が閉じる。

[0053] したがって、定常運転時のように、ハウジング 2 3 及びインペラ 2 2 が十分に温められて温度差が小さくなっているか否かを判定部 7 3 2 で確認することができる。つまり、ハウジング 2 3 が十分に温められて、インペラ 2 2 の熱伸び量とハウジング 2 3 の熱伸び量とのずれが小さくなっているか否かを確認することができる。

[0054] 判定部 7 3 2 で基準を満たしていると判定した場合には、制御部 7 3 が弁部 7 2 を閉じさせる。これにより、流体を必要な量だけ熱交換流路 6 0 0 に流通させることができる。したがって、例えば、ハウジング 2 3 とインペラ 2 2 との温度差が十分に小さくなって、ハウジング 2 3 を温める必要が無くなった場合に、熱交換流路 6 0 0 に流体が流通し続けてしまうことを抑制することができる。したがって、流体を効率的に熱交換流路 6 0 0 に流通させることができる。

[0055] <第二実施形態>

次に、図 2 を参照して第二実施形態の圧縮機システム 1 2 について説明する。

第二実施形態においては第一実施形態と同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。この第二実施形態の圧縮機システム 1 2 は、

熱交換流路 620 の構成について第一実施形態と相違する。

[0056] 第二実施形態の圧縮機システム 12 の熱交換流路 620 では、流体としてインペラ 22 によって圧縮された作動流体である圧縮流体を用いて、ステータ 32 とロータ 31 との間隙 33（以下、単に隙間 33 と称する。）に流体を流通させる。具体的には、第二実施形態の熱交換流路 620 は、図 2 に示すように、中段抽気導入流路 622 と、第二連結流路 624 と、第二ハウジング流路 625 と、第二排出流路 626 と、を有している。中段抽気導入流路 622 は、圧縮機 2 の中段から圧縮流体を抽気してモータ 3 の隙間 33 に導入する。第二連結流路 624 は、隙間 33 を流通した圧縮流体をハウジング 23 まで供給する。第二ハウジング流路 625 は、第二連結流路 624 に接続されてハウジング 23 内部に圧縮流体を流通させる。第二排出流路 626 は、第二ハウジング流路 625 に接続されてハウジング 23 内部から圧縮流体をケーシング 5 外部に排出する。

[0057] なお、本実施形態における隙間 33 は、ステータ 32 とロータ 31 と間に形成された空間である。隙間 33 は、ロータ 31 の径方向外側を向く外周面とステータ 32 の径方向内側を向く内周面との径方向に対向する面同士に挟まれた空間である。

[0058] 中段抽気導入流路 622 は、圧縮機 2 の中段からインペラ 22 で圧縮された圧縮流体を抽気するとともに、隙間 33 の軸線 O 方向の上流側に供給する。本実施形態の中段抽気導入流路 622 は、圧縮機 2 の中段からケーシング 5 内部のモータ 3 の軸線 O 方向の上流側まで繋がれた配管である。中段抽気導入流路 622 は、ケーシング 5 内部においてロータ 31 及びステータ 32 よりも軸線 O 方向の上流側に繋がれている。つまり、中段抽気導入流路 622 は、隙間 33 に対して軸線 O 方向の上流側から圧縮流体を供給する。中段抽気導入流路 622 には、ケーシング 5 外部に位置する部分に弁部 72 が設けられる。

[0059] 第二連結流路 624 は、軸線 O 方向の上流側から下流側に向かって隙間 33 を流通した圧縮流体を隙間 33 から抽気して第二ハウジング流路 625 ま

で供給する。第二連結流路 6 2 4 は、ハウジング 2 3 からケーシング 5 内部のモータ 3 の軸線 O 方向の下流側まで繋がれた配管である。第二連結流路 6 2 4 は、ケーシング 5 内部においてロータ 3 1 及びステータ 3 2 よりも軸線 O 方向の下流側に繋がれている。つまり、第二連結流路 6 2 4 は、隙間 3 3 の軸線 O 方向の下流側から圧縮流体を抽気する。

[0060] 第二ハウジング流路 6 2 5 は、ハウジング 2 3 内部に配置されることで、ハウジング 2 3 内部に流体を流通させる。第二ハウジング流路 6 2 5 は、第二連結流路 6 2 4 に接続されて軸線 O 方向の上流側から下流側に向かって圧縮流体を流通させる。第二ハウジング流路 6 2 5 は、ハウジング 2 3 内部のインペラ 2 2 が配置された内部空間 2 3 a よりも径方向外側で軸線 O 方向に延びている配管である。第二ハウジング流路 6 2 5 は、軸線 O 方向の上流側の端部が第二連結流路 6 2 4 に接続されている。

[0061] 第二排出流路 6 2 6 は、第二ハウジング流路 6 2 5 に接続されて軸線 O 方向の下流側からハウジング 2 3 内部を流通する圧縮流体をケーシング 5 外部に排出する。第二排出流路 6 2 6 は、ハウジング 2 3 の軸線 O 方向の下流側でハウジング 2 3 内部からケーシング 5 外部まで繋がれた配管である。第二排出流路 6 2 6 は、第二ハウジング流路 6 2 5 の軸線 O 方向の下流側の端部に繋がれている。第二排出流路 6 2 6 は、ケーシング 5 外部に位置する部分に温度測定部 7 1 が設けられている。

[0062] 上記のような圧縮機システム 1 2 によれば、インペラ 2 2 によって圧縮された作動流体である圧縮流体が中段抽気導入流路 6 2 2 を介して圧縮機 2 の中段から抽気される。その後、圧縮流体は、隙間 3 3 の軸線 O 方向の上流側に供給される。そのため、圧縮流体が隙間 3 3 を軸線 O 方向の上流側から下流側に向かって流通し、軸線 O 方向にわたって隙間 3 3 の周辺が冷却される。これにより、ロータ 3 1 が回転することで生じる発熱によって加熱されたロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却することができる。

[0063] 隙間 3 3 を流通した圧縮流体が第二連結流路 6 2 4 を介して隙間 3 3 の軸線 O 方向の下流側から抽気されて第二ハウジング流路 6 2 5 に供給される。

これにより、ロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却することで温度の上昇した圧縮流体によってハウジング 2 3 を温めることができる。つまり、ロータ 3 1 とステータ 3 2 とを冷却した際の排熱を利用して、ハウジング 2 3 を効率良く早く温めることができる。その結果、圧縮機システム 1 0 の起動時や停止時におけるインペラ 2 2 の温度変化に合わせて、ハウジング 2 3 を早く温めることができる。これにより、インペラ 2 2 の熱伸び量とハウジング 2 3 の熱伸び量とのずれを低減することができる。したがって、起動時や停止時に、インペラとハウジングとの間隔を狭くなりすぎてしまうことを抑制することができる。

[0064] 圧縮機 2 で圧縮した作動流体の一部が抽気されて熱交換流路 6 2 0 を流通する流体として利用されている。これにより、ポンプ 6 0 1 a 等の流体を送り出す装置を用いずに熱交換流路 6 2 0 内に流通させることができる。インペラ 2 2 によって圧縮されることで温度の上昇した作動流体によってロータ 3 1 及びステータ 3 2 が冷却される。これにより、作動流体をさらに温めてからハウジング 2 3 に供給することができる。したがって、簡易な構成でハウジング 2 3 を効果的に温めることができる。

[0065] <第三実施形態>

次に、図 3 を参照して第三実施形態の圧縮機システム 1 3 について説明する。

第三実施形態においては第一実施形態及び第二実施形態と同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。この第三実施形態の圧縮機システム 1 3 は、熱交換流路 6 3 0 の構成について第一実施形態及び第二実施形態と相違する。

[0066] 第三実施形態の圧縮機システム 1 3 の熱交換流路 6 3 0 では、第二実施形態と異なり、流体として圧縮流体を用いつつ、モータ 3 側には流体を供給しない。具体的には、第三実施形態の熱交換流路 6 3 0 は、図 3 に示すように、第二中段抽気導入流路 6 3 2 を有している。第二中段抽気導入流路 6 3 2 は、圧縮機 2 の中段から圧縮された圧縮流体を抽気して第二ハウジング流路

625に供給する。第三実施形態の熱交換流路630は、第二実施形態と同様に、第二ハウジング流路625と、第二排出流路626とを有している。

[0067] 第二中段抽気導入流路632は、圧縮機2の中段からインペラ22で圧縮された圧縮流体を抽気して第二ハウジング流路625に供給する。本実施形態の第二中段抽気導入流路632は、圧縮機2の中段から第二ハウジング流路625の軸線O方向の上流側まで繋がれた配管である。第二中段抽気導入流路632には、ケーシング5外部に位置する部分に弁部72が設けられる。

[0068] 上記のような圧縮機システム13によれば、圧縮機2で圧縮した作動流体の一部が抽気されて熱交換流路620を流通する流体として利用される。これにより、ポンプ601a等の流体を送り出す装置を用いずに熱交換流路620内に流通させることができる。インペラ22によって圧縮されることで温度の上昇した作動流体をハウジング23に供給することができる。したがって、簡易な構成でハウジング23を効果的に温めることができる。

[0069] <第四実施形態>

次に、図4を参照して第四実施形態の圧縮機システム14について説明する。

第四実施形態においては第一実施形態から第三実施形態と同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。この第四実施形態の圧縮機システム14は、熱交換流路640の構成について第一実施形態から第三実施形態と相違する。

[0070] 熱交換流路640を流通する流体として圧縮流体を用いる場合、第二実施形態や第三実施形態のように、圧縮流体は圧縮機2の中段から抽気される構成に限定されるものではなく、インペラ22によって圧縮された作動流体を抽気することができればよい。したがって、例えば、圧縮流体は、圧縮機2の最後段から抽気されてもよい。

[0071] 第四実施形態の圧縮機システム14の熱交換流路640では、圧縮機2の最後段から圧縮流体を抽気する。具体的には、第四実施形態の熱交換流路6

40は、図4に示すように、圧縮機2の最後段から圧縮された圧縮流体を抽気して第二ハウジング流路625に供給する後段抽気導入流路642を有している。

[0072] 後段抽気導入流路642は、圧縮機2の最後段からインペラ22で最も圧縮された状態の圧縮流体を抽気して第二ハウジング流路625に供給する。本実施形態の後段抽気導入流路642は、圧縮機2の最後段から第二ハウジング流路625の軸線O方向の上流側まで繋がれた配管である。後段抽気導入流路642は、圧縮機2の最後段に設けられた圧縮流体をハウジング23の外部に吐出する吐出口（不図示）に繋がれている。後段抽気導入流路642には、ケーシング5外部に位置する部分に弁部72が設けられる。

[0073] 上記のような圧縮機システム14によれば、第三実施形態よりも温度の高い圧縮流体によってハウジング23を温めることができる。

[0074] 以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述したが、各実施形態における各構成及びそれらの組み合わせ等は一例であり、本発明の趣旨から逸脱しない範囲内で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。また、本発明は実施形態によって限定されることはなく、特許請求の範囲によってのみ限定される。

[0075] なお、熱交換器601は、第一実施形態のようにケーシング5外部に配置されることに限定されるものではなく、流体を冷却することができればよい。例えば、熱交換器601は、ケーシング5の内部に配置されていてもよい。熱交換器601は、本実施形態のように一つであることに限定されるものではなく、複数設けられていてもよい。

[0076] ハウジング23とインペラとの温度差は、本実施形態のように第一ハウジング流路605や第二ハウジング流路625を流通した流体の温度を測定して確認することに限定されるものではない。ハウジング23とインペラとの温度差は、ハウジング23及びインペラ22の温度を直接測定して確認してもよい。ハウジング23とインペラとの温度差は、予めハウジング23とインペラ22との温度差とシャフト21の回転数との関係を定めておき、シャ

フト 2 1 の回転数によって確認してもよい。

[0077] ハウジング 2 3 に流体を供給する第一ハウジング流路 6 0 5 や第二ハウジング流路 6 2 5 は、本実施形態のように、ハウジング 2 3 内部で軸線 O 方向に延びる構造に限定されるものではない。第一ハウジング流路 6 0 5 や第二ハウジング流路 6 2 5 は、内部を流通させる流体とハウジング 2 3 との間で熱交換可能な構成であればよい。例えば、第一ハウジング流路 6 0 5 や第二ハウジング流路 6 2 5 は、ハウジング 2 3 とケーシング 5 との間で設けられていてもよい。この場合、第一ハウジング流路 6 0 5 や第二ハウジング流路 6 2 5 は、ハウジング 2 3 の外周に螺旋状に巻き付けられていてもよく、軸線 O 方向に沿って直線状に延びて配置されていてもよい。

産業上の利用可能性

[0078] 上記圧縮機システムによれば、ロータとステータとを冷却することで温度の上昇した流体を利用してハウジングを温めることができる。その結果、インペラとハウジングとの間隔が狭くなりすぎてしまうことを抑制することができる。

符号の説明

[0079] 1 0、1 2、1 3、1 4 圧縮機システム

O 軸線

2 圧縮機

2 1 シャフト

2 1 a スラストカラー

2 2 インペラ

2 3 ハウジング

2 3 a 内部空間

3 モータ

3 1 ロータ

3 2 ステータ

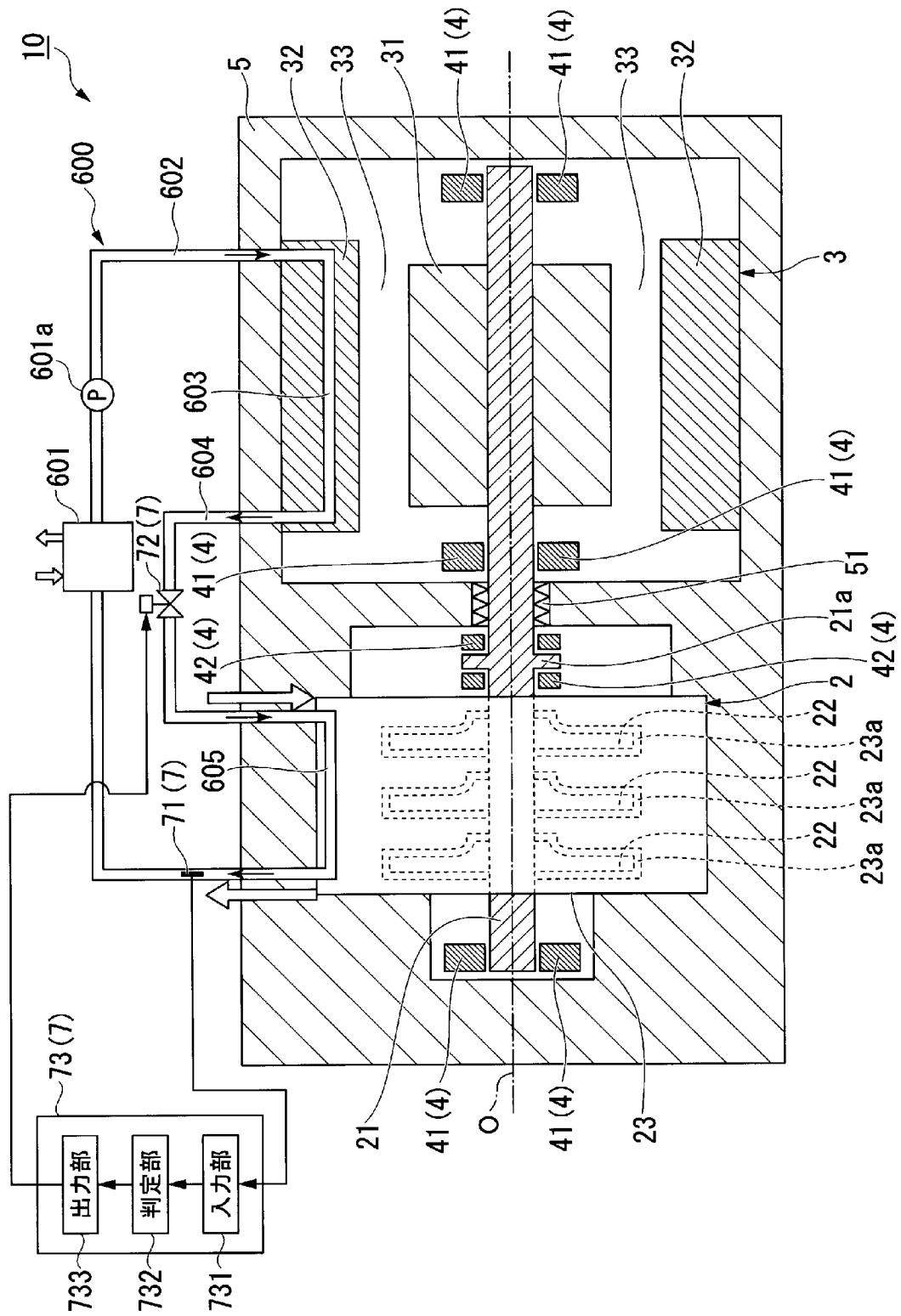
3 3 隙間

- 4 軸受部
 - 4 1 ジャーナル軸受
 - 4 2 スラスト軸受
- 5 ケーシング
 - 5 1 シール部材
- 6 0 0、6 2 0、6 3 0、6 4 0 熱交換流路
 - 6 0 1 熱交換器
 - 6 0 1 a ポンプ
 - 6 0 2 導入流路
 - 6 0 3 ステータ内部流路
 - 6 0 4 第一連結流路
 - 6 0 5 第一ハウジング流路
 - 6 0 6 第一排出流路
- 7 流量調整部
 - 7 1 温度測定部
 - 7 2 弁部
 - 7 3 制御部
 - 7 3 1 入力部
 - 7 3 2 判定部
 - 7 3 3 出力部
- 6 2 2 中段抽気導入流路
- 6 2 4 第二連結流路
- 6 2 5 第二ハウジング流路
- 6 2 6 第二排出流路
- 6 3 2 第二中段抽気導入流路
- 6 4 2 後段抽気導入流路

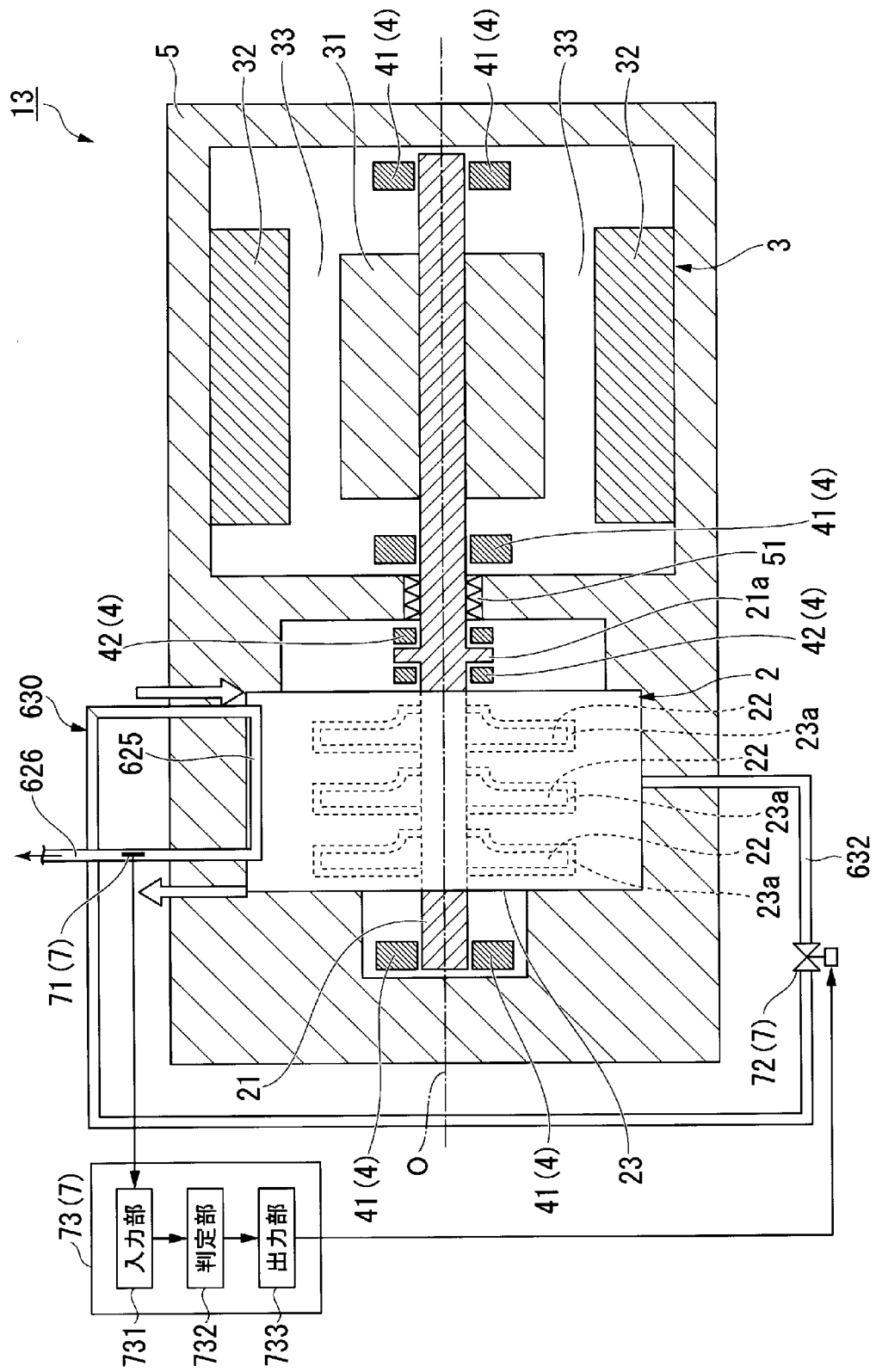
請求の範囲

- [請求項1] 軸線回りに回転するロータと、前記ロータの外周側に配置されたステータとを有するモータと、
- 前記ロータとともに回転することで作動流体を圧縮するインペラと、前記インペラを外周側から覆うハウジングと、を有する圧縮機と、
- 前記ステータ内部、又は前記ステータと前記ロータとの間の隙間を流通した流体を流通させ、前記流体と前記ハウジングとの間で熱交換可能とする熱交換流路と、
- を備える圧縮機システム。
- [請求項2] 前記流体が、前記インペラによって圧縮された作動流体である請求項1に記載の圧縮機システム。
- [請求項3] 前記ハウジングと前記インペラとの温度差が予め定めた基準を満たした場合に、前記熱交換流路を流通する前記流体の流量を調整する流量調整部を有する請求項1または請求項2に記載の圧縮機システム。

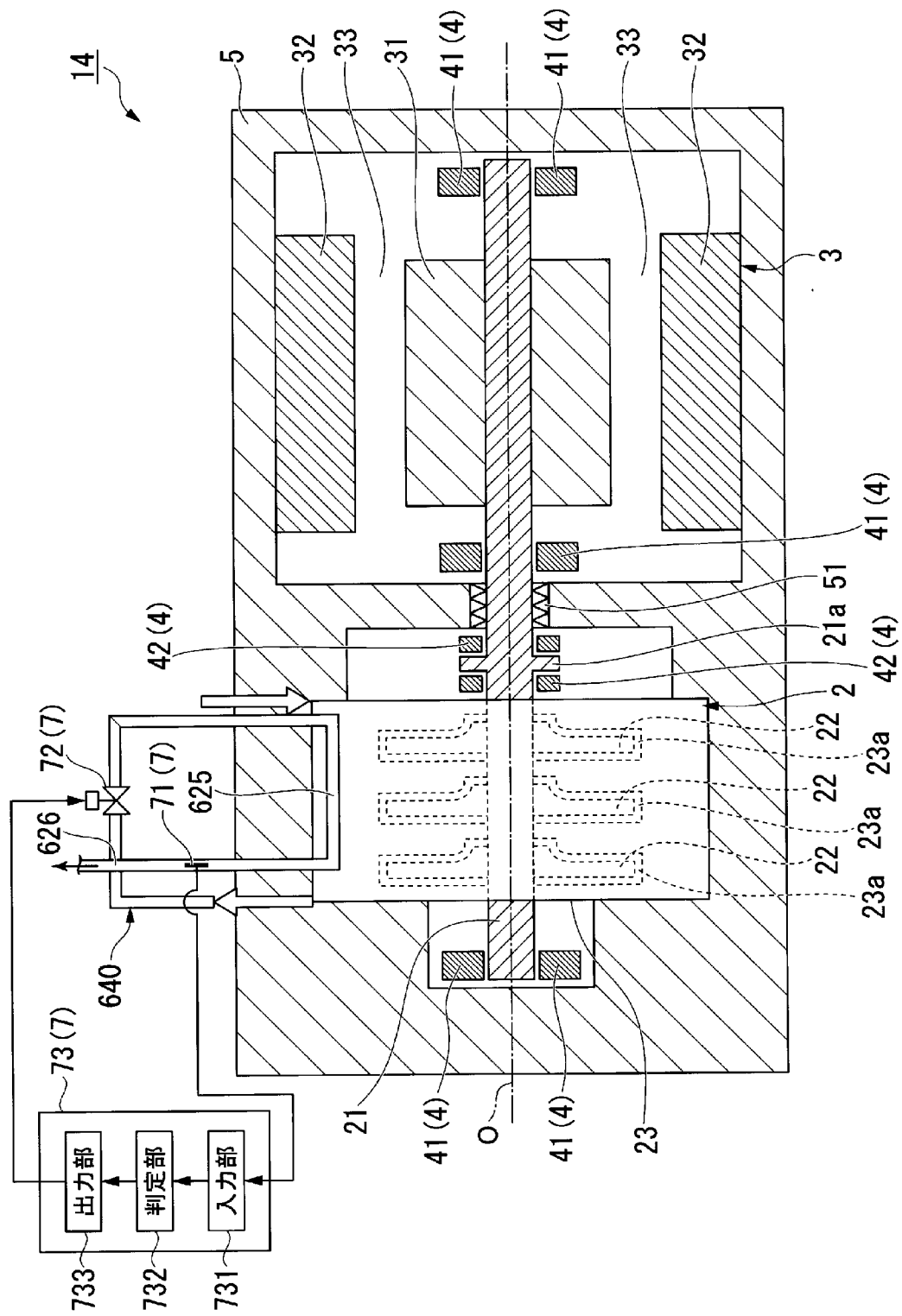
[図1]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/081238

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D29/58(2006.01)i, F04D27/00(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)

F04D29/58, F04D27/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X Y	JP 2013-245672 A (General Electric Co.), 09 December 2013 (09.12.2013), paragraphs [0010] to [0045]; fig. 1 to 3 & US 2013/0315755 A1 paragraphs [0014] to [0049]; fig. 1 to 3 & EP 2667035 A2	1-2 3
X	US 2013/0302184 A1 (SISHTLA, Vishnu M.), 14 November 2013 (14.11.2013), paragraphs [0017] to [0018]; fig. 1 to 4 & WO 2012/166325 A1	1

☒ 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
08 January 2016 (08.01.16)

Date of mailing of the international search report
19 January 2016 (19.01.16)

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/JP2015/081238

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-164052 A (General Electric Co.), 29 July 2010 (29.07.2010), paragraphs [0002] to [0008] & US 2010/0178161 A1 paragraphs [0002] to [0008] & EP 2208861 A2	3
A	JP 8-193599 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 30 July 1996 (30.07.1996), paragraphs [0018] to [0020]; fig. 2 (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F04D29/58(2006.01)i, F04D27/00(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. F04D29/58, F04D27/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X Y	JP 2013-245672 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ） 2013.12.09, 段落 0010-0045, 図 1-3 & US 2013/0315755 A1, 段落 0014-0049, Fig. 1-3 & EP 2667035 A2	1-2 3
X	US 2013/0302184 A1（SISHTLA, Vishnu M.）2013.11.14, 段落 0017-0018, Fig. 1-4 & WO 2012/166325 A1	1

☒ 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
「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
「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

08.01.2016

国際調査報告の発送日

19.01.2016

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）

佐藤 秀之

30

3925

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
Y	JP 2010-164052 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2010.07.29, 段落 0002-0008 & US 2010/0178161 A1, 段落 0002-0008 & EP 2208861 A2	3
A	JP 8-193599 A (松下電器産業株式会社) 1996.07.30, 段落 0018-0020, 図 2 (ファミリーなし)	1-3