

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7588751号
(P7588751)

(45)発行日 令和6年11月22日(2024.11.22)

(24)登録日 令和6年11月14日(2024.11.14)

(51)国際特許分類	F I			
F 0 1 D 25/00 (2006.01)	F 0 1 D 25/00			X
F 0 2 C 7/00 (2006.01)	F 0 2 C 7/00			A
F 0 2 C 7/042(2006.01)	F 0 2 C 7/042			

請求項の数 18 (全13頁)

(21)出願番号	特願2024-123334(P2024-123334)	(73)特許権者	000006208
(22)出願日	令和6年7月30日(2024.7.30)		三菱重工業株式会社
(62)分割の表示	特願2022-77565(P2022-77565)の分割		東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
原出願日	令和4年5月10日(2022.5.10)	(74)代理人	100149548
(65)公開番号	特開2024-138163(P2024-138163 A)		弁理士 松沼 泰史
(43)公開日	令和6年10月7日(2024.10.7)	(74)代理人	100162868
審査請求日	令和6年8月5日(2024.8.5)		弁理士 伊藤 英輔
早期審査対象出願		(74)代理人	100161702
			弁理士 橋本 宏之
		(74)代理人	100189348
			弁理士 古都 智
		(74)代理人	100196689
			弁理士 鎌田 康一郎
		(72)発明者	加藤 慎
			東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ガスタービン及びガスタービンのメンテナンス方法

(57)【特許請求の範囲】

【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、及び該入口案内翼の姿勢を変化させるための駆動源であって、取り付け・取り外しが可能な第一アクチュエータと、

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の姿勢を変化させるための駆動源であって、前記第一アクチュエータの取り付け・取り外し状態にかかわらず取り付け・取り外しが可能な第二アクチュエータと、

を備え、

前記第一アクチュエータ、及び前記第二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。

【請求項2】

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、及び該入口案内翼の姿勢を変化させるための駆動源であって、取り付け・取り外しが可能な第一アクチュエータと、

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の姿勢を変化させるための駆動源であって、前記第一アクチュエータとは独立して設けられ、取り付け・取り外しが可能な第二アクチュエータと、

を備え、

前記第一アクチュエータ、及び前記第二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。

【請求項 3】

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、及び該複数列のそれぞれの列に対応させて、各列を構成する可変静翼に接続された複数の第二リングと、

取り付け・取り外し可能に設けられ、前記第一リングを周方向に回転させる第一アクチュエータと、

前記第一アクチュエータの取り付け・取り外し状態にかかわらず取り付け・取り外しが可能であり、前記複数の第二リングを周方向に回転させる第二アクチュエータと、

を備え、

前記第一アクチュエータ、及び前記第二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。

【請求項 4】

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、及び該複数列のそれぞれの列に対応させて、各列を構成する可変静翼に接続された複数の第二リングと、

取り付け・取り外し可能に設けられ、前記第一リングを周方向に回転させる第一アクチュエータと、

前記第一アクチュエータとは独立して設けられ、取り付け・取り外しが可能であり、前記複数の第二リングを周方向に回転させる第二アクチュエータと、

を備え、

前記第一アクチュエータ、及び前記第二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。

【請求項 5】

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、及び該入口案内翼の姿勢を変化させるための駆動源であって、取り付け・取り外しが可能な第一アクチュエータと、

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の姿勢を変化させるための駆動源であって、前記第一アクチュエータの取り付け・取り外し状態にかかわらず取り付け・取り外しが可能な第二アクチュエータと、

を備え、

前記第一アクチュエータと前記第二アクチュエータとを相互に交換できるように、前記第一アクチュエータの仕様と前記第二アクチュエータの仕様を共通化したことを特徴とするガスタービン。

【請求項 6】

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、及び該入口案内翼の姿勢を変化させるための駆動源であって、取り付け・取り外しが可能な第一アクチュエータと、

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の姿勢を変化させるための駆動源であって、前記第一アクチュエータとは独立して設けられ、取り付け・取り外しが可能な第二アクチュエータと、

を備え、

前記第一アクチュエータと前記第二アクチュエータとを相互に交換できるように、前記第一アクチュエータの仕様と前記第二アクチュエータの仕様を共通化したことを特徴とする

10

20

30

40

50

ガスタービン。

【請求項 7】

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、及び該入口案内翼の姿勢を変化させるための駆動源であって、取り付け・取り外しが可能な第一アクチュエータと、

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の姿勢を変化させるための駆動源であって、前記第一アクチュエータの取り付け・取り外し状態にかかわらず取り付け・取り外しが可能な第二アクチュエータと、

を備え、

前記複数列の可変静翼の姿勢を変化させるために必要な駆動力は、前記入口案内翼の姿勢を変化させるために必要な駆動力よりも大きく、

前記第一アクチュエータの仕様が前記第二アクチュエータの仕様に揃えられていることを特徴とするガスタービン。

【請求項 8】

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、及び該入口案内翼の姿勢を変化させるための駆動源であって、取り付け・取り外しが可能な第一アクチュエータと、

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の姿勢を変化させるための駆動源であって、前記第一アクチュエータとは独立して設けられ、取り付け・取り外しが可能な第二アクチュエータと、

を備え、

前記複数列の可変静翼の姿勢を変化させるために必要な駆動力は、前記入口案内翼の姿勢を変化させるために必要な駆動力よりも大きく、

前記第一アクチュエータの仕様が前記第二アクチュエータの仕様に揃えられていることを特徴とするガスタービン。

【請求項 9】

請求項 1～8 の何れか 1 項に記載のガスタービンのメンテナンス方法であって、

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、前記第一アクチュエータ及び前記第二アクチュエータとは別の第三アクチュエータを取り付けるステップと、

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、

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、

を含むガスタービンのメンテナンス方法。

【請求項 10】

請求項 1～8 の何れか 1 項に記載のガスタービンのメンテナンス方法であって、

第一の点検時期に前記第二アクチュエータを取り外して、前記第一アクチュエータ及び前記第二アクチュエータとは別の第三アクチュエータを取り付けるステップと、

第二の点検時期に、前記第一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、

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一アクチュエータを取り付けるステップと、

を含むガスタービンのメンテナンス方法。

【請求項 11】

前記各ステップを順に連続的に繰り返す請求項 9 に記載のガスタービンのメンテナンス方法。

【請求項 12】

前記各ステップを順に連続的に繰り返す請求項 10 に記載のガスタービンのメンテナンス方法。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

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、
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、
をさらに含む請求項 9 に記載のガスタービンのメンテナンス方法。

【請求項 14】

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、
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、
をさらに含む請求項 10 に記載のガスタービンのメンテナンス方法。

【請求項 15】

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 9 に記載のガスタービンのメンテナ
ンス方法。

10

【請求項 16】

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 10 に記載のガスタービンのメンテ
ナンス方法。

【請求項 17】

前記第三アクチュエータは、前記第一アクチュエータ及び前記第二アクチュエータと仕様
が同一である請求項 9 に記載のガスタービンのメンテナンス方法。

【請求項 18】

前記第三アクチュエータは、前記第一アクチュエータ及び前記第二アクチュエータと仕様
が同一である請求項 10 に記載のガスタービンのメンテナンス方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ガスタービン及びガスタービンのメンテナンス方法に関する。

【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。

30

【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。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】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】

50

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及び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、及び該複数列のそれぞれの列に対応させて、各列を構成する可変静翼に接続された複数の第二リングと、前記第一リングを周方向に回転させる第一アクチュエータ、及び、前記複数の第二リングを周方向に回転させる第二アクチュエータと、を備え、前記第一アクチュエータ、及び前記第二アクチュエータは互いに仕様が同一である。

また本開示に係るガスタービンのメンテナンス方法は、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、前記第一アクチュエータ及び前記第二アクチュエータとは別の第三アクチュエータを取り付けるステップと、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、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、前記第三アクチュエータは、前記第一アクチュエータ及び前記第二アクチュエータと仕様が同一である。

【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 1 2 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 1 5 を有する。

【0013】

これら複数の圧縮機動翼列 1 2 は、圧縮機ケーシング 1 3 によって外周側から覆われている。圧縮機ケーシング 1 3 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 1 3 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 1 4 が設けられている。それぞれの圧縮機静翼列 1 4 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 1 6 を有する。

【0014】

圧縮機 1 0 の軸線 O 方向一方側の端部である入口には、入口案内翼 4 0 (Inlet Guide Vane: IGV) が設けられている。入口案内翼 4 0 は、複数の案内翼 4 1 と、第一リング 4 2 と、アクチュエータ 4 3 と、を有する。複数の案内翼 4 1 は、圧縮機ケーシング 1 3 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 4 1 の中央部は圧縮機ケーシング 1 3 に固定された第一回動軸 4 4 とされている。案内翼 4 1 は、当該第一回動軸 4 4 回りに回動自在に支持されている。さらに、案内翼 4 1 の前縁側の端部には、第一支持軸 4 5 を介して第一リング 4 2 が接続されている。第一リング 4 2 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 4 2 には、アクチュエータ 4 3 が接続されている。

【0016】

アクチュエータ 4 3 は、シリンダ 5 1 と、棒状のロッド 5 2 と、を有する。ロッド 5 2 は、シリンダ 5 1 を基準として、自身の延びる方向に進退動する。ロッド 5 2 が進退動することで、第一リング 4 2 が軸線 O に対する周方向に回動する。第一リング 4 2 が回動すると、複数の案内翼 4 1 が第一回動軸 4 4 回りに回動する。つまり、各案内翼 4 1 の姿勢が変化する。

【0017】

さらに、圧縮機静翼列 1 4 のうち、一例として 3 列の圧縮機静翼列 1 4 は、可変静翼 6 0 とされている。可変静翼 6 0 は、上記の入口案内翼 4 0 と同様に、圧縮機静翼 1 6 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 6 0 は、圧縮機静翼列 1 4 ごとに設けられた 3 つの第二リング 6 1 と、これら 3 つの第二リング 6 1 を軸線 O 方向に接続する接続部 6 2 と、アクチュエータ 4 3 とを有する。

【0018】

圧縮機静翼 1 6 の中央部は圧縮機ケーシング 1 3 に固定された第二回動軸 6 2 とされている。圧縮機静翼 1 6 は、当該第二回動軸 6 2 回りに回動自在に支持されている。さらに、圧縮機静翼 1 6 の前縁側の端部には、第二支持軸 6 3 を介して第二リング 6 1 が接続されている。第二リング 6 1 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。第二リング 6 1 には、アクチュエータ 4 3 が接続されている。

【0019】

可変静翼 6 0 に用いられるアクチュエータ 4 3 は、上記の入口案内翼 4 0 に用いられるアクチュエータ 4 3 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 5 2 が進退動することで、接続部 6 2 を介して 3 つの第二リング 6 1 が軸線 O に対する周方向に回動する。第二リング 6 1 が回動すると、複数の圧縮機静翼 1 6 が第二回動軸 6 2 回りに回動する。つまり、各圧縮機静翼 1 6 の姿勢が変化する。

【0021】

燃焼器 2 0 は、圧縮機ケーシング 1 3 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 2 1 に取り付けられている。燃焼器 2 0 は、圧縮機 1 0 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 2 0 は、軸線 O に

10

20

30

40

50

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

10

20

30

40

50

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Ｓ９）。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Ｓ１０）。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Ｓ１１）。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Ｓ２からステップＳ１０までの各ステップが、ステップＳ１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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

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、(1)のガスタービン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、(1)又は(2)のガスタービン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、(1)から(3)のいずれか一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

10

20

30

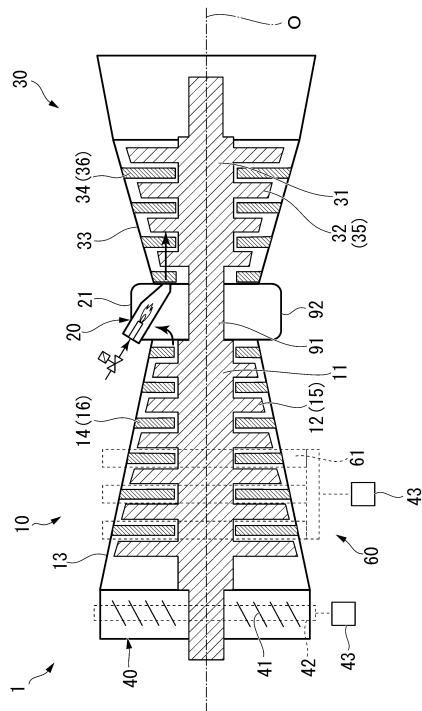
40

50

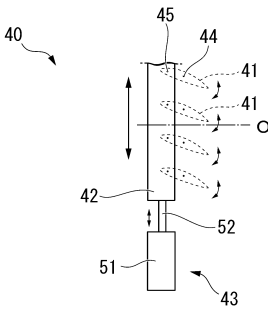
- 1 3 … 圧縮機ケーシング
- 1 4 … 圧縮機静翼列
- 1 5 … 圧縮機動翼
- 1 6 … 圧縮機静翼
- 2 0 … 燃焼器
- 2 1 … 中間ケーシング
- 3 0 … タービン
- 3 1 … タービンロータ
- 3 2 … タービン動翼列
- 3 3 … タービンケーシング
- 3 4 … タービン静翼列
- 3 5 … タービン動翼
- 3 6 … タービン静翼
- 4 0 … 入口案内翼
- 4 1 … 案内翼
- 4 2 … 第一リング
- 4 3 … アクチュエータ
- 4 4 … 第一回転軸
- 4 5 … 第一支持軸
- 5 1 … シリンダ
- 5 2 … ロッド
- 6 0 … 可変静翼
- 6 1 … 第二リング
- 6 2 … 第二回転軸
- 6 3 … 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
- 〇 … 軸線

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

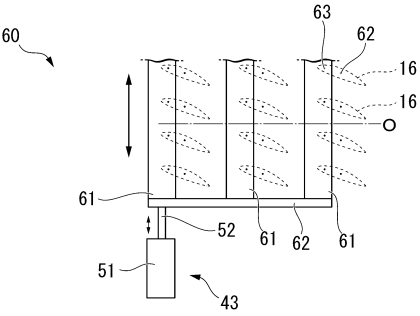
20

30

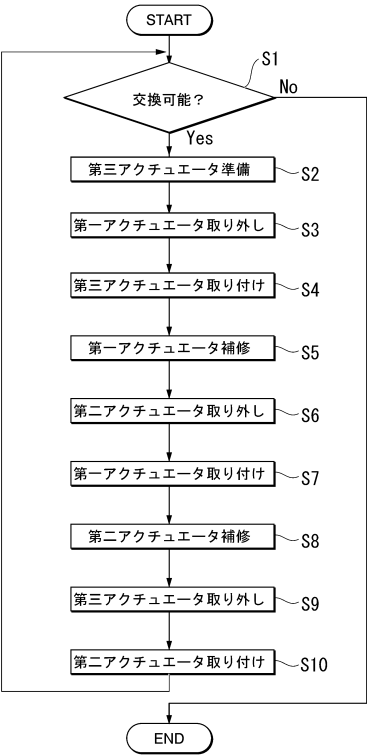
40

50

【図 3】



【図 4】



【図 5】

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

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 高橋 孝一
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
- (72)発明者 荒瀬 謙一
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱パワー株式会社内
- (72)発明者 橋本 真也
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
- (72)発明者 大津 英紀
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
- 審査官 家喜 健太
- (56)参考文献 特開2016-050579(JP, A)
特開2002-195056(JP, A)
特開2006-063977(JP, A)
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, 日本, 公益社団法人日本ガスタービン学会, 2009年01月, 1-5
船橋 信之, [火力発電所の保守] (改訂版), 火力原子力発電, 第63巻, 一般社団法人火力原子力発電技術協会
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F01D 25/00
F02C 7/00