

(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
2024年10月3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/201770 A1

(51) 国際特許分類:

F02C 7/00 (2006.01) *F04D 27/00* (2006.01)
F04B 49/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/012780

(22) 国際出願日: 2023年3月29日(29.03.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社 S U B A R U (**SUBARU CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1508554 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 Tokyo (JP).

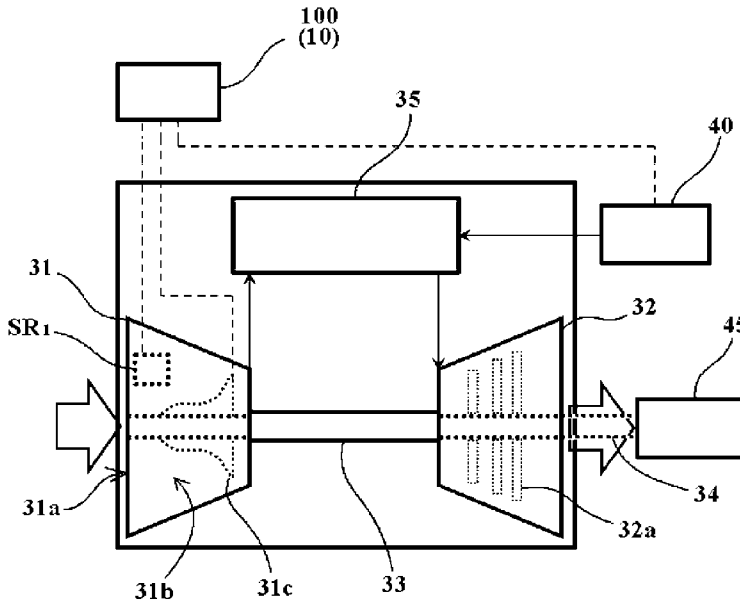
(72) 発明者: 加藤 航(**KATO Wataru**); 〒1508554 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社 S U B A R U 内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人太田特許事務所 (**OHTA PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS**); 〒1640012 東京都中野区本町1丁目23-9 N I Dビル6F 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,

(54) **Title:** CONTROL DEVICE FOR GAS TURBINE ENGINE, AND MOBILE BODY

(54) 発明の名称: ガスタービンエンジンの制御装置、および移動体



(57) **Abstract:** The present invention provides: a control device which is for a gas turbine engine and which is capable of determining whether reverse rotation of a rotation member has occurred at startup of the gas turbine engine; and a gas turbine engine vehicle. The control device for a gas turbine engine drives an impeller of the gas turbine engine, detects, on the basis of a detection value from an air flowrate sensor which is installed in an air circulation part in communication with an intake port, whether or not an air flowrate detected by the air flowrate sensor at impeller startup is within a determination reference value range, and thereby determines whether or not reverse rotation of a rotation member has occurred at startup of the gas turbine engine.

[続葉有]



WO 2024/201770 A1

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

(57) 要約: ガスタービンエンジンの始動時における回転部材の逆回転発生を判定可能なガスタービンエンジンの制御装置およびガスタービンエンジン車を提供する。ガスタービンエンジンの制御装置は、ガスタービンエンジンのインペラを駆動し、吸気口から続く空気流通部に設置された空気流量センサの検出値に基づいて、インペラの始動時に空気流量センサで検出された空気流量が判定基準値の範囲にあるか否かを検出することで、ガスタービンエンジンの始動時における回転部材の逆回転の発生を判定する。

明 細 書

発明の名称： ガスタービンエンジンの制御装置、および移動体
技術分野

[0001] 本開示は、ガスタービンエンジンの制御装置と、これらガスタービンエンジンと制御装置を搭載するガスタービンエンジン車などの移動体に関する。

背景技術

[0002] 現代社会において移動手段は不可欠であり、日常において車両や航空機などの様々な移動体が実用化されている。その中でも、例えば特許文献1に例示されるように、ガスタービンエンジンによって発電機を駆動し、この発電機で得られる電力を電動モータなどの駆動系に供給する車両が知られている。

[0003] 一般的にガスタービンエンジンは作動時に高速で回転するため、安定した駆動を実現するためには定期的なメンテナンスも欠かせない。従って、例えば特許文献2に例示されるように、ガスタービンエンジンの試験において検出された欠陥が、エンジンの性能問題に関連しているのか、それともエンジン性能とは無関係な問題に関連しているのかを評価する方法なども提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-218711号公報

特許文献2：特開2003-176726号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述した各特許文献に限らず現在の技術では未だ市場のニーズを満たしているとは言えず以下に述べる課題が存在する。

すなわち、ガスタービンエンジンが組み付けミスなど何らかの要因で通常の回転方向とは逆に回転（以下、「逆回転」とも称する）した場合、吸気口

に流入すべき空気が乱れて通常の燃焼が起こらない。このような場合において、そのまま燃焼動作が継続された場合には、ガスタービンエンジンの内部で異常が発生し、場合によってはガスタービンエンジンの破損に帰結してしまう。

[0006] これに対してガスタービンエンジンにおけるロータの回転数はセンサを用いて検出可能ではあるが、ガスタービンエンジンに搭載される一般的な回転検出機構では回転方向までは検知することができない。なお、かような回転検出機構に対して回転方向まで検知させる機能を付加することはできるものの、例えばセンサのコストアップや制御装置側での演算負荷の増大に帰結する。

[0007] 本開示は、上記した課題を一例に鑑みて為されたものであり、コストアップや制御装置の演算負荷の増大を抑制しつつ、ガスタービンエンジンの始動時における回転部材の逆回転発生を判定可能なガスタービンエンジンの制御装置およびこの制御装置を搭載する移動体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

[0008] 上記課題を解決するため、本開示のある観点によれば、吸気口に設けられるインペラと前記インペラの後段に配置されたタービンを備えたガスタービンエンジンを制御する制御装置であって、一つ又は複数のプロセッサと、前記一つ又は複数のプロセッサと通信可能に接続された一つ又は複数のメモリと、を備え、前記プロセッサは、前記インペラを駆動し、前記吸気口から続く空気流通部に設置された空気流量センサの検出値に基づいて、前記インペラの始動時に前記空気流量センサで検出された空気流量が判定基準値の範囲にあるか否かを検出することで、前記ガスタービンエンジンの始動時における回転部材の逆回転の発生を判定するガスタービンエンジンの制御装置が提供される。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、ガスタービンエンジンの始動時の空気流量とエンジンの回転方向とを関連付けることで、コストアップや制御装置の演算負荷の増大

を抑制しつつガスタービンエンジンの始動時における逆回転の発生を判定することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第1実施形態に係るガスタービンエンジンを備えた車両の構成例を示す模式図である。

[図2]第1実施形態に係る車両の各構成と機能を説明する模式図である。

[図3]第1実施形態に係るガスタービンエンジンと制御装置の構成を示す模式図である。

[図4]第1実施形態に係る制御装置とその周辺の構成を示す機能ブロック図である。

[図5]第1実施形態に係るガスタービンエンジンの回転方向判別方法を示すフローチャートである。

[図6]図5に示すガスタービンエンジンの回転方向判別方法のうち回転方向判定処理を示すフローチャートである。

[図7]第2実施形態に係るガスタービンエンジンの回転方向判別方法を示すフローチャートである。

[図8]図7に示すガスタービンエンジンの回転方向判別方法のうち装備故障判定処理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

[0011] 次に本開示の好適な実施形態について説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。また、以下で詳述する以外の構成については、上記した特許文献を含む公知のガスタービンエンジンに関する要素技術や構成を適宜補完してもよい。

[0012] [第1実施形態]

＜ガスタービンエンジン車GTV＞

図1及び図2は、本実施形態に係るガスタービン30とその制御装置100を含むガスタービンエンジン車GTVの構成例と機能ブロックをそれぞれ

示す模式図である。なお本実施形態のガスタービン30とその制御装置100は、例えば車両、航空機あるいは船舶など公知の種々の移動体に対して適用が可能である。以下、上記した移動体の一例として車両（ガスタービンエンジン車）を例にして説明を継続する。

[0013] ガスタービンエンジン車GTVは、図2に示すように、車両の駆動トルクを生成する駆動力源21から出力される駆動トルクを左前輪3LF、右前輪3RF、左後輪3LR及び右後輪3RR（以下、特に区別を要しない場合には「車輪3」と総称する）に伝達する四輪駆動車として構成されている。

駆動力源21は、本実施形態では前輪側に配置された公知の電動モータが例示できる。この駆動力源21は、図示しない変速機や前輪差動機構5F及び後輪差動機構5Rを介して前輪駆動軸2F及び後輪駆動軸2Rに伝達される駆動トルクを出力し得る。

[0014] なお、本実施形態の駆動力源21としての電動モータは、前輪側と後輪側でそれぞれ1つずつ配置されていてもよく、あるいは各車輪3にそれぞれ1つの電動モータが配置される形態であってもよい。また、本実施形態のガスタービンエンジン車GTVは、四輪駆動車として構成されているが、上記した電動モータが前輪又は後輪を駆動する2輪駆動車であってもよい。また、駆動力源21は、上記した電動モータに加えて、さらにガソリンエンジンやディーゼルエンジンなど公知の内燃機関を更に備えていてもよい。

[0015] かような駆動力源21に所望の電力を供給する電源システムは、例えば後述するガスタービン30と、このガスタービン30に燃料を供給する公知の燃料供給機構40と、ガスタービン30からの駆動力を受けて発電を行う公知の発電機45と、この発電機45で発生した電力などを貯蔵可能なリチウムイオン二次電池や鉛蓄電池などの公知の二次電池50と、公知のコンバータ22と、これらを制御する制御装置100と、を含んでいる。

[0016] 図2に示すように、ガスタービン30は、上記した発電機45及びコンバータ22などを介して駆動力源21（電動モータ）を含む負荷に接続されている。また、燃料供給機構40は、制御装置100の制御によってガスター

ビン 30 へ供給する燃料の量を調整可能な公知の燃料供給バルブ 41 を含んで構成されていてもよい。

[0017] コンバータ 22 は、直流電流と交流電流との変換を行う公知の AC/DC コンバータや、直流電流の電圧を所望の電圧に調整する公知の DC/DC コンバータを含んで構成されている。従って、ガスタービン 30 及び発電機 45 によって生成された電力は、このコンバータ 22 を介して変換された後に、例えば二次電池 50 で貯蔵され又は駆動力源 21 に供給さ得る。

[0018] また、本実施形態のガスタービンエンジン車 GTV は、運転制御に用いられる装備として、上記した駆動力源 21、電動ステアリング装置 8 及びブレーキ装置 4LF、4RF、4LR、4RR（以下、特に区別を要しない場合には「ブレーキ装置 4」と総称する）を備えている。

[0019] 前輪駆動軸 2F には電動ステアリング装置 8 が設けられている。電動ステアリング装置 8 は図示しない電動モータやギヤ機構を含み、車両駆動制御装置 20 により制御されることによって左前輪 3LF 及び右前輪 3RF の操舵角を調節する。

[0020] 車両駆動制御装置 20 は、ガスタービンエンジン車 GTV の駆動トルクを出力する駆動力源 21、ステアリングホイール 9、操舵輪の操舵角を制御する電動ステアリング装置 8、及び、ガスタービンエンジン車 GTV の制動力を制御するブレーキ装置 4 の駆動などを制御する公知の一つ又は複数の電子制御装置（ECU: Electronic Control Unit）を含む。車両駆動制御装置 20 は、駆動力源 21 から出力された出力を変速して車輪 3 へ伝達する変速機の駆動を制御する機能を備えていてもよい。

[0021] 制御装置 100 は、一つ又は複数のプロセッサ（CPU (Central Processing Unit)）と、前記一つ又は複数のプロセッサに通信可能に接続される一つ又は複数のメモリと、を備えて構成されている。制御装置 100 は、後述する吸気口 31a に設けられるインペラ 31c と、このインペラ 31c の後段に配置されたタービン 32 とを備えたガスタービン 30 を制御する機能を有して構成されている。また、制御装置 100 は、後述するガスタービン

30の回転方向を判定する判定装置10としても機能する。

この制御装置100は、車載可能な公知の通信装置CDを介してインターネットなどの公知の外部ネットワークNTと接続可能に構成されていてもよい。

[0022] かような制御装置100には、直接的に又はCAN (Controller Area Network) やLIN (Local Inter Net) 等の通信手段を介して、上記した通信装置CD、後述する空気流量センサSR₁を含むセンサ類SR、ハードディスクなど公知の記憶装置MD、公知の車載スピーカSPやディスプレイDPを含む提示装置PDなどが電氣的に接続されている。なお本実施形態に適用可能なセンサ類SRとしては、ガスタービンエンジン車GTV周囲における外気温を検出可能な公知の外気温センサSR₂、ガスタービンエンジン車GTV周囲における気圧を検出可能な公知の気圧センサSR₃の他に、角速度センサなど車載される公知の種々の車載センサがさらに例示できる。

[0023] <ガスタービンエンジン>

次に図3を参照しつつ、ガスタービン30と燃料供給機構40を含む本実施形態のガスタービンエンジンについて説明する。

同図に示すように、ガスタービン30は、吸気口31aにインペラ31cを備えた圧縮機31、燃焼器35の後段に配置されたタービン32、圧縮機31とタービン32とを連結する駆動軸33、タービン32と同軸に配置された出力軸34、および、圧縮機31の後段に配置された燃焼器35などを含んで構成されている。

[0024] 圧縮機31は、空気を取り入れる吸気口31aから外気（空気）を取り込み、インペラ31cを介してこの取り込んだ空気を圧縮する機能を有して構成されている。この吸気口31aから続くインペラ31cの前段部における空気流通部31bには、吸気口31aから取り込んだ空気の流量を計測可能な公知の空気流量センサSR₁が設けられている。従って制御装置100は、上記した空気流量センサSR₁を介して、圧縮機31に流入する空気流量を検出することが可能となっている。

[0025] タービン 3 2 は、上記したインペラ 3 1 c と連結された駆動軸 3 3 と接続されるロータ 3 2 a を備えて構成される。また、ロータ 3 2 a は、不図示の三相交流モータなどの公知のスタータモータによって始動することが可能となっている。このときロータ 3 2 a はインペラ 3 1 c と駆動軸 3 3 を介して連結されていることから、ロータ 3 2 a の駆動に応じてインペラ 3 1 c も同調して回転し得る。

以上のとおり構成された本実施形態のガスタービン 3 0 では、制御装置 1 0 0 による制御の下でスタータモータによってロータ 3 2 a 及びインペラ 3 1 c を備えた駆動軸 3 3 が始動（回転）すると、このインペラ 3 1 c の回転によって圧縮機 3 1 で取り込まれた空気が圧縮されて公知の燃焼器 3 5 へ供給される。

[0026] このとき制御装置 1 0 0 は、上記した燃料供給バルブ 4 1 を介して燃料供給機構 4 0 から燃料を燃焼器 3 5 へ供給して燃焼させることで、燃焼された高速の気体がタービン 3 2 へ供給される。この高速の気体によりタービン 3 2 内のロータ 3 2 a が回転することで、出力軸 3 4 を介して発電機 4 5 に駆動力（回転）が伝達され、これにより発電機 4 5 で所望の発電が行われる。

[0027] <判定装置 1 0>

次に図 4 を用いて、本実施形態におけるガスタービンエンジンの始動時における逆回転の発生有無を判定する判定装置 1 0 について説明する。

すなわち、例えばガスタービンエンジンの組み立て工程における三相交流モータの配線ミスやインバータの配線ミスなどによって、ガスタービンエンジンの始動時に正規の回転でなく上記した逆回転が発生し得ることが判明した。かような逆回転が発生した場合には、適切な対処が遅れた場合にはガスタービンエンジンの損傷などが発生し得る。

これに対して本実施形態の判定装置 1 0 は、上述したスタータモータを介してインペラ 3 1 c （又はロータ 3 2 a ）を駆動し、空気流量センサ SR_1 の検出値に基づいてインペラ 3 1 c の始動時に空気流量センサ SR_1 で検出された空気流量が判定基準値の範囲にあるか否かを検出する。

[0028] そして制御装置１００は、この空気流量が判定基準値の範囲にあるか否かに基づいて、ガスタービンエンジンの始動時における回転部材における逆回転の発生を判定する。より具体的に本実施形態における「回転部材」とは、圧縮機３１におけるインペラ３１ｃと、タービン３２におけるロータ３２ａと、の少なくとも１つが例示できる。

[0029] 図４に示すように、本実施形態の判定装置１０は、空気流量計測部１０Ａ、環境因子計測部１０Ｂ、および回転方向判定部１０Ｃを含んで構成されている。上述したとおり、判定装置１０は、本実施形態の制御装置１００が実行する一つの機能として構成されている。図４に示すように、制御装置１００は、駆動制御部１１および提示制御部１２を含んで構成されていてもよい。

[0030] 空気流量計測部１０Ａは、上記した圧縮機３１の吸気口３１ａから取り込まれて空気流通部３１ｂを流れる空気の流量を計測する機能を有して構成されている。より具体的に空気流量計測部１０Ａは、上記した空気流量センサＳＲ_１を介して空気流通部３１ｂを流れる空気の流量を計測することができる。

[0031] 環境因子計測部１０Ｂは、ガスタービン３０の周囲における温度、気圧などの環境因子を計測する機能を有して構成されている。ここで本実施形態における「環境因子」とは、例えば上記した温度や気圧などガスタービンエンジンの出力に影響を与え得るガスタービン周囲のパラメータを言う。

より具体的に環境因子計測部１０Ｂは、上記した外気温センサＳＲ_２を介して車両周囲の外気温を計測することができる。また、環境因子計測部１０Ｂは、上記した気圧センサＳＲ_３を介して車両周囲の気圧を計測することができる。なお上記では環境因子の一例として外気温と気圧を例にして説明したが、環境因子の例として例えば車両周囲の湿度など他の公知のパラメータを追加してもよい。

[0032] 回転方向判定部１０Ｃは、上記した空気流量センサＳＲ_１の検出値に基づいて、ガスタービンエンジンの始動時における回転部材（インペラ３１ｃおよ

びロータ 32a の少なくとも 1 つ) の逆回転を検出する機能を有して構成されている。より具体的に回転方向判定部 10C は、インペラ 31c の始動時に空気流量センサ SR_1 で検出された空気流量が判定基準値の範囲にあるか否かを検出することで、上記した回転部材における逆回転の発生有無を判定することができる。

[0033] なお、上記した判定基準値の範囲については、ガスタービン 30 の規模や定格出力などに基づいて、実験やシミュレーションで予め算出することができる。一例として、本実施形態における判定基準値の範囲として、 $10.0 \text{ g/s} \sim 15.0 \text{ g/s}$ が例示できる。

[0034] なお回転方向判定部 10C は、ガスタービンエンジンの始動時における環境因子（気温や気圧など）に基づいて、上記した空気流量の判定基準値を可変させてもよい。より具体的に制御装置 100 は、外気温や気圧ごとに予め規定された判定基準値の参照情報を参照してもよい。かような判定基準値の参照情報は、例えば外気温や気圧ごとに上記した判定基準値の範囲の最適値が規定されたテーブル情報として、上記した記憶装置 MD や不図示の外部サーバなどに予め保持されていてもよい。

一例として、上記した参照情報は、外気温が高くなるほど判定基準値の流量が下がるように設定されていてもよい。逆に言えば上記した参照情報は、外気温が低くなるほどに判定基準値の流量が上がるように設定することができる。

また、他の一例として、上記した参照情報は、気圧が低くなるほど判定基準値の流量が下がるように設定されていてもよい。逆に言えば上記した参照情報は、気圧が高くなるほどに判定基準値の流量が上がるように設定することができる。

かようなテーブル情報は、所定の範囲で分けられた外気温や気圧ごとに実験又はシミュレーションを行って最適値をそれぞれ測定することで、予め算出できる。

[0035] 駆動制御部 11 は、上記した回転方向判定部 10C の判定結果に基づいて

、ガスタービンエンジン車GTVの駆動を制御する機能を有して構成されている。より具体的に駆動制御部11は、上記した回転方向判定部10Cによって回転部材が逆回転していると判定された場合には、例えばガスタービン30の駆動を停止する制御を行ってもよい。

[0036] 提示制御部12は、公知の車載スピーカSPやディスプレイDPを含む提示装置PDを介して、上記したガスタービン30を含むガスタービンエンジンの駆動状態や上記した判定結果など各種情報を提示する処理を実行する。なお提示制御部12は、上記した各種情報を、車載された提示装置PDを介して乗員に提示してもよいし、乗員が所持するスマートフォンなどの外部端末にアクセスして提示する制御を行ってもよい。

[0037] <ガスタービン始動時における回転方向判定方法>

次に図5及び図6も参照しつつ、本実施形態における判定装置10を含む制御装置100によって実行可能な、ガスタービン始動時における回転方向判定方法について説明する。なお、当該回転方向判定方法は、コンピュータが読み取り可能なプログラムのアルゴリズムとして用いられてもよい。かようなアルゴリズムを有するプログラムは、例えば公知のネットワークを介してガスタービンエンジン車GTVにダウンロード可能に流通したり、記録媒体に格納された形で流通し得る。

以下では、例えばユーザがガスタービンエンジン車GTVに搭乗してシステムを起動して走行を開始したときを例にして説明する。

[0038] まずステップ10Aで、制御装置100は、上記したガスタービン30を含むガスタービンエンジンが始動したか否かを検出する。なおステップ10Aでガスタービンエンジンが未だ始動していない場合には、後述するステップ100においてシステムがOFFとなったか否かが判定されると共に、システムがOFFとなっていない場合にはこのステップ10Aに戻って処理が繰り返される。

[0039] そしてステップ10Aでガスタービンエンジンが始動したと判定された場合、続くステップ20Aにおいて、ガスタービン始動時における回転方向を

判定するための判定条件が成立したか否かが検出される。かような判定条件としては、例えばガスタービンエンジンが定格出力を出せる準備が整ったかなどを基準に設定されてもよい。すなわち上記判定条件の一例として、上記したスタータモータによる始動によってガスタービン30のロータ32aにおける回転数が所定範囲（例えば5000rpm～10000rpmの範囲内）となったか、などが例示できる。

[0040] なお本例では上記回転数の範囲として5000～10000rpmを例示するが、このような所定範囲としてはタービンの規模や定格出力などに応じて適宜設定してもよい。

ステップ20Aにおいて何らかの要因で判定条件が成立しない場合（ステップ20AでNo）には、ステップ100に移行して上記と同様の処理が実行される。一方でステップ20Aにおいて上記した判定条件が成立した場合（ステップ20AでYes）には、次いでステップ30Aへ移行してガスタービンエンジンの始動時における回転方向の判定処理が実行される。

[0041] すなわち、図6に示すように、ステップ30Aにおけるガスタービンエンジンの始動時における回転方向の判定処理では、まずステップ31において、制御装置100は、公知の回転数検出センサ（不図示）を介して、スタータモータで始動したロータ32aの回転数を確認する。ここで、上記した記憶装置MDなどにはロータ32aの回転数に対応した空気流量の範囲情報が予め保持されている。

[0042] 次いでステップ32において、制御装置100の空気流量計測部10Aは、上述した空気流量センサSR₁を介して、インペラ31cの始動時において空気流通部31bを流れる空気の流量を計測する。このときステップ32において、制御装置100の環境因子計測部10Bは、例えば上記した外気温センサSR₂を介して車両周囲の外気温を計測してもよい。

[0043] 次いでステップ33において、制御装置100の回転方向判定部10Cは、空気流量計測部10Aの検出値（空気流通部31bを流れる空気の流量）に基づいて、インペラ31cの始動時に空気流量センサSR₁で検出された空

気流量が判定基準値の範囲にあるか否かを検出する。より具体的に制御装置 100 の回転方向判定部 10C は、ステップ 31 で取得したロータ 32a の回転数に基づいて上記した空気流量の範囲情報を取得し、この範囲情報に含まれる判定基準値（一例として、上記した $10.0 \text{ g/s} \sim 15.0 \text{ g/s}$ ）の範囲内にあるかを判定することができる。このとき制御装置 100 の回転方向判定部 10C は、ステップ 32 で車両周囲の外気温など環境因子の情報を取得している場合には、この環境因子の値に基づいて上記した判定基準値を調整（例えば上限及び下限の少なくとも一方を可変するなど）してもよい。

[0044] このように回転方向判定部 10C は、ステップ 33 において上記した空気流量が判定基準値の範囲内でなければ、続くステップ 34A においてガスタービンエンジンは逆回転を行っているとは判定してステップ 30A を完了する。一方、ステップ 33 において上記した空気流量が判定基準値の範囲内であれば、回転方向判定部 10C は、続くステップ 34B においてガスタービンエンジンは順回転（すなわち適正な回転）を行っているとは判定してステップ 30A を完了する。

[0045] 以上のステップ 30A における回転方向判定処理によってガスタービンエンジンの回転方向が判定された後は、続くステップ 40A において、制御装置 100 は、ガスタービンエンジンの回転方向は正常（順回転）か否かを判定して、正常（すなわち順回転）であればステップ 100 へ移行する。

一方でステップ 40A において上記回転方向が正常でないと判定された場合、制御装置 100 の提示制御部 12 は、上記した提示装置 PD を介して、ガスタービン 30 を含むガスタービンエンジンの駆動状態や、逆回転が発生しているなどの警告情報をユーザに対して提示することができる。

[0046] また、ガスタービンエンジンの始動時において逆回転が発生していることから、制御装置 100 の駆動制御部 11 は、続くステップ 60A において、ガスタービン 30 の駆動を緊急停止する制御を行うことができる。これによりガスタービンエンジンの損傷などを早期に抑制することが可能となってい

る。

なお、図示されるとおり、ステップ 60A の後で本実施形態の回転方向判定方法が完了するが、例えばステップ 60A の後はステップ 100 に移行してシステムが OFF となったか否かを判定してもよい。

[0047] 以上で説明したガスタービン始動時における回転方向判定方法によれば、ガスタービンエンジンの始動時の空気流量とエンジンの回転方向とを関連付け、ガスタービンエンジンの始動時において回転部材（インペラ 31c やロータ 32a）の逆回転の発生を検出できることから、例えば上記した組み付けミスなどによるガスタービンエンジンの損傷などが抑制できる。

[0048] [第 2 実施形態]

以下、図 7 及び図 8 を用いて第 2 実施形態に係るガスタービンエンジンの制御装置 100 について説明する。上述した第 1 実施形態においては、空気流量センサの検出値に基づいてガスタービンエンジンの始動時における回転部材の逆回転の発生を判定していた。これに対して第 2 実施形態の制御装置 100 では、第 1 実施形態における判定処理をベースとして、前記した空気流量センサの故障と前記した回転部材の逆回転とをさらに峻別する点に主とした特徴がある。

[0049] 従って以下に述べる第 2 実施形態の説明では、上記した特徴について主に説明することとし、既述した第 1 実施形態と同じ機能を有する構成要素について同じ参照番号を付すと共にそのような構成要素の説明は適宜省略する。

[0050] すなわち本実施形態において、制御装置 100 は、第 1 実施形態で既述したステップ 10A からステップ 30A を経ることで、ガスタービンエンジンの始動時における回転方向が判定される。

次いでステップ 40B において、制御装置 100 は、ガスタービンエンジンが逆回転しているか否かを確認する。そしてガスタービンエンジンが逆回転しておらず順回転である場合（ステップ 40B で No）には、既述したステップ 100 へ移行する。

[0051] 一方でガスタービンエンジンが逆回転していると判定された場合（ステッ

プ40BでYes)には、制御装置100は、ステップ50Bに移行して以下に示す装備故障判定処理を実行する。

すなわち、図8に示すように、制御装置100は、まずステップ51において公知の回転数検出センサ（不図示）を介してロータ32aの回転数を検出する。次いでステップ52において、制御装置100は、上記した空気流量センサSR₁を介して、インペラ31cの始動時において空気流通部31bを流れる空気の流量（1回目）を計測する。なお、ステップ52における処理は上述したステップ32における処理と同様であることから、このステップ52は適宜省略してもよい。

[0052] 続いてステップ53において、制御装置100は、スタータモータを制御して、最初の回転方向とは逆方向となるようにロータ32aを逆回転で駆動させる。次いでステップ54において、制御装置100は、上記した空気流量センサSR₁を介して、空気流通部31bを流れる空気の流量（2回目）を計測する。

[0053] そして制御装置100は、続くステップ55において、空気流量センサSR₁で検出された空気流量が判定基準値の範囲にあるか否かを検出する。より具体的に制御装置100は、ステップ31と同様の手法にて、ロータ32aの回転数に基づいて上記した空気流量の範囲情報を取得し、この範囲情報に含まれる判定基準値の範囲内にあるかを判定することができる。

[0054] ここで、仮に上記した回転部材が組み付けミスによって逆回転している場合には、ステップ53でロータ32aを逆回転させていることから、ステップ55では正規の回転方向（すなわち順回転）で回転した場合と同じ状態となっていると推定できる。

従って、制御装置100は、ステップ5において検出された空気流量が上記した判定基準値の範囲にあれば、ステップ56Bに移行してガスタービンエンジンが逆回転していると判定できる。そしてステップ56Bにおいてガスタービンエンジンが逆回転していることを判定した後は、本実施形態の故障判定処理を完了してステップ60Bに移行する。

[0055] 一方で制御装置100は、ステップ5において検出された空気流量が上記した判定基準値の範囲になれば、ステップ56Aに移行して装備品（本例では空気流量センサSR₁）が故障している可能性があるかと判定できる。そしてステップ56Aにおいて装備品が故障している可能性があることを判定した後は、本実施形態の故障判定処理を完了してステップ60Bに移行する。

[0056] このように本実施形態の制御装置100は、ロータ32a及びインペラ31cを順方向（正回転）に回転させた後で逆方向（逆回転）に回転させて、この間に検出される空気流量センサSR₁の測定値に基づいて、この装備品（空気流量センサSR₁）の故障と回転部材の逆回転とを峻別することが可能となっている。

[0057] そして上記したステップ50Bにおける故障判定処理を完了した後、続くステップ60Bにおいて、制御装置100は、上記した提示装置PDを介して、ガスタービン30を含むガスタービンエンジンにおける逆回転発生の有無や、装備品（本例では空気量センサ）が故障している可能性があるなどの警告情報をユーザに対して提示することができる。

[0058] さらに制御装置100は、続くステップ70において、上記した第1実施形態と同様に、ガスタービン30の駆動を緊急停止する制御を行うことができる。これにより、装備品の故障と回転部材の組付けミスを峻別しつつ、ガスタービンエンジンの損傷などを早期に抑制することが可能となっている。

[0059] なお本実施形態では、ガスタービンエンジンに搭載される装備品の一例として空気流量センサSR₁を示したが、本開示は上記の例には限定されない。例えば装備品の一例としてタービン内の圧力を測定可能な圧力センサなど他部品の故障に対し、上記した装備故障判定処理を応用してもよい。

[0060] <コンピュータプログラム、記録媒体>

なお上記した判定装置の各機能を実現するコンピュータプログラムは、吸気口に設けられるインペラと前記インペラの後段に配置されたタービンを備えたガスタービンエンジンを制御する制御装置に適用されるコンピュータプログラムであって、一つ又は複数のプロセッサに、スタータモータを介して

インペラ（又はロータ）を駆動させること、吸気口から続く空気流通部に設置された空気流量センサの検出値に基づいてインペラの始動時に空気流量センサで検出された空気流量が判定基準値の範囲にあるか否かを検出すること、及び、前記空気流量が判定基準値の範囲にあるか否かに基づいてガスタービンエンジンの始動時における回転部材（インペラ及びロータの少なくとも一方）の逆回転の発生を判定すること、を含む処理を実行させ得る。

[0061] さらに判定装置を含む制御装置の各機能を実現するコンピュータプログラムは、上記したアルゴリズムに加え、（ α ）ガスタービンエンジンの始動時における環境因子（気温や気圧など）に基づいて上記した空気流量の判定基準値を可変させること、（ β ）インペラを順方向（正回転）に回転させた後で逆方向（逆回転）に回転させて、この間に検出される空気流量センサの測定値に基づいて、空気流量センサの故障と上記した回転部材の逆回転とを峻別すること、などをさらに実行させ得る。

[0062] また、かようなコンピュータプログラムは、例えば公知の上記した記録媒体に格納される形態であってもよいし、クラウドなど公知のサーバからガスタービンエンジン車GTVに通信装置CDを介してダウンロードされる形態であってもよい。

[0063] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術はかかる例に限定されない。本開示の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

符号の説明

- [0064]
- 10 判定装置
 - 20 車両駆動制御装置
 - 30 ガスタービン
 - 40 燃料供給機構

4 5 発電機

1 0 0 制御装置

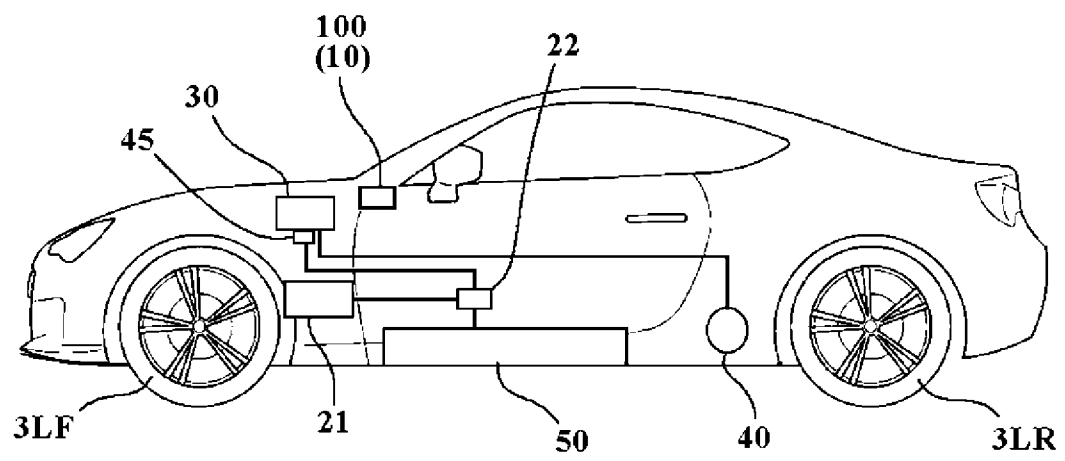
G T V ガスタービン車

請求の範囲

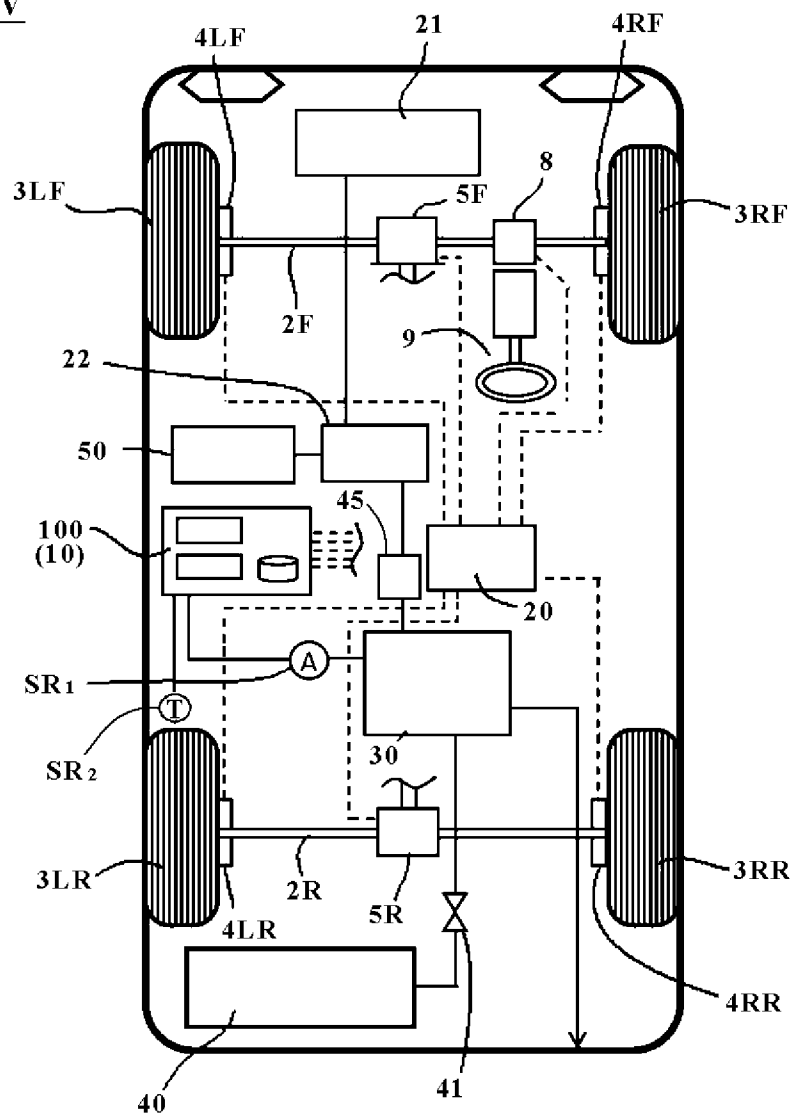
- [請求項1] 吸気口に設けられるインペラと前記インペラの後段に配置されたタービンを備えたガスタービンエンジンを制御する制御装置であって、
一つ又は複数のプロセッサと、前記一つ又は複数のプロセッサと通信可能に接続された一つ又は複数のメモリと、を備え、
前記プロセッサは、
前記インペラを駆動し、
前記吸気口から続く空気流通部に設置された空気流量センサの検出値に基づいて、前記インペラの始動時に前記空気流量センサで検出された空気流量が判定基準値の範囲にあるか否かを検出することで、前記ガスタービンエンジンの始動時における回転部材の逆回転の発生を判定する、
ガスタービンエンジンの制御装置。
- [請求項2] 前記プロセッサは、
前記始動時における環境因子に基づいて、前記空気流量の判定基準値を可変させる、
請求項1に記載のガスタービンエンジンの制御装置。
- [請求項3] 前記プロセッサは、
前記インペラを順方向に回転させた後で逆方向に回転させて、この間に検出される前記空気流量センサの測定値に基づいて、前記空気流量センサの故障と前記回転部材の逆回転とを峻別する、
請求項2に記載のガスタービンエンジンの制御装置。
- [請求項4] 吸気口にインペラを備えた圧縮機と、前記インペラの前段における空気流通部に設置された空気流量センサと、前記圧縮機の後段に配置された燃焼器と、前記燃焼器の後段に配置されたロータを備えたタービンと、前記タービンと同軸に配置された出力軸と、を備えたガスタービンエンジンと、
前記ガスタービンエンジンを制御する請求項1～3のいずれか一項

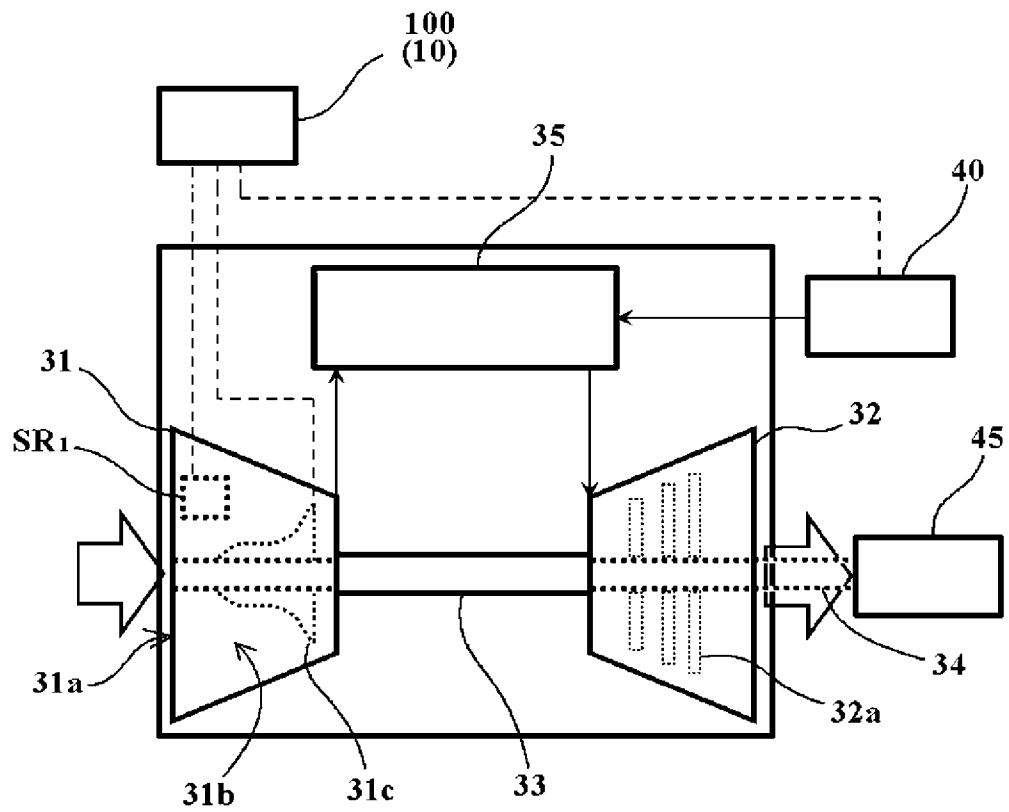
に記載のガスタービンエンジンの制御装置と、
を備えたガスタービンエンジン車。

[図1]

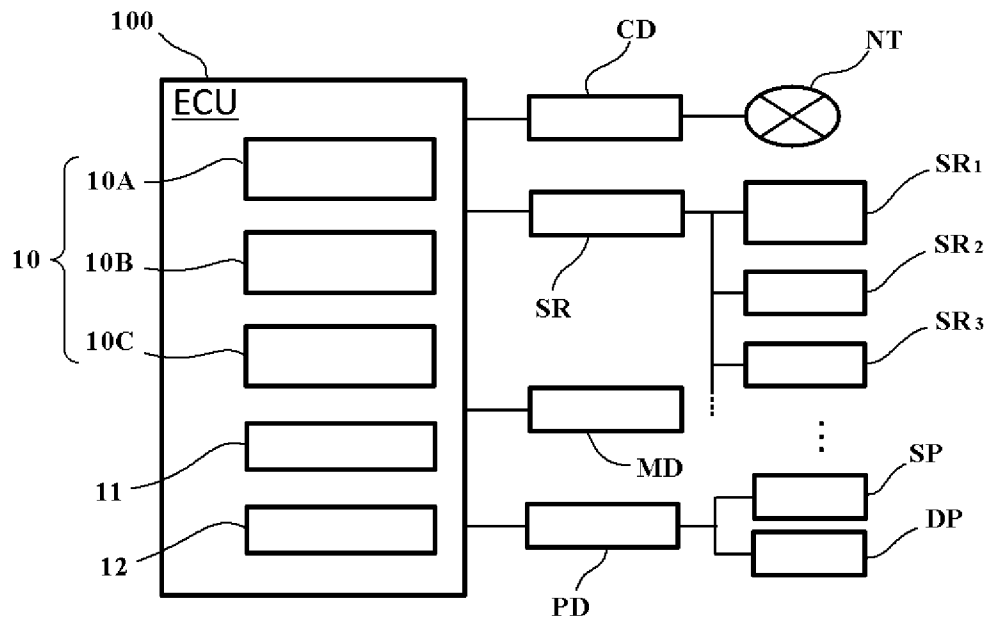
GTV

[図2]

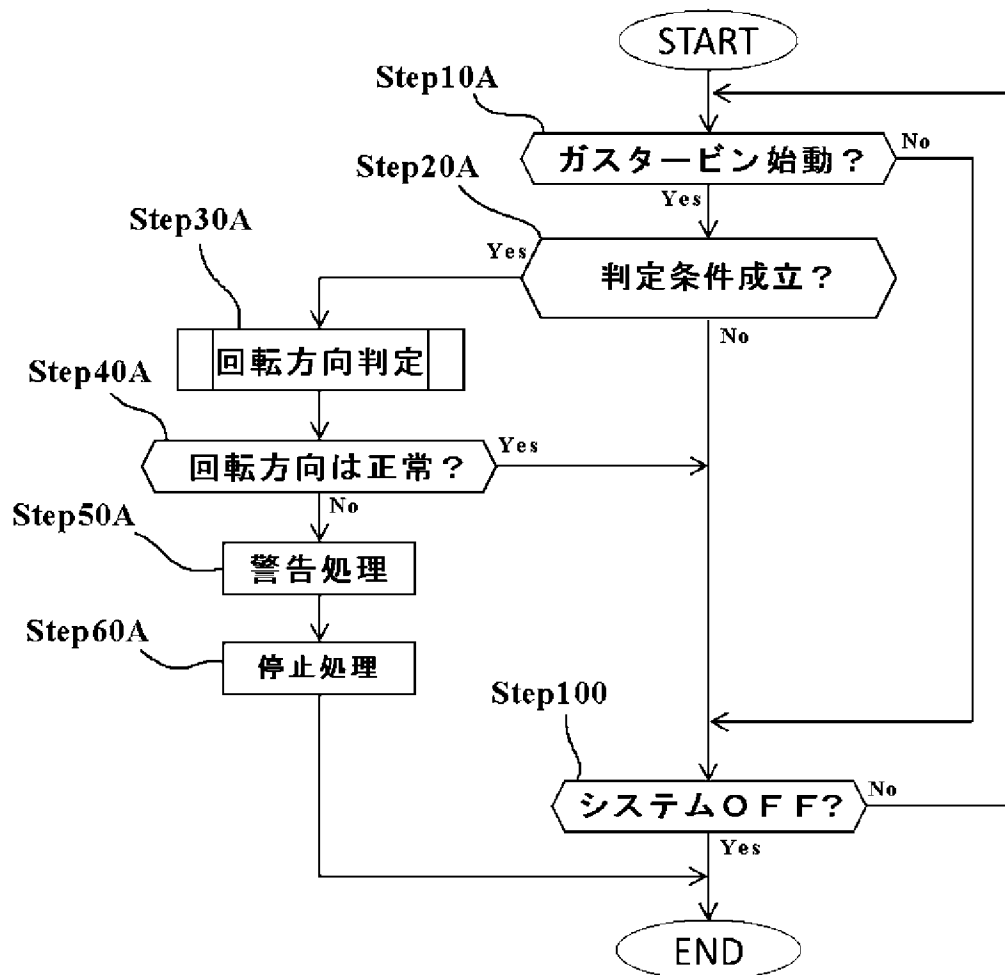
GTV



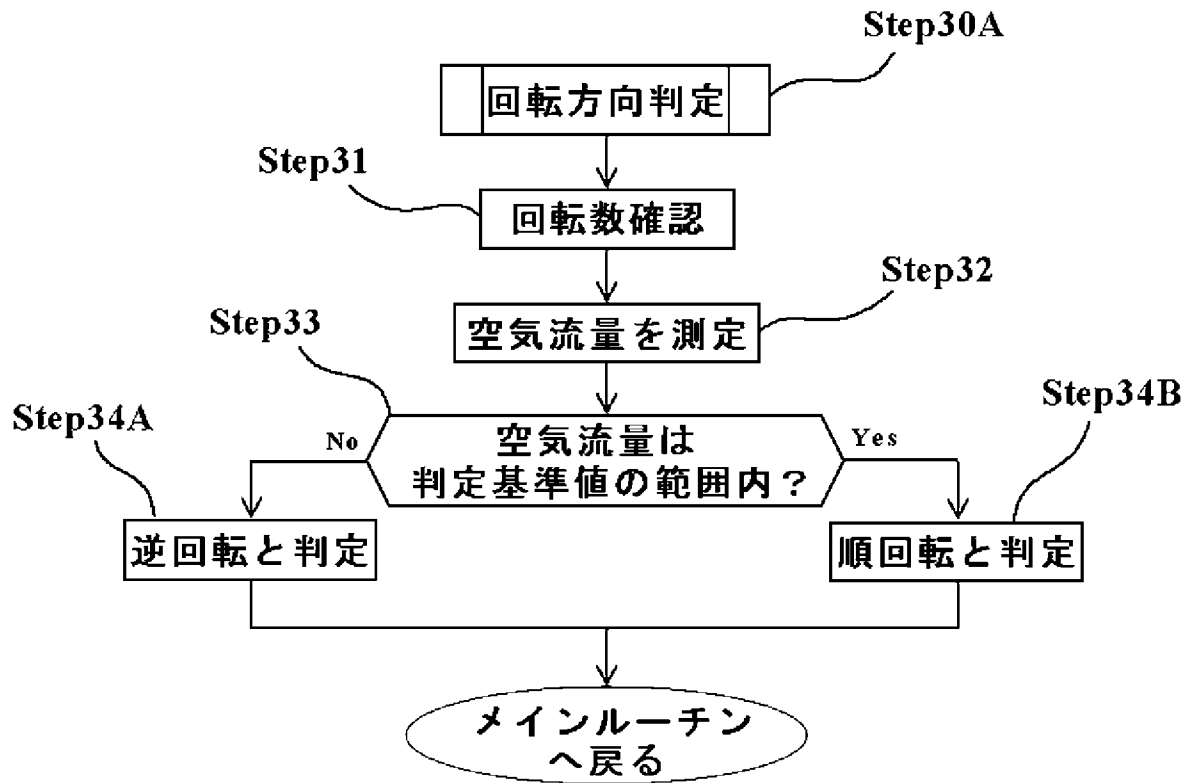
[図4]



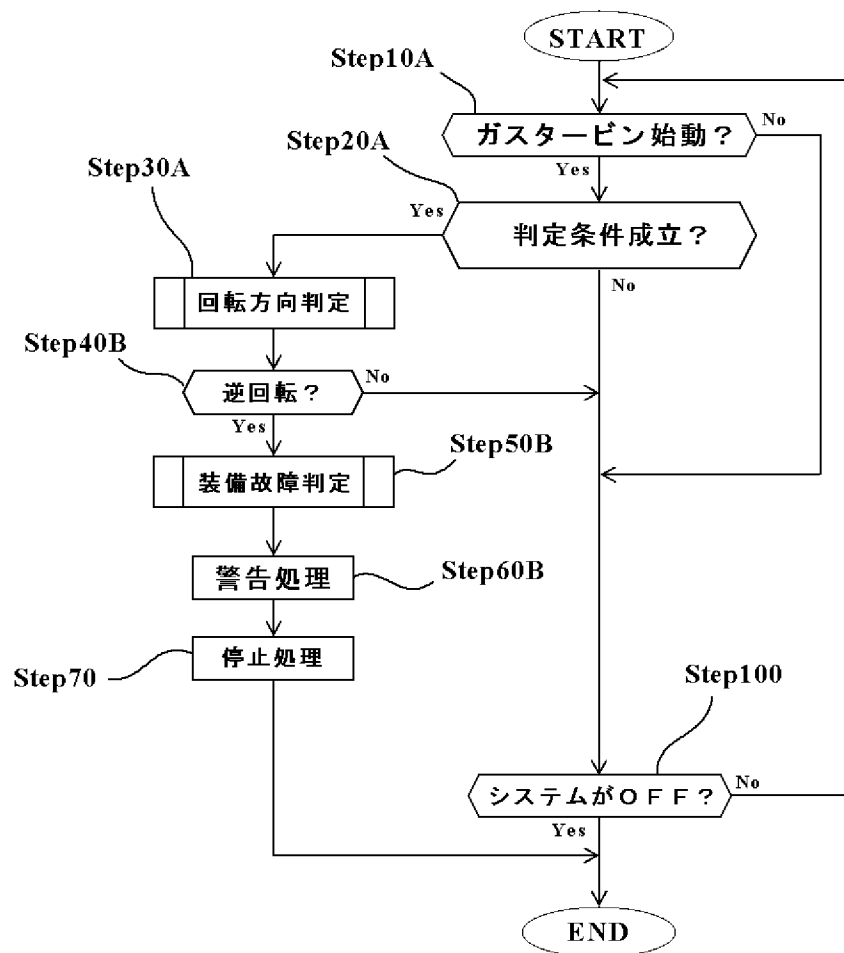
[図5]



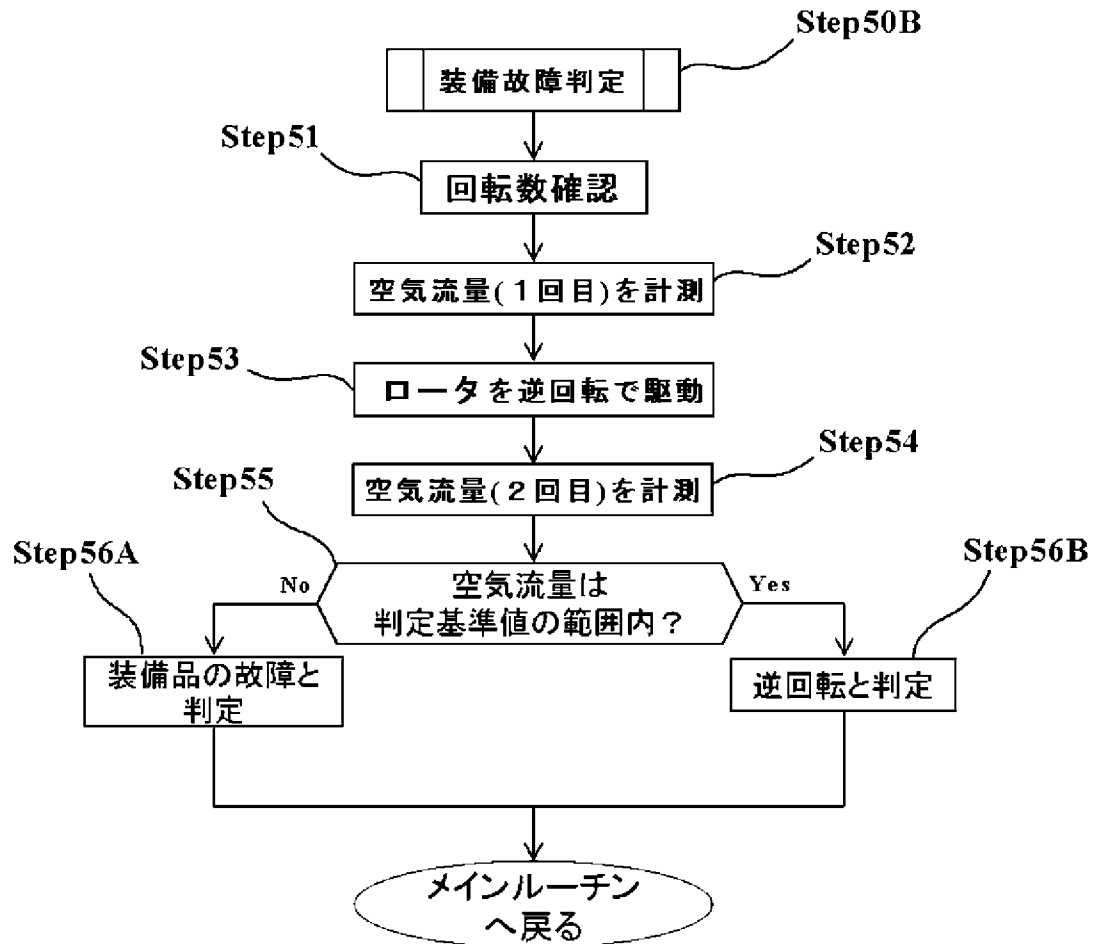
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/012780

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02C 7/00**(2006.01)i; **F04B 49/10**(2006.01)i; **F04D 27/00**(2006.01)i

FI: F02C7/00 A; F04B49/10 331F; F04D27/00 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)

F02C7/00; F04B49/10; F04D27/00

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
A	US 2015/0354407 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 10 December 2015 (2015-12-10) entire text, all drawings	1-4
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 076230/1977 (Laid-open No. 3603/1979) (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO., LTD.) 11 January 1979 (1979-01-11), entire text, all drawings	1-4
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 165911/1984 (Laid-open No. 080394/1986) (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 28 May 1986 (1986-05-28), entire text, all drawings	1-4
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 57812/1986 (Laid-open No. 168708/1987) (NEC CORP.) 26 October 1987 (1987-10-26), entire text, all drawings	1-4
A	US 2015/0292359 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 15 October 2015 (2015-10-15) entire text, all drawings	1-4

☒ 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

30 May 2023

Date of mailing of the international search report

13 June 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/012780

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-13075 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 19 January 2012 (2012-01-19) entire text, all drawings	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/012780

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2015/0354407	A1	10 December 2015	EP	2930390	A1	
JP	54-3603	U1	11 January 1979	(Family: none)			
JP	61-080394	U1	28 May 1986	(Family: none)			
JP	62-168708	U1	26 October 1987	(Family: none)			
US	2015/0292359	A1	15 October 2015	(Family: none)			
JP	2012-13075	A	19 January 2012	US	2010/0275608	A1	
				DE	102010016613	A1	
				FR	2962159	A1	
				CN	101881186	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F02C 7/00(2006.01)i; F04B 49/10(2006.01)i; F04D 27/00(2006.01)i FI: F02C7/00 A; F04B49/10 331F; F04D27/00 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）） F02C7/00; F04B49/10; F04D27/00										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの										
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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								
A	US 2015/0354407 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 10.12.2015 (2015 - 12 - 10) 全文, 全図	1-4								
A	日本国実用新案登録出願52-076230号(日本国実用新案登録出願公開54-3603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（東京芝浦電気株式会社）11.01.1979（1979-01-11）全文, 全図	1-4								
A	日本国実用新案登録出願59-165911号(日本国実用新案登録出願公開61-080394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）28.05.1986（1986-05-28）全文, 全図	1-4								
A	日本国実用新案登録出願61-57812号(日本国実用新案登録出願公開62-168708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（日本電気株式会社）26.10.1987（1987-10-26）全文, 全図	1-4								
A	US 2015/0292359 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 15.10.2015 (2015 - 10 - 15) 全文, 全図	1-4								
☒ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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						
* 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 30.05.2023	国際調査報告の発送日 13.06.2023									
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） 古▲瀬▼ 裕介 30 1140 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 2012-13075 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ) 19.01.2012 (2012 - 01 - 19) 全文, 全図	1-4

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/JP2023/012780

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2015/0354407	A1	10.12.2015	EP	2930390	A1	
JP	54-3603	U1	11.01.1979	(ファミリーなし)			
JP	61-080394	U1	28.05.1986	(ファミリーなし)			
JP	62-168708	U1	26.10.1987	(ファミリーなし)			
US	2015/0292359	A1	15.10.2015	(ファミリーなし)			
JP	2012-13075	A	19.01.2012	US	2010/0275608	A1	
				DE	102010016613	A1	
				FR	2962159	A1	
				CN	101881186	A	