

(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 2016/136043 A1

- (51) 国際特許分類:
F04B 39/06 (2006.01) H02K 9/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/081567
- (22) 国際出願日: 2015 年 11 月 10 日(10.11.2015)
- (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 2015-032801 2015 年 2 月 23 日(23.02.2015) JP
特願 2015-032802 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.

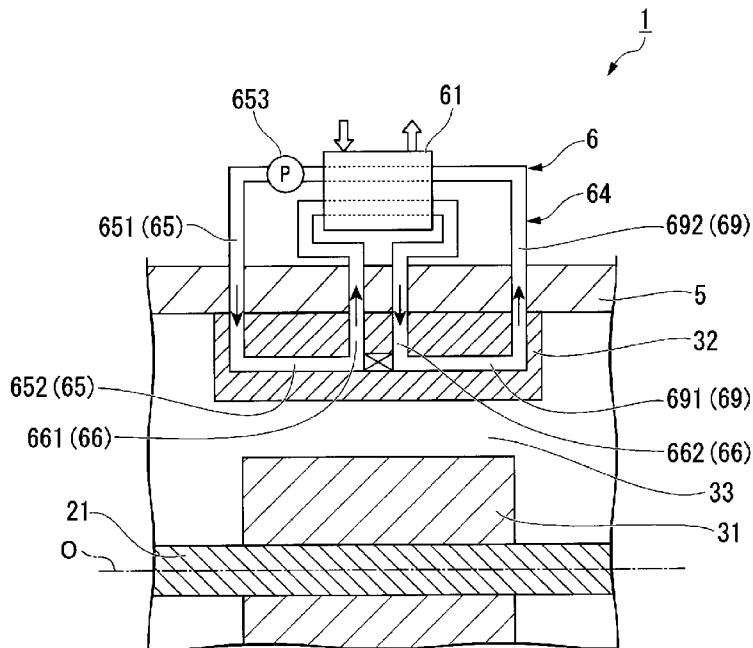
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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



(57) Abstract: A compressor system (1) comprising: a motor having a rotating rotor (31) and a stator (32); a compressor that compresses hydraulic fluid by rotating with the rotor (31); a heat exchanger (61) that cools a cooling medium that has flowed through the inside of the stator (32) or a gap (33) between the stator (32) and the rotor (31); and a coolant flow path (64) that supplies the cooling medium to the heat exchanger (61) and causes the cooling medium that has been cooled by the heat exchanger (61) to again flow through the inside of the stator (32) or the gap (33) between the stator (32) and the rotor (31).

(57) 要約: 圧縮機システム (1) は、回転するロータ (31) と、ステータ (32) とを有するモータと、ロータ (31) とともに回転することで作動流体を圧縮する圧縮機と、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 (33) を流通した後の冷却媒体を冷却する熱交換器 (61) と、前記冷却媒体を熱交換器 (61) に供給し、熱交換器 (61) によって冷却された前記冷却媒体をステータ (32) 内部、又はステータ (32) とロータ (31) との間の隙間 (33) に再び流通させる冷却流路 (64) と、を備える。

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2015-032801号、及び2015年2月23日に出願された特願2015-032802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、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

S e p t e m b e r / O c t o b e r 2 0 1 4 P 1 8 - P 2 4

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] ところで、圧縮機システムのモータでは、ロータが高速で回転することで、ロータとステータとの間で発熱し、ロータやステータが高温となってしまう。ロータやステータが高温となると、モータの効率が低下してしまう可能性がある。そのため、ロータやステータを冷却する必要がある。
- [0006] しかしながら、ロータの軸線方向の一方から他方に向かってステータ内部やステータとロータとの間の隙間に冷却媒体を流通させてロータ及びステータを冷却する場合には、流通している途中で冷却媒体が温まってしまう。その結果、効率的にロータ及びステータを冷却することが難しい。
- [0007] 本発明は、ロータ及びステータを効率的に冷却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

- [0008] 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後の冷却媒体を冷却する熱交換器と、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させた前記冷却媒体を前記熱交換器に供給し、前記熱交換器によって冷却された前記冷却媒体を前記ステータ内部、又は前記ステータと前記ロータとの間の隙間に再び流通させる冷却流路と、を備える。
- [0009] このような構成によれば、熱交換器によってステータ及びロータを冷却するために必要な温度まで効率的に冷却媒体を冷却することができる。熱交換器によって冷却された冷却媒体を冷却流路に流通させることで、ステータ内部、又はステータとロータとの間の隙間に十分に冷却された冷却媒体を流通させることができる。

[0010] 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、前記冷却流路は、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の軸線方向の途中で、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する前記冷却媒体を前記熱交換器に供給し、前記熱交換器で冷却された前記冷却媒体を前記ステータ内部、又は前記ステータと前記ロータとの間の隙間に流入させる中間冷却流路を有していてもよい。

[0011] このような構成によれば、中間冷却流路によって冷却媒体を軸線方向の途中でステータ外部に排出して熱交換器に供給し、熱交換器で冷却された冷却媒体を流通させることができる。そのため、軸線方向の途中から熱交換器で冷却し直された冷却媒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。つまり、冷却媒体が流通していく中でロータ及びステータを冷却することで温まってしまい、ロータ及びステータの軸線方向の途中からの領域が十分に冷却されなくなってしまうことを防ぐことができる。したがって、熱交換器によって冷却された冷却媒体が軸線方向にそれぞれ流通することで、軸線方向に生じる温度ムラを抑えてロータ及びステータを冷却することができる。

[0012] 本発明の第三の態様に係る圧縮機システムでは、第二の態様において、前記中間冷却流路が、前記ステータに対して、軸線方向に複数設けられていてもよい。

[0013] このような構成によれば、複数の中間冷却流路を有することで、軸線方向の複数箇所温度の上昇した冷却媒体を熱交換器によって冷却し直すことができる。そのため、軸線方向の複数箇所新たに冷却された冷却媒体を流通させることができる。したがって、軸線方向におけるロータ及びステータの冷却効率をより向上させることができる。

[0014] 本発明の第四の態様に係る圧縮機システムでは、第一から第三のいずれか一つの態様において、前記熱交換器は、空気によって前記冷却媒体を冷却してもよい。

[0015] 本発明の第五の態様に係る圧縮機システムでは、第一から第三のいずれか

一つの態様において、前記熱交換器は、真水によって前記冷却媒体を冷却してもよい。

[0016] 本発明の第六の態様に係る圧縮機システムでは、第一から第三のいずれか一つの態様において、前記熱交換器は、海水によって前記冷却媒体を冷却してもよい。

[0017] 本発明の第七の態様に係る圧縮機システムでは、第一から第三のいずれか一つの態様において、前記冷却媒体が前記圧縮機から抽気された圧縮流体であってもよい。

[0018] このような構成によれば、簡易な構成で冷却流路を形成することができる。

[0019] 本発明の第八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圧縮機と、軸線方向の一方側に配置されて、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冷却媒体を循環させて、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に再び流通させる第一流路と、前記第一流路と軸線方向に間隔を空けて隣接し、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冷却媒体を循環させて、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に再び流通させる第二流路と、を備える。

[0020] このような構成によれば、第一流路と第二流路とによって、軸線方向に長いロータ及びステータを、軸線方向に短く区分けして別々に冷却することができる。冷却する領域を短く区分けして別系統を流通する冷却媒体によってロータ及びステータが冷却される。これにより、十分に冷却されない領域が生じてしまうことを抑えることができる。

[0021] 本発明の第九の態様に係る圧縮機システムでは、第八の態様において、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冷却媒体を冷却する熱交換器を備えていてもよい。

[0022] このような構成によれば、熱交換器によってステータ及びロータを冷却するために必要な温度まで効率的に冷却媒体を冷却することができる。熱交換器によって冷却された冷却媒体が第一流路及び第二流路に流通される。これにより、ステータ内部、又はステータとロータとの間の隙間に十分に冷却された冷却媒体を流通させることができる。

[0023] 本発明の第十の態様に係る圧縮機システムでは、第九の態様において、前記熱交換器は、前記第一流路を流通する前記冷却媒体を冷却するとともに、前記第二流路を流通する前記冷却媒体を冷却してもよい。

[0024] このような構成によれば、第一流路と第二流路とで共通の熱交換器によって冷却媒体をそれぞれ冷却することができる。そのため、少ない構成で第一流路や第二流路を構成することができる。

[0025] 本発明の第十一の態様に係る圧縮機システムでは、第十の態様において、前記熱交換器は、空気によって前記冷却媒体を冷却してもよい。

[0026] 本発明の第十二の態様に係る圧縮機システムでは、第十の態様において、前記熱交換器は、真水によって前記冷却媒体を冷却してもよい。

[0027] 本発明の第十三の態様に係る圧縮機システムでは、第十の態様において、前記熱交換器は、海水によって前記冷却媒体を冷却してもよい。

[0028] 本発明の第十四の態様に係る圧縮機システムでは、第八から第十三のいずれか一つの態様において、前記冷却媒体が前記圧縮機から抽気された圧縮流体であってもよい。

[0029] このような構成によれば、簡易な構成で冷却流路を形成することができる。

発明の効果

[0030] 本発明の圧縮機システムによれば、熱交換器によって冷却された冷却媒体を冷却流路から流通させることで、ロータ及びステータを効率的に冷却することができる。

[0031] 本発明の圧縮機システムによれば、軸線方向に離れて形成された第一流路と第二流路とによってそれぞれ冷却媒体を流通することで、ロータ及びステ

ータを効果的に冷却することができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明の第一実施形態及び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2]本発明の第一実施形態における圧縮機システムの冷却部を示す模式図である。

[図3]本発明の第二実施形態における圧縮機システムの冷却部を示す模式図である。

[図4]本発明の第三実施形態及び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5]本発明の第三実施形態における圧縮機システムの冷却部を示す模式図である。

[図6]本発明の第三実施形態における圧縮機システムの冷却部を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0033] <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及び図2を参照して説明する。

圧縮機システム1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1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。

[0034] 圧縮機システム1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、冷却部6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)に延在している。モータ3は、シャフト2

１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。冷却部６は、モータ３を冷却する。本実施形態の圧縮機システム１は、モータと圧縮機とが一体となっているモータ圧縮機である。

[0035] 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いる。ハウジング２３は、インペラ２２を収容している。

[0036] 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。

[0037] インペラ２２は、シャフト２１とともに回転する。インペラ２２は、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。

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を内部に収容している。ハウジング２３は、ケーシング５内に収容されている。

[0038] 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内に収容されている。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。

[0039] 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 3 2 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。

[0040] ステータ 3 2 は、ロータ 3 1 を外周側から覆うように周方向に隙間 3 3 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。

[0041] 軸受部 4 は、ケーシング 5 内に收容されている。軸受部 4 は、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。

[0042] 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。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 冷却部 6 は、ロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却する。本実施形態の冷却

部 6 は、熱交換器 6 1 と、冷却流路 6 4 とを有している。熱交換器 6 1 は、ステータ 3 2 内部を流通した後の冷却媒体を冷却する。冷却流路 6 4 は、ステータ 3 2 内部を流通させた冷却媒体を熱交換器 6 1 に供給する。冷却流路 6 4 は、熱交換器 6 1 によって冷却された冷却媒体をステータ 3 2 内部に再び流通させる。

[0046] 冷却媒体としては、例えば、空気やヘリウム等の気体を用いら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、熱交換器 6 1 や冷却流路 6 4 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。

[0047] 冷却媒体としては、圧縮機 2 で圧縮された圧縮流体の一部を抽気して利用してもよい。圧縮機 2 の圧縮流体を冷却媒体とすることで、ポンプ 6 5 3 等の冷却媒体を送り出す装置を用いずに冷却媒体を冷却流路 6 4 内に流通させることができる。したがって、簡易な構成で冷却流路 6 4 を形成することができる。

[0048] 熱交換器 6 1 は、冷却流路 6 4 を介してステータ 3 2 内部を流通し、温まってしまった冷却媒体を冷却する。本実施形態の熱交換器 6 1 は、ケーシング 5 外部に配置されている。熱交換器 6 1 は、周囲の二次冷却媒体と冷却媒体との間で熱交換する。これにより、熱交換器 6 1 は、モータ 3 を冷却するために適した温度まで冷却媒体を冷却する。

[0049] 二次冷却媒体としては、圧縮機システム 1 が海底生産システムに使用されて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 1 のために二次冷却媒体を新たに準備する必要が無い。周囲の海水を用いることで、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冷却媒体を冷却することができる。

[0050] 二次冷却媒体としては、圧縮機システム 1 が FPSO に使用されて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 6 1 のために二次冷却媒体を新たに準備する必要が無い。周囲の空気や真水を用いることで、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冷却媒体を冷却することができる。

[0051] 冷却流路 6 4 は、ステータ 3 2 内部に冷却媒体を流通させ、ロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却する。本実施形態の冷却流路 6 4 は、図 2 に示すように、冷却媒体を熱交換器 6 1 とモータ 3 との間で循環させる閉ループ流路である。冷却流路 6 4 は、下流側冷却流路 6 5 と、中間冷却流路 6 6 と、上流側冷却流路 6 9 と、を有している。下流側冷却流路 6 5 は、熱交換器 6 1 で冷却された冷却媒体を軸線 O 方向の下流側でステータ 3 2 内部に流通させる。中間冷却流路 6 6 は、軸線 O 方向の途中で下流側冷却流路 6 5 から熱交換器 6 1 に冷却媒体を供給するとともに再びステータ 3 2 内部に戻す。上流側冷却流路 6 9 は、中間冷却流路 6 6 に接続されて軸線 O 方向の上流側でステータ 3 2 内に冷却媒体を流通させる。

[0052] ここで、軸線 O 方向におけるモータ 3 に対して圧縮機 2 が配置されている側を軸線 O 方向の下流側（図 2 紙面左側）とする。下流側の反端側を軸線 O 方向の上流側（図 2 紙面右側）とする。

[0053] 下流側冷却流路 6 5 は、導入流路 6 5 1 と、下流側流通流路 6 5 2 とを有している。導入流路 6 5 1 は、軸線 O 方向の下流側で熱交換器 6 1 からステータ 3 2 内部に冷却媒体を導入する。下流側流通流路 6 5 2 は、導入流路 6 5 1 に接続されてステータ 3 2 内部で軸線 O 方向に冷却媒体を流通させる。

[0054] 導入流路 6 5 1 は、熱交換器 6 1 で冷却された冷却媒体をケーシング 5 外部からステータ 3 2 内部に導入する。導入流路 6 5 1 は、ステータ 3 2 の軸線 O 方向の下流側で熱交換器 6 1 からステータ 3 2 内部まで繋がれた配管である。導入流路 6 5 1 は、途中に冷却媒体を圧送するポンプ 6 5 3 が設けられている。

[0055] 下流側流通流路 6 5 2 は、ステータ 3 2 内部に配置されることで、ステータ 3 2 内部に冷却媒体を流通させる。本実施形態の下流側流通流路 6 5 2 は、軸線 O 方向の下流側から上流側に向かって冷却媒体を流通させる。下流側

流通流路 6 5 2 は、ステータ 3 2 内部の径方向のロータ 3 1 に近い部分で軸線 O 方向に延在する配管である。下流側流通流路 6 5 2 は、ステータ 3 2 内部において、ロータ 3 1 よりも軸線 O 方向の下流側の位置からロータ 3 1 の軸線 O 方向の中間位置まで延在している。下流側流通流路 6 5 2 は、軸線 O 方向の下流側の端部が導入流路 6 5 1 に接続されている。

[0056] 中間冷却流路 6 6 は、ステータ 3 2 内部の軸線 O 方向の途中でステータ 3 2 内部を流通する冷却媒体を熱交換器 6 1 に供給する。中間冷却流路 6 6 は、熱交換器 6 1 で冷却された冷却媒体をステータ 3 2 内部に再び流入させる。中間冷却流路 6 6 は、ステータ 3 2 の軸線 O 方向の中間位置に形成されている。中間冷却流路 6 6 は、中間排出流路 6 6 1 と、中間導入流路 6 6 2 とを有している。中間排出流路 6 6 1 は、ステータ 3 2 内部の軸線 O 方向の途中で冷却媒体をステータ 3 2 内部から排出して熱交換器 6 1 に供給する。中間導入流路 6 6 2 は、ステータ 3 2 内部の軸線 O 方向の途中で熱交換器 6 1 からステータ 3 2 内部に冷却媒体を導入する。

[0057] 中間排出流路 6 6 1 は、下流側流通流路 6 5 2 を流通して温度の上昇した冷却媒体をステータ 3 2 内部からケーシング 5 外部に排出して熱交換器 6 1 まで供給する。中間排出流路 6 6 1 は、ステータ 3 2 の軸線 O 方向の中間位置で下流側流通流路 6 5 2 から熱交換器 6 1 まで繋がれた配管である。中間排出流路 6 6 1 は、下流側流通流路 6 5 2 の軸線 O 方向の上流側の端部に繋がれている。

[0058] 中間導入流路 6 6 2 は、熱交換器 6 1 で冷却された冷却媒体を再びケーシング 5 外部からステータ 3 2 内部に導入する。中間導入流路 6 6 2 は、ステータ 3 2 の軸線 O 方向の中間位置で熱交換器 6 1 から上流側冷却流路 6 9 まで繋がれた配管である。中間導入流路 6 6 2 は、ステータ 3 2 内部において、中間排出流路 6 6 1 に対して軸線 O 方向の上流側に間隔を空けて並んで配置されている。中間導入流路 6 6 2 は、中間排出流路 6 6 1 と同じ長さで形成されている。

[0059] 上流側冷却流路 6 9 は、上流側流通流路 6 9 1 と、排出流路 6 9 2 と、を

有している。上流側流通流路 6 9 1 は、中間導入流路 6 6 2 に接続されてステータ 3 2 内部で軸線 O 方向に冷却媒体を流通させる。排出流路 6 9 2 は、上流側流通流路 6 9 1 に接続されて軸線 O 方向の上流側からステータ 3 2 内部を流通する冷却媒体を熱交換器 6 1 に供給する。

[0060] 上流側流通流路 6 9 1 は、ステータ 3 2 内部に配置されることで、ステータ 3 2 内部に冷却媒体を流通させる。本実施形態の上流側流通流路 6 9 1 は、軸線 O 方向の下流側から上流側に向かって冷却媒体を流通させる。上流側流通流路 6 9 1 は、ステータ 3 2 内部の径方向のロータ 3 1 に近い部分で軸線 O 方向に延在する配管である。上流側流通流路 6 9 1 は、軸線 O 方向の下流側の端部が中間導入流路 6 6 2 に接続されている。上流側流通流路 6 9 1 は、径方向の位置が下流側流通流路 6 5 2 と同じ位置に配置されている。上流側流通流路は、下流側流通流路 6 5 2 よりも軸線 O 方向の上流側に配置されている。上流側流通流路 6 9 1 は、ステータ 3 2 内部において、ロータ 3 1 の軸線 O 方向の中間位置からロータ 3 1 よりも軸線 O 方向の上流側の位置まで延在している。上流側流通流路 6 9 1 は、下流側流通流路 6 5 2 と同じの長さに形成されている。上流側流通流路 6 9 1 は、ステータ 3 2 に対して下流側流通流路 6 5 2 と一体に形成された後に、下流側流通流路 6 5 2 との間をシールすることで形成されている。

[0061] 排出流路 6 9 2 は、上流側流通流路 6 9 1 を流通して温度の上昇した冷却媒体をステータ 3 2 内部からケーシング 5 外部に排出して熱交換器 6 1 まで供給する。排出流路 6 9 2 は、ステータ 3 2 の軸線 O 方向の上流側でステータ 3 2 内部から熱交換器 6 1 まで繋がれた配管である。排出流路 6 9 2 は、上流側流通流路 6 9 1 の軸線 O 方向の上流側の端部に繋がれている。

[0062] 上記のような圧縮機システム 1 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 22 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。

[0063] モータ 3 では、熱交換器 61 によって冷却された冷却媒体が導入流路 651 を介してステータ 32 内部に導入され、下流側流通流路 652 を流通する。そのため、ステータ 32 の軸線 O 方向の下流側のロータ 31 に近い部分が冷却される。ステータ 32 のロータ 31 に近い部分を冷却することで冷却媒体は温度が上昇する。温度の上昇した冷却媒体は、下流側流通流路 652 から中間排出流路 661 を介してケーシング 5 外部に排出され、熱交換器 61 に供給されて冷却される。熱交換器 61 で冷却された冷却媒体は、中間導入流路 662 を介して再びステータ 32 内部に導入され、上流側流通流路 691 を流通する。そのため、ステータ 32 の下流側流通流路 652 よりも軸線 O 方向の上流側のロータ 31 に近い部分が冷却される。ステータ 32 のロータ 31 に近い部分を冷却することで冷却媒体は温度が上昇する。温度の上昇した冷却媒体は、上流側流通流路 691 から排出流路 692 を介してケーシング 5 外部に排出され、再び熱交換器 61 に供給されて冷却される。熱交換器 61 で冷却された冷却媒体は、ポンプ 653 によって導入流路 651 を介してステータ 32 内部に再び導入され、下流側流通流路 652 を流通する。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 方向で二段階に分けて冷却することができる。

[0064] 熱交換器 61 によって下流側流通流路 652 や上流側流通流路 691 を流通した冷却媒体が冷却される。これにより、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冷却媒体を冷却することができる。つまり、ロータ 31 及びステータ 32 を冷却するために適していない温度となってしまった冷却媒体を熱交換器 61 によって二次冷却媒体と熱交換させて冷却することで、効率よく冷却媒体の温度を低下させることができる。熱交換器 61 によって効率よく冷却された冷却媒体が下流側流通流路 652 及び上流側流通流路 691 に流通される。これにより、軸線 O 方向にわたってロータ 31 及びステータ 32 を高い精度で冷却可能な冷却媒体をステータ 32 内

部に流通させることができる。したがって、ロータ 3 1 が回転することで、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 3 1 及びステータ 3 2 に局所的に温度の高い領域が生じてしまうことが抑制できる。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。

[0065] 中間排出流路 6 6 1 によって下流側流通流路 6 5 2 を流通して温度の上昇した冷却媒体をケーシング 5 外部に一度排出して熱交換器 6 1 に供給させることができる。中間導入流路 6 6 2 によって熱交換器 6 1 で冷却された冷却媒体を上流側流通流路 6 9 1 に流通させることができる。そのため、熱交換器 6 1 で冷却された冷却媒体を下流側流通流路 6 5 2 に流通させることによってロータ 3 1 及びステータ 3 2 の軸線 O 方向の下流側を確実に冷却した上で、軸線 O 方向の途中から新たに熱交換器 6 1 で冷却し直された冷却媒体を上流側流通流路 6 9 1 に流通させることができる。その結果、ロータ 3 1 及びステータ 3 2 の軸線 O 方向の上流側も確実に冷却することができる。つまり、ロータ 3 1 及びステータ 3 2 の軸線 O 方向の上流側の領域が、十分に冷却されなくなってしまうことを防ぐことができる。したがって、下流側流通流路 6 5 2 及び上流側流通流路 6 9 1 に熱交換器 6 1 によって冷却された冷却媒体がそれぞれ流通する。そのため、軸線 O 方向に生じる温度ムラを抑えてロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却することができる。これにより、局所的に温度の高い領域が生じてしまうことを高い精度で抑制できる。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ことが効果的にできる。

[0066] 中間排出流路 6 6 1 及び中間導入流路 6 6 2 がステータ 3 2 の軸線 O 方向の中間位置に形成されている。これにより、ロータ 3 1 及びステータ 3 2 を軸線 O 方向の中間位置よりも上流側と下流側とで同じ条件で冷却することができる。その結果、ロータ 3 1 及びステータ 3 2 を軸線 O 方向にわたって同じように冷却され、軸線 O 方向に生じる温度ムラをより高い精度で抑制でき

る。

[0067] 冷却流路 6 4 が閉ループ流路として形成されていることで、新たに冷却媒体を供給する必要が無い。そのため、冷却流路 6 4 を流通する冷却媒体の流量を抑えることができる。

[0068] <第二実施形態>

次に、図 3 を参照して第二実施形態の圧縮機システム 1 0 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 0 は、冷却部の構成について第一実施形態と相違する。

[0069] 即ち、第二実施形態の圧縮機システム 1 0 の冷却部 7 では、ステータ 3 2 とロータ 3 1 との間の隙間 3 3（以下、単に隙間 3 3 と称する。）に冷却媒体が流通される。加えて、冷却部 7 では、熱交換器及び中間冷却流路が、ステータ 3 2 に対して、軸線 O 方向に複数設けられている。具体的には、第二実施形態の冷却部 7 は、図 3 に示すように、第一熱交換器 7 1 と、第二熱交換器 7 2 と、冷却流路 7 4 とを有している。第一熱交換器 7 1 は、軸線 O 方向の下流側で冷却媒体を冷却する。第二熱交換器 7 2 は、軸線 O 方向の上流側で冷却媒体を冷却する。冷却流路 7 4 は、隙間 3 3 を流通させた冷却媒体を第一熱交換器 7 1 や第二熱交換器 7 2 に供給する。冷却流路 7 4 は、第一熱交換器 7 1 や第二熱交換器 7 2 によって冷却された冷却媒体を隙間 3 3 に再び流通させる。

[0070] なお、本実施形態における隙間 3 3 とは、ステータ 3 2 とロータ 3 1 と間に形成された空間である。隙間 3 3 は、ロータ 3 1 の径方向外側を向く外周面とステータ 3 2 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。

第二実施形態の冷却部 7 における冷却媒体や、第一熱交換器 7 1 及び第二熱交換器 7 2 における二次冷却媒体は、第一実施形態と同様のものが用いられる。

[0071] 第一熱交換器 7 1 は、第一実施形態の熱交換器 6 1 と同様の装置が用いられる。第一熱交換器 7 1 は、ケーシング 5 外部に配置されている。

第二熱交換器 7 2 は、ケーシング 5 外部において、第一熱交換器 7 1 よりも軸線 O 方向の上流側に配置されている。第二熱交換器 7 2 は、第一実施形態の熱交換器 6 1 や第一熱交換器 7 1 と同様の装置が用いられる。

[0072] 第二実施形態の冷却流路 7 4 は、隙間 3 3 に冷却媒体を流通させて、ロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却する。第二実施形態の冷却流路 7 4 は、冷却媒体を第一熱交換器 7 1 及び第二熱交換器 7 2 とモータ 3 との間で循環させる閉ループ流路である。冷却流路 7 4 は、下流側冷却流路 7 5 と、第一中間冷却流路 7 6 と、中間流通流路 7 7 と、第二中間冷却流路 7 8 と、上流側冷却流路 7 9 と、連結流路 8 0 とを有している。下流側冷却流路 7 5 は、第一熱交換器 7 1 で冷却された冷却媒体を軸線 O 方向の下流側で隙間 3 3 に流通させる。第一中間冷却流路 7 6 は、軸線 O 方向の途中で下流側冷却流路 7 5 から第一熱交換器 7 1 に冷却媒体を供給するとともに再び隙間 3 3 に戻す。中間流通流路 7 7 は、第一中間冷却流路 7 6 に接続されて軸線 O 方向の途中で隙間 3 3 に冷却媒体を流通させる。第二中間冷却流路 7 8 は、第一中間冷却流路 7 6 から第二熱交換器 7 2 に冷却媒体を供給するとともに再び隙間 3 3 に戻す。上流側冷却流路 7 9 は、第二中間冷却流路 7 8 に接続されて軸線 O 方向の上流側で隙間 3 3 に冷却媒体を流通させる。連結流路 8 0 は、第一熱交換器 7 1 と第二熱交換器 7 2 とを繋いでいる。

[0073] 第二実施形態の下流側冷却流路 7 5 は、導入流路 7 5 1 と、下流側流通流路 7 5 2 とを有している。導入流路 7 5 1 は、軸線 O 方向の下流側で第一熱交換器 7 1 から隙間 3 3 に冷却媒体を導入する。下流側流通流路 7 5 2 は、導入流路 7 5 1 に接続されて隙間 3 3 で軸線 O 方向に延在している。

[0074] 第二実施形態の導入流路 7 5 1 は、第一熱交換器 7 1 で冷却された冷却媒体を隙間 3 3 に導入する。導入流路 7 5 1 は、軸線 O 方向の下流側で熱交換器 6 1 から隙間 3 3 まで繋がれた配管である。導入流路 7 5 1 は、途中で冷却媒体を圧送するポンプ 6 5 3 が設けられている。

- [0075] 第二実施形態の下流側流通流路 7 5 2 は、隙間 3 3 に配置されることで隙間 3 3 に冷却媒体を流通させる。本実施形態の下流側流通流路 7 5 2 は、軸線 O 方向の下流側から上流側に向かって冷却媒体を流通させる。下流側流通流路 7 5 2 は、隙間 3 3 で軸線 O 方向に延在する配管である。下流側流通流路 7 5 2 は、軸線 O 方向の下流側の端部が導入流路 7 5 1 に接続されている。下流側流通流路 7 5 2 は、ロータ 3 1 よりも軸線 O 方向の下流側の位置からロータ 3 1 の軸線 O 方向の長さの三分の一程度の長さに形成されている。
- [0076] 第一中間冷却流路 7 6 は、隙間 3 3 の軸線 O 方向の途中で、隙間 3 3 を流通する冷却媒体を第一熱交換器 7 1 に供給する。第一中間冷却流路 7 6 は、隙間 3 3 の軸線 O 方向の途中で、第一熱交換器 7 1 で冷却された冷却媒体を隙間 3 3 に再び流入させる。第一中間冷却流路 7 6 は、隙間 3 3 の軸線 O 方向の途中で形成されている。第一中間冷却流路 7 6 は、第一中間排出流路 7 6 1 と、第一中間導入流路 7 6 2 とを有している。第一中間排出流路 7 6 1 は、隙間 3 3 の軸線 O 方向の途中で冷却媒体を隙間 3 3 から排出して第一熱交換器 7 1 に供給する。第一中間導入流路 7 6 2 は、隙間 3 3 の軸線 O 方向の途中で第一熱交換器 7 1 から隙間 3 3 に冷却媒体を導入する。
- [0077] 第一中間排出流路 7 6 1 は、下流側流通流路 7 5 2 を流通して温度の上昇した冷却媒体を隙間 3 3 からケーシング 5 外部に排出して第一熱交換器 7 1 まで供給する。第一中間排出流路 7 6 1 は、下流側流通流路 7 5 2 の軸線 O 方向の上流側の端部から第一熱交換器 7 1 まで繋がれた配管である。
- [0078] 第一中間導入流路 7 6 2 は、第一熱交換器 7 1 で冷却された冷却媒体をケーシング 5 外部から再び隙間 3 3 に導入する。第一中間導入流路 7 6 2 は、熱交換器 6 1 から中間流通流路 7 7 まで繋がれた配管である。第一中間導入流路 7 6 2 は、ステータ 3 2 内部において、第一中間排出流路 7 6 1 に対して軸線 O 方向の上流側に間隔を空けて並んで配置されている。第一中間導入流路 7 6 2 は、第一中間排出流路 7 6 1 と同じ長さで形成されている。
- [0079] 中間流通流路 7 7 は、隙間 3 3 に配置されることで隙間 3 3 に冷却媒体を流通させる。本実施形態の中間流通流路 7 7 は、軸線 O 方向の下流側から上

流側に向かって冷却媒体を流通させる。中間流通流路 7 7 は、隙間 3 3 で軸線 O 方向に延在する配管である。中間流通流路 7 7 は、軸線 O 方向の下流側の端部が第一中間導入流路 7 6 2 に接続されている。中間流通流路 7 7 は、隙間 3 3 において、下流側流通流路 7 5 2 よりも軸線 O 方向の上流側に配置されている。中間流通流路 7 7 は、ロータ 3 1 の軸線 O 方向の長さの三分の一程度の長さに形成されている。即ち、中間流通流路 7 7 は、下流側流通流路 7 5 2 と同じ長さで形成されている。

[0080] 第二中間冷却流路 7 8 は、隙間 3 3 の軸線 O 方向の途中で、隙間 3 3 を流通する冷却媒体を第二熱交換器 7 2 に供給する。第二中間冷却流路 7 8 は、隙間 3 3 の軸線 O 方向の途中で、第二熱交換器 7 2 で冷却された冷却媒体を隙間 3 3 に再び流入させる。第二中間冷却流路 7 8 は、隙間 3 3 の軸線 O 方向の途中であって、第一中間冷却流路 7 6 よりも軸線 O 方向の上流側に形成されている。第二中間冷却流路 7 8 は、第二中間排出流路 7 8 1 と、第二中間導入流路 7 8 2 とを有している。第二中間排出流路 7 8 1 は、隙間 3 3 の軸線 O 方向の途中で冷却媒体を隙間 3 3 から排出して第二熱交換器 7 2 に供給する。第二中間導入流路 7 8 2 は、隙間 3 3 の軸線 O 方向の途中で第二熱交換器 7 2 から隙間 3 3 に冷却媒体を導入する。

[0081] 第二中間排出流路 7 8 1 は、中間流通流路 7 7 を流通して温度の上昇した冷却媒体を隙間 3 3 からケーシング 5 外部に排出して第二熱交換器 7 2 まで供給する。第二中間排出流路 7 8 1 は、中間流通流路 7 7 の軸線 O 方向の上流側の端部から第二熱交換器 7 2 まで繋がれた配管である。つまり、第二中間排出流路 7 8 1 は、第一中間導入流路 7 6 2 よりも軸線 O 方向の上流側に配置されている。

[0082] 第二中間導入流路 7 8 2 は、第二熱交換器 7 2 で冷却された冷却媒体を再び隙間 3 3 に導入する。第二中間導入流路 7 8 2 は、第二熱交換器 7 2 から上流側冷却流路 7 9 まで繋がれた配管である。第二中間導入流路 7 8 2 は、ステータ 3 2 内部において、第二中間排出流路 7 8 1 に対して軸線 O 方向の上流側に間隔を空けて並んで配置されている。第二中間導入流路 7 8 2 は、

第二中間排出流路 7 8 1 と同じ長さで形成されている。

[0083] 上流側冷却流路 7 9 は、上流側流通流路 7 9 1 と、排出流路 7 9 2 と、を有している。上流側流通流路 7 9 1 は、第二中間導入流路 7 8 2 に接続されて隙間 3 3 で軸線 O 方向に延在している。排出流路 7 9 2 は、上流側流通流路 7 9 1 に接続されて軸線 O 方向の上流側から隙間 3 3 を流通する冷却媒体を第二熱交換器 7 2 に供給する。

[0084] 上流側流通流路 7 9 1 は、隙間 3 3 に配置されることで、隙間 3 3 に冷却媒体を流通させる。本実施形態の上流側流通流路 7 9 1 は、軸線 O 方向の下流側から上流側に向かって冷却媒体を流通させる。上流側流通流路 7 9 1 は、隙間 3 3 で軸線 O 方向に延在する配管である。上流側流通流路 7 9 1 は、軸線 O 方向の下流側の端部が第二中間導入流路 7 8 2 に接続されている。上流側流通流路 7 9 1 は、上流側の端部が排出流路 7 9 2 に接続されている。上流側流通流路 7 9 1 は、下流側流通流路 7 5 2 及び中間流通流路 7 7 と径方向が同じ位置に配置されている。上流側流通流路 7 9 1 は、中間流通流路 7 7 よりも軸線 O 方向の上流側に配置されている。上流側流通流路 7 9 1 は、ロータ 3 1 の軸線 O 方向の長さの三分の一程度の長さに形成されている。即ち、上流側流通流路 7 9 1 は、下流側流通流路 7 5 2 及び中間流通流路 7 7 と同じ長さに形成されている。

[0085] 排出流路 7 9 2 は、上流側流通流路 7 9 1 を流通して温度の上昇した冷却媒体を隙間 3 3 からケーシング 5 外部に排出して第二熱交換器 7 2 まで供給する。排出流路 7 9 2 は、ステータ 3 2 の軸線 O 方向の上流側でステータ 3 2 内部から第二熱交換器 7 2 まで繋がれた配管である。排出流路 7 9 2 は、上流側流通流路 7 9 1 の軸線 O 方向の上流側の端部に繋がれている。

[0086] 連結流路 8 0 は、第二熱交換器 7 2 で冷却された冷却媒体を第一熱交換器 7 1 に供給する。連結流路 8 0 は、ケーシング 5 外部で第一熱交換器 7 1 と第二熱交換器 7 2 とを繋ぐ配管である。

[0087] 第二実施形態の圧縮機システム 1 0 によれば、第一熱交換器 7 1 によって冷却された冷却媒体が導入流路 7 5 1 を介して隙間 3 3 に導入され、下流側

流通流路 7 5 2 を流通する。そのため、隙間 3 3 の軸線 O 方向の下流側の周辺が冷却される。隙間 3 3 の軸線 O 方向の下流側の周辺を冷却することで冷却媒体は温度が上昇する。温度の上昇した冷却媒体は、下流側流通流路 7 5 2 から第一中間排出流路 7 6 1 を介してケーシング 5 外部に排出され、第一熱交換器 7 1 に供給されて冷却される。第一熱交換器 7 1 で冷却された冷却媒体は、第一中間導入流路 7 6 2 を介して再び隙間 3 3 に導入され、中間流通流路 7 7 を流通する。そのため、下流側流通流路 7 5 2 よりも軸線 O 方向の上流側である隙間 3 3 の軸線 O 方向の中間付近の周辺が冷却される。隙間 3 3 の軸線 O 方向の中間付近の周辺を冷却することで冷却媒体は温度が上昇する。温度の上昇した冷却媒体は、中間流通流路 7 7 から第二中間排出流路 7 8 1 を介してケーシング 5 外部に排出され、第二熱交換器 7 2 に供給されて冷却される。第二熱交換器 7 2 で冷却された冷却媒体は、第二中間導入流路 7 8 2 を介して再び隙間 3 3 に導入され、上流側流通流路 7 9 1 を流通する。そのため、中間流通流路 7 7 よりも軸線 O 方向の上流側である隙間 3 3 の軸線 O 方向の上流側の周辺が冷却される。隙間 3 3 の軸線 O 方向の上流側の周辺を冷却することで冷却媒体は温度が上昇する。温度の上昇した冷却媒体は、上流側流通流路 7 9 1 から排出流路 7 9 2 を介してケーシング 5 外部に排出され、再び第二熱交換器 7 2 に供給されて冷却される。第二熱交換器 7 2 で冷却された冷却媒体は連結流路 8 0 を流通して、第一熱交換器 7 1 に供給され、さらに冷却される。第一熱交換器 7 1 で冷却された冷却媒体は、ポンプ 6 5 3 によって導入流路 7 5 1 を介してステータ 3 2 内部に再び導入され、下流側流通流路 7 5 2 を流通する。したがって、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 を軸線 O 方向で三段階に分けて冷却することができる。

[0088] 第一中間冷却流路 7 6 と第二中間冷却流路 7 8 とを有している。これにより、隙間 3 3 に対して軸線 O 方向の複数箇所温度の上昇した冷却媒体を第一熱交換器 7 1 や第二熱交換器 7 2 によって冷却し直すことができる。そのため、隙間 3 3 において軸線 O 方向の二カ所で新たに冷却された冷却媒体を

流通させることができる。したがって、軸線O方向にロータ31及びステータ32の冷却効率をより向上させることができる。

[0089] 下流側流通流路752と、中間流通流路77と、上流側流通流路791とを有している。これにより、隙間33に冷却媒体を流通させることができる。そのため、ステータ32内部に冷却媒体を流通させた場合に比べて、よりロータ31に近い位置に冷却媒体を流通させることができる。したがって、ロータ31の冷却効率を向上させることができる。

[0090] 以上、本発明の第一実施形態及び第二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、本発明は第一実施形態及び第二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。

[0091] なお、熱交換器は、本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、冷却媒体を冷却することができればよい。例えば、熱交換器61や第一熱交換器71や第二熱交換器72は、ケーシング5の内部に配置されていてもよい。

[0092] 熱交換器61は、第一実施形態においても一つであることに限定されるものではない。熱交換器61は、第二実施形態のように二つ設けたり、三つ以上設けたりしてもよい。

[0093] 中間冷却流路は、第一実施形態の中間冷却流路66のようにステータ32の中間位置や、第二実施形態の第一中間冷却流路76や第二中間冷却流路78のように均等に配置されていることに限定されるものではない。中間冷却流路は、冷却の必要な箇所に応じてステータ32に対して不均等に配置されていてもよい。中間冷却流路は、第二実施形態のように二つ設けることに限定されるものではなく、三つ以上設けていてもよい。

[0094] 《第三実施形態》

次に、図4及び図5を参照して第三実施形態の圧縮機システムについて説

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 10 は、冷却部の構成について第一実施形態と相違する。

[0095] 即ち、第三実施形態の冷却部 6 A は、ロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却する。本実施形態の冷却部 6 A は、図 4 及び図 5 に示すように、熱交換器 6 1 A と、第一内部流路（第一流路） 6 2 と、第二内部流路（第二流路） 6 3 とを有している。熱交換器 6 1 A は、ステータ 3 2 内部を流通した後の冷却媒体を冷却する。第一内部流路 6 2 は、ステータ 3 2 内部を流通させた冷却媒体を循環させて再びステータ 3 2 内部に流通させる。第二内部流路 6 3 は、第一内部流路 6 2 と軸線 O 方向に間隔を空けて隣接している。第二内部流路 6 3 は、ステータ 3 2 内部を流通させた冷却媒体を循環させて再びステータ 3 2 内部に流通させる。

[0096] 冷却媒体としては、例えば、空気やヘリウム等の気体を用いら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、熱交換器 6 1 A や第一内部流路 6 2 や第二内部流路 6 3 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。

[0097] 冷却媒体としては、圧縮機 2 で圧縮した圧縮流体の一部を抽気して利用してもよい。圧縮機 2 の圧縮流体を冷却媒体とすることで、ポンプ 6 2 1 a 等の冷却媒体を送り出す装置を用いずに冷却媒体を第一内部流路 6 2 内や第二内部流路 6 3 内に流通させることができる。したがって、簡易な構成で第一内部流路 6 2 や第二内部流路 6 3 を形成することができる。

[0098] 熱交換器 6 1 A は、第一内部流路 6 2 や第二内部流路 6 3 を介してステータ 3 2 内部を流通し、温まってしまった冷却媒体を冷却する。本実施形態の熱交換器 6 1 A は、ケーシング 5 外部に配置されている。熱交換器 6 1 A は、周囲の二次冷却媒体と冷却媒体との間で熱交換する。これにより、熱交換器 6 1 A は、モータ 3 を冷却するために適した温度まで冷却媒体を冷却する

。熱交換器 6 1 A は、第一内部流路 6 2 を流通する冷却媒体を冷却するとともに、第二内部流路 6 3 を流通する冷却媒体を冷却する。即ち、本実施形態では熱交換器 6 1 A は、第一内部流路 6 2 及び第二内部流路 6 3 に対して一つだけ設けられている。

[0099] 二次冷却媒体としては、圧縮機システム 1 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 1 A のために二次冷却媒体を新たに準備する必要が無い。周囲の海水を用いることで、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冷却媒体を冷却することができる。

[0100] 二次冷却媒体としては、圧縮機システム 1 が F P S O 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 6 1 A のために二次冷却媒体を新たに準備する必要が無い。周囲の空気や真水を用いることで、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冷却媒体を冷却することができる。

[0101] 第一内部流路 6 2 は、ステータ 3 2 内部に冷却媒体を流通させ、ロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却する。本実施形態の第一内部流路 6 2 は、冷却媒体を熱交換器 6 1 A とモータ 3 との間で循環させる閉ループ流路である。第一内部流路 6 2 は、ステータ 3 2 の軸線 O 方向の中心位置よりも下流側に配置されている。

[0102] ここで、軸線 O 方向におけるモータ 3 に対して圧縮機 2 が配置されている側を軸線 O 方向の一方側である下流側（図 4 紙面左側）とする。下流側の反対側を軸線 O 方向の他方側である上流側（図 4 紙面右側）とする。

[0103] 本実施形態の第一内部流路 6 2 は、ステータ 3 2 内部で軸線 O 方向の上流側から下流側に向かって冷却媒体を流通させる。第一内部流路 6 2 は、第一内部導入流路 6 2 1 と、第一内部流通流路 6 2 2 と、第一内部排出流路 6 2 3 とを有している。第一内部導入流路 6 2 1 は、熱交換器 6 1 A で冷却され

た冷却媒体を軸線O方向の途中からステータ32内部に導入する。第一内部流通流路622は、第一内部導入流路621に接続されてステータ32内部で軸線O方向に冷却媒体を流通させる。第一内部排出流路623は、第一内部流通流路622に接続されてステータ32内部から冷却媒体を排出して熱交換器61Aに供給する。

[0104] 第一内部導入流路621は、熱交換器61Aで冷却された冷却媒体をケーシング5外部からステータ32内部に導入する。第一内部導入流路621は、ステータ32の軸線O方向の中間位置で熱交換器61Aからステータ32内部まで繋がれた配管である。第一内部導入流路621は、途中に冷却媒体を圧送するポンプ621aが設けられている。

[0105] 第一内部流通流路622は、ステータ32内部に配置されることで、ステータ32内部に冷却媒体を流通させる。本実施形態の第一内部流通流路622は、軸線O方向の上流側から下流側に向かって冷却媒体を流通させる。第一内部流通流路622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。第一内部流通流路622は、ステータ32内部において、ロータ31の軸線O方向の中間位置からロータ31よりも軸線O方向の下流側の位置まで延在している。第一内部流通流路622は、軸線O方向の上流側の端部が第一内部導入流路621に接続されている。

[0106] 第一内部排出流路623は、第一内部流通流路622を流通して温度の上昇した冷却媒体をステータ32内部からケーシング5外部に排出して熱交換器61Aまで供給する。第一内部排出流路623は、ステータ32の軸線O方向の下流側で第一内部流通流路622から熱交換器61Aまで繋がれた配管である。第一内部排出流路623は、第一内部流通流路622の軸線O方向の下流側の端部に繋がれている。

[0107] 第二内部流路63は、第一内部流路62よりも軸線O方向の上流側でステータ32内部に冷却媒体を流通させ、ロータ31及びステータ32を冷却する。本実施形態の第二内部流路63は、冷却媒体を熱交換器61Aとモータ

3との間で循環させる閉ループ流路であって、第一内部流路62とは独立している。第二内部流路63は、第一内部流路62と軸線O方向に間隔を空けて配置されている。第二内部流路63は、ステータ32の軸線O方向の中心位置よりも上流側に配置されている。第二内部流路63は、流路の長さが第一内部流路62と同じ長さで形成されている。

[0108] 本実施形態の第二内部流通流路632では、第一内部流路62とは、冷却媒体の流通方向が逆方向である。第二内部流通流路632は、ステータ32内部で軸線O方向の下流側から上流側に向かって冷却媒体を流通させる。第二内部流路63は、第二内部導入流路631と、第二内部流通流路632と、第二内部排出流路633とを有している。第二内部導入流路631は、熱交換器61Aで冷却された冷却媒体を軸線O方向の途中からステータ32内部に導入する。第二内部流通流路632は、第二内部導入流路631に接続されてステータ32内部で軸線O方向に冷却媒体を流通させる。第二内部排出流路633は、第二内部流通流路632に接続されてステータ32内部から冷却媒体を排出して熱交換器61Aに供給する。

[0109] 第二内部導入流路631は、熱交換器61Aで冷却された冷却媒体をケーシング5外部からステータ32内部に導入する。第二内部導入流路631は、ステータ32の軸線O方向の中間位置で熱交換器61Aからステータ32内部まで繋がれた配管である。第二内部導入流路631は、第一内部導入流路621に対して軸線O方向の上流側に間隔を空けて配置されている。第二内部導入流路631は、第一内部導入流路621と同様に、途中で冷却媒体を圧送するポンプ621aが設けられている。第二内部導入流路631は、第一内部導入流路621と同じ長さで形成されている。

[0110] 第二内部流通流路632は、ステータ32内部に配置されることで、ステータ32内部に冷却媒体を流通させる。本実施形態の第二内部流通流路632は、軸線O方向の下流側から上流側に向かって冷却媒体を流通させる。第二内部流通流路632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。第二内部流通流路632は、軸線O

方向の下流側の端部が第二内部導入流路 6 3 1 に接続されている。第二内部流通流路 6 3 2 は、ステータ 3 2 内部において、ロータ 3 1 の軸線 O 方向の中間位置からロータ 3 1 よりも軸線 O 方向の上流側の位置まで延在している。即ち、第二内部流通流路 6 3 2 は、第一内部流通流路 6 2 2 とは軸線 O 方向の反対側に向かって延在している。第二内部流通流路 6 3 2 は、径方向の位置が第一内部流通流路 6 2 2 と同じ位置に配置されている。第二内部流通流路は、第一内部流通流路 6 2 2 と同じの長さで形成されている。第二内部流通流路 6 3 2 は、ステータ 3 2 に対して第一内部流通流路 6 2 2 と一体に形成された後に、第一内部流通流路 6 2 2 との間をシールすることで形成されている。

[0111] 第二内部排出流路 6 3 3 は、第二内部流通流路 6 3 2 を流通して温度の上昇した冷却媒体をステータ 3 2 内部からケーシング 5 外部に排出して熱交換器 6 1 A まで供給する。第二内部排出流路 6 3 3 は、ステータ 3 2 の軸線 O 方向の上流側で第二内部流通流路 6 3 2 から熱交換器 6 1 A まで繋がれた配管である。第二内部排出流路 6 3 3 は、第二内部流通流路 6 3 2 の軸線 O 方向の上流側の端部に繋がれている。第二内部排出流路 6 3 3 は、第一内部排出流路 6 2 3 と同じの長さに形成されている。

[0112] 上記のような圧縮機システム 1 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。

[0113] モータ 3 では、熱交換器 6 1 A によって冷却された冷却媒体が第一内部導入流路 6 2 1 を介してステータ 3 2 内部に導入され、第一内部流通流路 6 2 2 を流通する。これにより、ステータ 3 2 の軸線 O 方向の下流側のロータ 3 1 に近い部分が冷却される。ステータ 3 2 のロータ 3 1 に近い部分を冷却することで冷却媒体は温度が上昇する。温度の上昇した冷却媒体は、第一内部

流通流路 6 2 2 から第一内部排出流路 6 2 3 を介してケーシング 5 外部に排出され、熱交換器 6 1 A に供給されて冷却される。熱交換器 6 1 A で冷却された冷却媒体は、ポンプ 6 2 1 a によって第一内部導入流路 6 2 1 を介して再びステータ 3 2 内部に導入され、第一内部流通流路 6 2 2 を流通する。

[0114] 同時に、熱交換器 6 1 A によって冷却された冷却媒体が第二内部導入流路 6 3 1 を介してステータ 3 2 内部に導入され、第二内部流通流路 6 3 2 を流通する。これにより、ステータ 3 2 の第一内部流通流路 6 2 2 よりも軸線 O 方向の上流側のロータ 3 1 に近い部分が冷却される。ステータ 3 2 のロータ 3 1 に近い部分を冷却することで冷却媒体は温度が上昇する。温度の上昇した冷却媒体は、第二内部流通流路 6 3 2 から第二内部排出流路 6 3 3 を介してケーシング 5 外部に排出され、熱交換器 6 1 A に供給されて冷却される。熱交換器 6 1 A で冷却された冷却媒体は、ポンプ 6 2 1 a によって第二内部導入流路 6 3 1 を介して再びステータ 3 2 内部に導入され、第二内部流通流路 6 3 2 を流通する。

[0115] したがって、第一内部流通流路 6 2 2 を流通する冷却媒体によって軸線 O 方向の下流側のロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却しつつ、同時に第二内部流通流路 6 3 2 を流通する冷却媒体によって軸線 O 方向の上流側のロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却することができる。そのため、第一内部流通流路 6 2 2 と第二内部流通流路 6 3 2 とによって、軸線 O 方向に長いロータ 3 1 及びステータ 3 2 を、軸線 O 方向の下流側の領域と上流側の領域とに短く区分けして別々に冷却することができる。例えば、ロータ 3 1 及びステータ 3 2 を軸線 O 方向の全域にわたって冷却する場合には、軸線 O 方向の下流側のロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却することで冷却媒体の温度が上昇してしまう。その結果、軸線 O 方向の上流側を十分に冷却することができない可能性がある。ところが、本実施形態では、冷却する領域を軸線 O 方向に短く区分けし、別系統を流通する冷却媒体によってロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却している。これにより、十分に冷却されない領域が生じてしまうことを抑えることができる。したがって、ロータ 3 1 が回転することで、ロータ 3

１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。

[0116] 熱交換器６１Ａによって第一内部流通流路６２２や第二内部流通流路６３２を流通した冷却媒体が冷却される。そのため、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冷却媒体を冷却することができる。つまり、ロータ３１及びステータ３２を冷却するために適していな温度となってしまった冷却媒体を熱交換器６１Ａによって二次冷却媒体と熱交換させて冷却することができる。これにより、効率よく冷却媒体の温度を低下させることができる。熱交換器６１Ａによって効率よく冷却された冷却媒体が第一内部流通流路６２２及び第二内部流通流路６３２に流通される。その結果、軸線Ｏ方向にわたってロータ３１及びステータ３２を高い精度で冷却可能な冷却媒体をステータ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。

[0117] 熱交換器６１Ａが第一内部流路６２及び第二内部流路６３に対して共通して一つだけ設けられていることで、少ない構成で第一内部流路６２や第二内部流路６３を構成することができる。

[0118] 第一内部流路６２と第二内部流路６３における冷却媒体の流通方向が逆方向である。これにより、軸線Ｏ方向に最も近づく軸線Ｏ方向の中間位置に配置された第一内部導入流路６２１と第二内部導入流路６３１とのような径方向に延びる流路を流通する冷却媒体の流通方向を同じ方向にすることができる。そのため、軸線Ｏ方向に最も近づく位置に形成された流路をそれぞれ

流通する冷却媒体同士の間で熱交換が生じてしまって影響を抑えることができる。特に、本実施形態のように第一内部流路62と第二内部流路63とが同じ長さで形成されており、内部を流通する流体の温度条件が同じ場合には、より効果的に熱交換が生じた際の影響を抑えることができる。

[0119] なお、本実施形態では、第一内部流通流路622と第一内部流通流路622との間をシールして、第一内部流路62と第二内部流路63と別々に形成した。しかしながら、冷却媒体の流通方向を逆方向とした場合には、第一内部流路62と第二内部流路63とを一体に形成してもよい。これは、冷却媒体の流通方向を逆方向とすることで、第一内部導入流路621及び第二内部導入流路631のように、軸線O方向の位置が最も近づく位置に形成された径方向に延びる流路を流通する冷却媒体の流通方向が同方向となるためである。したがって、少ない工数で第一内部流路62と第二内部流路63とを形成することができる。

[0120] 第一内部流路62や第二内部流路63が閉ループ流路として形成されていることで、新たに冷却媒体を供給する必要が無い。そのため、第一内部流路62や第二内部流路63を流通する冷却媒体の流量を抑えることができる。

[0121] 《第四実施形態》

次に、図6を参照して第四実施形態の圧縮機システム10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10は、冷却部7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。

[0122] 即ち、第四実施形態の圧縮機システム10の冷却部7Aでは、ステータ32とロータ31との間の隙間33（以下、単に隙間33と称する。）に冷却媒体を流通させる。加えて、第一流路と第二流路とを流通する冷却媒体の流通方向が第一実施形態と異なる。具体的には、第二実施形態の冷却部7Aは、図6に示すように、第三実施形態と同様の熱交換器61Aと、第一隙間流

路（第一流路）72Aと、第二隙間流路（第二流路）73Aとを有している。第一隙間流路72Aは、ステータ32とロータ31との間に形成された隙間33を流通させた冷却媒体を循環させて再び隙間33に流通させる。第二隙間流路73Aは、第一隙間流路72Aと軸線O方向に間隔を空けて隣接している。第二隙間流路73Aは、隙間33を流通させた冷却媒体を循環させて再び隙間33に流通させる。

[0123] なお、本実施形態における隙間33とは、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。

[0124] 第一隙間流路72Aは、隙間33に冷却媒体を流通させて、ロータ31及びステータ32を冷却する。第一隙間流路72Aは、冷却媒体を熱交換器61Aとモータ3との間で循環させる閉ループ流路である。第一隙間流路72Aは、ステータ32の軸線O方向の中心位置よりも下流側に配置されている。第一隙間流路72Aは、隙間33において軸線O方向の下流側から上流側に向かって冷却媒体を流通させる。第一隙間流路72Aは、第一隙間導入流路721と、第一隙間流通流路722と、第一隙間排出流路723とを有している。第一隙間導入流路721は、熱交換器61Aで冷却された冷却媒体を軸線O方向の途中から隙間33に導入する。第一隙間流通流路722は、第一隙間導入流路721に接続されて隙間33で軸線O方向に冷却媒体を流通させる。第一隙間排出流路723は、第一隙間流通流路722に接続されて隙間33から冷却媒体を排出して熱交換器61Aに供給する。

[0125] 第一隙間導入流路721は、熱交換器61Aで冷却された冷却媒体をケーシング5外部から隙間33に導入する。第一隙間導入流路721は、ステータ32の軸線O方向の下流側で熱交換器61Aから隙間33まで繋がれた配管である。第一隙間導入流路721は、途中に冷却媒体を圧送するポンプ621aが設けられている。

[0126] 第一隙間流通流路722は、隙間33に配置されることで、隙間33に冷

却媒体を流通させる。本実施形態の第一隙間流通流路 7 2 2 は、軸線 O 方向の下流側から上流側に向かって冷却媒体を流通させる。第一隙間流通流路 7 2 2 は、隙間 3 3 で軸線 O 方向に延在する配管である。第一隙間流通流路 7 2 2 は、隙間 3 3 において、ロータ 3 1 の軸線 O 方向の中間位置からロータ 3 1 よりも軸線 O 方向の下流側の位置まで延在している。第一隙間流通流路 7 2 2 は、軸線 O 方向の下流側の端部が第一隙間導入流路 7 2 1 に接続されている。

[0127] 第一隙間排出流路 7 2 3 は、第一隙間流通流路 7 2 2 を流通して温度の上昇した冷却媒体を隙間 3 3 からケーシング 5 外部に排出して熱交換器 6 1 A まで供給する。第一隙間排出流路 7 2 3 は、ステータ 3 2 の軸線 O 方向の中間位置で第一隙間流通流路 7 2 2 から熱交換器 6 1 A まで繋がれた配管である。第一隙間排出流路 7 2 3 は、第一隙間流通流路 7 2 2 の軸線 O 方向の上流側の端部に繋がれている。

[0128] 第二隙間流路 7 3 A は、第一隙間流路 7 2 A よりも軸線 O 方向の上流側で隙間 3 3 に冷却媒体を流通させ、ロータ 3 1 及びステータ 3 2 を冷却する。本実施形態の第二隙間流路 7 3 A は、冷却媒体を熱交換器 6 1 A とモータ 3 との間で循環させる閉ループ流路であって、第一隙間流路 7 2 A とは独立している。第二隙間流路 7 3 A は、第一隙間流路 7 2 A と軸線 O 方向に間隔を空けて配置されている。第二隙間流路 7 3 A は、ステータ 3 2 の軸線 O 方向の中心位置よりも上流側に配置されている。

[0129] 本実施形態の第二隙間流路 7 3 A では、第一隙間流路 7 2 A とは、冷却媒体の流通方向が逆方向である。第二隙間流路 7 3 A は、隙間 3 3 で軸線 O 方向の上流側から下流側に向かって冷却媒体を流通させる。第二隙間流路 7 3 A は、第二隙間導入流路 7 3 1 と、第二隙間流通流路 7 3 2 と、第二隙間排出流路 7 3 3 とを有している。第二隙間導入流路 7 3 1 は、熱交換器 6 1 A で冷却された冷却媒体を軸線 O 方向の上流側から隙間 3 3 に導入する。第二隙間流通流路 7 3 2 は、第二隙間導入流路 7 3 1 に接続されて隙間 3 3 で軸線 O 方向に冷却媒体を流通させる。第二隙間排出流路 7 3 3 は、第二隙間流

通流路 7 3 2 に接続されて隙間 3 3 から冷却媒体を排出して熱交換器 6 1 A に供給する。第二隙間流路 7 3 A は、流路の長さが第一隙間流路 7 2 A と同じ長さで形成されている。

[0130] 第二隙間導入流路 7 3 1 は、熱交換器 6 1 A で冷却された冷却媒体をケーシング 5 外部から隙間 3 3 に導入する。第二隙間導入流路 7 3 1 は、ステータ 3 2 の軸線 O 方向の上流側で熱交換器 6 1 A から隙間 3 3 まで繋がれた配管である。第二隙間導入流路 7 3 1 は、第一隙間導入流路 7 2 1 と同様に、途中に冷却媒体を圧送するポンプ 6 2 1 a が設けられている。

[0131] 第二隙間流通流路 7 3 2 は、隙間 3 3 に配置されることで、隙間 3 3 に冷却媒体を流通させる。本実施形態の第二隙間流通流路 7 3 2 は、軸線 O 方向の上流側から下流側に向かって冷却媒体を流通させる。第二隙間流通流路 7 3 2 は、隙間 3 3 で軸線 O 方向に延在する配管である。第二隙間流通流路 7 3 2 は、軸線 O 方向の上流側の端部が第二隙間導入流路 7 3 1 に接続されている。第二隙間流通流路 7 3 2 は、隙間 3 3 において、ロータ 3 1 の軸線 O 方向の中間位置からロータ 3 1 よりも軸線 O 方向の上流側の位置まで延在している。即ち、第二隙間流通流路 7 3 2 は、第一隙間流通流路 7 2 2 とは軸線 O 方向の反対側に向かって延在している。第二隙間流通流路 7 3 2 は、径方向の位置が第一隙間流通流路 7 2 2 と同じ位置に配置されている。第二隙間流通流路 7 3 2 は、第一隙間流通流路 7 2 2 と同じ長さに形成されている。

[0132] 第二隙間排出流路 7 3 3 は、第二隙間流通流路 7 3 2 を流通して温度の上昇した冷却媒体を隙間 3 3 からケーシング 5 外部に排出して熱交換器 6 1 A まで供給する。第二隙間排出流路 7 3 3 は、ステータ 3 2 の軸線 O 方向の中間位置で第二隙間流通流路 7 3 2 から熱交換器 6 1 A まで繋がれた配管である。第二隙間排出流路 7 3 3 は、第二隙間流通流路 7 3 2 の軸線 O 方向の下流側の端部に繋がれている。第二隙間排出流路 7 3 3 は、第一隙間排出流路 7 2 3 に対して軸線 O 方向の上流側に間隔を空けて配置されている。第二隙間排出流路 7 3 3 は、第一隙間排出流路 7 2 3 と同じの長さに形成されてい

る。

[0133] 上記のような圧縮機システム 10 によれば、第一実施形態と同様に、第一隙間流通流路 722 と第二隙間流通流路 732 とによって、軸線 O 方向に長いロータ 31 及びステータ 32 を、軸線 O 方向の下流側の領域と上流側の領域とに短く区分けして別々に冷却することができる。したがって、冷却する領域を軸線 O 方向に短く区分けし、別系統を流通する冷却媒体によってロータ 31 及びステータ 32 を冷却することができる。その結果、十分に冷却されない領域が生じてしまうことを抑えることができる。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。

[0134] 第一隙間流通流路 722 や第二隙間流通流路 732 を有していることで、隙間 33 に冷却媒体を流通させることができる。そのため、ステータ 32 内部に冷却媒体を流通させた場合に比べて、よりロータ 31 に近い位置に冷却媒体を流通させることができる。したがって、ロータ 31 の冷却効率を向上させることができる。

[0135] 以上、本発明の第三実施形態及び第四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、本発明は第三実施形態及び第四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。

[0136] なお、熱交換器 61A は、本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、冷却媒体を冷却することができればよい。例えば、熱交換器 61A 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 61A は、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。

[0137] 第一流路や第二流路のみの構成に限定されるものではなく、さらに軸線〇方向に離れて隣接する第三流路や第四流路等の複数の冷却媒体を流通させる流路が設けられていてもよい。

[0138] 第一流路と第二流路との冷却媒体の流通方向は逆方向であることに限定されるものではなく、同じ方向であってもよい。

産業上の利用可能性

[0139] 上記圧縮機システムによれば、軸線方向に離れて形成された第一流路と第二流路とによってそれぞれ冷却媒体を流通することで、ロータ及びステータを効果的に冷却することができる。

符号の説明

[0140] 1、10 圧縮機システム

〇 軸線

2 圧縮機

21 シャフト

21a スラストカラー

22 インペラ

23 ハウジング

3 モータ

31 ロータ

32 ステータ

33 隙間

4 軸受部

41 ジャーナル軸受

42 スラスト軸受

5 ケーシング

51 シール部材

6、7、6A、7A 冷却部

6 1、6 1 A 熱交換器
6 4、7 4 冷却流路
6 5、7 5 下流側冷却流路
6 5 1、7 5 1 導入流路
6 5 2、7 5 2 下流側流通流路
6 5 3 ポンプ
6 6 中間冷却流路
6 6 1 中間排出流路
6 6 2 中間導入流路
6 9、7 9 上流側冷却流路
6 9 1、7 9 1 上流側流通流路
6 9 2、7 9 2 排出流路
7 1 第一熱交換器
7 2 第二熱交換器
7 6 第一中間冷却流路
7 6 1 第一中間排出流路
7 6 2 第一中間導入流路
7 7 中間流通流路
7 8 第二中間冷却流路
7 8 1 第二中間排出流路
7 8 2 第二中間導入流路
8 0 連結流路
6 2 第一内部流路
6 2 1 第一内部導入流路
6 2 1 a ポンプ
6 2 2 第一内部流通流路
6 2 3 第一内部排出流路
6 3 第二内部流路

- 6 3 1 第二内部導入流路
- 6 3 2 第二内部流通流路
- 6 3 3 第二内部排出流路
- 7 2 A 第一隙間流路
- 7 2 1 第一隙間導入流路
- 7 2 2 第一隙間流通流路
- 7 2 3 第一隙間排出流路
- 7 3 A 第二隙間流路
- 7 3 1 第二隙間導入流路
- 7 3 2 第二隙間流通流路
- 7 3 3 第二隙間排出流路

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後の冷却媒体を冷却する熱交換器と、
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させた前記冷却媒体を前記熱交換器に供給し、前記熱交換器によって冷却された前記冷却媒体を前記ステータ内部、又は前記ステータと前記ロータとの間の隙間に再び流通させる冷却流路と、を備える圧縮機システム。
- [請求項2] 前記冷却流路は、
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の軸線方向の途中で、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する前記冷却媒体を前記熱交換器に供給し、前記熱交換器で冷却された前記冷却媒体を前記ステータ内部、又は前記ステータと前記ロータとの間の隙間に流入させる中間冷却流路を有する請求項1に記載の圧縮機システム。
- [請求項3] 前記中間冷却流路が、前記ステータに対して、軸線方向に複数設けられる請求項2に記載の圧縮機システム。
- [請求項4] 前記熱交換器は、空気によって前記冷却媒体を冷却する請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の圧縮機システム。
- [請求項5] 前記熱交換器は、真水によって前記冷却媒体を冷却する請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の圧縮機システム。
- [請求項6] 前記熱交換器は、海水によって前記冷却媒体を冷却する請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の圧縮機システム。
- [請求項7] 前記熱交換器は、前記圧縮機から抽気された圧縮流体によって前記冷却媒体を冷却する請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の圧

縮機システム。

[請求項8] 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圧縮機と、
軸線方向の一方側に配置されて、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冷却媒体を循環させて、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に再び流通させる第一流路と、

前記第一流路と軸線方向に間隔を空けて隣接し、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冷却媒体を循環させて、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に再び流通させる第二流路と、を備える圧縮機システム。

[請求項9] 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冷却媒体を冷却する熱交換器を備える請求項8に記載の圧縮機システム。

[請求項10] 前記熱交換器は、前記第一流路を流通する前記冷却媒体を冷却するとともに、前記第二流路を流通する前記冷却媒体を冷却する請求項9に記載の圧縮機システム。

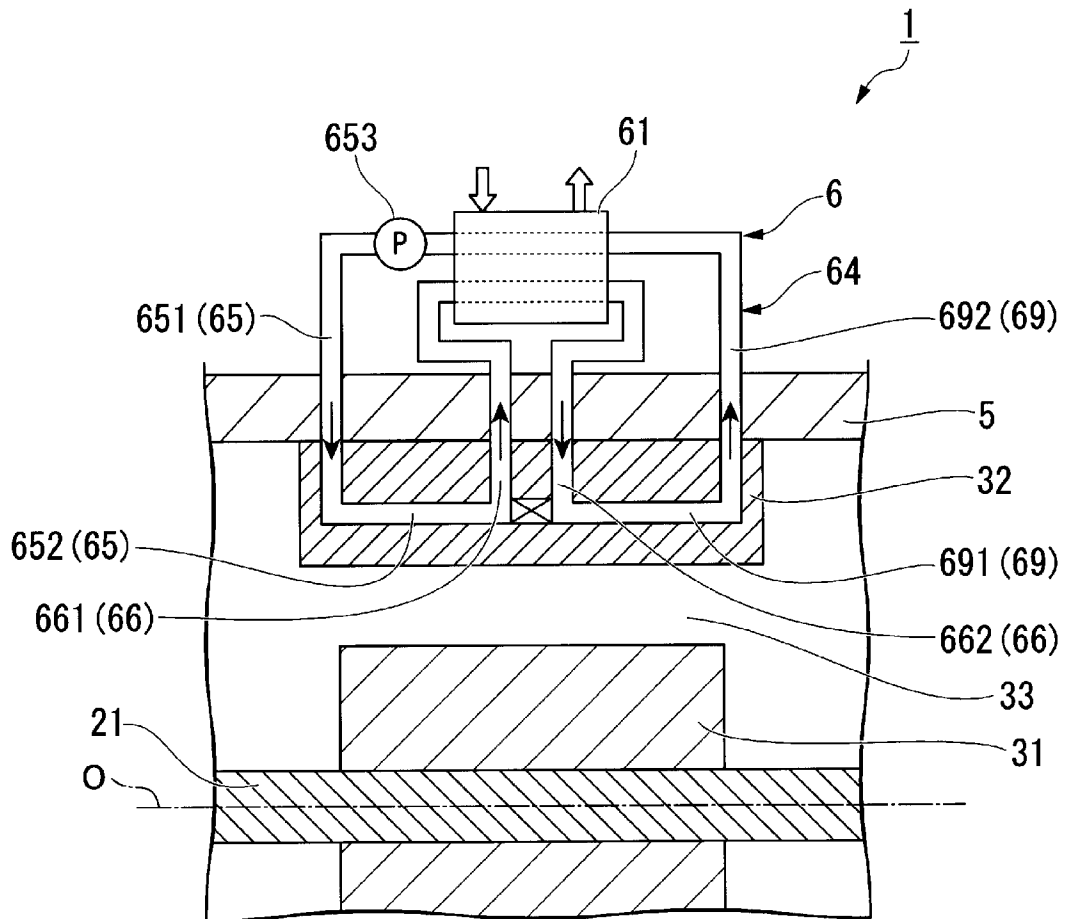
[請求項11] 前記熱交換器は、空気によって前記冷却媒体を冷却する請求項10に記載の圧縮機システム。

[請求項12] 前記熱交換器は、真水によって前記冷却媒体を冷却する請求項10に記載の圧縮機システム。

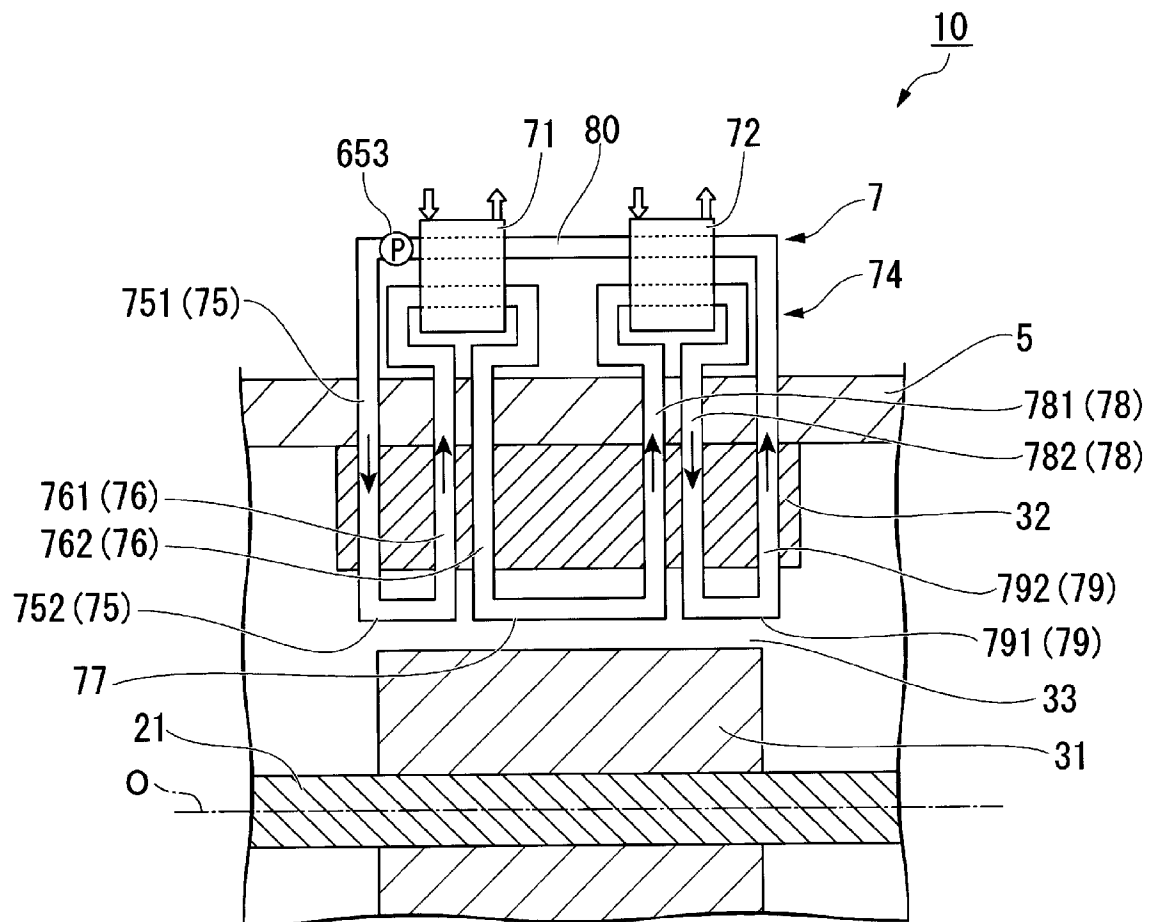
[請求項13] 前記熱交換器は、海水によって前記冷却媒体を冷却する請求項10に記載の圧縮機システム。

[請求項14] 前記冷却媒体が前記圧縮機から抽気された圧縮流体である請求項8から請求項13のいずれか一項に記載の圧縮機システム。

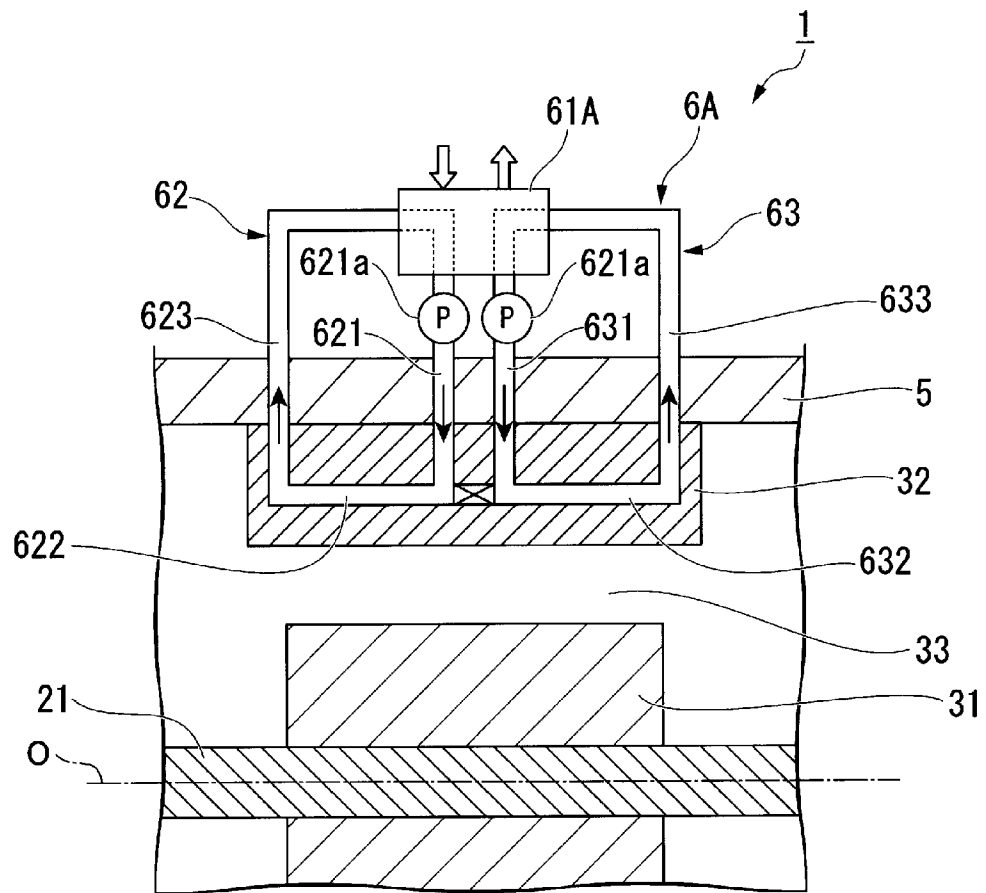
[図2]



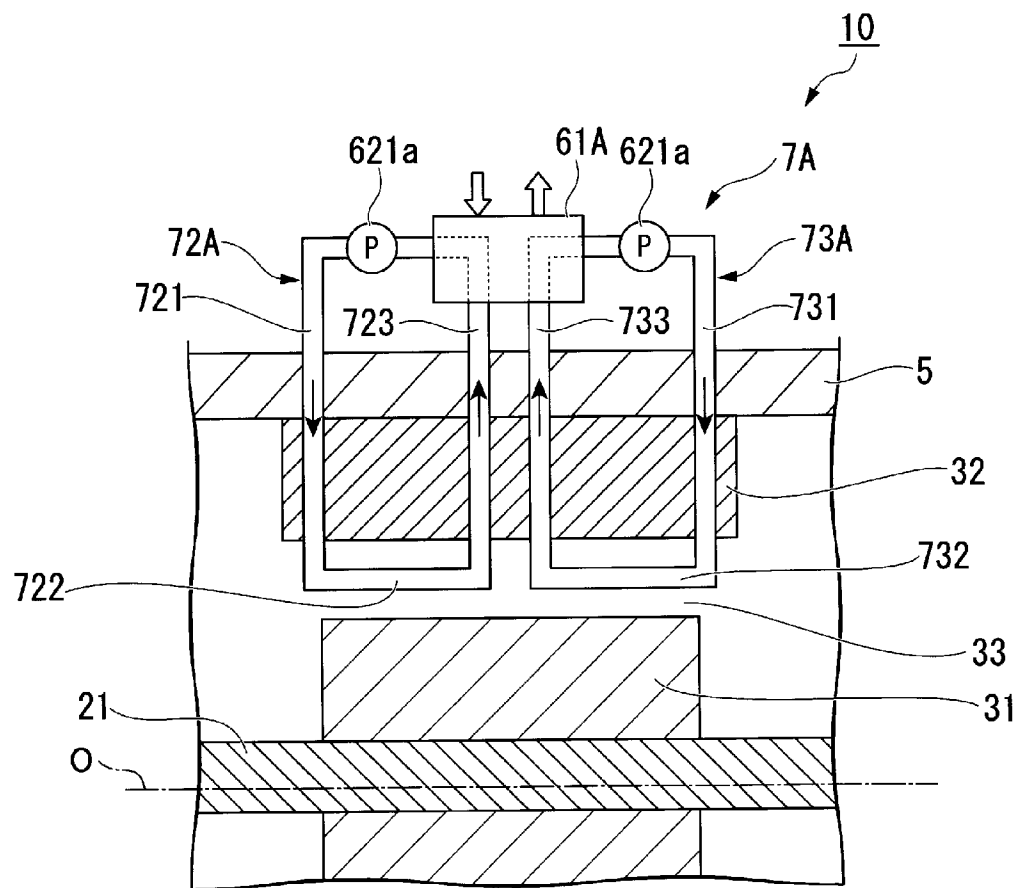
[図3]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/081567

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04B39/06(2006.01)i, H02K9/18(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)

F04B39/06, H02K9/18

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 A	JP 2009-530537 A (Siemens AG.), 27 August 2009 (27.08.2009), paragraphs [0019] to [0030]; fig. 1 to 2 & US 2010/0014990 A1 paragraphs [0027] to [0038] & WO 2007/110281 A1	1, 7 14 2-6, 8-13
Y A	JP 2014-126037 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 07 July 2014 (07.07.2014), paragraphs [0023], [0069] to [0080]; fig. 3 (Family: none)	1, 4-6, 8-14 2-3, 7
Y A	JP 2002-17070 A (Hitachi, Ltd.), 18 January 2002 (18.01.2002), paragraphs [0011] to [0030]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1, 4-6, 8-14 2-3, 7

☒ 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
18 January 2016 (18.01.16)

Date of mailing of the international search report
26 January 2016 (26.01.16)

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/JP2015/081567

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 147650/1978 (Laid-open No. 64857/1980) (Mitsubishi Electric Corp.), 02 May 1980 (02.05.1980), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	US 6131406 A (BAROWSKY, Helmut), 17 October 2000 (17.10.2000), entire text; all drawings & WO 1999/000600 A1 & DE 19726943 A1	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F04B39/06(2006.01)i, H02K9/18(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. F04B39/06, H02K9/18

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 A	JP 2009-530537 A（シーメンス アクチエンゲゼルシャフト） 2009.08.27, 段落 [0019] - [0030], 図1-2 & US 2010/0014990 A1, 段落 [0027] - [0038] & WO 2007/110281 A1	1, 7 14 2-6, 8-13
Y A	JP 2014-126037 A（三菱重工業株式会社） 2014.07.07, 段落 [0023], [0069] - [0080], 図3 （ファミリーなし）	1, 4-6, 8-14 2-3, 7

☑ 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

18.01.2016

国際調査報告の発送日

26.01.2016

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）

松浦 久夫

30

5365

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 A	JP 2002-17070 A (株式会社日立製作所) 2002.01.18, 段落 [0011] - [0030], 図1-4 (ファミリーなし)	1, 4-6, 8-14 2-3, 7
A	日本国実用新案登録出願53-147650号(日本国実用新案登録出願公開 55-64857号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (三菱電機株式会社) 1980.05.02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14
A	US 6131406 A (BAROWSKY, Helmut) 2000.10.17, 全文, 全図 & WO 1999/000600 A1 & DE 19726943 A1	1-14