

(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
2023年11月16日(16.11.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/219100 A1

- (51) 国際特許分類:
F01D 25/00 (2006.01) F02C 7/042 (2006.01)
F02C 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/017548
- (22) 国際出願日: 2023年5月10日(10.05.2023)
- (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 2022-077565 2022年5月10日(10.05.2022) JP
- (71) 出願人 (KR についてのみ): 三菱パワー株式会社 (MITSUBISHI POWER, LTD.) [JP/JP];
- 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (71) 出願人 (KR を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 加藤 慎 (KATO Shin); 〒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). 高橋 孝一 (TAKAHASHI Koichi); 〒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). 荒瀬 謙一 (ARASE Kenichi); 〒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). 橋本 真也

(54) Title: MAINTENANCE METHOD FOR GAS TURBINES

(54) 発明の名称: ガスタービンのメンテナンス方法

	AA 運用開始	BB 点検	BB 点検	BB 点検
IGV	第一アクチュエータ 運用	第三アクチュエータ 運用		第二アクチュエータ 運用
	CC	DD		EE
WV	EE 第二アクチュエータ 運用		CC 第一アクチュエータ 運用	
	GG	HH	II	GG
FF 予備	第三アクチュエータ 補修	第一アクチュエータ 補修	第二アクチュエータ 補修	第三アクチュエータ 補修

AA Start of operation

BB Inspection

CC Operation of first actuator

DD Operation of third actuator

EE Operation of second actuator

FF Backup

GG Repair of third actuator

HH Repair of first actuator

II Repair of second actuator

(57) Abstract: The present disclosure provides a maintenance method for gas turbines, said method comprising: a step for preparing a third actuator; a step for removing a first actuator and attaching the third actuator at a first inspection time; a step for performing maintenance of the first actuator; a step for removing a second actuator and attaching the first actuator at a second inspection time; a step for performing maintenance of the second actuator; and a step for removing the third actuator and attaching the second actuator at a third inspection time, wherein the specifications of the first actuator, the

(HASHIMOTO Shinya); 〒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). 大津 英紀(OTSU Hideki); 〒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).

(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, 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, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

second actuator, and the third actuator are identical to each other.

(57) 要約: 本開示は、ガスタービンのメンテナンス方法であって、第三アクチュエータを準備するステップと、第一の点検時期に、第一アクチュエータを取り外して第三アクチュエータを取り付けるステップと、第一アクチュエータをメンテナンスするステップと、第二の点検時期に、第二アクチュエータを取り外して、第一アクチュエータを取り付けるステップと、第二アクチュエータをメンテナンスするステップと、第三の点検時期に、第三アクチュエータを取り外して、第二アクチュエータを取り付けるステップと、を含み、第一アクチュエータ、第二アクチュエータ、及び第三アクチュエータの仕様を同一とする。

明 細 書

発明の名称：ガスタービンのメンテナンス方法

技術分野

[0001] 本開示は、ガスタービンのメンテナンス方法に関する。

本願は、2022年5月10日に出願された特願2022-77565号に対して優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] ガスタービンは、空気を圧縮して高圧空気を生成する圧縮機と、高圧空気に燃料を混合して燃焼させることで高温高圧の燃焼ガスを生成する燃焼器と、燃焼ガスによって駆動されるタービンと、を備えている。圧縮機は、流入する空気の流量を調節するための入口案内翼（IGV：Inlet Guide Vane）と、圧縮機中の空気の流れ方向を調節するための可変静翼（Variable Vane）と、を有している。入口案内翼、及び可変静翼は、圧縮機のケーシングに対して径方向に延びる回転軸回りに回転可能にそれぞれ支持されている。これらの入口案内翼、及び可変静翼には、ケーシングの外周面に沿って周方向に回転可能なリングが接続されている。リングを周方向に回転させると、入口案内翼、及び可変静翼は、それぞれの回転軸回りに回転してその姿勢を変えることが可能とされている。

[0003] 上記のリングは、進退動するロッドを有するアクチュエータによって駆動されることが一般的である。アクチュエータを運用する上では、電気系統や内部のボールネジ等を定期的に点検・交換する必要がある。この種のガスタービン部品をメンテナンスする際に、共通する部品を異なる部位でローテーションさせる方法が下記特許文献1に開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-264988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、入口案内翼と可変静翼とでは、アクチュエータに要求される性能要件が異なっている。このため、これら入口案内翼と可変静翼との間でアクチュエータを相互に交換することは難しかった。その結果、メンテナンスコストが増大してしまうという課題があった。

[0006] 本開示は上記課題を解決するためになされたものであって、コストダウンを実現することが可能なガスタービンのメンテナンス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

[0007] 上記課題を解決するために、本開示に係るガスタービンのメンテナンス方法は、軸線回りに回転駆動される圧縮機の入口に設けられた入口案内翼、及び該入口案内翼に接続された第一リングと、前記入口案内翼よりも前記軸線方向における下流側に設けられた複数列の可変静翼、及び該複数列の可変静翼に接続された第二リングと、前記第一リング、及び前記第二リングをそれぞれ周方向に回転させる第一アクチュエータ、及び第二アクチュエータと、を備えるガスタービンのメンテナンス方法であって、前記第一アクチュエータ、及び第二アクチュエータとは別の第三アクチュエータを準備するステップと、予め定められた第一の点検時期に、前記第一アクチュエータを取り外して前記第三アクチュエータを取り付けるステップと、取り外された前記第一アクチュエータをメンテナンスするステップと、予め定められた第二の点検時期に、前記第二アクチュエータを取り外して、メンテナンスの完了した前記第一アクチュエータを取り付けるステップと、取り外された前記第二アクチュエータをメンテナンスするステップと、予め定められた第三の点検時期に、前記第三アクチュエータを取り外して、メンテナンスの完了した前記第二アクチュエータを取り付けるステップと、を含み、前記第一アクチュエータ、前記第二アクチュエータ、及び前記第三アクチュエータは互いに仕様が同一である。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、コストダウンを実現することが可能なガスタービンのメンテナンス方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本開示の実施形態に係るガスタービンの構成を示す模式図である。

[図2]本開示の実施形態に係る入口案内翼の構成を示す模式図である。

[図3]本開示の実施形態に係る可変静翼の構成を示す模式図である。

[図4]本開示の実施形態に係るガスタービンのメンテナンス方法の各ステップを示すフローチャートである。

[図5]本開示の実施形態に係るアクチュエータのローテーションの例を示すブロックダイアグラムである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示の実施形態に係るガスタービン1、及びガスタービン1のメンテナンス方法について、図1から図5を参照して説明する。

[0011] (ガスタービンの構成)

図1に示すように、ガスタービン1は、圧縮機10と、燃焼器20と、タービン30と、を備えている。

[0012] 圧縮機10は、空気を圧縮して高圧空気を生成する。圧縮機10は、圧縮機ロータ11と、複数の圧縮機動翼列12と、圧縮機ケーシング13と、複数の圧縮機静翼列14と、入口案内翼40と、を有する。圧縮機ロータ11は、軸線Oを中心とする柱状をなしている。圧縮機ロータ11は、軸線O回りに回転可能に支持されている。圧縮機ロータ11の外周面には、軸線O方向に間隔をあけて配列された複数の圧縮機動翼列12が設けられている。それぞれの圧縮機動翼列12は、径方向に延びるとともに周方向に間隔をあけて配列された複数の圧縮機動翼15を有する。

[0013] これら複数の圧縮機動翼列12は、圧縮機ケーシング13によって外周側から覆われている。圧縮機ケーシング13は、軸線Oを中心とする筒状をなしている。圧縮機ケーシング13の内周面には、軸線O方向に間隔をあけて配列された複数の圧縮機静翼列14が設けられている。それぞれの圧縮機静

翼列 14 は、径方向に延びるとともに周方向に間隔をあけて配列された複数の圧縮機静翼 16 を有する。

[0014] 圧縮機 10 の軸線 O 方向一方側の端部である入口には、入口案内翼 40 (Inlet Guide Vane: IGV) が設けられている。入口案内翼 40 は、複数の案内翼 41 と、第一リング 42 と、アクチュエータ 43 と、を有する。複数の案内翼 41 は、圧縮機ケーシング 13 の内周面から径方向内側に向かって延びるとともに、周方向に間隔をあけて配列されている。

[0015] 図 2 に示すように、案内翼 41 の中央部は圧縮機ケーシング 13 に固定された第一回動軸 44 とされている。案内翼 41 は、当該第一回動軸 44 回りに回動自在に支持されている。さらに、案内翼 41 の前縁側の端部には、第一支持軸 45 を介して第一リング 42 が接続されている。第一リング 42 は、軸線 O を中心とする環状をなし、当該軸線 O 回りに回動自在である。第一リング 42 には、アクチュエータ 43 が接続されている。

[0016] アクチュエータ 43 は、シリンダ 51 と、棒状のロッド 52 と、を有する。ロッド 52 は、シリンダ 51 を基準として、自身の延びる方向に進退動する。ロッド 52 が進退動することで、第一リング 42 が軸線 O に対する周方向に回動する。第一リング 42 が回動すると、複数の案内翼 41 が第一回動軸 44 回りに回動する。つまり、各案内翼 41 の姿勢が変化する。

[0017] さらに、圧縮機静翼列 14 のうち、一例として 3 列の圧縮機静翼列 14 は、可変静翼 60 とされている。可変静翼 60 は、上記の入口案内翼 40 と同様に、圧縮機静翼 16 の姿勢を変化させることが可能な構成を有している。具体的には図 3 に示すように、可変静翼 60 は、圧縮機静翼列 14 ごとに設けられた 3 つの第二リング 61 と、これら 3 つの第二リング 61 を軸線 O 方向に接続する接続部 62 と、アクチュエータ 43 とを有する。

[0018] 圧縮機静翼 16 の中央部には圧縮機ケーシング 13 に固定された第二回動軸 63 が設けられている。圧縮機静翼 16 は、第二回動軸 63 回りに回動自在に支持されている。さらに、圧縮機静翼 16 の前縁側の端部には、第二支持軸 64 を介して第二リング 61 が接続されている。第二リング 61 は、軸

線Oを中心とする環状をなし、当該軸線O回りに回転自在である。第二リング61には、アクチュエータ43が接続されている。

[0019] 可変静翼60に用いられるアクチュエータ43は、上記の入口案内翼40に用いられるアクチュエータ43と同一の仕様・寸法体格を有する。なお、ここで言う同一とは実質的な同一を指すものであり、製造上の個体差は許容される。

[0020] ロッド52が進退動することで、接続部62を介して3つの第二リング61が軸線Oに対する周方向に回転する。第二リング61が回転すると、複数の圧縮機静翼16が第二回転軸63回りに回転する。つまり、各圧縮機静翼16の姿勢が変化する。

[0021] 燃焼器20は、圧縮機ケーシング13の軸線O方向における下流側に設けられた中間ケーシング21に取り付けられている。燃焼器20は、圧縮機10が生成した高圧空気に燃料を混合して燃焼させることで高温高圧の燃焼ガスを生成する。燃焼器20は、軸線Oに対する周方向に間隔をあけて複数設けられている。燃焼器20が生成した燃焼ガスは、後述するタービンケーシング33内に送られる。

[0022] タービン30は、タービンロータ31と、複数のタービン動翼列32と、タービンケーシング33と、複数のタービン静翼列34と、を有する。タービンロータ31は、軸線Oを中心とする柱状をなしている。タービンロータ31は、軸線O回りに回転可能に支持されている。タービンロータ31の外周面には、軸線O方向に間隔をあけて配列された複数のタービン動翼列32が設けられている。それぞれのタービン動翼列32は、径方向に延びるとともに周方向に間隔をあけて配列された複数のタービン動翼35を有する。

[0023] これら複数のタービン動翼列32は、タービンケーシング33によって外周側から覆われている。タービンケーシング33は、軸線Oを中心とする筒状をなしている。タービンケーシング33の内周面には、軸線O方向に間隔をあけて配列された複数のタービン静翼列34が設けられている。それぞれのタービン静翼列34は、径方向に延びるとともに周方向に間隔をあけて配

列された複数のタービン静翼 36 を有する。

[0024] 上述の圧縮機ロータ 11 とタービンロータ 31 とは、軸線 O 上で互いに一体に接続されることで、ガスタービンロータ 91 を形成する。圧縮機ケーシング 13 と、中間ケーシング 21 と、タービンケーシング 33 とは軸線 O 方向に一体に接続されてガスタービンケーシング 92 を形成する。つまり、ガスタービンロータ 91 は、ガスタービンケーシング 92 内で軸線 O 回りに一体となって回転可能である。

[0025] 不図示の電動機等でガスタービンロータ 91 を回転させると、圧縮機 10 に空気が取り込まれる。圧縮機 10 に取り込まれる空気の流量は、上記の入口案内翼 40 の姿勢によってコントロールされる。圧縮機 10 が駆動されることで高圧空気が生成される。圧縮機 10 が生成する高圧空気の流量は、上記の可変静翼 60 の姿勢によってコントロールされる。

[0026] 圧縮機 10 が生成した高圧空気は、圧縮機ケーシング 13 から中間ケーシング 21 の燃焼器 20 へ送られる。燃焼器 20 は、高圧空気に燃料を混合して燃焼させることで高温高圧の燃焼ガスを生成する。燃焼ガスは、タービンケーシング 33 内に送られてタービンロータ 31 に回転エネルギーを与える。このような動作が連続して生じることで、ガスタービン 1 が運転される。

[0027] (ガスタービンのメンテナンス方法)

続いて、図 4 と図 5 を参照して、ガスタービン 1 のメンテナンス方法について説明する。このメンテナンス方法は、上述した入口案内翼 40、及び可変静翼 60 に用いられるアクチュエータ 43 のローテーション（交換）に関する方法である。

[0028] 図 4 に示すように、このメンテナンス方法では、まず、アクチュエータ 43 の交換が可能な状態であるか否かを判定する（ステップ S1）。アクチュエータ 43 が交換可能な状態にないと判定された場合（ステップ S1：No）、処理は終了する。アクチュエータ 43 が交換可能な状態であると判定された場合（ステップ S1：Yes）、後続のステップ S2 に進む。上述したように、入口案内翼 40 と可変静翼 60 では、それぞれ 1 つずつのアクチュ

エータ４３を用いている。このステップＳ２では、これら２つのアクチュエータ４３と同一の仕様を有する３つ目のアクチュエータ４３を準備する。

[0029] なお、以下の説明、及び図５では、始めに入口案内翼４０（ＩＧＶ）に取り付けられているアクチュエータ４３を「第一アクチュエータ」と呼び、可変静翼６０（ＶＶ）に取り付けられているアクチュエータ４３を「第二アクチュエータ」と呼び、ステップＳ２で準備した３つ目のアクチュエータ４３を「第三アクチュエータ」と呼ぶ。これら３つのアクチュエータ４３は、同一のガスタービン１のみで順次用いられる。

[0030] 続くステップＳ３では、予め定められた第一の点検時期に、第一アクチュエータを入口案内翼４０から取り外す。このとき、図５に示すように、第二アクチュエータは、可変静翼６０用として運用を継続する。また、第三アクチュエータは、この第一の点検時期までに補修（メンテナンス）を完了している。

[0031] 第一アクチュエータが取り外された後、第三アクチュエータを入口案内翼４０に取り付ける（ステップＳ４）。これにより、第三アクチュエータが運用に投入される。取り外された第一アクチュエータは、補修を施される（ステップＳ５）。なお、第一アクチュエータの補修に許容される期間の長さを１とすると、残余の２つのアクチュエータ４３が運用に投入されている期間の長さは２である。

[0032] 次いで、予め定められた第二の点検時期に至ると、第二アクチュエータを取り外す（ステップＳ６）。このとき、図５に示すように、第三アクチュエータは、入口案内翼４０用として運用を継続する。また、第一アクチュエータは、この第二の点検時期までに補修（メンテナンス）を完了している。

[0033] 第二アクチュエータが取り外された後、第一アクチュエータを可変静翼６０に取り付ける（ステップＳ７）。これにより、第一アクチュエータが運用に投入される。取り外された第二アクチュエータは、補修を施される（ステップＳ８）。なお、第二アクチュエータの補修に許容される期間の長さを１とすると、残余の２つのアクチュエータ４３が運用に投入されている期間の

長さは2である。

[0034] その後、予め定められた第三の点検時期に至ると、第三アクチュエータを取り外す（ステップS 9）。このとき、図5に示すように、第一アクチュエータは、可変静翼60用として運用を継続する。また、第二アクチュエータは、この第三の点検時期までに補修（メンテナンス）を完了している。

[0035] 第三アクチュエータが取り外された後、第二アクチュエータを入口案内翼40に取り付ける（ステップS 9）。これにより、第二アクチュエータが運用に投入される。取り外された第三アクチュエータは、補修を施される（ステップS 10）。なお、第三アクチュエータの補修に許容される期間の長さを1とすると、残余の2つのアクチュエータ43が運用に投入されている期間の長さは2である。

[0036] 以上のステップS 2からステップS 10までの各ステップが、ステップS 1でアクチュエータ43が交換可能な状態にないと判定されるまで連続して継続される。

[0037] （作用効果）

ここで、ガスタービン1をメンテナンスする上では、上述のアクチュエータ43の動作の安定性を確保することが肝要である。アクチュエータ43を運用する上では、電気系統や内部のボールネジ等を定期的に点検・交換する必要がある。しかしながら、入口案内翼40と可変静翼60とでは、アクチュエータに要求される性能要件が異なっている。このため、これら入口案内翼40と可変静翼60との間でアクチュエータ43を相互に交換することは難しかった。その結果、メンテナンスコストが増大してしまうという課題があった。そこで、本実施形態では、入口案内翼40と、可変静翼60とにそれぞれ取り付けられるアクチュエータ43の仕様を共通化している。具体的には、より大きな推力が必要とされる可変静翼60側にアクチュエータ43の仕様を揃えている。これにより、入口案内翼40と可変静翼60との間でアクチュエータ43をローテーションしながら運用することが可能となるため、コストダウンを図ることができる。

[0038] さらに、第一リング42、及び第二リング61に使用される2つのアクチュエータ43とは別に、3つ目のアクチュエータ43を準備することで、3つのうちいずれか2つのアクチュエータ43が運用されている間に、残余の1つのアクチュエータ43を、メンテナンスステップを含む予備用に供することが可能となる。言い換えると、仕様を共通化したことにより、予備用として必要となるアクチュエータ43の数が1つのみで済む。これにより、部品点数の削減と、メンテナンスコストの削減、及びメンテナンスに要する期間の短縮化とを実現することができる。

[0039] また、上記方法によれば、第三アクチュエータを準備するステップよりも後の全てのステップを連続的に繰り返す。これにより、3つのアクチュエータ43を順次ローテーションすることで、ガスタービン1を長期にわたって、より安定的に運用することが可能となる。

[0040] 加えて、上記方法によれば、第一アクチュエータ、第二アクチュエータ、及び第三アクチュエータのうち1つが予備用に供されている期間の長さが、これらアクチュエータ43のうち2つが運用に供されている期間の長さの半分である。これにより、運用に供されている2つのアクチュエータ43の使用期間を互いにずらすことが可能となる。したがって、1回のメンテナンスで交換するアクチュエータ43の数を1つのみとすることができる。言い換えると、予備用に供されるアクチュエータ43を1つのみに限定することができる。これにより、部品点数が削減されるとともに、2つのアクチュエータ43を同時に交換する場合に比べて、メンテナンスコスト・期間をさらに低減することができる。

[0041] また、上記方法によれば、3つのアクチュエータ43が同一のガスタービン1のみで順次用いられる。これにより、ガスタービン1ごとの個体差によるアクチュエータ43への負荷の変化が抑えられる。したがって、3つのアクチュエータ43を安定した環境下で長期にわたって運用し続けることが可能となる。また、作業員にとっては、同一のガスタービン1個体に用いられることで、その個体におけるそれぞれのアクチュエータ43に生じる経年変

化や故障を予見しやすくなる。これにより、作業員のメンテナンスに要する負担も軽減することが可能となる。

[0042] (その他の実施形態)

以上、本開示の実施形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

例えば、上記実施形態では、3つのアクチュエータ43が同一のガスタービン1のみに順次適用される例について説明した。しかしながら、型式が共通するガスタービン1同士の間では、アクチュエータ43を互いに共通化して用いることも可能である。

[0043] <付記>

各実施形態に記載のガスタービン1のメンテナンス方法は、例えば以下のように把握される。

[0044] (1) 第1の態様に係るガスタービン1のメンテナンス方法は、軸線O回りに回転駆動される圧縮機10の入口に設けられた入口案内翼40、及び該入口案内翼40に接続された第一リング42と、前記入口案内翼40よりも前記軸線O方向における下流側に設けられた複数列の可変静翼60、及び該複数列の可変静翼60に接続された第二リング61と、前記第一リング42、及び前記第二リング61をそれぞれ周方向に回動させる第一アクチュエータ、及び第二アクチュエータと、を備えるガスタービン1のメンテナンス方法であって、前記第一アクチュエータ、及び第二アクチュエータとは別の第三アクチュエータを準備するステップと、予め定められた第一の点検時期に、前記第一アクチュエータを取り外して前記第三アクチュエータを取り付けるステップと、取り外された前記第一アクチュエータをメンテナンスするステップと、予め定められた第二の点検時期に、前記第二アクチュエータを取り外して、メンテナンスの完了した前記第一アクチュエータを取り付けるステップと、取り外された前記第二アクチュエータをメンテナンスするステップと、予め定められた第三の点検時期に、前記第三アクチュエータを取り外し

て、メンテナンスの完了した前記第二アクチュエータを取り付けるステップと、を含み、前記第一アクチュエータ、前記第二アクチュエータ、及び前記第三アクチュエータは互いに仕様が同一である。

[0045] 上記方法によれば、第一アクチュエータ、第二アクチュエータ、及び第三アクチュエータの仕様が互いに同一であることから、これらアクチュエータ43を入口案内翼40に接続された第一リング42、及び可変静翼60に接続された第二リング61との間で共通して使用することができる。さらに、第一リング42、及び第二リング61に使用される2つのアクチュエータ43とは別に、3つ目のアクチュエータ43を準備することで、3つのうちいずれか2つのアクチュエータ43が運用されている間に、残余の1つのアクチュエータ43を、メンテナンスステップを含む予備用に供することが可能となる。

[0046] (2) 第2の態様に係るガスタービン1のメンテナンス方法は、前記第1の態様に係るガスタービン1のメンテナンス方法であって、前記第三アクチュエータを準備するステップよりも後の前記ステップを連続的に繰り返す。

[0047] 上記方法によれば、3つのアクチュエータ43を順次ローテーションすることで、ガスタービン1を長期にわたって、より安定的に運用することが可能となる。

[0048] (3) 第3の態様に係るガスタービン1のメンテナンス方法は、前記第1又は第2の態様に係るガスタービン1のメンテナンス方法であって、前記第一アクチュエータ、前記第二アクチュエータ、及び前記第三アクチュエータが、前記第一リング42、及び前記第二リング61のいずれか一方に取り付けられている期間の長さを2としたとき、前記第一アクチュエータ、前記第二アクチュエータ、及び前記第三アクチュエータが、メンテナンスするステップを含む予備用に供されている期間の長さは1である。

[0049] 上記方法によれば、第一アクチュエータ、第二アクチュエータ、及び第三アクチュエータのうち1つが予備用に供されている期間の長さが、これらアクチュエータ43のうち2つが運用に供されている期間の長さの半分である

。これにより、運用に供されている2つのアクチュエータ43の使用期間を互いにずらすことが可能となる。したがって、予備用に供されるアクチュエータ43を1つのみに限定することができる。

[0050] (4) 第4の態様に係るガスタービン1のメンテナンス方法は、前記第1から第3の態様のいずれかひとつに係るガスタービン1のメンテナンス方法であって、前記第一アクチュエータ、前記第二アクチュエータ、及び前記第三アクチュエータは、同一の前記ガスタービン1のみで順次用いられる。

[0051] 上記方法によれば、3つのアクチュエータ43が同一のガスタービン1のみで順次用いられる。これにより、ガスタービン1本体ごとの個体差によるアクチュエータ43への負荷の変化が抑えられる。

符号の説明

- [0052] 1…ガスタービン
- 10…圧縮機
 - 11…圧縮機ロータ
 - 12…圧縮機動翼列
 - 13…圧縮機ケーシング
 - 14…圧縮機静翼列
 - 15…圧縮機動翼
 - 16…圧縮機静翼
 - 20…燃焼器
 - 21…中間ケーシング
 - 30…タービン
 - 31…タービンロータ
 - 32…タービン動翼列
 - 33…タービンケーシング
 - 34…タービン静翼列
 - 35…タービン動翼
 - 36…タービン静翼

4 0 … 入口案内翼
4 1 … 案内翼
4 2 … 第一リング
4 3 … アクチュエータ
4 4 … 第一回動軸
4 5 … 第一支持軸
5 1 … シリンダ
5 2 … ロッド
6 0 … 可変静翼
6 1 … 第二リング
6 2 … 接続部
6 3 … 第二回動軸
6 4 … 第二支持軸
9 1 … ガスタービンロータ
9 2 … ガスタービンケーシング
O … 軸線

請求の範囲

[請求項1]

軸線回りに回転駆動される圧縮機の入口に設けられた入口案内翼、及び該入口案内翼に接続された第一リングと、

前記入口案内翼よりも前記軸線方向における下流側に設けられた複数列の可変静翼、及び該複数列の可変静翼に接続された第二リングと、

前記第一リング、及び前記第二リングをそれぞれ周方向に回転させる第一アクチュエータ、及び第二アクチュエータと、
を備えるガスタービンのメンテナンス方法であって、

前記第一アクチュエータ、及び第二アクチュエータとは別の第三アクチュエータを準備するステップと、

予め定められた第一の点検時期に、前記第一アクチュエータを取り外して前記第三アクチュエータを取り付けるステップと、

取り外された前記第一アクチュエータをメンテナンスするステップと、

予め定められた第二の点検時期に、前記第二アクチュエータを取り外して、メンテナンスの完了した前記第一アクチュエータを取り付けるステップと、

取り外された前記第二アクチュエータをメンテナンスするステップと、

予め定められた第三の点検時期に、前記第三アクチュエータを取り外して、メンテナンスの完了した前記第二アクチュエータを取り付けるステップと、

を含み、

前記第一アクチュエータ、前記第二アクチュエータ、及び前記第三アクチュエータは互いに仕様が同一であるガスタービンのメンテナンス方法。

[請求項2]

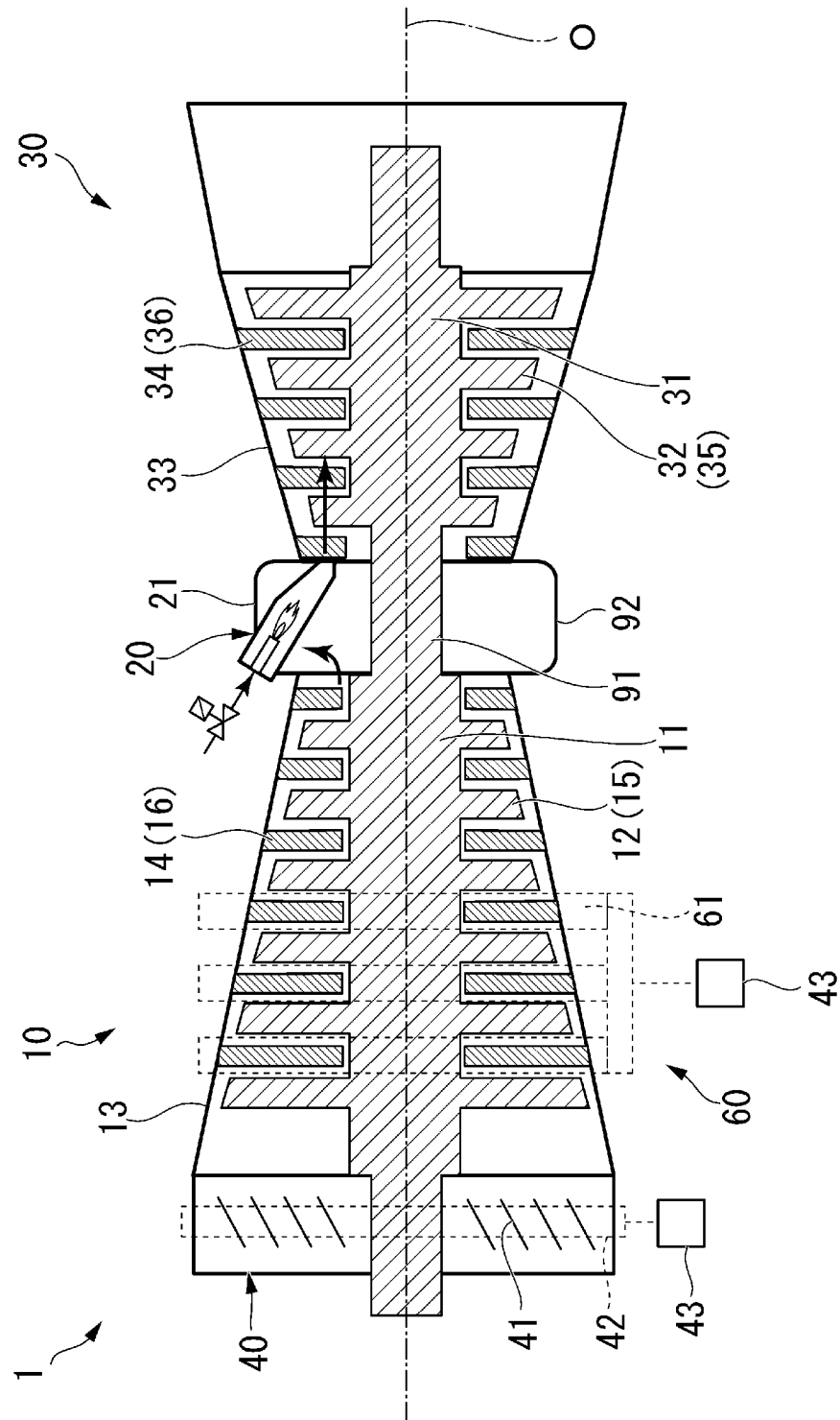
前記第三アクチュエータを準備するステップよりも後の前記ステッ

プを連続的に繰り返す請求項 1 に記載のガスタービンのメンテナンス方法。

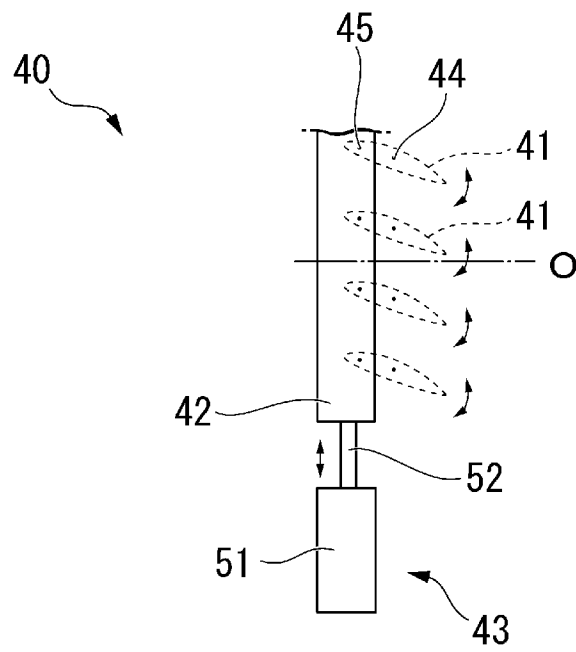
[請求項3] 前記第一アクチュエータ、前記第二アクチュエータ、及び前記第三アクチュエータが、前記第一リング、及び前記第二リングのいずれか一方に取り付けられている期間の長さを 2 としたとき、前記第一アクチュエータ、前記第二アクチュエータ、及び前記第三アクチュエータが、メンテナンスするステップを含む予備用に供されている期間の長さは 1 である請求項 1 又は 2 に記載のガスタービンのメンテナンス方法。

[請求項4] 前記第一アクチュエータ、前記第二アクチュエータ、及び前記第三アクチュエータは、同一の前記ガスタービンのみで順次用いられる請求項 1 に記載のガスタービンのメンテナンス方法。

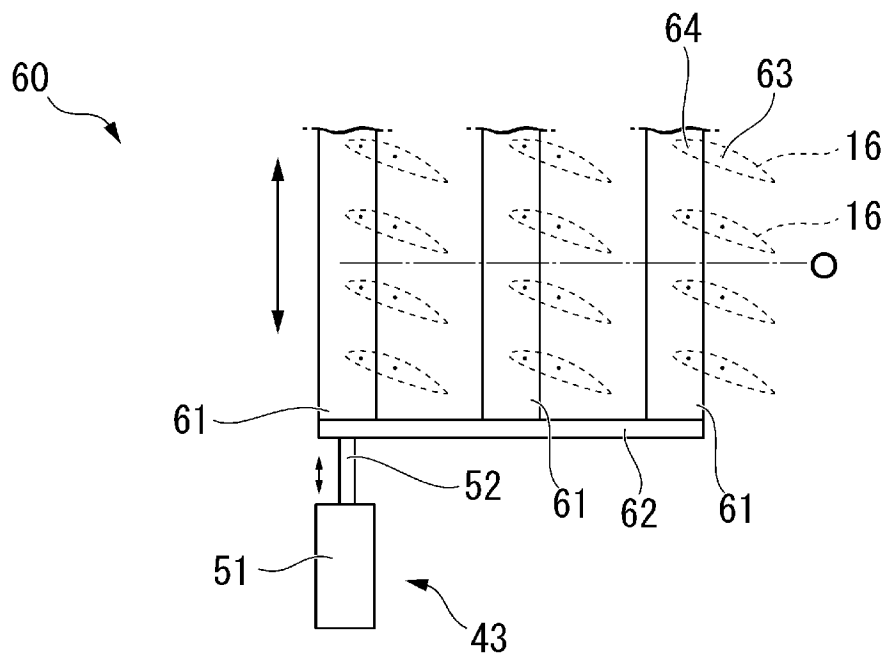
[図1]



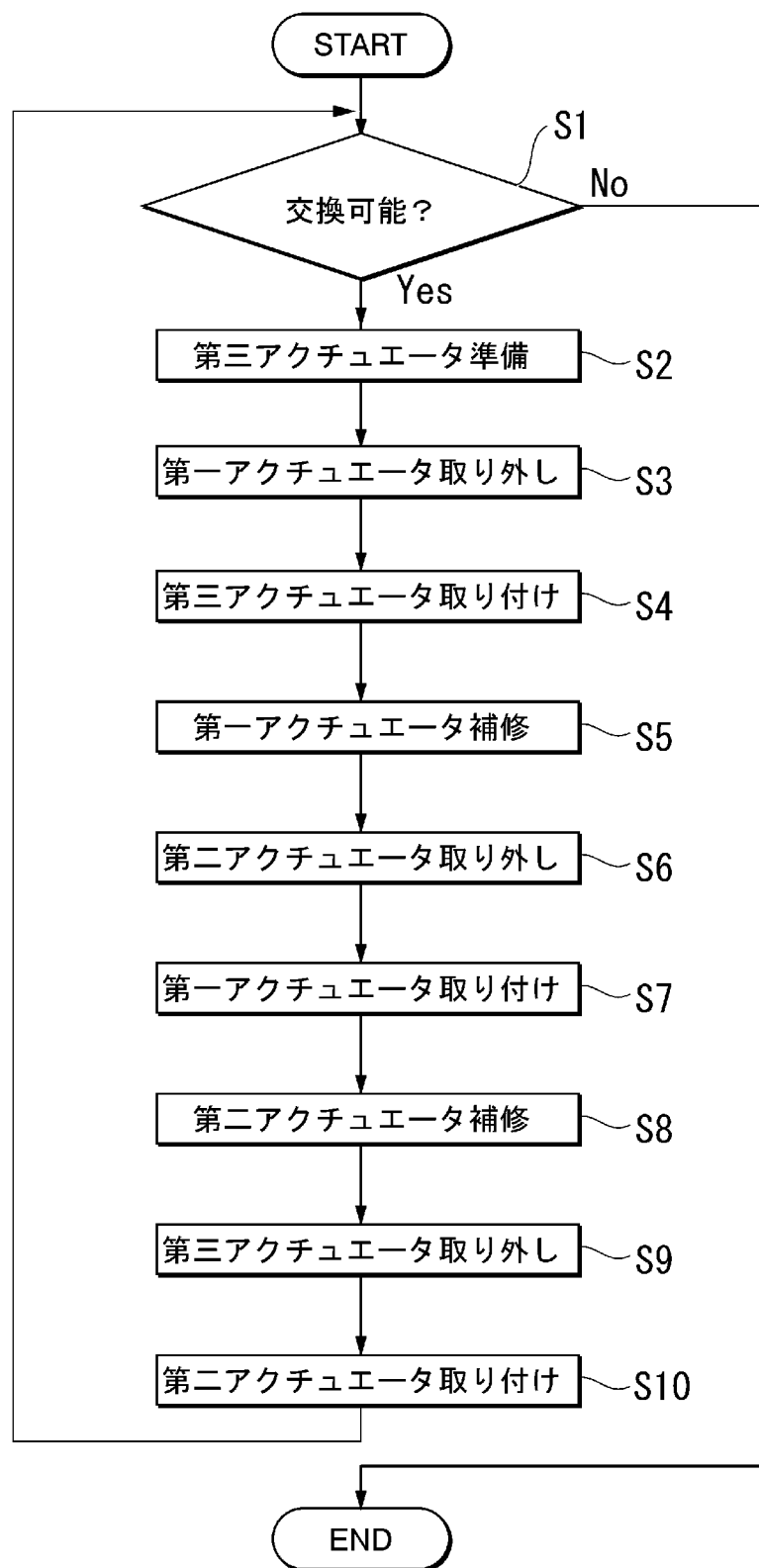
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

運用開始		点検	点検	点検
IGV	第一アクチエータ 運用	第三アクチエータ 運用		第二アクチエータ 運用
VV	第二アクチエータ 運用	第一アクチエータ 運用		
予備	第三アクチエータ 補修	第一アクチエータ 補修	第二アクチエータ 補修	第三アクチエータ 補修

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/017548

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F01D 25/00**(2006.01)i; **F02C 7/00**(2006.01)i; **F02C 7/042**(2006.01)i

FI: F01D25/00 X; F02C7/00 A; F02C7/042

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)

F01D25/00; F02C7/00; F02C7/042

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.
Y	JP 2016-50579 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 11 April 2016 (2016-04-11) paragraphs [0021]-[0026], [0041]-[0046], fig. 1-5, 7	1-4
Y	藤井 泉, コンバインドサイクル発電におけるガスタービン設備の保守管理, 日本ガスタービン学会誌, 第37巻第1号, 公益社団法人日本ガスタービン学会, January 2009, pp. 1-5 p. 1, right column, lines 12-24, p. 3, right column, line 14 to p. 4, left column, line 29, fig. 3, (FUJII, Izumi. Journal of the Gas Turbine Society of Japan. vol. 37. no. 1. Gas Turbine Society of Japan.), non-official translation (Maintenance and management of gas turbine installations in combined cycle power generation)	1-4
A	JP 2015-21477 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYS) 02 February 2015 (2015-02-02) entire text, all drawings	1-4
A	JP 2002-195056 A (CENTRAL RES INST OF ELECTRIC POWER IND) 10 July 2002 (2002-07-10) 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

12 June 2023

Date of mailing of the international search report

27 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/JP2023/017548

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-63977 A (CENTRAL RES INST OF ELECTRIC POWER IND) 09 March 2006 (2006-03-09) entire text, all drawings	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/017548

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2016-50579	A	11 April 2016	US 2016/0061117 A1 paragraphs [0027]-[0033], [0047]-[0052], fig. 1-5, 7 EP 2990613 A1 CA 2901257 A1 CN 105387004 A BR 102015020661 A2	
JP	2015-21477	A	02 February 2015	US 2015/0030438 A1 EP 2829735 A1 CN 104343541 A	
JP	2002-195056	A	10 July 2002	(Family: none)	
JP	2006-63977	A	09 March 2006	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F01D 25/00(2006.01)i; F02C 7/00(2006.01)i; F02C 7/042(2006.01)i FI: F01D25/00 X; F02C7/00 A; F02C7/042														
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）） F01D25/00; F02C7/00; F02C7/042														
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												
Y	JP 2016-50579 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニー）11.04.2016（2016 - 04 - 11） 段落0021-0026, 0041-0046, 図1-5, 7	1-4												
Y	藤井 泉, コンバインドサイクル発電におけるガスタービン設備の保守管理, 日本ガスタービン学会誌, 第37巻第1号, 公益社団法人日本ガスタービン学会, 2009.01, p. 1-5 第1ページ右欄第12-24行, 第3ページ右欄第14行-第4ページ左欄第29行, 図3	1-4												
A	JP 2015-21477 A（三菱日立パワーシステムズ株式会社）02.02.2015（2015 - 02 - 02） 全文, 全図	1-4												
A	JP 2002-195056 A（財団法人電力中央研究所）10.07.2002（2002 - 07 - 10） 全文, 全図	1-4												
A	JP 2006-63977 A（財団法人電力中央研究所）09.03.2006（2006 - 03 - 09） 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>* 参考文献のカテゴリー</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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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></td> </tr> </table>			* 参考文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 参考文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 12.06.2023	国際調査報告の発送日 27.06.2023													
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													

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/JP2023/017548

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2016-50579	A	11.04.2016	US 2016/0061117 A1 段落0027-0033, 0047-0052, FIG.1-5, 7 EP 2990613 A1 CA 2901257 A1 CN 105387004 A BR 102015020661 A2	
JP	2015-21477	A	02.02.2015	US 2015/0030438 A1 EP 2829735 A1 CN 104343541 A	
JP	2002-195056	A	10.07.2002	(ファミリーなし)	
JP	2006-63977	A	09.03.2006	(ファミリーなし)	