

(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
2020年10月1日(01.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/196504 A1

(51) 国際特許分類:

F04D 17/12 (2006.01) *F04D 29/46* (2006.01)
F04D 19/02 (2006.01) *F04D 29/52* (2006.01)
F04D 27/02 (2006.01) *F04D 29/66* (2006.01)
F04D 29/42 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/012977

(22) 国際出願日: 2020年3月24日(24.03.2020)

(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 2019-059225 2019年3月26日(26.03.2019) JP

(71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社
(**mitsubishi hitachi power systems,**

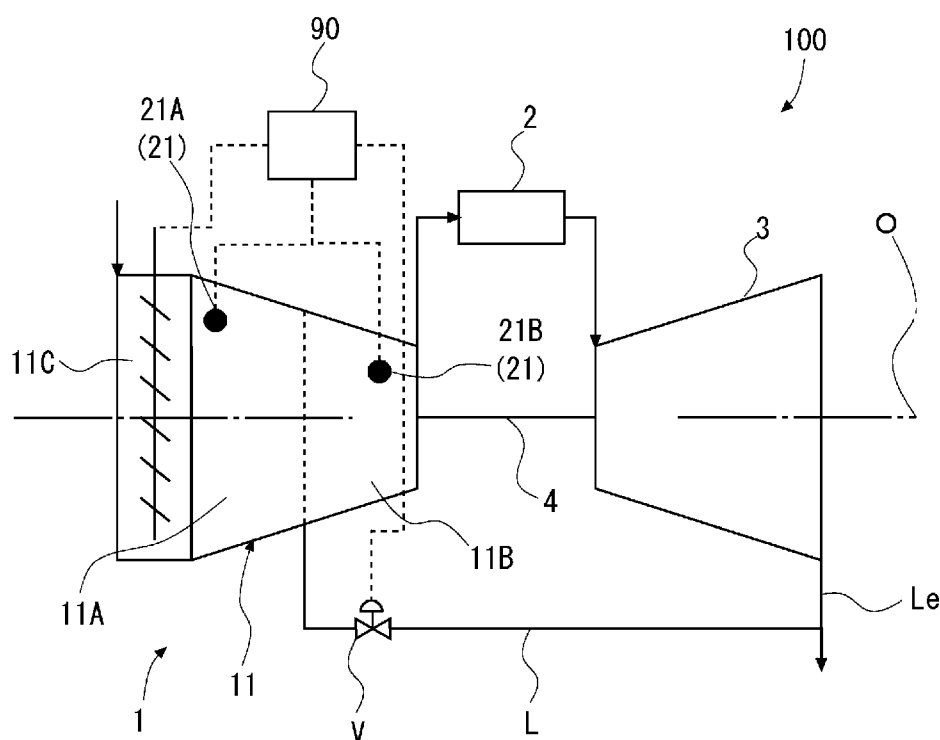
LTD.) [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区
みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 柴田 貴範 (**SHIBATA Takanori**);
〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3
号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 齋藤 昭
彦(**SAITO Akihiko**); 〒1008332 東京都千代田区
丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内
Tokyo (JP). 山本 圭介(**YAMAMOTO Keisuke**);
〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3
号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 松沼 泰史, 外(**MATSUNUMA Yasushi**
et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一
丁目9番2号 Tokyo (JP).

(54) Title: COMPRESSOR SYSTEM

(54) 発明の名称: 圧縮機システム



(57) Abstract: A compressor system (1) comprises: a compressor (11) having an upstream region (11A) into which a working fluid flows, a downstream region (11B) in which the pressure of the working fluid is greater than in the upstream region (11A), inlet guide vanes (11C) that are provided further upstream than the upstream region (11A) and are capable of altering the flow rate of the inflowing working fluid, and an extraction part (L) that is provided to a portion between the upstream region (11A) and the downstream region (11B) and is capable of extracting at least a portion of the working

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

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

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

fluid; detection devices (21), at least one of which is provided in each of the upstream region (11A) and the downstream region (11B), for detecting the physical quantity of the working fluid; and a control device (90) for adjusting, on the basis of changes in the physical quantity, the aperture of the inlet guide vanes (11C) and the amount extracted by the extraction part (L).

(57) 要約: 圧縮機システム(1)は、作動流体が流入する上流側領域(11A)と、作動流体の圧力が上流側領域(11A)よりも高い下流側領域(11B)と、上流側領域(11A)のさらに上流側に設けられ、流入する作動流体の流量を変化させることが可能な入口案内翼(11C)と、上流側領域(11A)と下流側領域(11B)との間の部分に設けられ、作動流体の少なくとも一部を抽出可能な抽出部(L)と、を有する圧縮機(11)と、上流側領域(11A)、及び下流側領域(11B)に少なくとも1つつ設けられ、作動流体の物理量を検出する検出装置(21)と、物理量の変化に基づいて、入口案内翼(11C)の開度、及び抽出部(L)による抽出量を調節する制御装置(90)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、2019年3月26日に、日本に出願された特願2019-059225号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 例えば軸流圧縮機や遠心圧縮機を含むターボ圧縮機では、回転数を一定に保ったままで圧力比を高めるように運転点を変更すると、旋回失速やサーGINGと呼ばれる現象が発生することが知られている。特にサーGINGは、圧縮機内部における作動流体の逆流や、回転軸の振動につながる可能性がある。このため、サーGINGを回避、又は抑制することが可能な技術に対する要請が高まっている。

[0003] このような技術の一例として、下記特許文献1に記載されたものが知られている。特許文献1には、静圧センサや動圧センサ、流速センサを含む各種の検出装置と、これら検出装置による検出値を周波数処理することによって、サーGINGの予兆となる変化を捉える技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許4030490号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記特許文献1に記載された装置では、サーGINGがある程度進行した状態にならないと、検出装置による検出値がノイズ（変動成分）に埋もれてしまう場合がある。これにより、サーGINGの予兆を精度高く検出することができない可能性がある。

[0006] 本発明は上記課題を解決するためになされたものであって、サーGINGの

発生をより高い精度で検知できるとともに、サージングを抑制することが可能な圧縮機システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の一態様に係る圧縮機システムは、作動流体が流入する上流側領域と、該上流側領域に連通するとともに、前記作動流体の圧力が前記上流側領域よりも高い下流側領域と、前記上流側領域のさらに上流側に設けられ、該上流側領域に流入する前記作動流体の流量を変化させることが可能な入口案内翼と、前記上流側領域と前記下流側領域との間の部分に設けられ、前記作動流体の少なくとも一部を抽出可能な抽出部と、を有する圧縮機と、前記上流側領域、及び前記下流側領域に少なくとも1つずつ設けられ、前記作動流体の物理量を検出する検出装置と、前記検出装置が検出した前記物理量の変化に基づいて、前記入口案内翼の開度、及び前記抽出部による抽出量のいずれか一方を調節する制御装置と、を備える。
- [0008] 上記構成によれば、圧縮機の上流側領域と下流側領域とに、少なくとも1つずつの検出装置が設けられている。検出装置は、作動流体の物理量を検出する。制御装置は、この物理量の変化に基づいて、作動流体の流れに生じた異常を検知する。制御装置は、入口案内翼の開度、及び抽出量のいずれか一方を調節する。これにより、作動流体の流れに生じた異常を解消することができる。
- [0009] 上記圧縮機システムでは、前記検出装置は、前記作動流体の流れ方向に配列された一対の温度検出部と、該一対の温度検出部の間に配置され、前記作動流体を加熱する加熱部と、を有し、前記物理量は、前記一対の温度検出部によって検出された前記作動流体の温度差に基づく該作動流体の流れ方向、及び流速であってもよい。
- [0010] 上記構成によれば、検出装置は、流れ方向に配列された一対の温度検出部と、その間に設けられた加熱部と、を有している。一対の温度検出部を流れ方向に作動流体が通過する際、加熱部によって作動流体が加熱される。したがって、流れ方向の下流側に位置する温度検出部と、上流側に位置する温度

検出部との間で、検出される温度に差が生じる。したがって、検出された温度が高い温度検出部が位置する側に作動流体が流れていることを検知することができる。つまり、作動流体の流れ方向を検知することができる。さらに、一对の温度検出部で検出された温度差の絶対値を検出することによって、作動流体の流速の変化を検知することもできる。これにより、例えば圧縮機の内部で作動流体の流れに逆流（即ち、流れ方向の変化）が生じたり、逆流の予兆となる流速の低下が生じたりした場合に、これらを直ちに検知することができる。

[0011] 上記圧縮機システムでは、前記温度検出部、及び前記加熱部は、前記作動流体に直接的に曝されていてもよい。

[0012] 上記構成によれば、作動流体の物理量の変化を直ちに検出することができる。これにより、装置全体の応答性を高めることができる。

[0013] 上記圧縮機システムでは、前記制御装置は、前記下流側領域で前記温度差が小さくなる方向に変化した場合には、前記入口案内翼の開度を大きくなる方向に調節してもよい。

[0014] 上記構成によれば、下流側領域の検出装置で検出された一对の温度検出部による温度差が小さくなった場合、当該下流側領域で作動流体の流速が低下したと判断することができる。流速の低下が続くと、最終的には流れ方向の変化につながる可能性がある。つまり、流速の低下は、逆流の予兆であると言える。この場合、圧縮機の下流側領域における作動流体の流量が過大となり、作動流体の流れが停滞し始めている（サージングが発生しつつある）と判断することができる。そこで、制御装置は、入口案内翼の開度を大きくなる方向に調節する。これにより、下流側領域に供給される作動流体の流量が減少する。その結果、発達する前にサージングを回避することができる。

[0015] 上記圧縮機システムでは、前記制御装置は、前記上流側領域で前記温度差が小さくなる方向に変化した場合には、前記抽出量を大きくなる方向に調節してもよい。

[0016] 上記構成によれば、上流側領域の検出装置で検出された一对の温度検出部

による温度差が小さくなった場合、当該上流側領域で作動流体の流速が低下したと判断することができる。流速の低下が続くと、最終的には流れ方向の変化につながる可能性がある。つまり、流速の低下は、逆流の予兆であると言える。この場合、圧縮機の上流側領域における作動流体の流量が過大となり、作動流体の流れが停滞し始めている（サージングが発生しつつある）と判断することができる。そこで、制御装置は、抽出量を大きくなる方向に調節する。これにより、上流側領域で停滞していた作動流体が抽出され、流れの停滞が解消される。その結果、発達する前にサージングを回避することができる。

[0017] 上記圧縮機システムでは、前記圧縮機は、軸線回りに回転可能な回転軸と、該回転軸に設けられ、前記軸線方向に配列された複数の動翼段と、前記回転軸及び前記動翼段を外周側から覆うケーシングと、該ケーシングの内周面に設けられ、前記複数の動翼段と前記軸線方向に交互に配列された複数の静翼段と、を有し、前記上流側領域は、前記複数の動翼段のうち、最も上流側から数えて３段目の前記動翼段よりも上流側の領域であり、前記下流側領域は、前記複数の動翼段のうち、最も下流側から数えて３段目の前記動翼段よりも下流側の領域であってもよい。

[0018] ここで、上記のような圧縮機では、最も上流側から数えて３段目の動翼段よりも上流側の領域、及び最も下流側から数えて３段目の動翼段よりも下流側の領域で、特にサージングが発生しやすいことが知られている。上記構成によれば、これらの領域をそれぞれ上流側領域、下流側領域としていることから、サージングの発生やその予兆を早期かつ正確に検知することができる。

[0019] 上記圧縮機システムでは、前記静翼段は、前記軸線に対する径方向に延びるとともに、周方向に配列され、上流側を向く負圧面、及び下流側を向く正圧面を有する複数の静翼を有し、前記検出装置は、前記負圧面に設けられていてもよい。

[0020] ここで、静翼の負圧面では特に作動流体の剥離や逆流を生じやすい。上記

の構成によれば、この負圧面に検出装置が設けられていることから、上記の剥離や逆流を早期かつ正確に検知することができる。

[0021] 上記圧縮機システムでは、前記圧縮機は、軸線回りに回転可能な回転軸と、該回転軸に設けられたインペラと、該インペラを外周側から覆うとともに、前記インペラの上流側、及び下流側に前記作動流体が流通する流路を形成するケーシングと、を有し、前記上流側領域は、前記流路における前記インペラよりも上流側の領域であり、前記下流側領域は、前記流路における前記インペラよりも下流側の領域であってもよい。

[0022] ここで、上記のような圧縮機では、インペラよりも上流側の領域、及びインペラよりも下流側の領域で、特にサージングが発生しやすいことが知られている。上記構成によれば、これらの領域をそれぞれ上流側領域、下流側領域としていることから、サージングの発生やその予兆を早期かつ正確に検知することができる。

[0023] 上記圧縮機システムでは、前記流路は、前記インペラの下流側に設けられ、前記軸線に対する径方向内側から外側に向かって前記作動流体を導くディフューザ流路、及び該ディフューザ流路のさらに下流側に設けられ、径方向外側から内側に向かって前記作動流体を導くリターン流路を有し、前記検出装置は、前記ディフューザ流路、及び前記リターン流路の少なくとも一方に設けられていてもよい。

[0024] 上記構成によれば、ディフューザ流路、及びリターン流路の少なくとも一方に検出装置が設けられていることから、下流側領域におけるサージングの発生やその予兆をきめ細かく、正確に検知することができる。

[0025] 本発明の一態様に係る圧縮機システムは、作動流体が流入する上流側領域と、該上流側領域に連通するとともに、前記作動流体の圧力が前記上流側領域よりも高い下流側領域と、前記上流側領域のさらに上流側に設けられ、該上流側領域に流入する前記作動流体の流量を変化させることが可能な入口案内翼と、前記上流側領域と前記下流側領域との間の部分に設けられ、前記作動流体の少なくとも一部を抽出可能な抽出部と、を有する圧縮機と、前記上

流側領域、及び前記下流側領域に少なくとも1つずつ設けられ、前記作動流体の物理量を検出する検出装置と、前記検出装置が検出した前記物理量の変化に基づいて、前記入口案内翼の開度、及び前記抽出部による抽出量を調節する制御装置と、を備え、前記圧縮機は、軸線回りに回転可能な回転軸と、該回転軸に設けられ、前記軸線方向に配列された複数の動翼段と、前記回転軸及び前記動翼段を外周側から覆うケーシングと、該ケーシングの内周面に設けられ、前記複数の動翼段と前記軸線方向に交互に配列された複数の静翼段と、を有し、前記上流側領域は、前記複数の動翼段のうち、最も上流側から数えて3段目の前記動翼段よりも上流側の領域であり、前記下流側領域は、前記複数の動翼段のうち、最も下流側から数えて3段目の前記動翼段よりも下流側の領域であり、前記静翼段は、前記軸線に対する径方向に延びるとともに、周方向に配列され、上流側を向く負圧面、及び下流側を向く正圧面を有する複数の静翼を有し、前記検出装置は、前記負圧面に設けられている。

[0026] 圧縮機の上流側領域と下流側領域とに、少なくとも1つずつの検出装置が設けられている。検出装置は、作動流体の物理量を検出する。制御装置は、この物理量の変化に基づいて、作動流体の流れに生じた異常を検知する。制御装置は、入口案内翼の開度、及び抽出量のいずれか一方を調節する。これにより、作動流体の流れに生じた異常を解消することができる。さらに、上記のような圧縮機では、最も上流側から数えて3段目の動翼段よりも上流側の領域、及び最も下流側から数えて3段目の動翼段よりも下流側の領域で、特にサージングが発生しやすいことが知られている。上記構成によれば、これらの領域をそれぞれ上流側領域、下流側領域としていることから、サージングの発生やその予兆を早期かつ正確に検知することができる。ここで、静翼の負圧面では特に作動流体の剥離や逆流を生じやすい。上記の構成によれば、この負圧面に検出装置が設けられていることから、上記の剥離や逆流を早期かつ正確に検知することができる。

[0027] 上記圧縮機システムでは、前記検出装置は、前記作動流体の流れ方向に配

列された一对の温度検出部と、該一对の温度検出部の間に配置され、前記作動流体を加熱する加熱部と、を有し、前記物理量は、前記一对の温度検出部によって検出された前記作動流体の温度差であり、前記圧縮機の負荷を低減する指令が出された場合に、前記制御装置は、前記物理量の大きさに基づいて、前記入口案内翼を閉じる速度を決定してもよい。

[0028] ここで、圧縮機の負荷を低減する指令が出された場合に、作動流体の流入量を下げるべく入口案内翼を過度に高速で閉じると、下流側領域で圧縮される作動流体の量が不足して上流側に逆流する（サージが発生する）虞がある。一方で、入口案内翼を過度に低速で閉じると、下流側に設けられた燃焼器への作動流体の供給量が過剰となることで燃焼ガスの温度が低下する。その結果、燃焼振動の発生や NO_x 排出量の増加につながる虞がある。上記構成によれば、一对の温度検出部が検出した温度差、つまり流体の速度又は流量に基づいて、制御装置が入口案内翼を閉じる速度を決定する。このため、上記のサージや不安定燃焼を回避しつつ、入口案内翼を適切な速度で閉めることができる。その結果、安定的かつ迅速に圧縮機の負荷を低減することができる。

[0029] 上記圧縮機システムでは、前記制御装置は、前記物理量が予め定められた閾値よりも大きい場合に、前記入口案内翼を相対的に高い速度で閉じ、前記物理量が前記閾値よりも小さい場合に、前記入口案内翼を相対的に低い速度で閉じてよい。

[0030] 上記構成によれば、予め定められた閾値に基づいて物理量の大きさを評価することのみによって、入口案内翼を閉じる最適な速度を決定することができる。これにより、サージや不安定燃焼の発生する可能性を低く抑えつつ、迅速に圧縮機の負荷を低減することができる。

[0031] 上記圧縮機システムでは、前記制御装置は、前記物理量が、予め定められた複数の数値範囲のうちのいずれに属するかを判定し、該属する数値範囲に対応して予め定められた速度を選択して前記入口案内翼を閉じてよい。

[0032] 上記構成によれば、物理量が属する数値範囲に対応して定められた速度を

選択して入口案内翼を閉じることができる。つまり、物理量の大きさに基づいて、きめ細かく入口案内翼を閉じる速度を決定することができる。その結果、サージや不安定燃焼の発生する可能性をさらに低く抑えつつ、より迅速に圧縮機の負荷を低減することができる。

[0033] 上記圧縮機システムでは、前記制御装置は、前記物理量、及び該物理量の値に応じた前記入口案内翼を閉じる最適な速度との関係を示すテーブルを参照して、前記入口案内翼を閉じる速度を決定してもよい。

[0034] 上記構成によれば、入口案内翼を閉じる最適な速度と物理量との関係を示すテーブルに従って速度を選択して入口案内翼を閉じることができる。つまり、物理量の大きさに基づいて、さらにきめ細かく入口案内翼を閉じる速度を決定することができる。これにより、サージや不安定燃焼の発生する可能性をより一層低く抑えつつ、さらに迅速に圧縮機の負荷を低減することができる。

[0035] 本発明の一態様に係る圧縮機システムは、作動流体が流入する上流側領域と、該上流側領域に連通するとともに、前記作動流体の圧力が前記上流側領域よりも高い下流側領域と、前記上流側領域のさらに上流側に設けられ、該上流側領域に流入する前記作動流体の流量を変化させることが可能な入口案内翼と、を有する圧縮機と、前記下流側領域に少なくとも1つ設けられ、前記作動流体の物理量を検出する検出装置と、前記検出装置が検出した前記物理量の変化に基づいて、前記入口案内翼の開度を調節する制御装置と、を備え、前記検出装置は、前記作動流体の流れ方向に配列された一对の温度検出部と、該一对の温度検出部の間に配置され、前記作動流体を加熱する加熱部と、を有し、前記物理量は、前記一对の温度検出部によって検出された前記作動流体の温度差であり、前記圧縮機の負荷を低減する指令が出された場合に、前記制御装置は、前記物理量の大きさに基づいて、前記入口案内翼を閉じる速度を決定する。

[0036] ここで、圧縮機の負荷を低減する指令が出された場合に、作動流体の流入量を下げるべく入口案内翼を過度に高速で閉じると、下流側領域で圧縮され

る作動流体の量が不足して上流側に逆流する（サージが発生する）虞がある。一方で、入口案内翼を過度に低速で閉じると、下流側に設けられた燃焼器への作動流体の供給量が過剰となることで燃焼ガスの温度が低下する。その結果、燃焼振動の発生や NO_x 排出量の増加につながる虞がある。上記構成によれば、一对の温度検出部が検出した温度差、つまり流体の速度又は流量に基づいて、制御装置が入口案内翼を閉じる速度を決定する。このため、上記のサージや不安定燃焼を回避しつつ、入口案内翼を適切な速度で閉めることができる。その結果、安定的かつ迅速に圧縮機の負荷を低減することができる。

[0037] 上記圧縮機システムでは、前記制御装置は、前記物理量が予め定められた閾値よりも大きい場合に、前記入口案内翼を相対的に高い速度で閉じ、前記物理量が前記閾値よりも小さい場合に、前記入口案内翼を相対的に低い速度で閉じてよい。

[0038] 上記構成によれば、予め定められた閾値に基づいて物理量の大きさを評価することのみによって、入口案内翼を閉じる最適な速度を決定することができる。これにより、サージや不安定燃焼の発生する可能性を低く抑えつつ、迅速に圧縮機の負荷を低減することができる。

[0039] 上記圧縮機システムでは、前記制御装置は、前記物理量が、予め定められた複数の数値範囲のうちのいずれに属するかを判定し、該属する数値範囲に対応して予め定められた速度を選択して前記入口案内翼を閉じてよい。

[0040] 上記構成によれば、物理量が属する数値範囲に対応して定められた速度を選択して入口案内翼を閉じることができる。つまり、物理量の大きさに基づいて、きめ細かく入口案内翼を閉じる速度を決定することができる。その結果、サージや不安定燃焼の発生する可能性をさらに低く抑えつつ、より迅速に圧縮機の負荷を低減することができる。

[0041] 上記圧縮機システムでは、前記制御装置は、前記物理量、及び該物理量の値に応じた前記入口案内翼を閉じる最適な速度との関係を示すテーブルを参照して、前記入口案内翼を閉じる速度を決定してもよい。

[0042] 上記構成によれば、入口案内翼を閉じる最適な速度と物理量との関係を示すテーブルに従って速度を選択して入口案内翼を閉じることができる。つまり、物理量の大きさに基づいて、さらにきめ細かく入口案内翼を閉じる速度を決定することができる。これにより、サージや不安定燃焼の発生する可能性をより一層低く抑えつつ、さらに迅速に圧縮機の負荷を低減することができる。

発明の効果

[0043] 本発明によれば、サージングの発生をより高い精度で検知できるとともに、サージングを抑制することが可能な圧縮機システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0044] [図1]本発明の第一実施形態に係るガスタービンの構成を示す図である。
[図2]本発明の第一実施形態に係る圧縮機システムの構成を示す断面図である。
[図3]本発明の第一実施形態に係る検出装置の構成を示す模式図である。
[図4]本発明の第一実施形態に係る制御装置のハードウェア構成図である。
[図5]本発明の第一実施形態に係る制御装置の機能ブロック図である。
[図6]本発明の第一実施形態に係る検出装置によって検出された温度差の変化の一例を示すグラフである。
[図7]本発明の第一実施形態の変形例に係る静翼の構成を示す斜視図である。
[図8]本発明の第二実施形態に係る圧縮機システムの構成を示す断面図である。
[図9]本発明の第三実施形態に係るガスタービンの構成を示す図である。
[図10]本発明の第三実施形態に係る制御装置の機能ブロック図である。
[図11]本発明の第三実施形態に係る制御装置の動作を示すフローチャートである。
[図12]本発明の第三実施形態に係る制御装置の動作の変形例を示すフローチャートである。

[図13]本発明の第三実施形態に係る制御装置の動作のさらなる変形例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0045] [第一実施形態]

本発明の第一実施形態について、図1から図6を参照して説明する。図1に示すように、本実施形態に係るガスタービン100は、圧縮機システム1と、燃焼器2と、タービン3と、を備えている。圧縮機システム1は、外部の空気（作動流体）を圧縮して高圧空気を生成する。燃焼器2は、高圧空気に燃料を混合して燃焼させ、高温高圧の燃焼ガスを生成する。タービン3は、この燃焼ガスによって回転駆動される。タービン3と圧縮機システム1は、軸線Oに沿って延びる回転軸4によって接続されている。したがって、タービン3の回転は回転軸4を介して圧縮機システム1に伝達される。

[0046] 圧縮機システム1は、圧縮機11と、入口案内翼11Cと、検出装置21と、放風流路L（抽出部）と、放風弁Vと、制御装置90と、を有している。圧縮機11は、軸線O方向一方側（上流側）から導かれた空気を圧縮して他方側（下流側）に設けられた燃焼器2に供給する。つまり、この圧縮機11は、軸流圧縮機である。詳しくは後述するが、圧縮機11は、軸線O方向における上流側に位置する上流側領域11Aと、下流側に位置する下流側領域11Bと、を有している。下流側領域11Bでは、上流側領域11Aに比べて作動流体（空気）の圧力が高くなっている。上流側領域11Aには、入口案内翼11Cを介して外部の空気が導入される。入口案内翼11Cは、上流側領域11Aに流入する空気の量を調節するために設けられている。入口案内翼11Cは、後述する制御装置90から送出された電気信号によってその開度を変化させることが可能である。

[0047] 上流側領域11A内には、当該上流側領域11Aを流通する空気の物理量を検出する検出装置21（第一検出装置21A）が少なくとも1つ設けられている。同様に、下流側領域11B内には、当該下流側領域11Bを流通する空気の物理量を検出する検出装置21（第二検出装置21B）が少なくと

も1つ設けられている。

[0048] ここで、図2に示すように、圧縮機11は、軸線O回りに回転可能な回転軸4と、この回転軸4の外周面上で、軸線O方向に配列された複数の動翼段42と、これら回転軸4及び動翼段42を外周側から覆うケーシング30と、ケーシング30の内周面に設けられた複数の静翼段41と、を有している。静翼段41は、軸線O方向において動翼段42と交互に配列されている。上述の上流側領域11Aとは、複数の動翼段42のうち、最も上流側から数えて3段目の動翼段42よりも上流側の領域を指す。即ち、第一検出装置21Aは、最も上流側の動翼段42（第一動翼段42A）、及び上流側から数えて2段目の動翼段42（第二動翼段42B）に対応するケーシング30の内周面に設けられている。なお、第一動翼段42Aと隣接する第一静翼段41A、及び第二動翼段42Bに隣接する第二静翼段41Bに第一検出装置21Aを設けることも可能である。

[0049] さらに、上述の下流側領域11Bとは、複数の動翼段42のうち、最も下流側から数えて3段目の動翼段42よりも下流側の領域を指す。即ち、第二検出装置21Bは、最も下流側の動翼段42（出口最終動翼段42D）、及び下流側から数えて2段目の動翼段42（出口動翼段42C）に対応するケーシング30の内周面に設けられている。なお、出口最終動翼段42Dに隣接する出口最終静翼段41D、及び出口動翼段42Cに隣接する出口静翼段41Cに第二検出装置21Bを設けることも可能である。さらに、出口最終動翼段42Dの下流側に設けられているディフューザ流路静翼段41Eに対応するケーシング30の内周面に第二検出装置21Bを設けることも可能である。

[0050] 検出装置21は、圧縮機11内における空気の流れ方向Df、及び流速の変化を物理量として検出する。図3に示すように、検出装置21は、流れ方向Dfに間隔をあけて配列された一对の温度検出部61と、これら温度検出部61同士の上に設けられた加熱部62とを有している。温度検出部61、及び加熱部62は、いずれも作動流体に直接的に曝されている。即ち、これ

ら温度検出部 6 1、及び加熱部 6 2は、ケーシング 3 0の表面（内周面）に露出している。温度検出部 6 1は、自身に接触した空気の温度を検出する。加熱部 6 2は、自身の近傍を流れる空気を加熱する。加熱部 6 2によって空気が加熱されることから、流れ方向 D f 下流側に位置する温度検出部 6 1が検出する空気の温度 T d は、上流側に位置する温度検出部 6 1が検出する空気の温度 T u よりも高くなる。さらに、これらの値の温度差（ $T d - T u$ ）の値は、空気の流速が高まるにつれて大きくなる。また、空気の流れ方向 D f が変化した場合（即ち、流れ方向が逆転した場合）には、温度差（ $T d - T u$ ）は負の値となる。なお、図 6 は、この温度差の時間変化の一例を示すグラフである。同図の例では、時刻 t 1 において温度差が一時的に小さくなっている。この場合、当該領域における空気の流速が一時的に低下したと判断できる。また、時刻 t 2 においては、温度差がゼロとなっている。この場合、当該領域における空気の流速がゼロとなった（即ち、流体の滞留が生じている）と判断することができる。

[0051] 再び図 1 又は図 2 に示すように、本実施形態に係る圧縮機 1 1 には、上記の上流側領域 1 1 A と下流側領域 1 1 B との間の領域（中間段）を流通する空気の一部を抽出可能な放風流路 L と、この放風流路 L 上に設けられた放風弁 V と、が設けられている。放風流路 L は、タービン 3 の排気口に連通する排气流路 L e に接続されている。放風弁 V の開度を調節することによって、放風流路 L によって抽出される空気の量（抽出量）を変化させることができる。

[0052] 制御装置 9 0 は、上記の検出装置 2 1 によって検出された物理量に基づいて、入口案内翼 1 1 C の開度、及び放風弁 V の開度を調節する。図 4 に示すように、制御装置 9 0 は、CPU 9 1（Central Processing Unit）、ROM 9 2（Read Only Memory）、RAM 9 3（Random Access Memory）、HDD 9 4（Hard Disk Drive）、信号受信モジュール 9 5（I/O：Input/Output）を備えるコンピュータである。信号受信モジュール 9 5 は、検出装置 2 1 で検出された物理量を電気信号として受信する。信号受信モジュール 9 5 は、

例えばチャージアンプ等を介して増幅された信号を受信してもよい。

[0053] 図5に示すように、制御装置90のCPU91は予め自装置で記憶するプログラムを実行することにより、制御部81、流速算出部82、流れ方向算出部83、記憶部84、判定部85を有する。制御部81は制御装置90に備わる他の機能部を制御する。流速算出部82、及び流れ方向算出部83には、検出装置21によって検出された上述の温度差の値がそれぞれ数値情報として入力される。

[0054] 流速算出部82は、温度差の絶対値に基づいて、空気の流速を算出する。流れ方向算出部83は、温度差の正負に基づいて、空気の流れ方向を算出する。判定部85は、流速算出部82によって算出された流速、及び流れ方向算出部83によって算出された流れ方向を、記憶部84に記憶された閾値と比較する。例えば、下流側領域11Bに配置された第二検出装置21Bのみで流速の減少、又は流れ方向の逆転が検出された（即ち、温度差が小さくなる方向に変化した）場合、入口案内翼11Cの開度を大きくなる方向に調節する電気信号を当該入口案内翼11Cに送出する。一方で、上流側領域11Aに配置された第一検出装置21Aのみで流速の減少、又は流れ方向の逆転が検出された（即ち、温度差が小さくなる方向に変化した）場合、判定部85は、放風弁Vの開度を大きくなる方向に調節する電気信号を放風弁Vに送出する。

[0055] 次いで、本実施形態に係るガスタービン100の動作について説明する。ガスタービン100を運転するに当たっては、まず圧縮機11を不図示の電動機等で駆動する。圧縮機11が駆動されることにより、外部の空気が入口案内翼11Cを介して圧縮機11に取り込まれ、高圧空気が生成される。燃焼器2は、この高圧空気に燃料を混合して燃焼させ、高温高圧の燃焼ガスを生成する。タービン3は燃焼ガスによって回転駆動される。タービン3の回転力は軸端から取り出されて発電機（不図示）等の駆動に用いられる。

[0056] ここで、上記のような圧縮機11では、回転数を一定に保ったままで圧力比を高めるように運転点を変更すると、旋回失速やサージングと呼ばれる現

象が発生することが知られている。特にサージングは、圧縮機内部における作動流体の逆流や、回転軸の振動につながる可能性がある。そこで、本実施形態では、上述の検出装置 21 によって空気の物理量としての流速、及び流れ方向を検出し、これに基づいて制御装置 90 が入口案内翼 11C の開度、及び放風弁 V の開度のいずれか一方を調節する。

[0057] 具体的には、下流側領域 11B の第二検出装置 21B で検出された一对の温度検出部 61 による温度差が小さくなった場合、当該下流側領域 11B で作動流体の流速が低下したと判断することができる。流速の低下が続くと、最終的には流れ方向の変化につながる可能性がある。つまり、流速の低下は、逆流の予兆であると言える。この場合、圧縮機 11 の下流側領域 11B における作動流体の流量が過大となり、作動流体の流れが停滞し始めている（サージングが発生しつつある）と判断することができる。そこで、制御装置 90 は、入口案内翼 11C の開度を大きくする方向に調節する。

[0058] 一方で、上流側領域 11A の第一検出装置 21A で検出された一对の温度検出部 61 による温度差が小さくなった場合、当該上流側領域 11A で作動流体の流速が低下したと判断することができる。この場合、圧縮機 11 の上流側領域 11A における作動流体の流量が過大となり、作動流体の流れが停滞し始めている（サージングが発生しつつある）と判断することができる。そこで、制御装置 90 は、放風弁 V の開度を大きくなる方向に調節し、放風流路 L による空気の抽出量を大きくなる方向に調節する。これにより、例えば圧縮機の内部で作動流体の流れに逆流（即ち、流れ方向の変化）が生じたり、逆流の予兆となる流速の低下が生じたりした場合に、これらを直ちに検知することができる。

[0059] 以上、説明したように、本実施形態に係る構成によれば、圧縮機 11 の上流側領域 11A と下流側領域 11B とに、少なくとも 1 つずつの検出装置 21 が設けられている。検出装置 21 は、作動流体の物理量を検出する。制御装置 90 は、この物理量の変化に基づいて、作動流体の流れに生じた異常を検知する。制御装置 90 は、入口案内翼 11C の開度、及び抽出量のいずれ

か一方を調節する。これにより、作動流体の流れに生じた異常を解消することができる。

[0060] さらに、上記構成によれば、検出装置 21 は、流れ方向 D f に配列された一对の温度検出部 61 と、その間に設けられた加熱部 62 と、を有している。一对の温度検出部 61 を流れ方向 D f に作動流体が通過する際、加熱部 62 によって作動流体が加熱される。したがって、流れ方向 D f の下流側に位置する温度検出部 61 と、上流側に位置する温度検出部 61 との間で、検出される温度に差が生じる。したがって、検出された温度が高い温度検出部 61 が位置する側に向かって作動流体が流れていることを検知することができる。つまり、作動流体の流れ方向 D f を検知することができる。さらに、一对の温度検出部 61 で検出された温度差の絶対値を検出することによって、作動流体の流速の変化を検知することもできる。これにより、例えば圧縮機 11 の内部で作動流体の流れに逆流（即ち、流れ方向の変化）が生じたり、逆流の予兆となる流速の低下が生じたりした場合に、これらを直ちに検知することができる。

[0061] 加えて、上記構成によれば、下流側領域 11 B の検出装置 21 で検出された一对の温度検出部 61 による温度差が小さくなった場合、当該下流側領域 11 B で作動流体の流速が低下したと判断することができる。流速の低下が続くと、最終的には流れ方向の変化につながる可能性がある。つまり、流速の低下は、逆流の予兆であると言える。この場合、圧縮機 11 の下流側領域 11 B における作動流体の流量が過大となり、作動流体の流れが停滞し始めている（サージングが発生しつつある）と判断することができる。そこで、制御装置 90 は、入口案内翼 11 C の開度を大きくする方向に調節する。これにより、下流側領域 11 B に供給される作動流体の流量が増加する。その結果、発達する前にサージングを回避することができる。

[0062] また、上記構成によれば、上流側領域 11 A の検出装置 21 で検出された一对の温度検出部 61 による温度差が小さくなった場合、当該上流側領域 11 A で作動流体の流速が低下したと判断することができる。流速の低下が続

くと、最終的には流れ方向の変化につながる可能性がある。つまり、流速の低下は、逆流の予兆であると言える。この場合、圧縮機 11 の上流側領域 11A における作動流体の流量が過大となり、作動流体の流れが停滞し始めている（サージングが発生しつつある）と判断することができる。そこで、制御装置 90 は、放風流路 L による抽出量を大きくなる方向に調節する。これにより、上流側領域 11A で停滞していた作動流体が抽出され、流れの停滞が解消される。その結果、発達する前にサージングを回避することができる。

[0063] ここで、上記のような圧縮機 11 では、最も上流側から数えて 3 段目の動翼段 42 よりも上流側の領域、及び最も下流側から数えて 3 段目の動翼段 42 よりも下流側の領域で、特にサージングが発生しやすいことが知られている。上記構成によれば、これらの領域をそれぞれ上流側領域 11A、下流側領域 11B としていることから、サージングの発生やその予兆を早期かつ正確に検知することができる。

[0064] 以上、本発明の第一実施形態について説明した。なお、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。例えば、上記実施形態では、上流側領域 11A、及び下流側領域 11B におけるケーシング 30 の内周面に検出装置 21 を設ける構成について説明した。

[0065] しかしながら、他の例として、図 7 に示すように、静翼段 41 における静翼 41p に検出装置 21 を設けることも可能である。より詳細には、静翼段 41 は、ケーシング 30 の内周面に沿って周方向に配列された複数の静翼 41p を有している。これら静翼 41p のうちの少なくとも 1 つに検出装置 21 を設けることが可能である。静翼 41p は、流れ方向 Df の上流側から下流側に向かって延びる翼型の断面を有している。流れ方向 Df の下流側を向く面は下流側に向かって凹むことで正圧面 S1 とされている。下流側を向く面は上流側に向かって凸となることで負圧面 S2 とされている。また、上流側の端縁は前縁 Ef とされ、下流側の端縁は後縁 Ed とされている。検出装

置 2 1 は、負圧面 S 2 における径方向外側、又は内側に偏った位置であって、前縁 E f よりも後縁 E d に近接する部分に設けられることが望ましい。

[0066] ここで、静翼 4 1 p の負圧面 S 2 では特に作動流体の剥離や逆流を生じやすい。上記の構成によれば、この負圧面 S 2 に検出装置 2 1 が設けられていることから、上記の剥離や逆流を早期かつ正確に検知することができる。

[0067] [第二実施形態]

次に、本発明の第二実施形態について、図 8 を参照して説明する。なお、上記の第一実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。図 8 に示すように、本実施形態では、遠心圧縮機としての圧縮機 2 1 1 に、上述の検出装置 2 1 が設けられている。

[0068] 圧縮機 2 1 1 は、軸線 O 回りに回転可能な回転軸 5 0 と、この回転軸 5 0 に一体に固定されたインペラ 5 と、インペラ 5 を外周側から覆うケーシング 5 5 と、を有している。インペラ 5 は、軸線 O の径方向に広がるディスク 5 1 と、ディスク 5 1 の上流側を向く面に設けられた複数のブレード 5 2 と、これらブレード 5 2 を上流側から覆うカバー 5 3 と、を有している。カバー 5 3 とディスク 5 1、及び互いに隣接するブレード 5 2 の間には、作動流体としての空気が流れるインペラ流路 P 2 が形成されている。

[0069] ケーシング 5 5 の内部には、インペラ流路 P 2 に連通する案内流路 P 1、ディフューザ流路 P 3、リターンベンド部 P 4、及びリターン流路 P 5 が形成されている。ディフューザ流路 P 3 は、インペラ流路 P 2 の径方向外側の端部に連通するとともに、径方向外側に向かって延びている。リターンベンド部 P 4 は、このディフューザ流路 P 3 の径方向外側の端部に連通するとともに、径方向内側に向かうように反転する方向に延びている。リターンベンド部 P 4 における最も径方向外側には、上述の第一実施形態で説明したほう風流路 L' が接続されている。リターン流路 P 5 は、リターンベンド部 P 4 の下流側に連通するとともに、下流側に位置する後段の案内流路 P 1 に連通している。リターン流路 P 5 内には、リターンベーン 5 4 が設けられている。

[0070] このような圧縮機 2 1 1 において、インペラ 5 よりも上流側の領域は上流側領域 2 1 1 A とされ、インペラ 5 よりも下流側の領域は下流側領域 2 1 1 B とされている。上流側領域 2 1 1 A には、上記の第一実施形態で説明した検出装置 2 1 (第一検出装置 2 1 A) が設けられている。具体的には、この第一検出装置 2 1 A は、案内流路 P 1 におけるケーシング 5 5 の内周面に設けられている。下流側領域 2 1 1 B には、第二検出装置 2 1 B が設けられている。具体的には、ディフューザ流路 P 3 における上流側の壁面、及び下流側の壁面にそれぞれ 1 つずつの第二検出装置 2 1 B が設けられている。さらに、リターンベーン 5 4 の上流側の端部と、下流側の端部にも、それぞれ 1 つずつの第二検出装置 2 1 B が設けられている。なお、ディフューザ流路 P 3、及びリターンベーン 5 4 のいずれか一方のみに第二検出装置 2 1 B が設けられている構成を採ることも可能である。

[0071] ここで、上記のような圧縮機 2 1 1 では、インペラ 5 よりも上流側の領域、及びインペラ 5 よりも下流側の領域で、特にサージングが発生しやすいことが知られている。上記構成によれば、これらの領域をそれぞれ上流側領域 2 1 1 A、下流側領域 2 1 1 B とし、各領域にそれぞれ検出装置 2 1 が設けられていることから、サージングの発生やその予兆を早期かつ正確に検知することができる。

[0072] また、上記構成によれば、ディフューザ流路 P 3、及びリターン流路 P 5 の少なくとも一方に検出装置 2 1 が設けられていることから、下流側領域 2 1 1 B におけるサージングの発生やその予兆をきめ細かく、正確に検知することができる。

[0073] 以上、本発明の第二実施形態について説明した。なお、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。

[0074] [第三実施形態]

続いて、本発明の第三実施形態に係る圧縮機システム 2 0 0 について、図 9 から図 1 1 を参照して説明する。なお、上記の各実施形態と同様の構成に

については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。本実施形態では、ガスタービン100の負荷を低減する指令が出された場合における入口案内翼11Cの制御について説明する。

[0075] 図9に示すように、本実施形態に係る圧縮機システム200では、検出装置21は上述の第二検出装置21Bのみを有している。また、圧縮機システム200は、上述の放風流路L（抽出部）と、放風弁Vとを有していない。さらに、制御装置90の構成が上記の各実施形態とは異なっている。

[0076] 図10に示すように、制御装置90は、制御部81、流速算出部82、閉じ速度決定部83b、記憶部84、判定部85を有する。制御部81は制御装置90に備わる他の機能部を制御する。流速算出部82には、検出装置21によって検出された上述の温度差の値が数値情報として入力される。

[0077] 流速算出部82は、温度差の絶対値に基づいて、空気の流速（又は流量）を算出する。判定部85は、流速算出部82によって算出された流速を、記憶部84に記憶された閾値と比較する。閉じ速度決定部83bは、判定部85の判定結果に基づいて、入口案内翼11Cの閉じ速度を決定する。より具体的には図11に示すように、負荷低減指令（工程S1）が出された後で、上記の温度差（つまり、流速）の値と、予め定められた閾値との大小を比較する（工程S2）。温度差が閾値よりも大きいと判定された場合には、相対的に高い速度で入口案内翼11Cを閉じる（工程S31）。一方で、温度差が閾値よりも小さいと判定された場合には、相対的に低い速度で入口案内翼11Cを閉じる。その後、ガスタービン100の出力が目標出力まで低下したか否かを判定する（工程S4）。ガスタービン100の出力が目標出力まで低下していないと判定された場合には、再び上述の工程S2から工程S4を繰り返す。ガスタービン100の出力が目標出力まで低下したと判定された場合には処理を完了する。

[0078] ここで、圧縮機11（ガスタービン100）の負荷を低減する指令が出された場合に、空気の流入量を下げるべく入口案内翼11Cを過度に高速で閉じると、下流側領域11Bで圧縮される空気の量が不足して上流側に逆流す

る（サージが発生する）虞がある。一方で、入口案内翼 11C を過度に低速で閉じると、下流側に設けられた燃焼器 2 への空気の供給量が過剰となることで燃焼ガスの温度が低下する。その結果、燃焼振動の発生や NOx 排出量の増加につながる虞がある。上記構成によれば、一对の温度検出部 61 が検出した温度差、つまり流体の速度又は流量に基づいて、制御装置 90 が入口案内翼 11C を閉じる速度を決定する。このため、上記のサージや不安定燃焼を回避しつつ、入口案内翼 11C を適切な速度で閉めることができる。その結果、安定的かつ迅速にガスタービン 100 の負荷を低減することができる。

[0079] さらに、上記構成によれば、予め定められた閾値に基づいて流速又は流量 9 を評価することのみによって、入口案内翼 11C を閉じる最適な速度を決定することができる。これにより、サージや不安定燃焼の発生する可能性を低く抑えつつ、迅速にガスタービン 100 の負荷を低減することができる。

[0080] 以上、本発明の第三実施形態について説明した。なお、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。例えば、第一実施形態で説明した構成（つまり、第一検出装置 21A、放風流路 L、及び放風弁 V を備える構成）に、第三実施形態で説明した制御装置 90（つまり、閉じ速度決定部 83b をさらに備える制御装置 90）を組み合わせ適用することも可能である。

[0081] また、第三実施形態における閉じ速度決定部 83b の動作は一例であり、他の例として図 12、及び図 13 に示す処理を行うように閉じ速度決定部 83b を構成することも可能である。

[0082] 図 12 の例では、制御装置 90 は、温度検出装置 21 が検出した温度差（つまり、流速又は流量）が、予め定められた連続する複数の数値範囲のうちのいずれに属するかを判定する（工程 2B）。さらに当該属する数値範囲に対応して予め定められた閉じ速度を選択して入口案内翼 11C を閉じる（工程 S3A～S3C）。なお、同図の例では入口案内翼 11C を閉じる速度として 3 つの速度（高速、中速、低速）を設定しているが、速度域の数は 3 つ

に限定されず、4つ以上の速度域を設定することも可能である。

[0083] 上記構成によれば、温度検出装置21の検出結果が属する数値範囲に対応して定められた速度を選択して入口案内翼11Cを閉じることができる。つまり、温度差（つまり、流速又は流量）の大きさに基づいて、きめ細かく入口案内翼11Cを閉じる速度を決定することができる。その結果、サージや不安定燃焼の発生する可能性をさらに低く抑えつつ、より迅速にガスタービン100の負荷を低減することができる。

[0084] 図13の例では、制御装置90は、温度検出部21の検出結果、及び当該温度差の値に応じた入口案内翼11Cを閉じる最適な速度との関係を示すテーブルを参照して、入口案内翼11Cを閉じる速度を決定する（工程S2C）。その後、当該決定された速度で入口案内翼11Cを閉じる（工程S3C）。

[0085] 上記構成によれば、入口案内翼11Cを閉じる最適な速度と温度差（つまり、流速又は流量）との関係を示すテーブルに従って速度を選択して入口案内翼11Cを閉じることができる。つまり、温度差の大きさに基づいて、さらにきめ細かく入口案内翼11Cを閉じる速度を決定することができる。これにより、サージや不安定燃焼の発生する可能性をより一層低く抑えつつ、さらに迅速にガスタービン100の負荷を低減することができる。

産業上の利用可能性

[0086] 本発明によれば、サージンの発生をより高い精度で検知できるとともに、サージンを抑制することが可能な圧縮機システムを提供することができる。

符号の説明

[0087] 100, 200 ガスタービン

1 圧縮機システム

2 燃焼器

3 タービン

4, 50 回転軸

5 インペラ

1 1, 2 1 1 圧縮機

1 1 A, 2 1 1 A 上流側領域

1 1 B, 2 1 1 B 下流側領域

1 1 C 入口案内翼

2 1 検出装置

2 1 A 第一検出装置

2 1 B 第二検出装置

3 0, 5 5 ケーシング

4 1 静翼段

4 1 A 第一静翼段

4 1 B 第二静翼段

4 1 C 出口静翼段

4 1 D 出口最終静翼段

4 1 E ディフューザ流路静翼段

4 2 A 第一動翼段

4 2 B 第二動翼段

4 2 C 出口動翼段

4 2 D 出口最終動翼段

5 1 ディスク

5 2 ブレード

5 3 カバー

5 4 リターンベーン

6 1 温度検出部

6 2 加熱部

8 1 制御部

8 2 流速算出部

8 3 流れ方向算出部

8 3 b 閉め速度決定部

8 4 記憶部

8 5 判定部

9 0 制御装置

9 1 C P U

9 2 R O M

9 3 R A M

9 4 H D D

9 5 I / O

D f 流れ方向

E d 後縁

E f 前縁

L, L' 放風流路

L e 排気流路

O 軸線

P 1 案内流路

P 2 インペラ流路

P 3 ディフューザ流路

P 4 リターンベンド部

P 5 リターン流路

S 1 正圧面

S 2 負圧面

T d, T u 温度

V 放風弁

請求の範囲

- [請求項1] 作動流体が流入する上流側領域と、
該上流側領域に連通するとともに、前記作動流体の圧力が前記上流側領域よりも高い下流側領域と、
前記上流側領域のさらに上流側に設けられ、該上流側領域に流入する前記作動流体の流量を変化させることが可能な入口案内翼と、
前記上流側領域と前記下流側領域との間の部分に設けられ、前記作動流体の少なくとも一部を抽出可能な抽出部と、
を有する圧縮機と、
前記上流側領域、及び前記下流側領域に少なくとも1つずつ設けられ、前記作動流体の物理量を検出する検出装置と、
前記検出装置が検出した前記物理量の変化に基づいて、前記入口案内翼の開度、及び前記抽出部による抽出量を調節する制御装置と、
を備える圧縮機システム。
- [請求項2] 前記検出装置は、
前記作動流体の流れ方向に配列された一対の温度検出部と、
該一対の温度検出部の間に配置され、前記作動流体を加熱する加熱部と、
を有し、
前記物理量は、前記一対の温度検出部によって検出された前記作動流体の温度差に基づく該作動流体の流れ方向、及び流速である請求項1に記載の圧縮機システム。
- [請求項3] 前記温度検出部、及び前記加熱部は、前記作動流体に直接的に曝されている請求項2に記載の圧縮機システム。
- [請求項4] 前記制御装置は、前記下流側領域で前記温度差が小さくなる方向に変化した場合には、前記入口案内翼の開度を大きくする方向に調節する請求項2又は3に記載の圧縮機システム。
- [請求項5] 前記制御装置は、前記上流側領域で前記温度差が小さくなる方向に

変化した場合には、前記抽出量を大きくなる方向に調節する請求項 2 から 4 のいずれか一項に記載の圧縮機システム。

[請求項6]

前記圧縮機は、
軸線回りに回転可能な回転軸と、
該回転軸に設けられ、前記軸線方向に配列された複数の動翼段と、
前記回転軸及び前記動翼段を外周側から覆うケーシングと、
該ケーシングの内周面に設けられ、前記複数の動翼段と前記軸線方向に交互に配列された複数の静翼段と、
を有し、

前記上流側領域は、前記複数の動翼段のうち、最も上流側から数えて 3 段目の前記動翼段よりも上流側の領域であり、

前記下流側領域は、前記複数の動翼段のうち、最も下流側から数えて 3 段目の前記動翼段よりも下流側の領域である請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の圧縮機システム。

[請求項7]

前記静翼段は、前記軸線に対する径方向に延びるとともに、周方向に配列され、上流側を向く負圧面、及び下流側を向く正圧面を有する複数の静翼を有し、

前記検出装置は、前記負圧面に設けられている請求項 6 に記載の圧縮機システム。

[請求項8]

前記圧縮機は、
軸線回りに回転可能な回転軸と、
該回転軸に設けられたインペラと、
該インペラを外周側から覆うとともに、前記インペラの上流側、及び下流側に前記作動流体が流通する流路を形成するケーシングと、
を有し、

前記上流側領域は、前記流路における前記インペラよりも上流側の領域であり、

前記下流側領域は、前記流路における前記インペラよりも下流側の

領域である請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の圧縮機システム。

[請求項9] 前記流路は、前記インペラの下流側に設けられ、前記軸線に対する径方向内側から外側に向かって前記作動流体を導くディフューザ流路、及び該ディフューザ流路のさらに下流側に設けられ、径方向外側から内側に向かって前記作動流体を導くリターン流路を有し、

前記検出装置は、前記ディフューザ流路、及び前記リターン流路の少なくとも一方に設けられている請求項 8 に記載の圧縮機システム。

[請求項10] 作動流体が流入する上流側領域と、
該上流側領域に連通するとともに、前記作動流体の圧力が前記上流側領域よりも高い下流側領域と、

前記上流側領域のさらに上流側に設けられ、該上流側領域に流入する前記作動流体の流量を変化させることが可能な入口案内翼と、

前記上流側領域と前記下流側領域との間の部分に設けられ、前記作動流体の少なくとも一部を抽出可能な抽出部と、
を有する圧縮機と、

前記上流側領域、及び前記下流側領域に少なくとも 1 つずつ設けられ、前記作動流体の物理量を検出する検出装置と、

前記検出装置が検出した前記物理量の変化に基づいて、前記入口案内翼の開度、及び前記抽出部による抽出量を調節する制御装置と、
を備え、

前記圧縮機は、

軸線回りに回転可能な回転軸と、

該回転軸に設けられ、前記軸線方向に配列された複数の動翼段と、

前記回転軸及び前記動翼段を外周側から覆うケーシングと、

該ケーシングの内周面に設けられ、前記複数の動翼段と前記軸線方向に交互に配列された複数の静翼段と、

を有し、

前記上流側領域は、前記複数の動翼段のうち、最も上流側から数え

て３段目の前記動翼段よりも上流側の領域であり、

前記下流側領域は、前記複数の動翼段のうち、最も下流側から数えて３段目の前記動翼段よりも下流側の領域であり、

前記静翼段は、前記軸線に対する径方向に延びるとともに、周方向に配列され、上流側を向く負圧面、及び下流側を向く正圧面を有する複数の静翼を有し、

前記検出装置は、前記負圧面に設けられている圧縮機システム。

[請求項11]

前記検出装置は、

前記作動流体の流れ方向に配列された一对の温度検出部と、

該一对の温度検出部の間に配置され、前記作動流体を加熱する加熱部と、

を有し、

前記物理量は、前記一对の温度検出部によって検出された前記作動流体の温度差であり、

前記圧縮機の負荷を低減する指令が出された場合に、前記制御装置は、前記物理量の大きさに基づいて、前記入口案内翼を閉じる速度を決定する請求項１から１０のいずれか一項に記載の圧縮機システム。

[請求項12]

前記制御装置は、前記物理量が予め定められた閾値よりも大きい場合に、前記入口案内翼を相対的に高い速度で閉じ、前記物理量が前記閾値よりも小さい場合に、前記入口案内翼を相対的に低い速度で閉じる請求項１１に記載の圧縮機システム。

[請求項13]

前記制御装置は、前記物理量が、予め定められた複数の数値範囲のうちのいずれに属するかを判定し、該属する数値範囲に対応して予め定められた速度を選択して前記入口案内翼を閉じる請求項１１に記載の圧縮機システム。

[請求項14]

前記制御装置は、前記物理量、及び該物理量の値に応じた前記入口案内翼を閉じる最適な速度との関係を示すテーブルを参照して、前記入口案内翼を閉じる速度を決定する請求項１１に記載の圧縮機システム。

ム。

[請求項15]

作動流体が流入する上流側領域と、

該上流側領域に連通するとともに、前記作動流体の圧力が前記上流側領域よりも高い下流側領域と、

前記上流側領域のさらに上流側に設けられ、該上流側領域に流入する前記作動流体の流量を変化させることが可能な入口案内翼と、
を有する圧縮機と、

前記下流側領域に少なくとも1つ設けられ、前記作動流体の物理量を検出する検出装置と、

前記検出装置が検出した前記物理量の変化に基づいて、前記入口案内翼の開度を調節する制御装置と、
を備え、

前記検出装置は、

前記作動流体の流れ方向に配列された一对の温度検出部と、

該一对の温度検出部の間に配置され、前記作動流体を加熱する加熱部と、
を有し、

前記物理量は、前記一对の温度検出部によって検出された前記作動流体の温度差であり、

前記圧縮機の負荷を低減する指令が出された場合に、前記制御装置は、前記物理量の大きさに基づいて、前記入口案内翼を閉じる速度を決定する圧縮機システム。

[請求項16]

前記制御装置は、前記物理量が予め定められた閾値よりも大きい場合に、前記入口案内翼を相対的に高い速度で閉じ、前記物理量が前記閾値よりも小さい場合に、前記入口案内翼を相対的に低い速度で閉じる請求項15に記載の圧縮機システム。

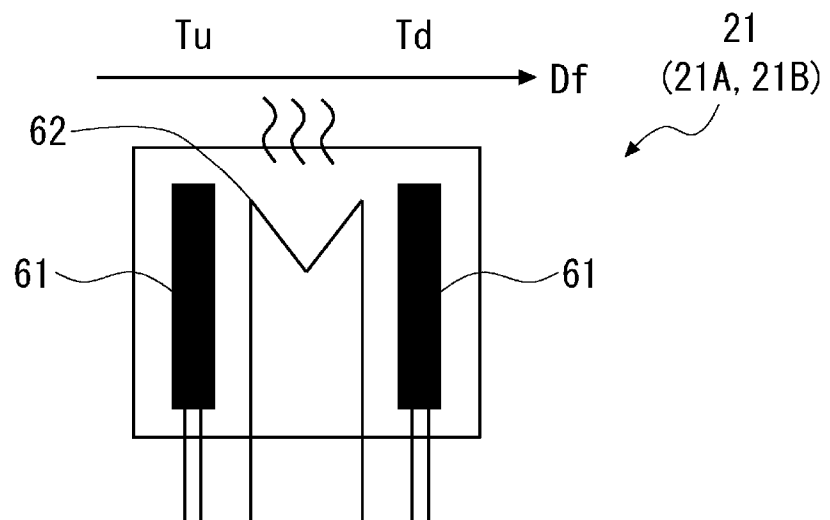
[請求項17]

前記制御装置は、前記物理量が、予め定められた複数の数値範囲のうちのいずれに属するかを判定し、該属する数値範囲に対応して予め

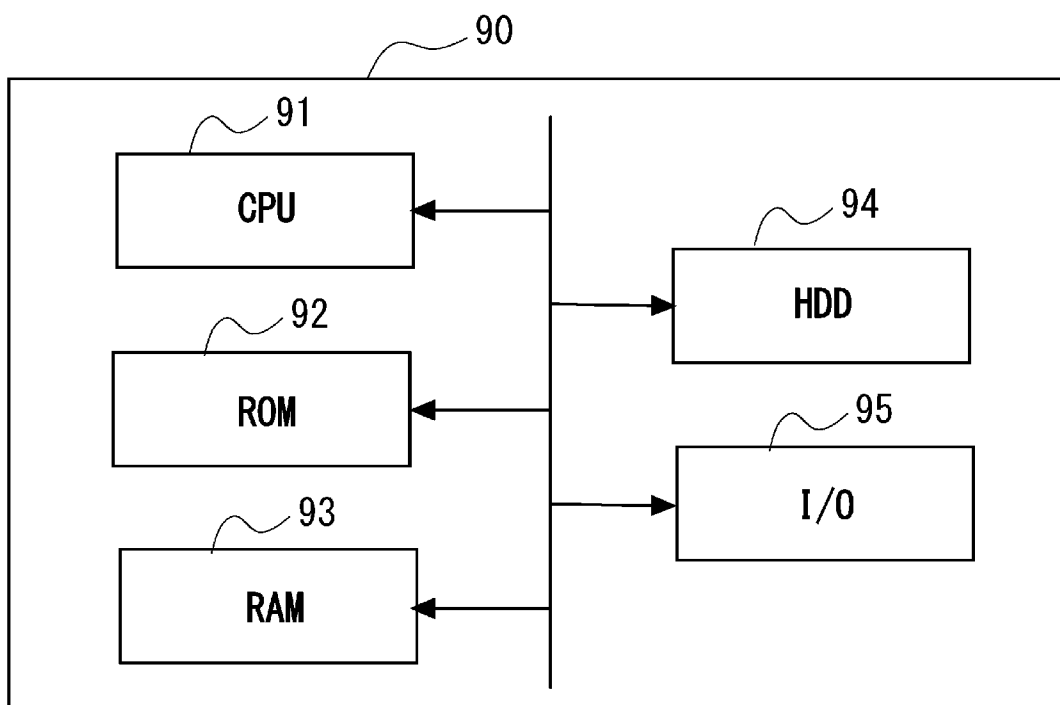
定められた速度を選択して前記入口案内翼を閉じる請求項 15 に記載の圧縮機システム。

[請求項18] 前記制御装置は、前記物理量、及び該物理量の値に応じた前記入口案内翼を閉じる最適な速度との関係を示すテーブルを参照して、前記入口案内翼を閉じる速度を決定する請求項 15 に記載の圧縮機システム。

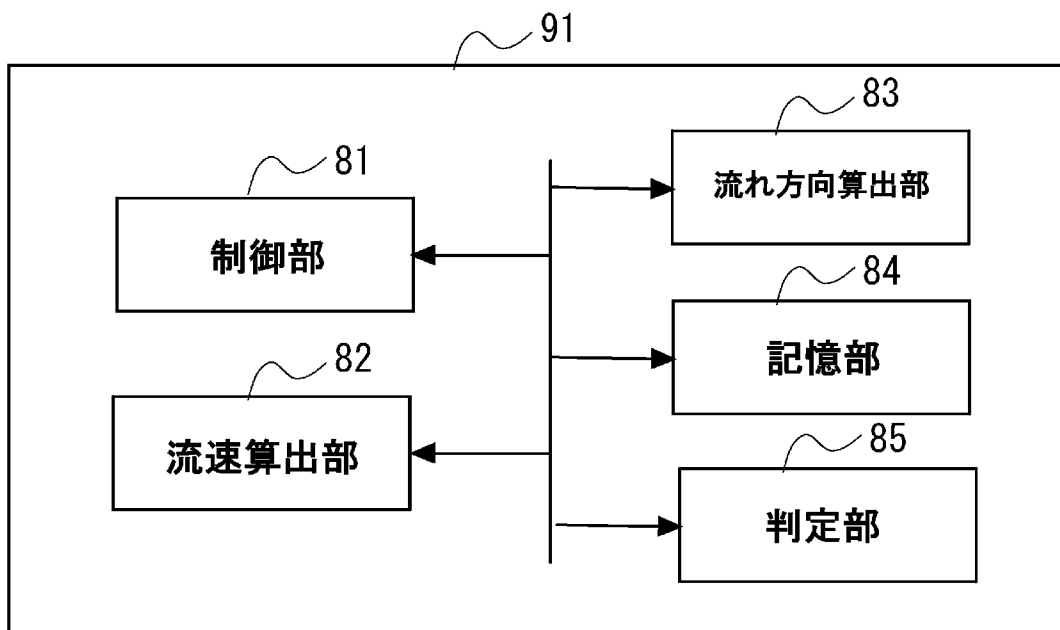
[図3]



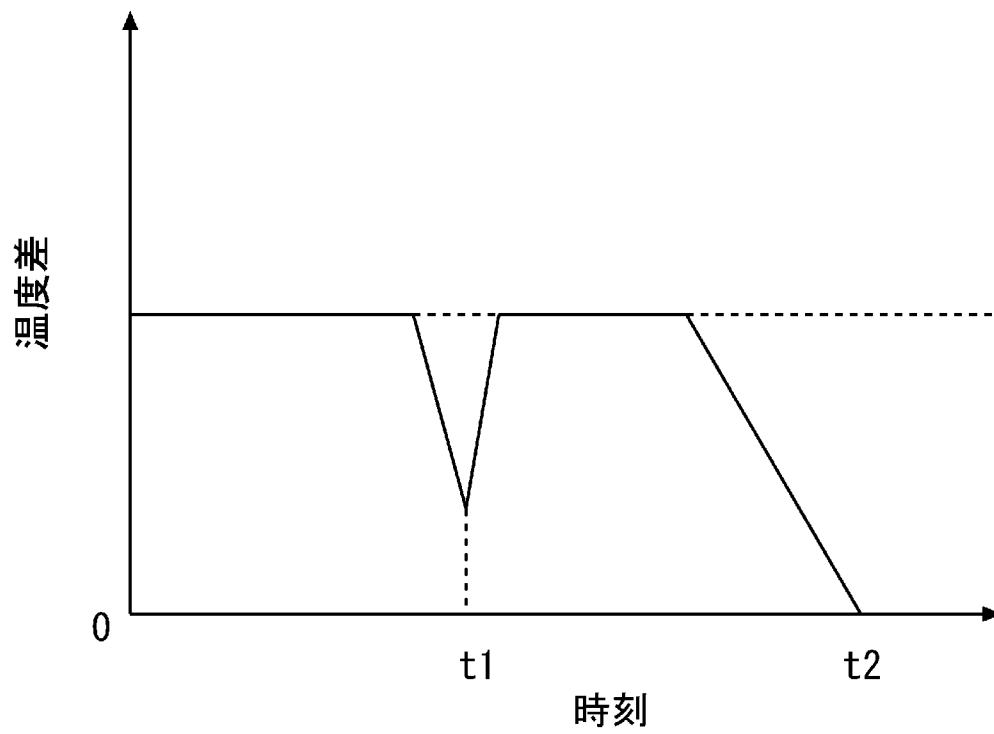
[図4]



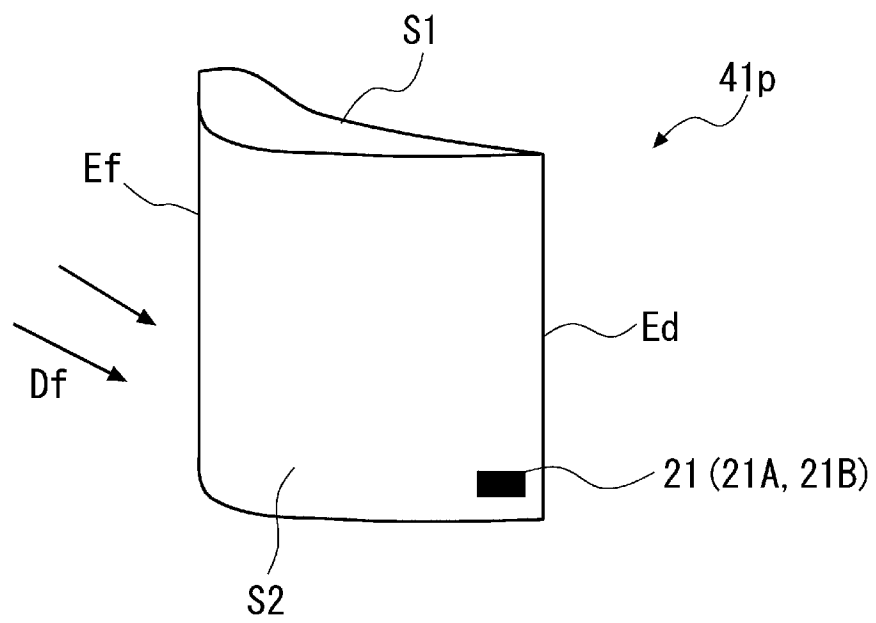
[図5]



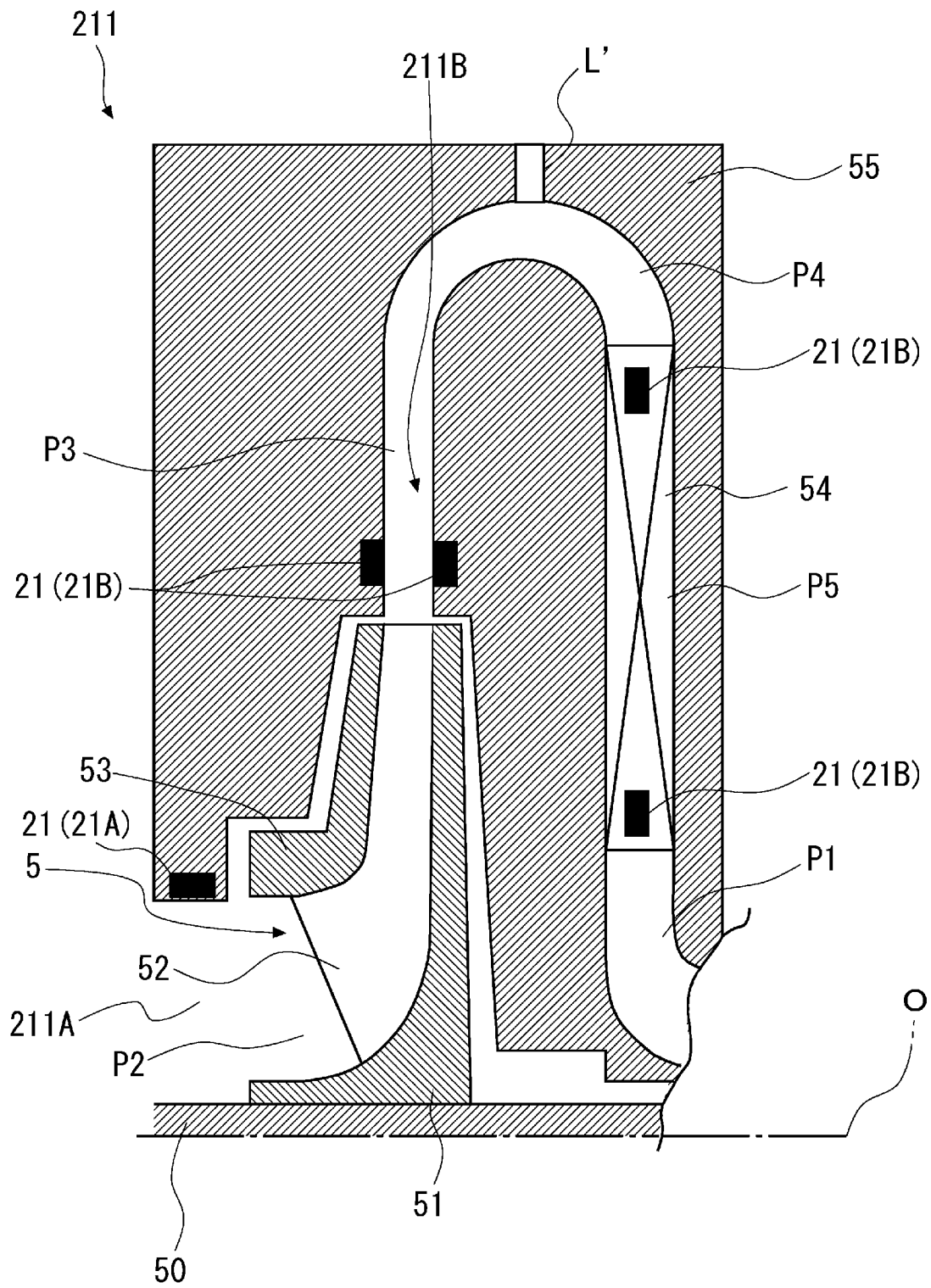
[図6]



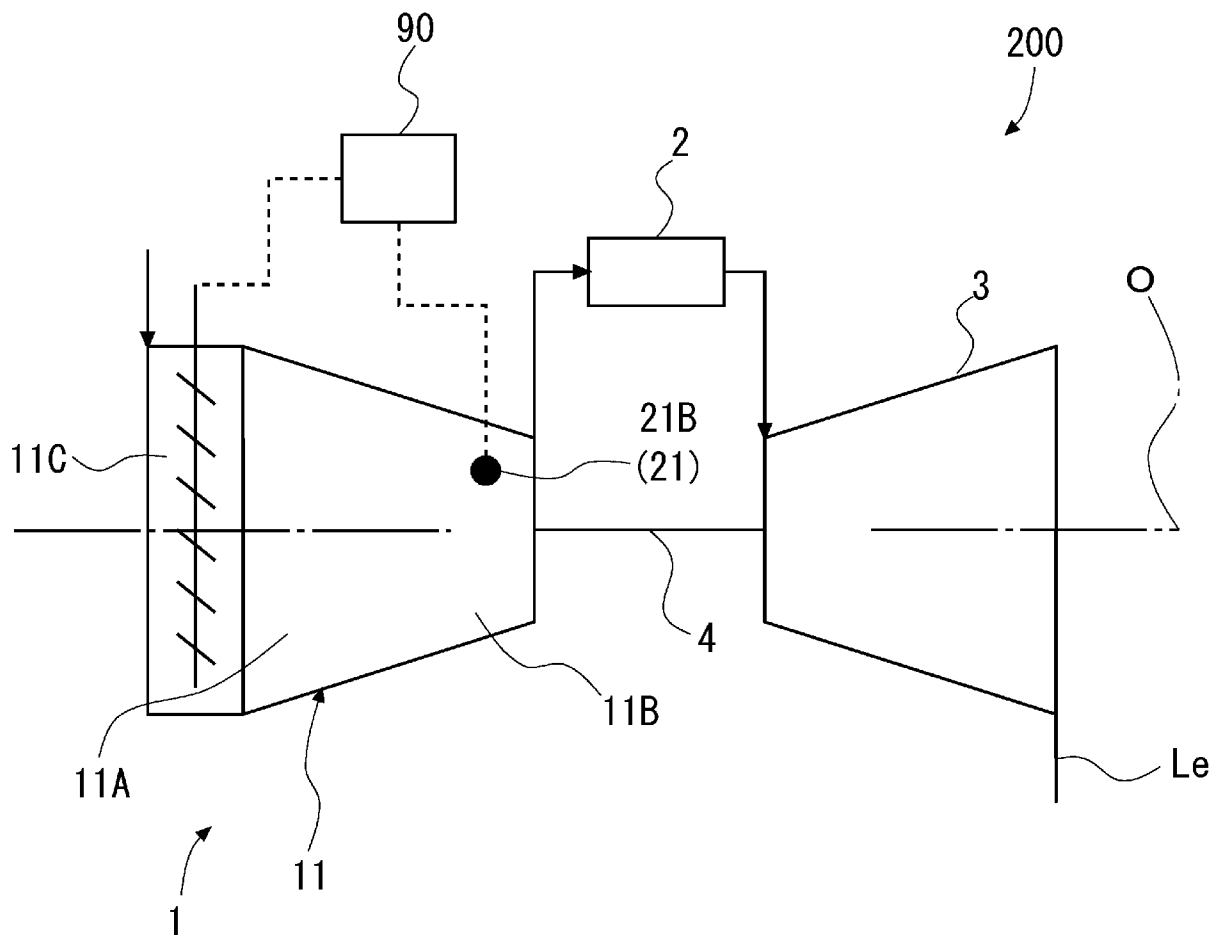
[図7]



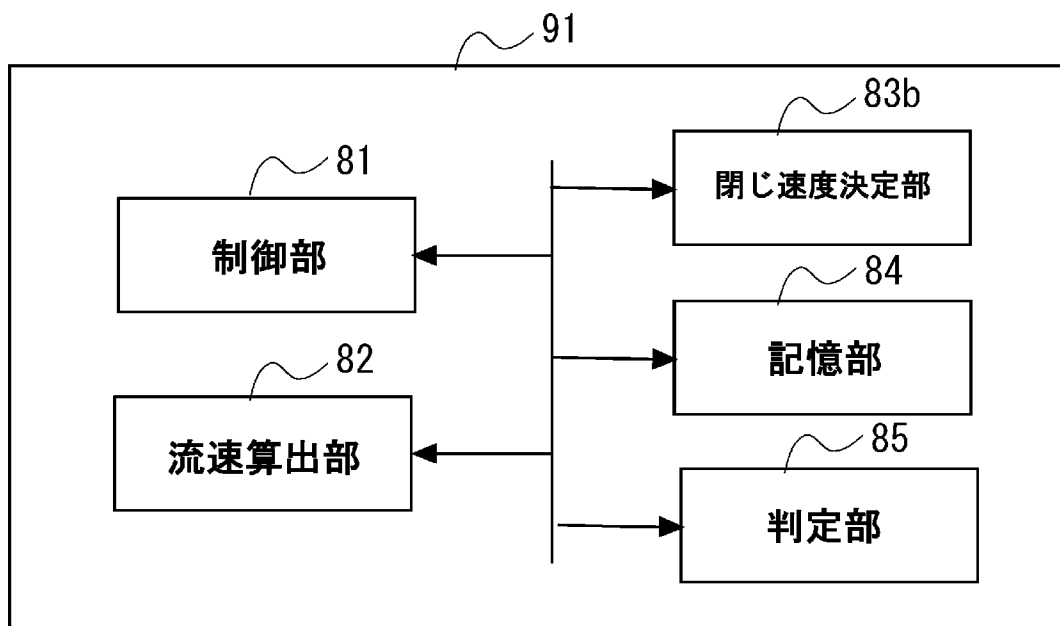
[図8]



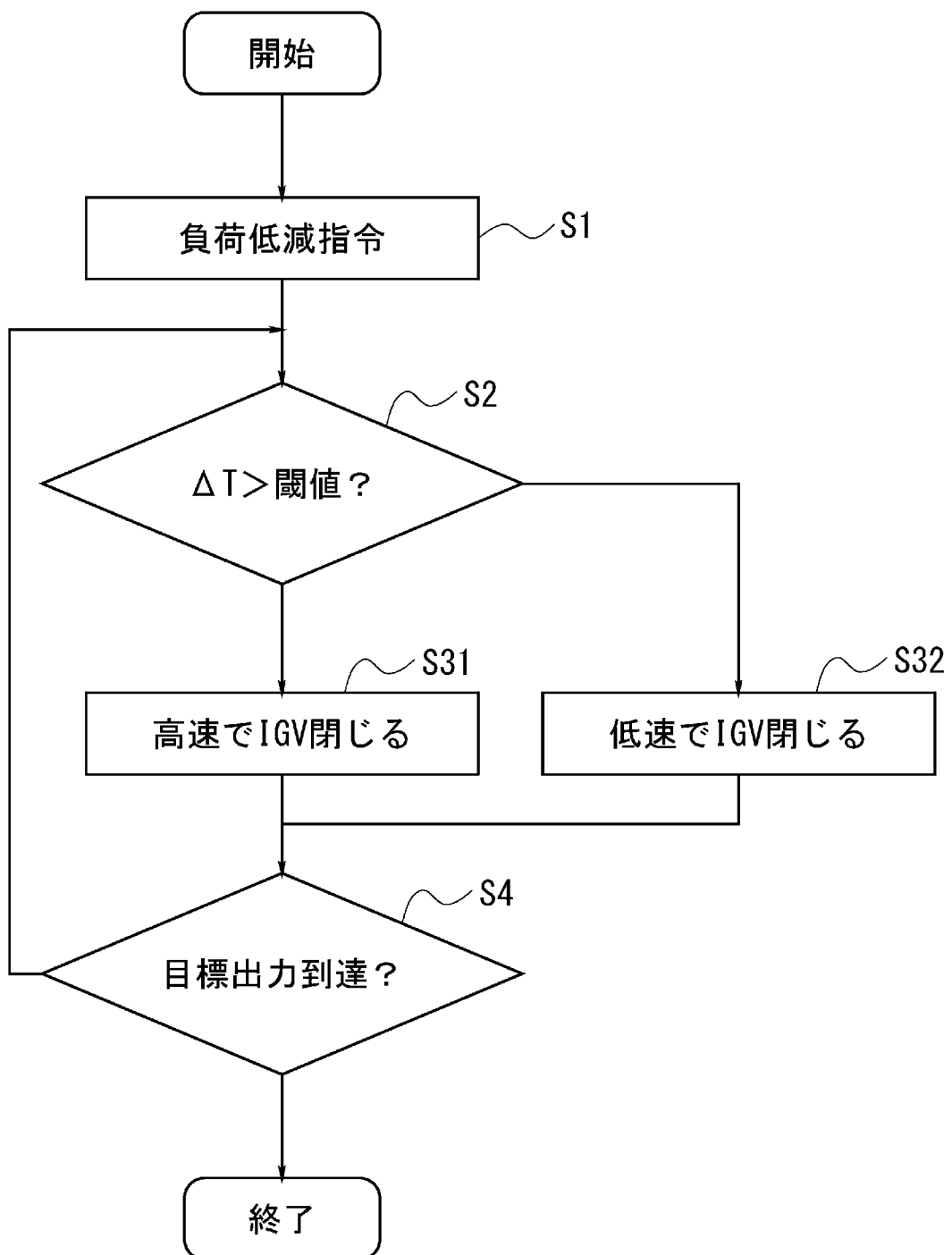
[図9]



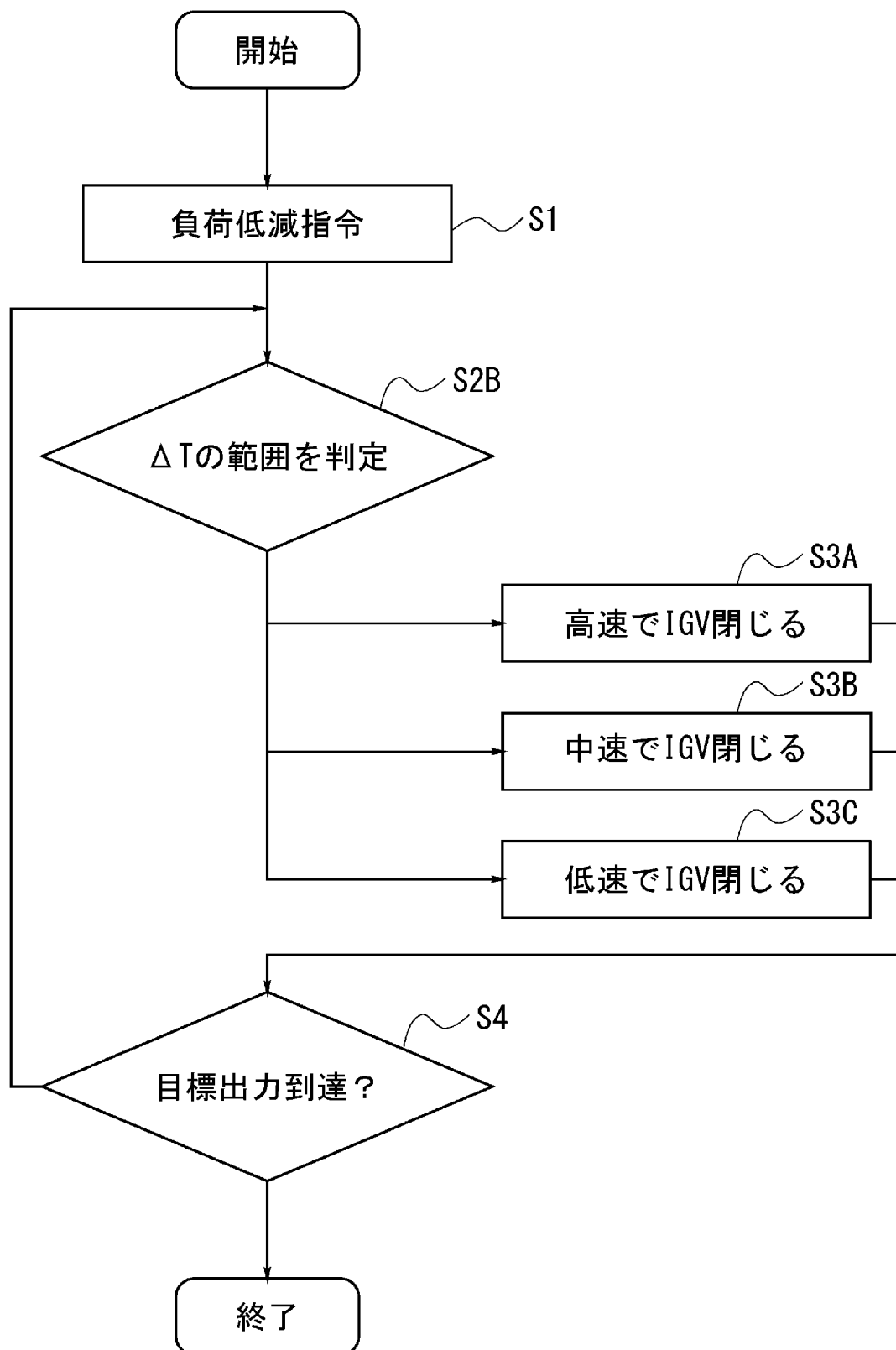
[図10]



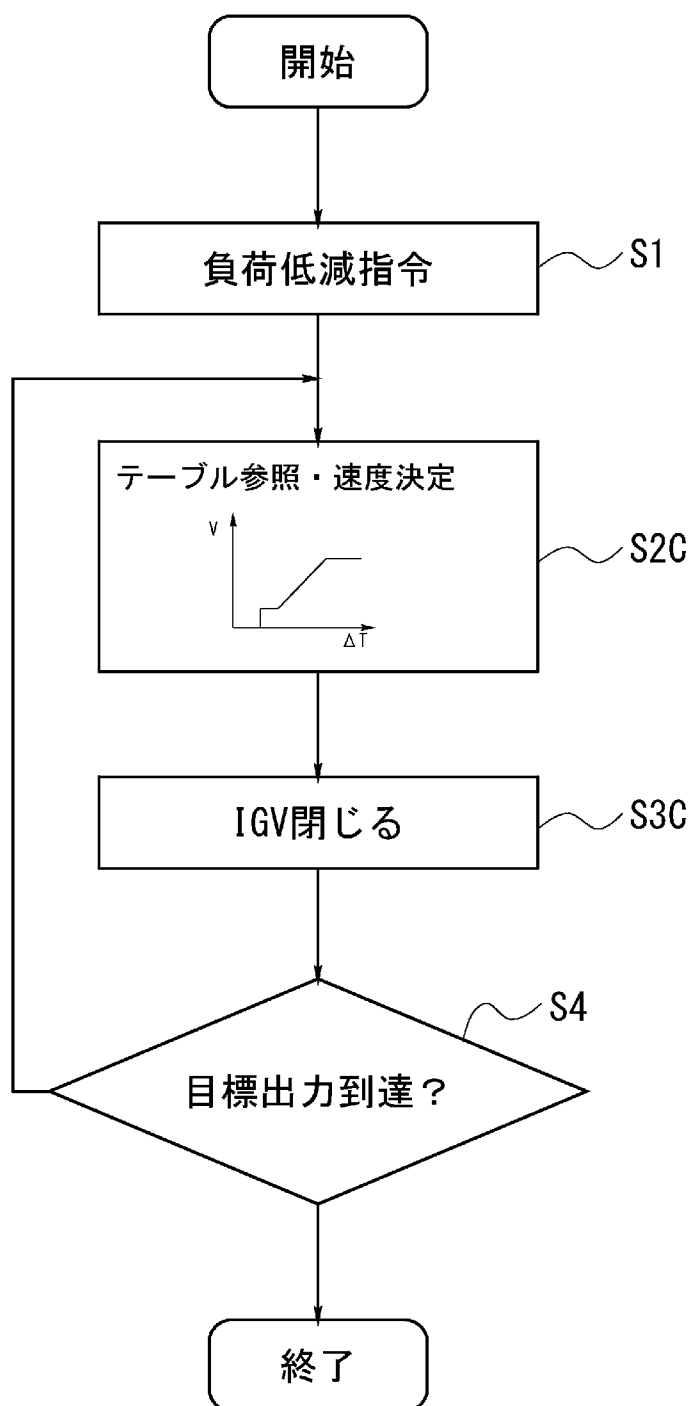
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/012977

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F04D17/12(2006.01)i, F04D19/02(2006.01)i, F04D27/02(2006.01)i, F04D29/42(2006.01)i, F04D29/46(2006.01)i, F04D29/52(2006.01)i, F04D29/66(2006.01)i
FI: F04D27/02 D, F04D19/02, F04D17/12, F04D29/46 D, F04D29/42 H, F04D29/52 B, F04D29/66 H

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. F04D17/12, F04D19/02, F04D27/02, F04D29/42, F04D29/46, F04D29/52, F04D29/66

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 2002-61593 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 28 February 2002, paragraphs [0002], [0003], [0016]-[0032], fig. 1-5	1, 6, 8-9 2-5, 7, 10-18
Y	JP 2008-281001 A (GENERAL ELECTRIC CO.) 20 November 2008, paragraphs [0013]-[0024], fig. 2, 3	1, 6, 8-9
Y	JP 2010-048213 A (HITACHI, LTD.) 04 March 2010, paragraphs [0017]-[0059], fig. 1-6	1, 6, 8-9
Y	WO 2014/208668 A1 (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 31 December 2014, paragraphs [0043]-[0045], [0120], fig. 1	8-9



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
11.05.2020

Date of mailing of the international search report
26.05.2020

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/JP2020/012977

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-148173 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 21 May 2003, entire text, all drawings	11-18
A	JP 2011-111996 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 09 June 2011, paragraphs [0035]-[0062]	11-18
A	JP 2007-040171 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 15 February 2007, paragraph [0033]	11-18
A	JP 6-147189 A (HITACHI, LTD.) 27 May 1994, entire text, all drawings	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/012977

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2002-61593 A	28.02.2002	(Family: none)	
JP 2008-281001 A	20.11.2008	US 2008/0279676 A1 paragraphs [0016]- [0027], fig. 2, 3 EP 1990520 A2 KR 10-2008-0099805 A	
JP 2010-048213 A	04.03.2010	(Family: none)	
WO 2014/208668 A1	31.12.2014	US 2016/0123341 A1 paragraphs [0059]- [0061], [0147], fig. 1 CN 105247222 A KR 10-2016-0003759 A	
JP 2003-148173 A	21.05.2003	(Family: none)	
JP 2011-111996 A	09.06.2011	(Family: none)	
JP 2007-040171 A	15.02.2007	US 2007/0031238 A1 paragraph [0058] DE 102006008711 A1 CN 1908405 A	
JP 6-147189 A	27.05.1994	US 5586857 A entire text, all drawings EP 597440 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F04D 17/12(2006.01)i; F04D 19/02(2006.01)i; F04D 27/02(2006.01)i; F04D 29/42(2006.01)i; F04D 29/46(2006.01)i; F04D 29/52(2006.01)i; F04D 29/66(2006.01)i FI: F04D27/02 D; F04D19/02; F04D17/12; F04D29/46 D; F04D29/42 H; F04D29/52 B; F04D29/66 H		
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）） F04D17/12; F04D19/02; F04D27/02; F04D29/42; F04D29/46; F04D29/52; F04D29/66		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 2002-61593 A（三菱重工業株式会社）28.02.2002（2002-02-28） 段落 [0002] - [0003], [0016] - [0032], 図1-5	1,6,8-9 2-5,7,10-18
Y	JP 2008-281001 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニー）20.11.2008（2008-11-20） 段落 [0013] - [0024], 図2-3	1,6,8-9
Y	JP 2010-048213 A（株式会社日立製作所）04.03.2010（2010-03-04） 段落 [0017] - [0059], 図1-6	1,6,8-9
Y	WO 2014/208668 A1（三菱日立パワーシステムズ株式会社）31.12.2014（2014-12-31） 段落 [0043] - [0045], [0120], 図1	8-9
A	JP 2003-148173 A（三菱重工業株式会社）21.05.2003（2003-05-21） 全文, 全図	11-18
A	JP 2011-111996 A（三菱重工業株式会社）09.06.2011（2011-06-09） 段落 [0035] - [0062]	11-18
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 11.05.2020		国際調査報告の発送日 26.05.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 上野 力 30 3748 電話番号 03-3581-1101 内線 3358

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-040171 A (三菱重工業株式会社) 15.02.2007 (2007 - 02 - 15) 段落 [0 0 3 3]	11-18
A	JP 6-147189 A (株式会社日立製作所) 27.05.1994 (1994 - 05 - 27) 全文, 全図	1-18

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/012977

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2002-61593	A	28.02.2002	(ファミリーなし)	
JP	2008-281001	A	20.11.2008	US 2008/0279676 A1 段落 [0 0 1 6] - [0 0 2 7] , 図 2 - 3 EP 1990520 A2 KR 10-2008-0099805 A	
JP	2010-048213	A	04.03.2010	(ファミリーなし)	
WO	2014/208668	A1	31.12.2014	US 2016/0123341 A1 段落 [0 0 5 9] - [0 0 6 1] , [0 1 4 7] , 図 1 CN 105247222 A KR 10-2016-0003759 A	
JP	2003-148173	A	21.05.2003	(ファミリーなし)	
JP	2011-111996	A	09.06.2011	(ファミリーなし)	
JP	2007-040171	A	15.02.2007	US 2007/0031238 A1 段落 [0 0 5 8] DE 102006008711 A1 CN 1908405 A	
JP	6-147189	A	27.05.1994	US 5586857 A 全文, 全図 EP 597440 A1	