

(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22日(22.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/147473 A1

- (51) 国際特許分類:
F04D 27/00 (2006.01) F04D 17/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/081588
- (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 2015-054250 2015年3月18日(18.03.2015) 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16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中庭 彰宏 (NAKANIWA Akihiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16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.

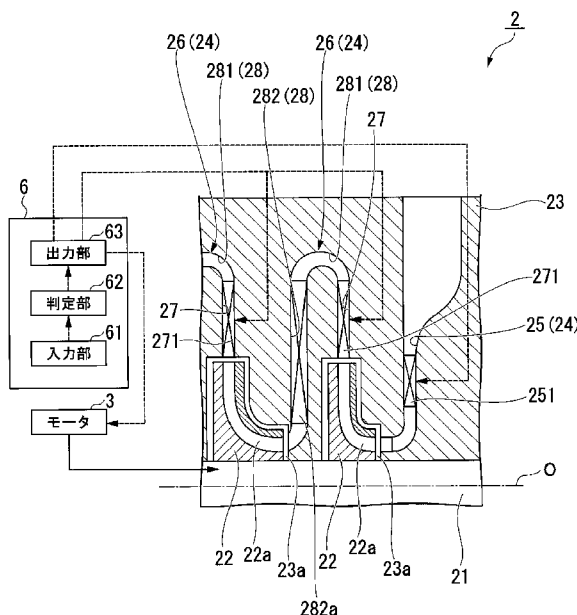
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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



- 3 Motor
61 Input unit
62 Determination unit
63 Output unit

(57) Abstract: A compressor system is provided with a compressor (2) having an impeller (22) that compresses a working fluid by rotating. The compressor (2) has: a housing (23) in which an inflow channel (25) and a discharge channel (27) are formed; a guide vane (251) provided to the inflow channel (25), said guide vane (251) having a changeable angle; a diffuser vane (271) provided to the discharge channel (27), said diffuser vane (271) having a changeable angle; and a control unit (6) that controls the angles of the guide vane (251) and the diffuser vane (271). The control unit (6) controls the angle of at least one of the guide vane (251) and the diffuser vane (271) on the basis of the number of rotations of the impeller (22) and the required PQ characteristic value.

(57) 要約: 圧縮機システムは、回転することで作動流体を圧縮するインペラ(22)を有する圧縮機(2)を備える。圧縮機(2)は、流入流路(25)及び排出流路(27)が形成されたハウジング(23)と、流入流路(25)に設けられて角度を変更可能なガイドベーン(251)と、排出流路(27)に設けられて角度を変更可能なディフューザベーン(271)と、ガイドベーン(251)及びディフューザベーン(271)の角度を制御する制御部(6)と、を有する。制御部(6)は、要求PQ特性値とインペラ(22)の回転数とに基づいて、ガイドベーン(251)及びディフューザベーン(271)の少なくとも一方の角度を制御する。

WO 2016/147473 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3月18日に出願された特願2015-054250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、海底生産システムや浮体式海洋石油貯蔵設備で使用される圧縮機システムでは、海底の生産井から採掘した原油や天然ガス等が混在した生産流体が流体として、圧縮機に流入する。この生産流体は、採掘中に原油等の油分の含有量が変動することで、特性が変わってしまう可能性がある。流入する生産流体の特性が変わってしまうと、圧縮機の運転可能な範囲が変化してしまう。その結果、圧縮機の運転条件が変わってしまう。

[0006] 本発明は、変化する運転条件に対応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を有する圧縮機と、を備え、前記圧縮機は、前記インペラに作動流体を流入させる流入流路、及び、前記インペラによって圧送される作動流体が流通する排出流路が形成されたハウジングと、前記流入流路に設けられて角度を変更可能なガイドベーンと、前記排出流路に設けられて角度を変更可能なディフューザベーンと、前記ガイドベーン及びディフューザベーンの角度を制御する制御部と、を有し、前記制御部は、要求される圧力及び流量の値である要求P Q特性値と前記インペラの回転数とに基づいて、前記ガイドベーン及び前記ディフューザベーンの少なくとも一方の角度を制御する。

[0008] このような構成によれば、要求P Q特性値とインペラの回転数とに基づいて、ガイドベーン及びディフューザベーンの少なくとも一方の角度を制御することができる。そのため、流入流路からインペラに流入する作動流体の流入角度またはインペラから排出流路に流入する作動流体の流入角度の少なくとも一方を小さくすることができる。これにより、運転中にP Q特性を向上させるようにサージコントロールラインを変化させることができ、圧縮機の

運転範囲を広げることができる。

[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、制御部は、前記インペラの回転数が予め定めた基準よりも小さい場合に、前記流入流路から前記インペラに流入する前記作動流体の流入方向に対する相対角度が小さくなるように前記ガイドベーンの角度を制御してもよい。

[0010] このような構成によれば、インペラの回転数が予め定めた基準よりも小さい場合に、インペラへの作動流体の流入側である流入流路からインペラに流入する作動流体の流入方向に対するガイドベーンの相対角度を小さくする。これにより、効率的にP Q特性を向上させることができる。その結果、ガイドベーンの角度を調整することで、低圧及び低流量の領域で効率的に圧縮機の運転範囲を広げることができる。

[0011] 本発明の第三の態様に係る圧縮機システムでは、第一の態様において、制御部は、前記インペラの回転数が予め定めた基準よりも大きい場合に、前記インペラから前記排出流路に流入する前記作動流体の流入方向に対する相対角度が小さくなるように前記ディフューザベーンの角度を制御してもよい。

[0012] このような構成によれば、インペラの回転数が予め定めた基準よりも大きい場合に、インペラからの作動流体の流出側である排出流路に流入する作動流体の流入角度に対するディフューザベーンの相対角度を小さくする。これにより、効率的にP Q特性を向上させることができる。その結果、高圧及び高流量の領域で効率的に圧縮機の運転範囲を広げることができる。

[0013] 本発明の第四の態様に係る圧縮機システムでは、第一から第三の態様のいずれか一つにおいて、前記制御部は、前記要求P Q特性値が予め定めた基準を満たした場合に、前記流入流路から前記インペラに流入する前記作動流体の流入方向に対する相対角度が小さくなるように前記ガイドベーンの角度を制御してもよい。

[0014] このような構成によれば、必要な場合のみP Q特性を向上させるように変化させることができ、効率的に圧縮機の運転範囲を広げることができる。

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

いずれか一つにおいて、前記制御部は、前記要求 P Q 特性値が予め定めた基準を満たした場合に、前記インペラから前記排出流路に流入する前記作動流体の流入方向に対する相対角度が小さくなるように前記ディフューザベーンの角度を制御してもよい。

[0016] このような構成によれば、必要な場合のみ P Q 特性を向上させるように変化させることができ、効率的に圧縮機の運転範囲を広げることができる。

発明の効果

[0017] 本発明の圧縮機システムによれば、ガイドベーン及びディフューザベーンの少なくとも一方の角度を制御することで、圧縮機の運転範囲を広げて、変化する運転条件に対応させることができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の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]本発明の実施形態における圧縮機の内部構造を示す模式図である。

[図3]本発明の実施形態における圧縮機での流量と圧力との関係図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明に係る実施形態について図 1 から図 3 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ていたり、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ていたりする。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。

[0020] 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、制御部 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。制御部 6 は、モータ 3 及び圧縮機 2 を制御する。

[0021] 圧縮機 2 は、ケーシング 5 内に收容されている。圧縮機 2 は、ロータ 3 1 とともにシャフト 2 1 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 2 1 と、インペラ 2 2 と、ハウジング 2 3 とを有している。シャフト 2 1 は、軸線 O 方向に延在している。インペラ 2 2 は、シャフト 2 1 の外周面に固定されてロータ 3 1 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 2 3 は、インペラ 2 2 を外側から覆っている。

[0022] シャフト 2 1 は、軸線 O 方向に延在する回転軸である。シャフト 2 1 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 2 1 は、ハウジング 2 3 を軸線 O 方向に貫通している。シャフト 2 1 は、両端がハウジング 2 3 から延出している。シャフト 2 1 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。

[0023] インペラ 2 2 は、シャフト 2 1 とともに回転し、内部に形成されたインペラ流路 2 2 a 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 2 2 は、シャフト 2 1 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。なお、図 1 において、インペラ 2 2 が複数設けられている場合の一例を示している。しかしながら、圧縮機 2 においてインペラ 2 2 は、少なくとも 1 つ以上設けられていればよい。

[0024] インペラ流路 2 2 a は、図 2 に示すように、インペラ 2 2 の入口部分から、インペラ 2 2 の出口部分に向けて作動流体を流通させる。インペラ 2 2 の入口部分は、インペラ 2 2 の軸線 O 方向の一方側である上流側（図 1 及び図 2 紙面右側）を向く端部に形成されている。インペラ 2 2 の出口部分は、インペラ 2 2 の軸線 O を基準とする径方向の外側を向く端部に形成されている。

[0025] ハウジング 2 3 は、圧縮機 2 の外装である。ハウジング 2 3 は、インペラ 2 2 を内部に收容している。ハウジング 2 3 は、ケーシング 5 内に收容されている。ハウジング 2 3 は、縮径及び拡径を繰り返す内部空間 2 3 a が複数

設けられている。この内部空間 23 a には、それぞれインペラ 22 が収容されている。内部空間 23 a 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、ハウジング流路 24 が形成されている。ハウジング流路 24 は、軸線 O 方向の上流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 及び図 2 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。

[0026] ハウジング流路 24 は、図 2 に示すように、吸込流路 25 と、中間流路 26 と、吐出流路（不図示）とを有している。吸込流路 25 は、軸線 O 方向の最も上流側に配置されてインペラ 22 に対して作動流体を外部から流入させる。中間流路 26 は、複数のインペラ 22 同士の間形成されている。吐出流路（不図示）は、軸線 O 方向の最も下流側に配置されたインペラ 22 から圧縮された作動流体を外部に吐出する。

[0027] 吸込流路 25 は、軸線 O 方向の最も上流側に配置されたインペラ 22 よりも上流側の位置に形成されている。吸込流路 25 は、軸線 O 方向の最も上流側に配置されたインペラ 22 に作動流体を流入させる流入流路である。吸込流路 25 は、ハウジング 23 の軸線 O 方向の上流側の周方向の一部に形成された開口から径方向の内側に向かって延びている。吸込流路 25 は、インペラ流路 22 a の入口に向かって作動流体を流通させる。吸込流路 25 には、インレットガイドベーン 251（ガイドベーン）が設けられている。インレットガイドベーン 251 は、ハウジング 23 の外部から吸い込まれた作動流体を所望の方向へ転向させてインペラ流路 22 a に案内する。

[0028] インレットガイドベーン 251 は、不図示の動作機構によって、角度を変更可能とされている。インレットガイドベーン 251 における所望の方向とは、例えば、外部から吸い込まれた作動流体に予旋回を加える方向である。インレットガイドベーン 251 における所望の方向とは、例えば、径方向に向かうにしたがってインペラ 22 の回転方向の前方側に傾斜する方向である。本実施形態のインレットガイドベーン 251 は、制御部 6 から信号に基づいて、インペラ流路 22 a に流入する作動流体の流入方向に対する相対角度

が小さくなるように角度が調整される。

[0029] 中間流路 26 は、軸線 O 方向に隣接するインペラ 22 の間を繋ぐように形成されている。中間流路 26 は、ハウジング 23 の外部には連通せず、ハウジング 23 の内部に形成されている。中間流路 26 は、ディフューザ流路 27 と、リターン流路 28 とを有している。ディフューザ流路 27 は、インペラ流路 22 a の出口部分から径方向の外側に向かって延びている。リターン流路 28 は、ディフューザ流路 27 に接続され、隣接するインペラ 22 のインペラ流路 22 a の入口部分に向かって延びている。

[0030] ディフューザ流路 27 は、入口がインペラ流路 22 a の出口部分と対向している。ディフューザ流路 27 は、インペラ流路 22 a から排出された作動流体を径方向の外側に向かって流通させる。ディフューザ流路 27 は、インペラ 22 によって圧送される作動流体が流通する排出流路である。ディフューザ流路 27 には、ディフューザベーン 271 が設けられている。ディフューザベーン 271 は、インペラ流路 22 a から排出された作動流体を所望の方向へ転向させる。

[0031] ディフューザベーン 271 は、不図示の動作機構によって、角度を変更可能とされている。ディフューザベーン 271 における所望の方向とは、流通する作動流体の動圧を静圧として回復させる方向である。ディフューザベーン 271 における所望の方向とは、径方向に向かうにしたがってインペラ 22 の回転方向の前方側に傾斜する方向である。本実施形態のディフューザベーン 271 は、制御部 6 から信号に基づいて、インペラ流路 22 a からディフューザ流路 27 に流入する作動流体の流入方向に対する相対角度が小さくなるように角度が調整される。

[0032] リターン流路 28 は、ディフューザ流路 27 を流通した作動流体をインペラ流路 22 a に流入させる流入流路である。リターン流路 28 は、曲り流路 281 と、直線流路 282 とを有している。曲り流路 281 は、ディフューザ流路 27 の径方向の外側の端部に接続されている。直線流路 282 は、曲り流路 281 の端部に接続されている。

- [0033] 曲り流路 281 は、ディフューザ流路 27 の径方向の外側に対して連続して形成されている。曲り流路 281 は、径方向の外側に延びた後に径方向の内側に湾曲するように延びている。曲り流路 281 は、径方向の外側へ向かう作動流体の流れを、径方向の内側に向かう流れに転向する。
- [0034] 直線流路 282 は、曲り流路 281 からインペラ流路 22a の入口部分に向かって径方向の内側に向かって延びている。直線流路 282 は、曲り流路 281 のディフューザ流路 27 との接続部分とは逆側に対して連続して形成されている。直線流路 282 には、ディフューザ流路 27 を流通した作動流体を所望の方向へ転向させるリターンベーン 282a が設けられている。
- [0035] モータ 3 は、図 1 に示すように、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。
- [0036] 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。
- [0037] 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を空けて設けられている。ステータ 32 は、例えばロータ 31 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 32 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 31 を回転させる。ステータ 32 は、ケーシング 5 内に固定されている。
- [0038] 軸受部 4 は、ケーシング 5 内に收容され、シャフト 21 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 41 及びスラスト軸

受 4 2 を備えている。

[0039] ジャーナル軸受 4 1 は、シャフト 2 1 に対して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。

[0040] 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。

[0041] ケーシング 5 は、圧縮機 2 とモータ 3 とを内部に収容している。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。

[0042] 制御部 6 は、予め定めた運転条件で圧縮機 2 が運転するように、圧縮機 2 及びモータ 3 を制御する。制御部 6 は、インレットガイドベーン 2 5 1 及びディフューザベーン 2 7 1 の角度を制御する。制御部 6 は、モータ 3 のロータ 3 1 の回転数を制御する。制御部 6 は、図 2 に示すように、入力部 6 1 と、判定部 6 2 と、出力部 6 3 とを有している。入力部 6 1 は、要求される圧力及び流量の値である要求 P Q 特性値と要求されるインペラ 2 2 の回転数である要求回転数とが入力される。判定部 6 2 は、入力された要求 P Q 特性値及び要求回転数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 6 3 は、判定部 6 2 での判定結果に基づいて、モータ 3、インレットガイドベーン 2 5 1、及び、ディフューザベーン 2 7 1 に信号を送る。

[0043] 入力部 6 1 は、入力された要求 P Q 特性値及び要求回転数を判定部 6 2 に

出力する。

判定部 6 2 は、要求回転数が予め定めた基準を満たしているか否かを判定するとともに、要求 P Q 特性値が初期運転範囲に収まっているか否かを判定する。判定部 6 2 は、判定結果に基づいて、インレットガイドベーン 2 5 1 またはディフューザベーン 2 7 1 の角度をどれだけ調整するか出力部 6 3 に指示を送る。

[0044] ここで、初期運転範囲とは、初期設定状態の圧縮機 2 がサージを起こさずに運転可能な範囲である。初期運転範囲は、図 3 に示す圧縮機 2 の圧力-流量の関係を示す曲線において、サージコントロールライン (Surge Control Line) SCL 1 1、SCL 1 2 や、サージコントロールライン SCL 2 1、SCL 2 2 よりも右側の領域である。サージコントロールライン SCL 1 1、SCL 1 2 は、初期値として定めた角度のインレットガイドベーン 2 5 1 及びディフューザベーン 2 7 1 によって定められる。サージコントロールライン SCL 2 1、SCL 2 2 は、後述する角度を変更した後のインレットガイドベーン 2 5 1 及びディフューザベーン 2 7 1 によって定められる。なお、これらサージコントロールラインよりも左側の領域では、サージが発生する。

[0045] 具体的には、本実施形態の判定部 6 2 は、入力された要求回転数が予め定めた第一基準を下回っているか否かを判定する。判定部 6 2 は、入力された要求回転数が予め定めた第二基準を上回っているか否かを判定する。

[0046] ここで、第一基準とは、定格運転時の回転数を 1 0 0 % とした場合に、回転数 1 0 0 % の状態よりも低圧及び低流量の領域で圧縮機 2 が運転される回転数である。逆に、第二基準とは、回転数 1 0 0 % の状態よりも高圧及び高流量の領域で圧縮機 2 が運転される回転数である。

本実施形態では、第一基準を回転数 1 0 0 % とする。本実施形態では、第二基準を回転数 1 1 0 % とする。

[0047] 判定部 6 2 は、入力された要求回転数が第一基準である回転数 1 0 0 % よりも小さい場合にインレットガイドベーン 2 5 1 を調整するよう出力部 6 3

に指示を送る。判定部62は、要求回転数が第一基準よりも小さいと判定した場合には、入力された要求PQ特性値が、初期運転範囲の低圧及び低流量の領域の低域側サージコントロールラインSCL12よりも右側の領域に収まっているか否かを判定する。したがって、例えば、要求PQ特性値が図3の α の領域の値である場合には、要求PQ特性値が低域側サージコントロールラインSCL12を超えていると判定する。この場合、判定部62は、吸込流路25からインペラ流路22aに流入する作動流体の流入方向に対する相対角度が小さくなるようにインレットガイドベーン251の角度を調整するよう出力部63に指示を送る。

[0048] 判定部62は、入力された要求回転数が第二基準である回転数110%よりも大きい場合にディフューザベーン271を調整するよう出力部63に指示を送る。判定部62は、要求回転数が第二基準よりも大きいと判定した場合には、入力された要求PQ特性値が、初期運転範囲の高圧及び高流量の領域の高域側サージコントロールラインSCL11よりも右側の領域に収まっているか否かを判定する。したがって、例えば、要求PQ特性値が図3の β の領域の値である場合には、要求PQ特性値が高域側サージコントロールラインSCL11を超えていると判定する。この場合、判定部62は、インペラ流路22aからディフューザ流路27に流入する作動流体の流入方向に対する相対角度が小さくなるようにディフューザベーン271の角度を調整するよう出力部63に指示を送る。

[0049] 判定部62は、入力された要求回転数が第一基準よりも大きく第二基準よりも小さい場合には、インレットガイドベーン251及びディフューザベーン271のいずれの角度も調整しないよう出力部63に指示を送る。判定部62は、入力された要求PQ特性値が初期運転範囲を超えていない場合にも、インレットガイドベーン251及びディフューザベーン271のいずれの角度も調整しないよう出力部63に指示を送る。

[0050] 出力部63は、判定部62を介して入力部61から入力された要求回転数に基づいて、モータ3にロータ31の回転数を変更するよう指示を送る。出

力部 6 3 は、判定部 6 2 での判定結果に基づいて、インレットガイドベーン 2 5 1 またはディフューザベーン 2 7 1 に角度を変更するように指示を送る。なお、インレットガイドベーン 2 5 1 またはディフューザベーン 2 7 1 に角度の変化量は、要求 P Q 特性値と現状の P Q 特性値との差から適宜設定されればよい。

[0051] 本実施形態では、出力部 6 3 からの指示を受けてインレットガイドベーン 2 5 1 の角度が調整される。これにより、図 3 の示すように、低圧及び低流量の領域の低域側サージコントロールライン S C L 1 2 の位置が S C L 2 2 に変化する。出力部 6 3 からの指示を受けてディフューザベーン 2 7 1 の角度が調整される。これにより、高圧及び高流量の領域の高域側サージコントロールライン S C L 1 1 の位置が S C L 1 2 に変化する。

[0052] 上記のような圧縮機システム 1 によれば、制御部 6 の入力部 6 1 に入力された要求 P Q 特性値及び要求回転数に基づいて、図示しない発電機等の外部装置によってステータ 3 2 に電流が供給される。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 とともに要求回転数で回転を開始する。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 方向の下流側から要求 P Q 特性値を満たした圧縮流体を排出する。

[0053] ここで、例えば、圧縮機システム 1 の運転中に生産流体中の油分の含有量等の状態量の変動した場合には、圧縮機 2 に流入する作動流体の特性が変わってしまい、圧縮機 2 の吐出圧力が変化する。そのため、圧縮機 2 の吐出圧力を一定に保つように制御部 6 の入力部 6 1 に要求 P Q 特性値及び要求回転数を入力する。要求 P Q 特性値及び要求回転数が入力されることで、出力部 6 3 は、要求回転数にしたがってモータ 3 にロータ 3 1 の回転数を変化させるように指示を送る。その結果、ロータ 3 1 を介してインペラ 2 2 の回転数が調整される。同時に、判定部 6 2 では、要求回転数が第一基準を下回っていると判定した場合には、要求 P Q 特性値が低域側サージコントロールライ

ン S C L 1 2 を超えているか否かを判定する。要求回転数が第一基準を下回っており、要求 P Q 特性値が低域側サージコントロールライン S C L 1 2 を超えている場合には、判定部 6 2 から出力部 6 3 にインレットガイドベーン 2 5 1 の角度を調整するよう信号を送る。出力部 6 3 からの信号を受けたインレットガイドベーン 2 5 1 は、吸込流路 2 5 からインペラ流路 2 2 a に流入する作動流体の流入方向に対する相対角度が小さくなるように角度を調整する。インレットガイドベーン 2 5 1 の角度が変化することで、低域側サージコントロールライン S C L 1 2 の位置が S C L 2 2 まで変化する。同時に、回転数 1 1 0 % の運転領域は線 L 1 1 1 から線 L 1 1 2 に変化する。したがって、低圧及び低流量の領域における P Q 特性を向上させることができる。

[0054] 判定部 6 2 では、要求回転数が第二基準を上回っていると判定した場合には、要求 P Q 特性値が高域側サージコントロールライン S C L 1 1 を超えているか否かを判定する。要求回転数が第二基準を上回っており、要求 P Q 特性値が高域側サージコントロールライン S C L 1 1 を超えている場合には、判定部 6 2 から出力部 6 3 にディフューザベーン 2 7 1 の角度を調整するよう信号を送る。出力部 6 3 からの信号を受けたディフューザベーン 2 7 1 は、インペラ流路 2 2 a からディフューザ流路 2 7 に流入する作動流体の流入方向に対する相対角度が小さくなるように角度を調整する。ディフューザベーン 2 7 1 の角度が変化することで、高域側サージコントロールライン S C L 1 1 の位置が S C L 1 2 まで変化する。同時に、回転数 1 1 0 % の運転領域は線 L 1 1 1 から線 L 1 1 2 に変化する。したがって、高圧及び高流量の領域における P Q 特性を向上させることができる。

[0055] 即ち、運転中に P Q 特性を向上させるようにサージコントロールラインを変化させることができる。そのため、インペラ流路 2 2 a に流入する作動流体の状態量が増加した場合であっても、吐出圧力を一定とするような運転を広範囲にわたって圧縮機 2 に実施させることができる。したがって、圧縮機 2 の運転範囲を広げることで、変化する運転条件に対応させることができる。

。

[0056] 要求回転数が低い場合には、インペラ 22 が低回転数で回転する。そのため、圧縮機 2 は低圧及び低流量の領域で運転される。即ち、要求回転数が低い場合には、インペラ 22 による作動流体の圧縮効率が低い。そのため、インペラ流路 22 a を流通する作動流体の体積流量が多くなる。そのため、要求回転数が低い場合では、インペラ流路 22 a に流入する作動流体の流入方向が圧縮機 2 の運転範囲に大きく影響を与える。したがって、要求回転数が予め定めた第一基準よりも小さい場合に、インペラ流路 22 a への作動流体の流入側である吸込流路 25 からインペラ流路 22 a に流入する作動流体の流入方向に対するインレットガイドベーン 251 の相体角度が小さくされる。これにより、効率的に P Q 特性を向上させることができる。つまり、インレットガイドベーン 251 の角度を調整することで、低圧及び低流量の領域でディフューザベーン 271 を調整するよりも効率的に圧縮機 2 の運転範囲を広げることができる。

[0057] 要求回転数が高い場合には、圧縮機 2 は高圧及び高流量の領域で運転される。即ち、要求回転数が高い場合には、作動流体の圧縮効率が低い。そのため、インペラ流路 22 a を流通する作動流体の体積流量が少なくなる。そのため、高圧及び高流量の領域では、インペラ流路 22 a から流出する作動流体のディフューザ流路 27 への流入角度が圧縮機 2 の運転範囲に大きく影響を与える。したがって、要求回転数が予め定めた第二基準よりも大きい場合に、インペラ流路 22 a からの作動流体の流出側であるディフューザ流路 27 に流入する作動流体の流入角度に対するディフューザベーン 271 の相対角度が小さくされる。これにより、効率的に P Q 特性を向上させることができる。つまり、ディフューザベーン 271 の角度を調整することで、高圧及び高流量の領域でインレットガイドベーン 251 を調整するよりも効率的に圧縮機 2 の運転範囲を広げることができる。

[0058] 要求 P Q 特性値が初期運転範囲を超えている場合のみインレットガイドベーン 251 やディフューザベーン 271 の角度を判定する。これにより、必

要な場合のみP Q特性を向上させるように変化させることができ、効率的に圧縮機2の運転範囲を広げることができる。

[0059] 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、及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。

[0060] なお、ガイドベーンは、本実施形態のように吸込流路25に設けられたインレットガイドベーン251であることに限定されるものではない。ガイドベーンは、流入流路に設けられてインペラ流路22aに流入する作動流体を所望の方向へ転向させることができればよい。例えば、ガイドベーンは、リターン流路28の直線流路282に設けられたリターンベーン282aであってもよい。

[0061] 本実施形態では、ガイドベーンであるインレットガイドベーン251とディフューザベーン271とをともに配置した構成としたが、このような構成に限定されるものではない。即ち、圧縮機2には、ガイドベーンのみを設けてもよく、ディフューザベーン271のみを設けてもよい。

[0062] ガイドベーン及びディフューザベーン271は、インペラ22が複数設けられている場合に、全てのインペラ22に対して設けられていることに限定されるものではない。ガイドベーン及びディフューザベーン271は、運転範囲を調整したい任意の段のインペラ22周りにのみ配置してもよい。

[0063] 本実施形態の判定部62では、予め定めた運転範囲に収まっているか否かを判定する基準として、第一基準と第二基準との異なった基準を用いたが、これに限定されるものではない。例えば、一つの基準を用いて予め定めた運転範囲に収まっているか否かを判定してもよい。

産業上の利用可能性

[0064] 上記圧縮機システムによれば、ガイドベーン及びディフューザベーンの少なくとも一方の角度を制御することで、圧縮機の運転範囲を広げて、変化する

る運転条件に対応させることができる。

符号の説明

- [0065] 1 圧縮機システム
- 軸線
- 2 圧縮機
- 2 1 シャフト
- 2 2 インペラ
- 2 2 a インペラ流路
- 2 3 ハウジング
- 2 3 a 内部空間
- 2 4 ハウジング流路
- 2 5 吸込流路
- 2 5 1 インレットガイドベーン
- 2 6 中間流路
- 2 7 ディフューザ流路
- 2 7 1 ディフューザベーン
- 2 8 リターン流路
- 2 8 1 曲り流路
- 2 8 2 直線流路
- 2 8 2 a リターンベーン
- 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

5 1 シール部材

6 制御部

6 1 入力部

6 2 判定部

6 3 出力部

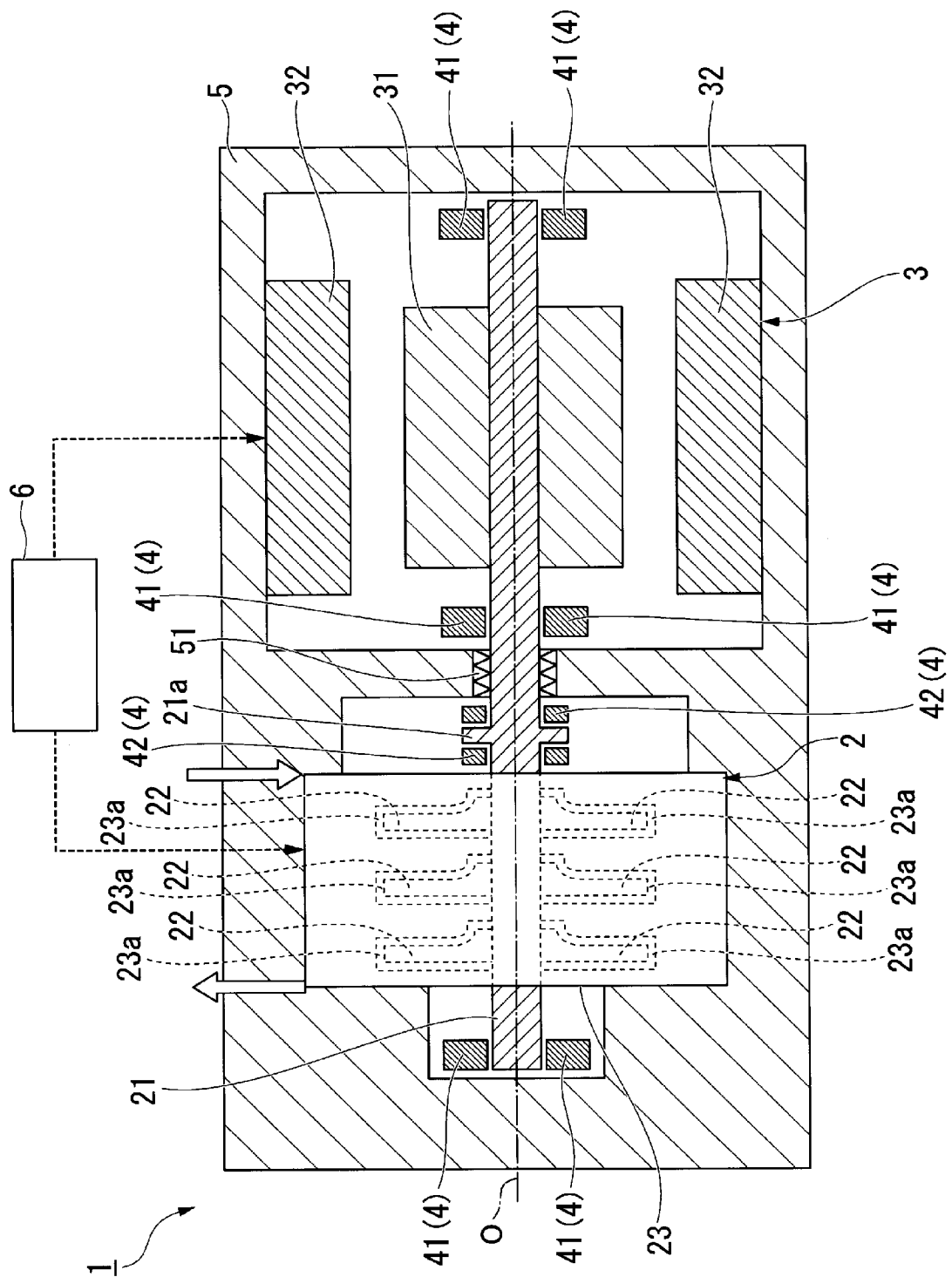
請求の範囲

- [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を有する圧縮機と、を備え、
前記圧縮機は、
前記インペラに作動流体を流入させる流入流路、及び、前記インペラによって圧送される作動流体が流通する排出流路が形成されたハウジングと、
前記流入流路に設けられて角度を変更可能なガイドベーンと、
前記排出流路に設けられて角度を変更可能なディフューザベーンと、
前記ガイドベーン及びディフューザベーンの角度を制御する制御部と、を有し、
前記制御部は、
要求される圧力及び流量の値である要求P Q特性値と前記インペラの回転数とに基づいて、前記ガイドベーン及び前記ディフューザベーンの少なくとも一方の角度を制御する圧縮機システム。
- [請求項2] 制御部は、前記インペラの回転数が予め定めた基準よりも小さい場合に、前記流入流路から前記インペラに流入する前記作動流体の流入方向に対する相対角度が小さくなるように前記ガイドベーンの角度を制御する請求項1に記載の圧縮機システム。
- [請求項3] 制御部は、前記インペラの回転数が予め定めた基準よりも大きい場合に、前記インペラから前記排出流路に流入する前記作動流体の流入方向に対する相対角度が小さくなるように前記ディフューザベーンの角度を制御する請求項1に記載の圧縮機システム。
- [請求項4] 前記制御部は、前記要求P Q特性値が予め定めた基準を満たした場合に、前記流入流路から前記インペラに流入する前記作動流体の流入

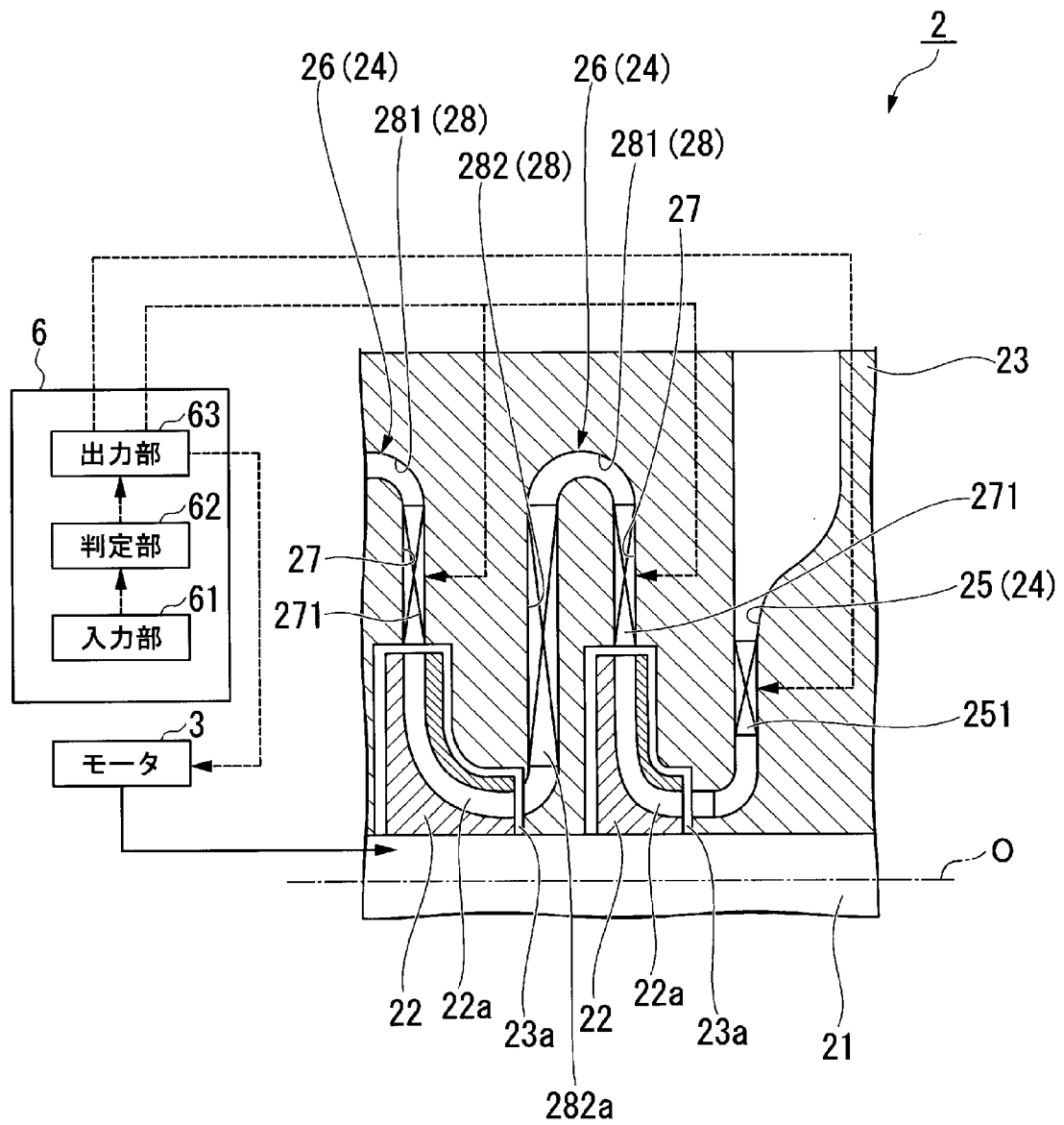
方向に対する相対角度が小さくなるように前記ガイドベーンの角度を制御する請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の圧縮機システム。

[請求項5] 前記制御部は、前記要求 P Q 特性値が予め定めた基準を満たした場合に、前記インペラから前記排出流路に流入する前記作動流体の流入方向に対する相対角度が小さくなるように前記ディフューザベーンの角度を制御する請求項 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。

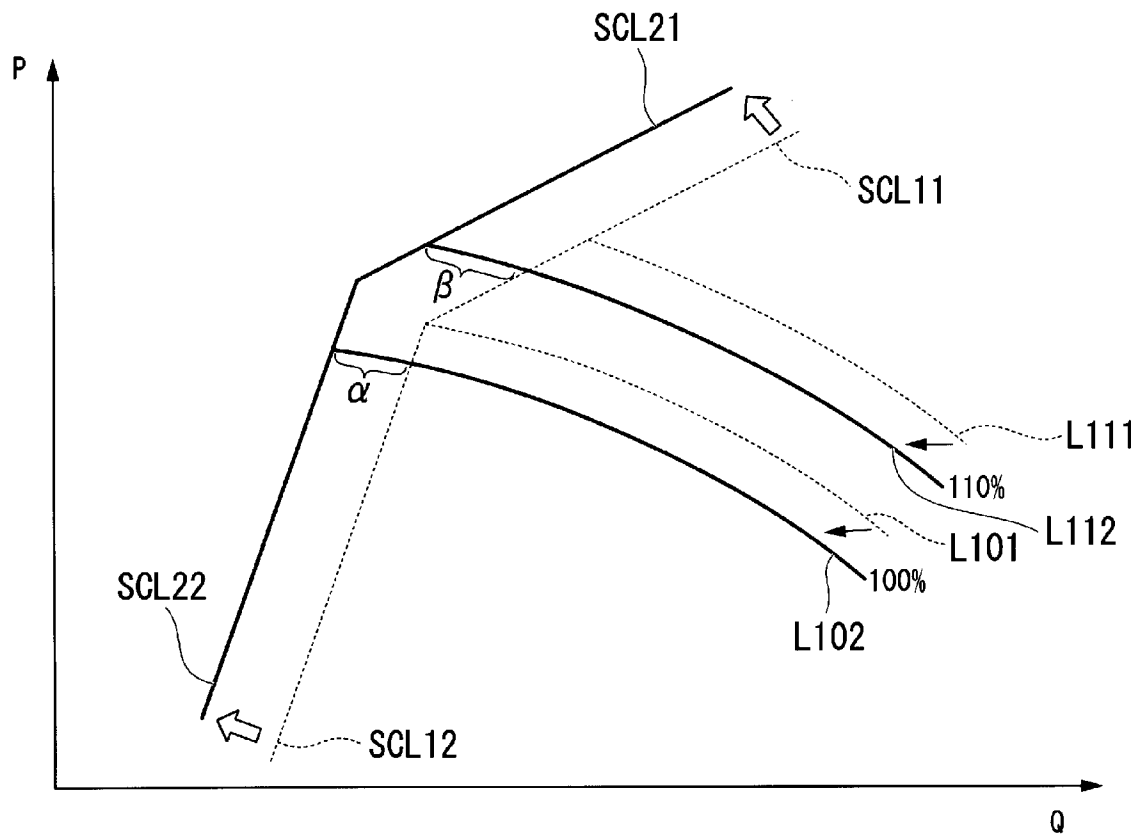
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/081588

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D27/00(2006.01)i, F04D17/14(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)

F04D27/00, F04D17/14

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.
Y A	JP 2012-140963 A (Hitachi Appliances, Inc.), 26 July 2012 (26.07.2012), paragraphs [0021] to [0025] (Family: none)	1, 3, 5 2, 4
Y A	JP 2008-208810 A (Hitachi Appliances, Inc.), 11 September 2008 (11.09.2008), paragraphs [0022] to [0023] (Family: none)	1, 3, 5 2, 4
A	JP 2003-293995 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 15 October 2003 (15.10.2003), paragraph [0039] (Family: none)	1-5

☐ 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
03 February 2016 (03.02.16)

Date of mailing of the international search report
16 February 2016 (16.02.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F04D27/00(2006.01)i, F04D17/14(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. F04D27/00, F04D17/14

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
Y A	JP 2012-140963 A（日立アプライアンス株式会社）2012.07.26, 段落【0021】－【0025】（ファミリーなし）	1, 3, 5 2, 4
Y A	JP 2008-208810 A（日立アプライアンス株式会社）2008.09.11, 段落【0022】－【0023】（ファミリーなし）	1, 3, 5 2, 4
A	JP 2003-293995 A（三菱重工業株式会社）2003.10.15, 段落【0039】（ファミリーなし）	1-5

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

03.02.2016

国際調査報告の発送日

16.02.2016

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）

所村 陽一

30

9718

電話番号 03-3581-1101 内線 3358