

(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  
2015年8月6日(06.08.2015)



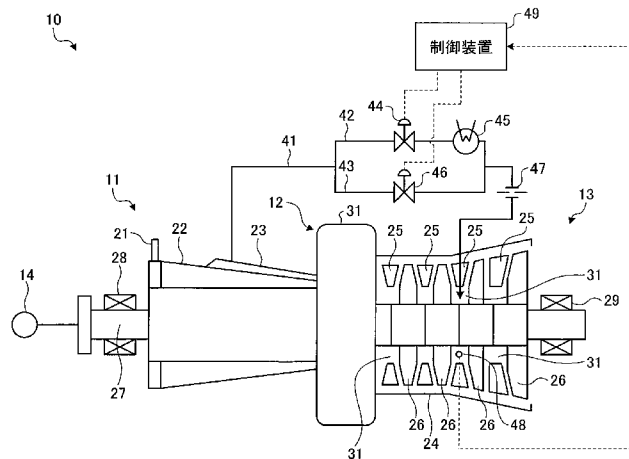
(10) 国際公開番号  
WO 2015/115625 A1

- (51) 国際特許分類:  
F02C 7/18 (2006.01) F02C 6/08 (2006.01)  
F01D 5/08 (2006.01) F02C 9/18 (2006.01)  
F01D 25/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/052770
- (22) 国際出願日: 2015年1月30日(30.01.2015)
- (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 2014-018877 2014年2月3日(03.02.2014) 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: 森本 一毅 (MORIMOTO, Kazuki); 〒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). 田中 克則 (TANAKA, Katsunori); 〒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: 酒井 宏明, 外 (SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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).

[続葉有]

(54) Title: GAS TURBINE, DEVICE FOR CONTROLLING GAS TURBINE, AND METHOD FOR COOLING GAS TURBINE

(54) 発明の名称: ガスタービン、ガスタービンの制御装置、ガスタービンの冷却方法

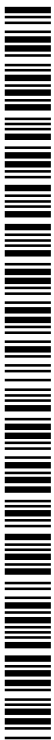


49 Control device

(57) Abstract: A gas turbine, a device for controlling the gas turbine, and a method for cooling the gas turbine, wherein the gas turbine has a cooling air supply channel (41) for supplying compressed air bled from a compressor (11) to a disc cavity (31) of a turbine (13), a cooler-side valve (44) provided to the cooling air supply channel (41), a thermometer (48) for measuring the temperature of the environment in the disc cavity (31), and a control device (49) for adjusting the opening degree of the cooler-side valve (44) on the basis of the temperature of the environment measured by the thermometer (48), the control device (49) having a first valve opening degree set value (A1) in the cooler-side valve (44) and a second valve opening degree set value (A2) greater than the first valve opening degree set value (A1), the first valve opening degree set value (A1) being applied when the temperature of the environment is lower than a preset switching temperature, and the second valve opening degree set value (A2) being applied when the temperature of the environment is higher than the switching temperature.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/115625 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

ガスタービン、ガスタービンの制御装置、ガスタービンの冷却方法において、圧縮機 (11) から抽気した圧縮空気をタービン (13) のディスクキャビティ (31) に供給する冷却空気供給経路 (41) と、冷却空気供給経路 (41) に設けられるクーラ側弁 (44) と、ディスクキャビティ (31) の雰囲気温度を計測する温度計測部 (48) と、温度計測部 (48) が計測した雰囲気温度に基づいてクーラ側弁 (44) の開度を調整する制御装置 (49) とを有し、制御装置 (49) は、クーラ側弁 (44) における第 1 弁開度設定値 (A1) と、第 1 弁開度設定値 (A1) よりも大きい第 2 弁開度設定値 (A2) とを有し、雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに第 1 弁開度設定値 (A1) を適用し、雰囲気温度が切替温度よりも高いときに第 2 弁開度設定値 (A2) を適用する。

## 明 細 書

発明の名称：

ガスタービン、ガスタービンの制御装置、ガスタービンの冷却方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、例えば、圧縮した高温・高圧の空気に対して燃料を供給して燃焼し、発生した燃焼ガスをタービンに供給して回転動力を得るガスタービン、このガスタービンの制御装置、ガスタービンの冷却方法に関するものである。

### 背景技術

[0002] 一般的なガスタービンは、圧縮機と燃焼器とタービンにより構成されている。圧縮機は、空気取入口から取り込まれた空気を圧縮することで高温・高圧の圧縮空気とする。燃焼器は、この圧縮空気に対して燃料を供給して燃焼させることで高温・高圧の燃焼ガスを得る。タービンは、この燃焼ガスにより駆動し、同軸上に連結された発電機を駆動する。

[0003] このガスタービンにおけるタービンは、車室内に複数の静翼と動翼が燃焼ガスの流動方向に沿って交互に配設されて構成されており、燃焼器で生成された燃焼ガスが、複数の静翼と動翼を通過することでロータを駆動回転し、このロータに連結された発電機を駆動する。

[0004] ところで、ガスタービンにて、圧縮機で圧縮した圧縮空気は、一部が抽気されてタービンの静翼を冷却する。また、この圧縮空気は、一部が外部に導かれて空気冷却器により冷却されてから、タービンディスクや動翼を冷却する。更に、タービンの静翼を冷却した空気は、一部が翼表面や翼後縁から流出し、他の一部が前段と後段のタービンディスクの間であってラビリンスシールが設けられたディスクキャビティに流入し、シール部や動翼根部を冷却する。

[0005] このようなガスタービンとしては、例えば、特許文献1に記載されたものがある。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0006] 特許文献1：特開平4－292530号公報  
特許文献2：特開平5－171958号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

- [0007] 上述した従来のガスタービンにあっては、冷却空気の外部配管に設けられた流量制御弁と、ディスクキャビティ内の空気温度を計測する温度検出器と、温度検出器からの検出信号に基づいて流量制御弁の開度を調節する弁調節手段とを設けている。従って、ディスクキャビティ内の空気温度に基づいて流量制御弁の開度を調節することで、ガスタービン冷却空気量を正確に必要最少量に保持することができる。ところが、このような制御では、ガスタービンの起動時などに出力（負荷）が上昇する過渡期に、適正にディスクキャビティ内の空気温度を適正温度に維持することが困難となる。即ち、ディスクキャビティ内の空気温度に基づいて流量制御弁の開度をPI制御すると、開度を変更するごとに空気温度が変動（上昇及び下降）することから、流量制御弁が短時間で開閉動作することとなり、制御が複雑なものとなってしまう。

- [0008] 本発明は、上述した課題を解決するものであり、ディスクキャビティの空気温度を適正に制御可能とすると共に制御の簡素化を可能とするガスタービン、ガスタービンの制御装置、ガスタービンの冷却方法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

- [0009] 上記の目的を達成するための本発明のガスタービンは、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、前記圧縮機から抽気した空気を前記タービンのディスクキャビティに供給する冷却

空気供給経路と、前記冷却空気供給経路に設けられる開閉弁と、前記ディスクキャビティの雰囲気温度を計測する温度計測部と、前記温度計測部が計測した雰囲気温度に基づいて前記開閉弁の開度を調整する制御装置と、を有するガスタービンにおいて、前記制御装置は、前記開閉弁における第1弁開度設定値と、前記第1弁開度設定値よりも大きい第2弁開度設定値とを有し、前記雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに前記第1弁開度設定値を適用し、前記雰囲気温度が前記切替温度よりも高いときに前記第2弁開度設定値を適用する、ことを特徴とするものである。

[0010] 従って、制御装置は、ディスクキャビティの雰囲気温度が切替温度よりも低いときには第1弁開度設定値を適用し、ディスクキャビティの雰囲気温度が切替温度よりも高いときには第2弁開度設定値を適用する。即ち、2種類の弁開度設定値を切り替えて使用することから、ディスクキャビティの空気温度を適正に制御することができると共に、開閉弁が短時間で開閉動作することがなく制御を簡素化することができる。

[0011] 本発明のガスタービンでは、前記制御装置は、前記第1弁開度設定値から前記第2弁開度設定値に切り替える速度を、前記第2弁開度設定値から前記第1弁開度設定値に切り替える速度より速く設定することを特徴としている。

[0012] 従って、開閉弁の開度を大きくするときには、この開閉弁を早く作動し、開閉弁の開度を小さくするときには、この開閉弁をゆっくりと作動する。そのため、ディスクキャビティの雰囲気温度が上昇した場合は、速やかにその温度を低下させることができるから、ガスタービンに損傷を与えることなく運転を継続できる。また、ディスクキャビティの雰囲気温度が低下した場合は、ゆっくりとその温度を上昇させていくので、開閉弁のハンチングを抑制することができる。

[0013] 本発明のガスタービンでは、前記制御装置は、起動後に負荷が予め設定された所定負荷に到達したら、前記第2弁開度設定値から前記第1弁開度設定値に切り替えることを特徴としている。

- [0014] 従って、ディスクキャビティの雰囲気温度の制御をガスタービンの負荷が所定負荷に到達してから開始することで、ディスクキャビティの雰囲気温度を高精度に調整することができる。
- [0015] 本発明のガスタービンでは、前記制御装置は、前記所定負荷に到達したら、予め設定された所定時間を経過した後、前記第2弁開度設定値から前記第1弁開度設定値に切り替えることを特徴としている。
- [0016] 従って、ディスクキャビティの雰囲気温度の制御をガスタービンの負荷が所定負荷に到達した後に所定時間を経過してから開始することで、ディスクキャビティの雰囲気温度の急激な上昇を抑制することができる。
- [0017] 本発明のガスタービンでは、前記所定負荷は、全負荷の少なくとも90%以上の負荷であることを特徴としている。
- [0018] 従って、ディスクキャビティの雰囲気温度の制御をガスタービンの全負荷到達時前から開始することで、ディスクキャビティの雰囲気温度を高精度で、且つ、安全に調整することができる。
- [0019] 本発明のガスタービンでは、前記切替温度は、第1切替温度と前記第1切替温度よりも高い第2切替温度を有し、前記雰囲気温度が前記第2切替温度より高くなると前記第2弁開度設定値を適用し、前記雰囲気温度が前記第1切替温度より低くなると前記第1弁開度設定値を適用することを特徴としている。
- [0020] 従って、ディスクキャビティの雰囲気温度の上昇及び下降に対する弁開度の切替温度を相違させることで、短時間での開閉弁の開閉動作をなくして安定した温度管理を行うことができる。
- [0021] また、本発明のガスタービンの制御装置は、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、前記圧縮機から抽気した圧縮空気を前記タービンのディスクキャビティに供給する冷却空気供給経路と、前記冷却空気供給経路に設けられる開閉弁と、前記ディスクキャビティの雰囲気温度を計測する温度計測部と、を有するガスタービンにおい

て、前記温度計測部が計測した雰囲気温度に基づいて前記開閉弁の開度を調整可能であり、前記開閉弁における第1弁開度設定値と前記第1弁開度設定値よりも大きい第2弁開度設定値を設定可能であり、前記雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに前記第1弁開度設定値を適用し、前記雰囲気温度が前記切替温度よりも高いときに前記第2弁開度設定値を適用する、ことを特徴とするものである。

[0022] 従って、2種類の弁開度設定値を切り替えて使用することから、ディスクキャビティの空気温度を適正に制御することができると共に、開閉弁が短時間で開閉動作することがなく制御を簡素化することができる。

[0023] また、本発明のガスタービンの冷却方法は、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、前記圧縮機から抽気した圧縮空気を前記タービンのディスクキャビティに供給する冷却空気供給経路と、前記冷却空気供給経路に設けられる開閉弁と、が設けられ、前記ディスクキャビティの雰囲気温度に応じて前記開閉弁の開度を調整するガスタービンの冷却方法において、前記ディスクキャビティの雰囲気温度を計測する工程と、前記雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに前記開閉弁の開度として予め設定された第1弁開度設定値を適用する工程と、前記雰囲気温度が前記切替温度よりも高いときに前記開閉弁の開度として前記第1弁開度設定値よりも大きい第2弁開度設定値を適用する工程と、を有することを特徴とするものである。

[0024] 従って、2種類の弁開度設定値を切り替えて使用することから、ディスクキャビティの空気温度を適正に制御することができると共に、開閉弁が短時間で開閉動作することがなく制御を簡素化することができる。

### 発明の効果

[0025] 本発明のガスタービン、ガスタービンの制御装置、ガスタービンの冷却方法によれば、開閉弁における第1弁開度設定値とこの第1弁開度設定値よりも大きい第2弁開度設定値とを設定し、キャビティの雰囲気温度が予め設定

された切替温度よりも低いときに第1弁開度設定値を適用し、雰囲気温度が切替温度よりも高いときに第2弁開度設定値を適用するので、2種類の弁開度設定値を切り替えて使用することから、ディスクキャビティの空気温度を適正に制御することができると共に、開閉弁が短時間で開閉動作することがなく制御を簡素化することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0026] [図1]図1は、本実施形態のガスタービンを表す概略構成図である。
- [図2]図2は、ガスタービンの吸気温度に対する開閉弁の開度を表すグラフである。
- [図3]図3は、ガスタービンの吸気温度に対するバイパス弁の開度を表すグラフである。
- [図4]図4は、ガスタービンの冷却制御を表すフローチャートである。
- [図5]図5は、ガスタービンの冷却制御を表すタイムチャートである。

### 発明を実施するための形態

- [0027] 以下に添付図面を参照して、本発明に係るガスタービン、ガスタービンの制御装置、ガスタービンの冷却方法の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせ構成するものも含むものである。
- [0028] 図1は、本実施形態のガスタービンを表す概略構成図である。
- [0029] 本実施形態において、図1に示すように、ガスタービン10は、圧縮機11と燃焼器12とタービン13により構成されている。このガスタービン10は、同軸上に発電機14が連結されており、この発電機14を電動機として使用することで、ガスタービン10を起動可能であると共に、起動後の動力によりこの発電機14を駆動することで、発電可能となっている。
- [0030] 圧縮機11は、空気を取り込む空気取入口21を有し、圧縮機車室22内に図示しない入口案内翼（IGV：Inlet Guide Vane）と複数の静翼と複数の動翼が空気の流動方向（後述するロータの軸方向）に交互に配設されて

なり、その外側に抽気室 23 が設けられている。この圧縮機 11 は、空気取入口 21 から取り込まれた空気を圧縮することで高温・高圧の圧縮空気を生成することができる。

[0031] 燃焼器 12 は、圧縮機 11 で圧縮された高温・高圧の圧縮空気に対して燃料を供給し、燃焼することで、燃焼ガスを生成する。タービン 13 は、タービン車室 24 内に複数の静翼 25 と複数の動翼 26 が燃焼ガスの流動方向（後述するロータの軸方向）に交互に配設されている。そして、このタービン車室 24 は、図示しないが、下流側に排気車室を介して排気室が配設されている。このタービン 13 は、燃焼器 12 からの燃焼ガスにより駆動し、同軸上に連結された発電機 14 を駆動する。

[0032] 圧縮機 11 と燃焼器 12 とタービン 13 は、その中心部を貫通するようにロータ軸 27 が配置されている。ロータ軸 27 は、圧縮機 11 側の端部が軸受部 28 により回転自在に支持され、タービン 13 側の端部が軸受部 29 により回転自在に支持されている。そして、このロータ軸 27 は、圧縮機 11 にて、各動翼が装着されたディスクが複数重ねられて固定されると共に、タービン 13 にて、各動翼 26 が装着されたディスクが複数重ねられて固定されている。

[0033] 従って、圧縮機 11 にて、空気取入口 21 から取り込まれた空気が、入口案内翼、複数の静翼と動翼を通過して圧縮されることで高温・高圧の圧縮空気となる。燃焼器 12 にて、この圧縮空気に対して所定の燃料が供給され、燃焼する。タービン 13 にて、燃焼器 12 で生成された高温・高圧の燃焼ガスが、タービン 13 における複数の静翼 25 と動翼 26 を通過することでロータ軸 27 を駆動回転し、このロータ軸 27 に連結された発電機 14 を駆動する。

[0034] このように構成されたタービン 13 にて、タービン車室 24 の内壁部に周方向に沿って複数の静翼 25 が等間隔で固定されている。また、ロータ軸 27 の外周部に周方向に沿って複数の動翼 26 が等間隔で固定されている。この静翼 25 と動翼 26 は、燃焼ガス通路にて、ロータ軸 27 に軸方向に沿っ

て交互に配置されている。そして、各静翼 25 の先端部とロータ軸 27 の外周部との間に隙間、つまり、ディスクキャビティ 31 が設けられ、ロータ軸 27 の外周部から静翼 25 の先端部に向けてシール部材が設けられている。そして、静翼 25 内の供給された冷却空気をこの静翼 25 の先端部から燃焼ガス通路の上流側に排出することで、シール部材によりシール性を確保している。

[0035] ところで、ガスタービン 10 の起動時は、燃焼ガスが燃焼ガス通路に流れ込むことで静翼 25 及び動翼 26 が加熱されて熱伸びが発生する。しかし、静翼 25 を含むタービン車室 24 側の方が早く加熱されることから先に熱伸びが発生し、各静翼 25 の先端部とロータ軸 27 の外周部との間に隙間が大きくなる。そのため、ディスクキャビティ 31 におけるシール性能が低下し、ディスクキャビティの雰囲気温度が上昇する傾向がある。

[0036] 本実施形態は、これを防止するものであり、ディスクキャビティ 31 に供給する冷却空気の供給量を調整することで、ディスクキャビティ 31 の雰囲気温度を適正に保つ。

[0037] 即ち、圧縮機 11 の抽気室 23 から抽気した圧縮空気を冷却空気としてタービン 13 のディスクキャビティ 31 に供給する冷却空気供給経路 41 が設けられている。この冷却空気供給経路 41 は、並列をなす主通路 42 と分岐通路 43 とを有しており、主通路 42 にクーラ側弁 44 とクーラ 45 が設けられ、分岐通路 43 にバイパス弁 46 が設けられている。また、冷却空気供給経路 41 における主通路 42 及び分岐通路 43 より下流側にオリフィス 47 が設けられている。

[0038] なお、図 1 では、圧縮機 11 の抽気室 23 から抽気した圧縮空気を冷却空気としてタービン 13 のディスクキャビティ 31 に供給する冷却空気供給経路 41 が一つだけ表されているが、圧縮機 11 の各段の抽気室 23 から抽気した圧縮空気を冷却空気としてタービン 13 の各段のディスクキャビティ 31 に供給する複数の冷却空気供給経路 41 が設けられている。

[0039] タービン 13 は、ディスクキャビティ 31 の雰囲気温度 (DCT) を計測

する温度計測部48が設けられている。制御装置49は、温度計測部48が計測したディスクキャビティ31の雰囲気温度に基づいてクーラ側弁44の開度を調整することができる。即ち、制御装置49は、温度計測部48が計測したディスクキャビティ31の雰囲気温度が高くなると、クーラ側弁44の開度が大きくなるように調整することで、冷却空気の流量を増加させると共に温度を低下させ、ディスクキャビティ31の雰囲気温度を低下させる。

[0040] また、制御装置49は、クーラ側弁44における弁開度設定値として、第1弁開度設定値と第2弁開度設定値を有している。この場合、第1弁開度設定値よりも第2弁開度設定値が大きいものである。そして、制御装置49は、ディスクキャビティ31の雰囲気温度が、予め設定された切替温度よりも低いときに第1弁開度設定値を適用し、ディスクキャビティ31の雰囲気温度がこの切替温度よりも高いときに第2弁開度設定値を適用する。

[0041] 図2は、ガスタービンの吸気温度に対する開閉弁の開度を表すグラフ、図3は、ガスタービンの吸気温度に対するバイパス弁の開度を表すグラフである。

[0042] ここで、図2に示すように、クーラ側弁44における弁開度設定値は、ガスタービンの吸気温度に対するクーラ側弁44の開度として設定されたマップであり、ディスクキャビティ31の雰囲気温度(DCT)に応じて第1弁開度設定値A1と第2弁開度設定値A2として設定されている。第1弁開度設定値A1は、ガスタービンの吸気温度の上昇に対してクーラ側弁44の開度が一定状態から増加するマップである。第2弁開度設定値A2は、ガスタービンの吸気温度の上昇に対してクーラ側弁44の開度が比例的に増加するものである。第1弁開度設定値A1より第2弁開度設定値A2の方が、クーラ側弁44の開度が大きく設定されるマップである。

[0043] なお、制御装置49は、クーラ側弁44における弁開度設定値として、第1弁開度設定値と第2弁開度設定値を有するものとしたが、この構成に限定されるものではない。例えば、制御装置49は、図3に示すように、バイパス弁46における弁開度設定値として、第1弁開度設定値B1と第2弁開度

設定値 B 2 を有するものとしてもよい。また、制御装置 4 9 は、クーラ側弁 4 4 及びバイパス弁 4 6 における弁開度設定値として、第 1 弁開度設定値 A 1, B 1 と第 2 弁開度設定値 A 2, B 2 を有するものとしてもよい。

[0044] また、冷却空気供給経路 4 1 に並列をなす主通路 4 2 と分岐通路 4 3 とを有し、主通路 4 2 にクーラ側弁 4 4 とクーラ 4 5 を設け、分岐通路 4 3 にバイパス弁 4 6 が設けたが、この構成に限定されるものではない。例えば、分岐通路 4 3 にバイパス弁 4 6 をなくした構成としてもよい。

[0045] また、制御装置 4 9 は、第 1 弁開度設定値 A 1 から第 2 弁開度設定値 A 2 に切り替える速度（開閉速度の第 2 変化率）を、第 2 弁開度設定値 A 2 から第 1 弁開度設定値 A 1 に切り替える速度（開閉速度の第 1 変化率）より速く（大きく）設定している。即ち、第 1 弁開度設定値 A 1 から第 2 弁開度設定値 A 2 に切り替えるときは、ゆっくりと開閉弁 4 5 を閉じていき、第 2 弁開度設定値 A 2 から第 1 弁開度設定値 A 1 に切り替えるときは、速く開く。

[0046] 更に、制御装置 4 9 は、ガスタービン 1 0 の起動後に、負荷が予め設定された所定負荷（例えば、ガスタービン 1 0 の全負荷の少なくとも 9 0 % 以上の負荷）に到達したら、第 2 弁開度設定値 A 2 から第 1 弁開度設定値 A 1 に切り替えるようにしている。更に、制御装置 4 9 は、所定負荷に到達したら、予め設定された所定時間を経過した後、第 2 弁開度設定値 A 2 から第 1 弁開度設定値 A 1 に切り替えるようにすることが好ましい。

[0047] そして、制御装置 4 9 は、第 1 弁開度設定値 A 1 と第 2 弁開度設定値 A 2 を切り替えるための切替温度として、第 1 切替温度 T 1 と第 1 切替温度 T 1 よりも高い第 2 切替温度 T 2 を有し、ディスクキャビティ 3 1 の雰囲気温度が第 2 切替温度 T 2 より高くなると第 2 弁開度設定値 A 2 を適用し、ディスクキャビティ 3 1 の雰囲気温度が第 1 切替温度 T 1 より低くなると第 1 弁開度設定値 A 1 を適用するようにしている。

[0048] ここで、ガスタービンの冷却方法について説明する。

[0049] 本実施形態のガスタービンの冷却方法は、ディスクキャビティ 3 1 の雰囲気温度 D C T に応じてクーラ側弁 4 4 の開度を調整するものであり、ディス

クキャビティ 31 の雰囲気温度 D C T を計測する工程と、雰囲気温度 D C T が切替温度よりも低いときにクーラ側弁 44 を予め設定された第 1 弁開度設定値 A 1 を適用する工程と、雰囲気温度 D C T が切替温度よりも高いときにクーラ側弁 44 を第 1 弁開度設定値 A 1 よりも大きい第 2 弁開度設定値 A 2 を適用する工程とを有する。

[0050] 以下、ガスタービンの冷却方法について、具体的に説明する。図 4 は、ガスタービンの冷却制御を表すフローチャート、図 5 は、ガスタービンの冷却制御を表すタイムチャートである。

[0051] 図 4 に示すように、ステップ S 11 にて、ガスタービン (G T) 10 を起動する。そして、ステップ S 12 にて、クーラ側弁 44 を全開とする。すると、ガスタービン 10 は、ロータ軸 27 の回転数が上昇し、負荷 (出力) が上昇する。ステップ S 13 にて、ガスタービン (G T) 負荷が予め設定された所定負荷 (例えば、95%) に到達したかどうかを判定する。ここで、G T 負荷が所定負荷 (95%) に到達していないと判定 (N o) されたら、この状態を維持する。

[0052] 一方、G T 負荷が所定負荷 (95%) に到達したと判定 (Y e s) されたら、ステップ S 14 にて、クーラ側弁 44 を全開から所定開度 (第 2 弁開度設定値 A 2) に設定する。そして、ステップ S 15 にて、G T 負荷が所定負荷 (95%) に到達してから所定時間が経過したかどうかを判定する。ここで、G T 負荷が所定負荷 (95%) に到達してから所定時間が経過していないと判定 (N o) されたら、この状態を維持する。

[0053] 一方、G T 負荷が所定負荷 (95%) に到達してから所定時間が経過したと判定 (Y e s) されたら、ステップ S 16 にて、クーラ側弁 44 を第 1 変化率の速度で閉じ、第 2 弁開度設定値 A 2 から第 1 弁開度設定値 A 1 に変更する。ステップ S 17 にて、ディスクキャビティ 31 の雰囲気温度 D C T が第 2 切替温度 T 2 より高いかどうかを判定する。即ち、クーラ側弁 44 を閉じることで、ディスクキャビティ 31 への圧縮空気の供給量が増加し、雰囲気温度 D C T が上昇することから、これを監視している。

- [0054] ここで、ディスクキャビティ31の雰囲気温度DC Tが第2切替温度T 2より高いと判定 (Y e s) されたら、ステップS 18にて、クーラ側弁44を第2変化率の速度で開け、第1弁開度設定値A 1から第2弁開度設定値A 2に変更する。すると、クーラ側弁44を開けることで、ディスクキャビティ31への圧縮空気の供給量が減少し、ディスクキャビティ31の雰囲気温度DC Tが下降することから、これを監視している。続いて、ステップS 19にて、ディスクキャビティ31の雰囲気温度DC Tが第1切替温度T 1より低いかどうかを判定する。ここで、ディスクキャビティ31の雰囲気温度DC Tが第1切替温度T 1以上であると判定 (N o) されたら、この状態を維持する。
- [0055] 一方、ディスクキャビティ31の雰囲気温度DC Tが第1切替温度T 1より低いと判定 (Y e s) されたら、ステップS 20にて、クーラ側弁44を第1変化率の速度で閉じ、第2弁開度設定値A 2から第1弁開度設定値A 1に変更する。なお、ステップS 17にて、ディスクキャビティ31の雰囲気温度DC Tが第2切替温度T 2より高くないと判定 (N o) されたら、何もしないでこのルーチンを抜ける。
- [0056] また、図5に示すように、ガスタービン10が起動すると、ロータ軸27の回転数Nが上昇し、時間t 1で定格回転に到達すると、続いて、負荷(出力) Pが上昇する。また、ディスクキャビティ31の雰囲気温度DC Tも上昇する。
- [0057] そして、時間t 2にて、ガスタービン(G T) 負荷が予め設定された所定負荷(95%)に到達したら、クーラ側弁44を全開から第2弁開度設定値A 2に変更する。そして、所定時間t 0が経過した時間t 3にて、クーラ側弁44を第1変化率の速度で、つまり、ゆっくりと閉じ、第2弁開度設定値A 2から第1弁開度設定値A 1に変更していく。しかし、クーラ側弁44を閉じることで、ディスクキャビティ31への圧縮空気の供給量が減少することから、ディスクキャビティ31の雰囲気温度DC Tが上昇する。そして、時間t 4にて、ディスクキャビティ31の雰囲気温度DC Tが第2切替温度

T2より高くなったことから、クーラ側弁44を第2変化率の速度で、つまり、速く開け、第1弁開度設定値A1から第2弁開度設定値A2に変更する。

[0058] すると、クーラ側弁44を開けたことで、ディスクキャビティ31への圧縮空気の供給量が増加し、ディスクキャビティ31の雰囲気温度DCTが下降する。そして、時間t5にて、ディスクキャビティ31の雰囲気温度DCTが第1切替温度T1より低くなると、クーラ側弁44を第1変化率の速度で閉じ、第2弁開度設定値A2から第1弁開度設定値A1に変更する。

[0059] このように本実施形態のガスタービンにあっては、圧縮機11から抽気した圧縮空気をタービン13のディスクキャビティ31に供給する冷却空気供給経路41と、冷却空気供給経路41に設けられるクーラ側弁44と、ディスクキャビティ31の雰囲気温度を計測する温度計測部48と、温度計測部48が計測した雰囲気温度に基づいてクーラ側弁44の開度を調整する制御装置49とを有し、制御装置49は、クーラ側弁44における第1弁開度設定値A1と、第1弁開度設定値A1よりも大きい第2弁開度設定値A2とを有し、雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに第1弁開度設定値A1を適用し、雰囲気温度が切替温度よりも高いときに第2弁開度設定値A2を適用するようにしている。

[0060] 従って、制御装置49は、ディスクキャビティ31の雰囲気温度が切替温度よりも低いときには第1弁開度設定値A1を適用し、ディスクキャビティ31の雰囲気温度が切替温度よりも高いときには第2弁開度設定値A2を適用する。即ち、2種類の弁開度設定値A1, A2を切り替えて使用することから、ディスクキャビティ31の空気温度を適正に制御することができると共に、クーラ側弁44が短時間で開閉動作を繰り返すことがなく制御を簡素化することができる。

[0061] 本実施形態のガスタービンでは、制御装置49は、第1弁開度設定値A1から第2弁開度設定値A2に切り替える速度を、第2弁開度設定値A2から第1弁開度設定値A1に切り替える速度より速く設定している。従って、ク

ーラ側弁44の開度を大きくするときには、このクーラ側弁44を早く作動し、クーラ側弁44の開度を小さくするときには、このクーラ側弁44をゆっくりと作動する。そのため、ディスクキャビティ31の雰囲気温度が上昇した場合は、速やかにその温度を低下させることができるから、ガスタービンに損傷を与えることなく運転を継続できる。また、ディスクキャビティ31の雰囲気温度が低下した場合は、ゆっくりとその温度を上昇させていくので、クーラ側弁44のハンチングを抑制することができる。

[0062] 本実施形態のガスタービンでは、制御装置49は、ガスタービン10の起動後に負荷が予め設定された所定負荷に到達したら、第2弁開度設定値A2から第1弁開度設定値A1に切り替える。従って、ディスクキャビティ31の雰囲気温度の制御をガスタービン10の負荷が所定負荷に到達してから開始することで、ディスクキャビティ31の雰囲気温度を高精度に調整することができる。

[0063] 本実施形態のガスタービンでは、制御装置49は、所定負荷に到達したら、予め設定された所定時間を経過した後、第2弁開度設定値A2から第1弁開度設定値A1に切り替える。従って、ディスクキャビティ31の雰囲気温度の制御をガスタービン10の負荷が所定負荷に到達した後に所定時間を経過してから開始することで、ディスクキャビティ31の雰囲気温度の急激な上昇を抑制することができる。

[0064] 本実施形態のガスタービンでは、所定負荷を全負荷の少なくとも90%以上の負荷としている。従って、ディスクキャビティ31の雰囲気温度の制御をガスタービン10の全負荷到達時前から開始することで、ディスクキャビティ31の雰囲気温度を高精度で、且つ、安全に調整することができる。

[0065] 本実施形態のガスタービンでは、切替温度は、第1切替温度T1と第1切替温度T1よりも高い第2切替温度T2を有し、雰囲気温度が第2切替温度T2より高くなると第2弁開度設定値A2を適用し、雰囲気温度が第1切替温度T1より低くなると第1弁開度設定値A1を適用する。従って、ディスクキャビティ31の雰囲気温度の上昇及び下降に対する弁開度の切替温度T

1, T2を相違させることで、短時間でのクーラ側弁44の開閉動作をなくして安定した温度管理を行うことができる。

[0066] また、本実施形態のガスタービンの制御装置にあっては、温度計測部48が計測した雰囲気温度に基づいてクーラ側弁44の開度を調整可能とし、クーラ側弁44における第1弁開度設定値A1と第1弁開度設定値A1よりも大きい第2弁開度設定値A2を設定可能とし、雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに第1弁開度設定値A1を適用し、雰囲気温度が切替温度よりも高いときに第2弁開度設定値A2を適用する。従って、2種類の弁開度設定値A1, A2を切り替えて使用することから、ディスクキャビティ31の空気温度を適正に制御することができると共に、クーラ側弁44が短時間で開閉動作することがなく制御を簡素化することができる。

[0067] また、本実施形態のガスタービンの冷却方法にあっては、ディスクキャビティ31の雰囲気温度を計測する工程と、雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときにクーラ側弁44を予め設定された第1弁開度設定値A1を適用する工程と、雰囲気温度が切替温度よりも高いときにクーラ側弁44を第1弁開度設定値A1よりも大きい第2弁開度設定値A2を適用する工程とを有している。従って、2種類の弁開度設定値A1, A2を切り替えて使用することから、ディスクキャビティ31の空気温度を適正に制御することができると共に、クーラ側弁44が短時間で開閉動作することがなく制御を簡素化することができる。

### 符号の説明

- [0068]
- 10 ガスタービン
  - 11 圧縮機
  - 12 燃焼器
  - 13 タービン
  - 23 抽気室
  - 24 タービン車室
  - 25 静翼

- 2 6 動翼
- 2 7 ロータ軸
- 3 1 ディスクキャビティ
- 4 1 冷却空気供給経路
- 4 2 主経路
- 4 3 分岐通路
- 4 4 クーラ側弁（開閉弁）
- 4 5 クーラ
- 4 6 バイパス弁
- 4 8 温度計測部
- 4 9 制御装置

## 請求の範囲

- [請求項1] 空気を圧縮する圧縮機と、  
前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、  
、  
前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、  
前記圧縮機から抽気した空気を前記タービンのディスクキャビティに供給する冷却空気供給経路と、  
前記冷却空気供給経路に設けられる開閉弁と、  
前記ディスクキャビティの雰囲気温度を計測する温度計測部と、  
前記温度計測部が計測した雰囲気温度に基づいて前記開閉弁の開度を調整する制御装置と、  
を有するガスタービンにおいて、  
前記制御装置は、前記開閉弁における第1弁開度設定値と、前記第1弁開度設定値よりも大きい第2弁開度設定値とを有し、  
前記雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに前記第1弁開度設定値を適用し、前記雰囲気温度が前記切替温度よりも高いときに前記第2弁開度設定値を適用する、  
ことを特徴とするガスタービン。
- [請求項2] 前記制御装置は、前記第1弁開度設定値から前記第2弁開度設定値に切り替える速度を、前記第2弁開度設定値から前記第1弁開度設定値に切り替える速度より速く設定することを特徴とする請求項1に記載のガスタービン。
- [請求項3] 前記制御装置は、起動後に負荷が予め設定された所定負荷に到達したら、前記第2弁開度設定値から前記第1弁開度設定値に切り替えることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のガスタービン。
- [請求項4] 前記制御装置は、前記所定負荷に到達したら、予め設定された所定時間を経過した後、前記第2弁開度設定値から前記第1弁開度設定値に切り替えることを特徴とする請求項3に記載のガスタービン。

[請求項5] 前記所定負荷は、全負荷の少なくとも90%以上の負荷であることを特徴とする請求項3または請求項4に記載のガスタービン。

[請求項6] 前記切替温度は、第1切替温度と前記第1切替温度よりも高い第2切替温度を有し、前記雰囲気温度が前記第2切替温度より高くなると前記第2弁開度設定値を適用し、前記雰囲気温度が前記第1切替温度より低くなると前記第1弁開度設定値を適用することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか一項に記載のガスタービン。

[請求項7] 空気を圧縮する圧縮機と、  
前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、  
、  
前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、  
前記圧縮機から抽気した圧縮空気を前記タービンのディスクキャビティに供給する冷却空気供給経路と、  
前記冷却空気供給経路に設けられる開閉弁と、  
前記ディスクキャビティの雰囲気温度を計測する温度計測部と、  
を有するガスタービンにおいて、  
前記温度計測部が計測した雰囲気温度に基づいて前記開閉弁の開度を調整可能であり、  
前記開閉弁における第1弁開度設定値と前記第1弁開度設定値よりも大きい第2弁開度設定値を設定可能であり、  
前記雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに前記第1弁開度設定値を適用し、前記雰囲気温度が前記切替温度よりも高いときに前記第2弁開度設定値を適用する、  
ことを特徴とするガスタービンの制御装置。

[請求項8] 空気を圧縮する圧縮機と、  
前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、  
、  
前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、

前記圧縮機から抽気した圧縮空気を前記タービンのディスクキャビティに供給する冷却空気供給経路と、

前記冷却空気供給経路に設けられる開閉弁と、が設けられ、

前記ディスクキャビティの雰囲気温度に応じて前記開閉弁の開度を調整するガスタービンの冷却方法において、

前記ディスクキャビティの雰囲気温度を計測する工程と、

前記雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに前記開閉弁の開度として予め設定された第1弁開度設定値を適用する工程と

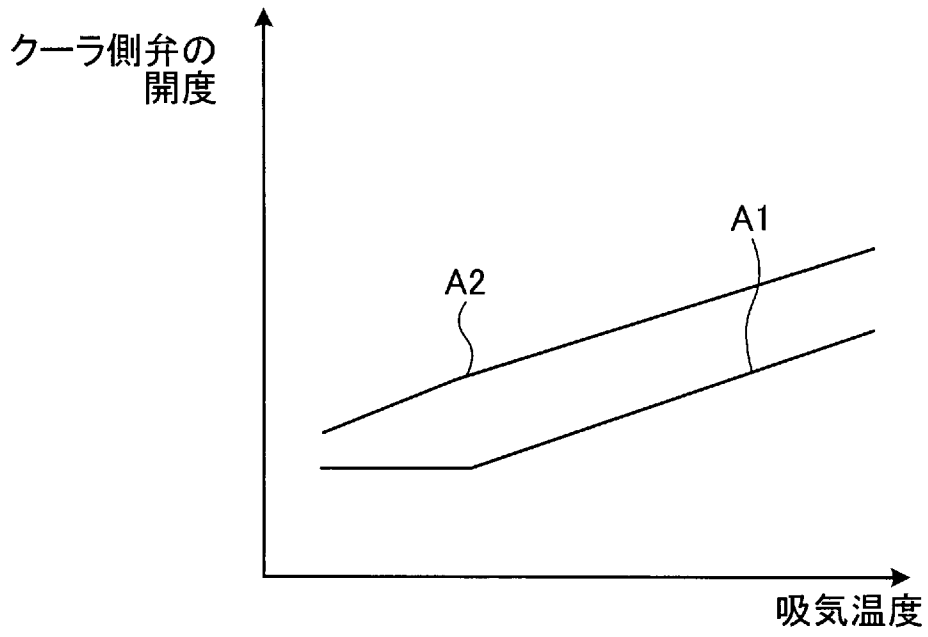
、

前記雰囲気温度が前記切替温度よりも高いときに前記開閉弁開度として前記第1弁開度設定値よりも大きい第2弁開度設定値を適用する工程と、

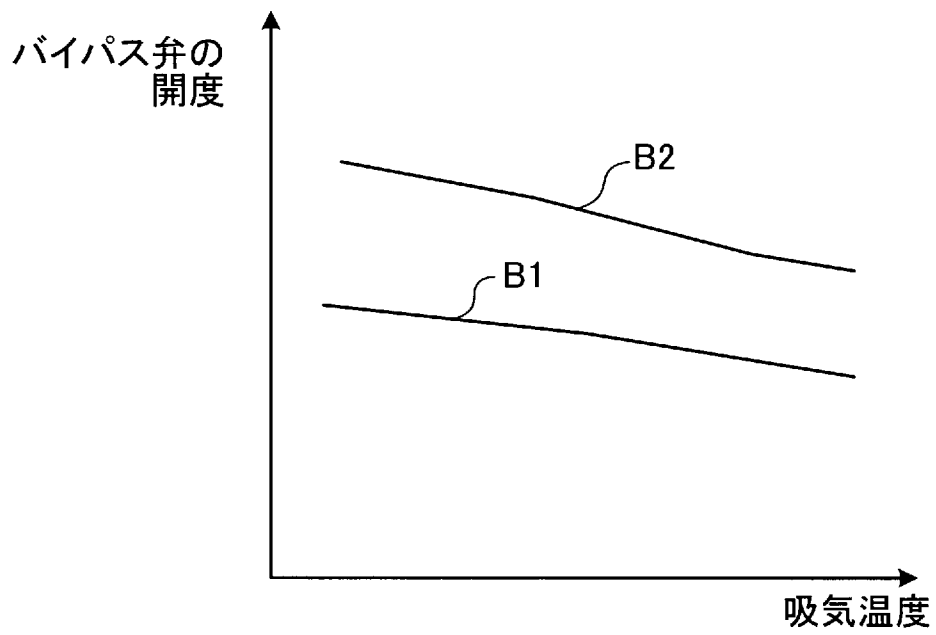
を有することを特徴とするガスタービンの冷却方法。



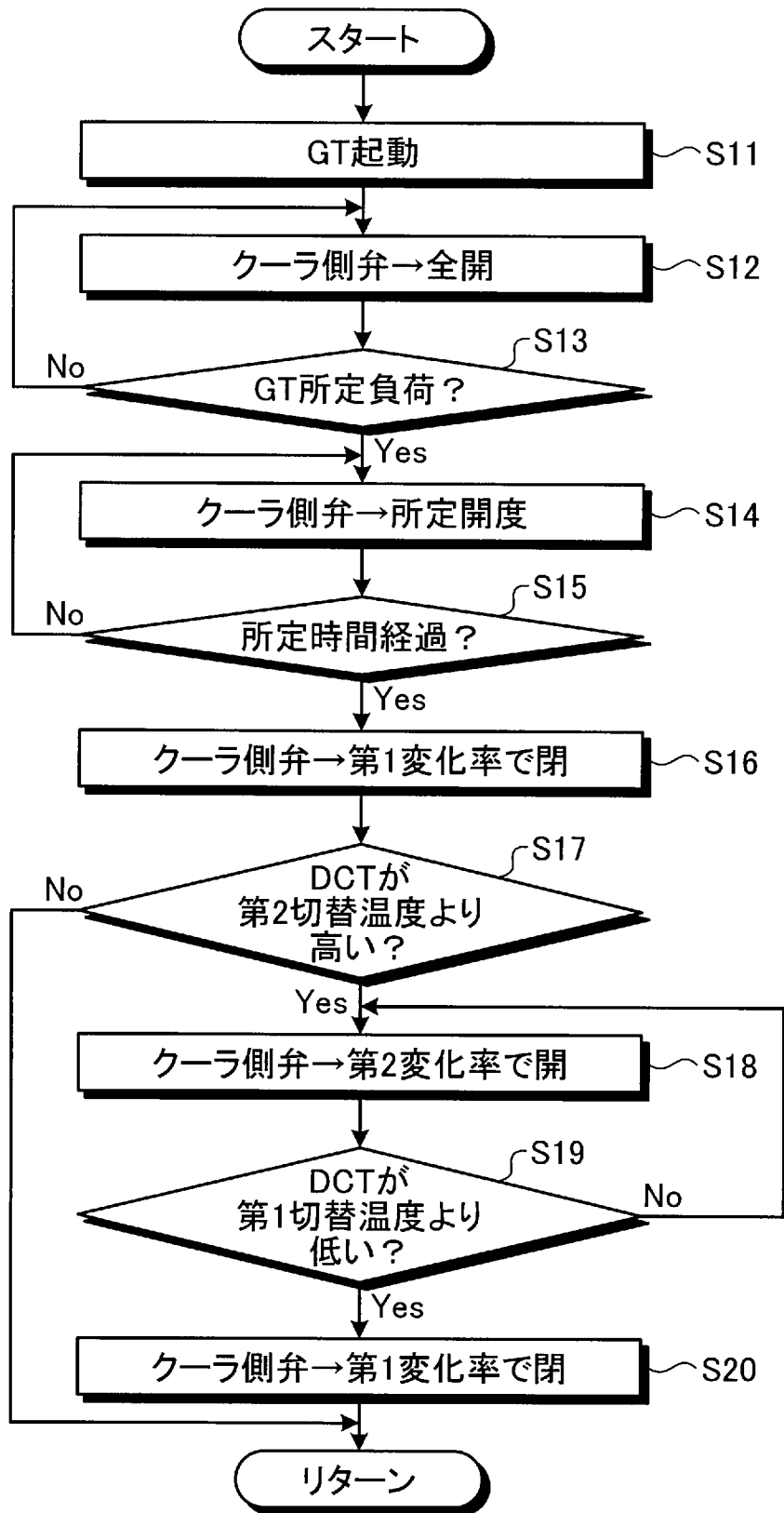
[図2]



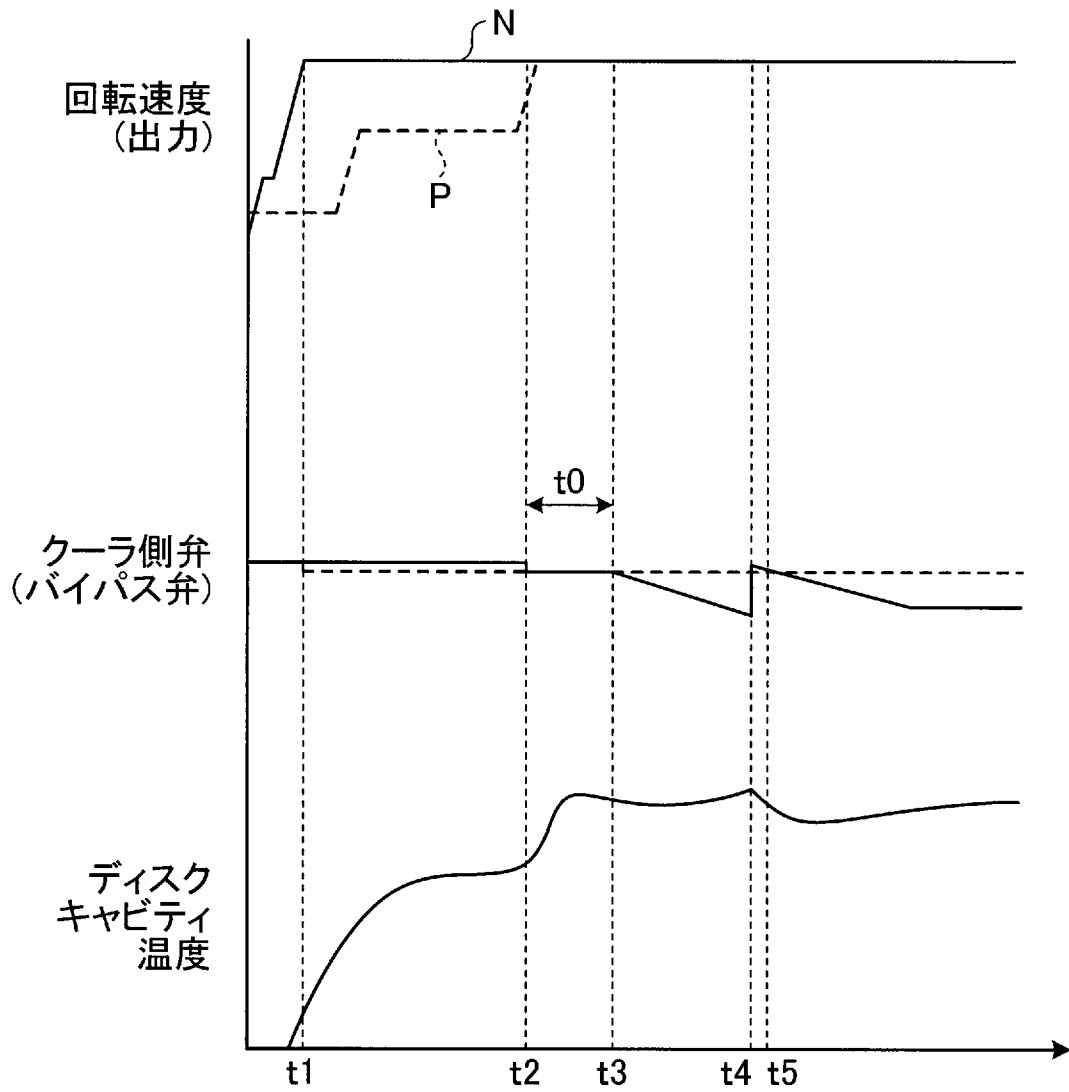
[図3]



[図4]



[図5]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/052770

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*F02C7/18(2006.01)i, F01D5/08(2006.01)i, F01D25/12(2006.01)i, F02C6/08(2006.01)i, F02C9/18(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)  
*F02C7/18, F01D5/08, F01D25/12, F02C6/08, F02C9/18*

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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	JP 2013-57278 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 28 March 2013 (28.03.2013), paragraphs [0008] to [0026], [0042] (Family: none)	1-8
A	JP 2012-102648 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 31 May 2012 (31.05.2012), paragraph [0021]; fig. 5 (Family: none)	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 21 April 2015 (21.04.15)	Date of mailing of the international search report 28 April 2015 (28.04.15)
---	--

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/JP2015/052770

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 11-513772 A (Westinghouse Electric Corp.), 24 November 1999 (24.11.1999), page 6, line 1 to page 7, line 23 & US 5993149 A & US 5636659 A & WO 1997/014871 A1 & CN 1200164 A & AR 4021 A1	1-8
A	JP 2013-36357 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 21 February 2013 (21.02.2013), paragraphs [0026] to [0027]; fig. 1 (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. F02C7/18(2006.01)i, F01D5/08(2006.01)i, F01D25/12(2006.01)i, F02C6/08(2006.01)i, F02C9/18(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. F02C7/18, F01D5/08, F01D25/12, F02C6/08, F02C9/18

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 1971-2015年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2015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	JP 2013-57278 A（三菱重工業株式会社）2013.03.28, 段落[0008]-[0026], [0042] (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2012-102648 A（三菱重工業株式会社）2012.05.31, 段落[0021], 図5 (ファミリーなし)	1-8

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	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 21.04.2015	国際調査報告の発送日 28.04.2015
--------------------------	--------------------------

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） 米澤 篤 電話番号 03-3581-1101 内線 3355	3G	4132
--	--	----	------

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 11-513772 A (ウエスチングハウス・エレクトリック・コーポレーション) 1999. 11. 24, 第6 ページ第1 行-第7 ページ第23 行目 & US 5993149 A & US 5636659 A & WO 1997/014871 A1 & CN 1200164 A & AR 4021 A1	1-8
A	JP 2013-36357 A (三菱重工業株式会社) 2013. 02. 21, 段落[0026]-[0027], 図1 (ファミリーなし)	1-8