

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6158618号
(P6158618)

(45) 発行日 平成29年7月5日 (2017.7.5)

(24) 登録日 平成29年6月16日 (2017.6.16)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 B 5/20 (2006.01)

G O 1 B 5/20 D

F O 1 D 25/00 (2006.01)

F O 1 D 25/00 V

F O 1 D 9/00 (2006.01)

F O 1 D 25/00 X

F O 1 D 9/00

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2013-147520 (P2013-147520)
 (22) 出願日 平成25年7月16日 (2013.7.16)
 (65) 公開番号 特開2015-21735 (P2015-21735A)
 (43) 公開日 平成27年2月2日 (2015.2.2)
 審査請求日 平成28年5月10日 (2016.5.10)

(73) 特許権者 514030104
 三菱日立パワーシステムズ株式会社
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3
 番1号
 (74) 代理人 100134544
 弁理士 森 隆一郎
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (72) 発明者 脇 邦彦
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内
 (72) 発明者 荒瀬 謙一
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 環状組立体の測定装置、環状組立体の測定方法、及び回転機械の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

環状部材に、周方向に複数並ぶ被組立部材を組み立てた環状組立体における前記環状部材に対する前記被組立部材の径方向の相対位置を測定する環状組立体の測定装置であって、

前記環状部材の周方向に連続する基準面に当接し、前記基準面に沿って周方向に移動可能な第一当接部と、

前記環状部材の前記基準面と径方向反対側に向く対向面を押圧可能で、径方向に位置調整可能な第二当接部と、

前記第一当接部及び前記第二当接部を支持するベース部と、

前記被組立部材の被測定部に当接する第三当接部と、

前記第三当接部と前記ベース部とを連結する連結部と、

前記ベース部に対する前記第三当接部の変位を測定する測定部とを備え、

前記基準面と前記対向面とは対向して配置され、

前記第一当接部は、周方向に互いに離間して配置された一対のブロック状部材であり、

前記第二当接部は、前記一対のブロック状部材の間の周方向中央に配置されることを特徴とする環状組立体の測定装置。

【請求項 2】

前記第二当接部は、前記対向面を周方向に転動可能な球形状をなしていることを特徴とする請求項 1 に記載の環状組立体の測定装置。

【請求項 3】

前記基準面及び前記対向面は、前記環状部材の径方向内側に形成された溝を構成する互いに対向する径方向両側に設けられた面であり、前記ベース部は、前記第一当接部を有して前記溝に挿入されるブロック状の被嵌合部材と、前記第二当接部を有するガイドローラと、を備えることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の環状組立体の測定装置。

【請求項 4】

前記環状部材は、タービンの翼環であり、

前記溝は、前記タービンの遮熱環の固定に用いられる溝であることを特徴とする請求項 3 に記載の環状組立体の測定装置。

【請求項 5】

前記ベース部は、前記環状部材の中心軸方向一方側に配置されており、

前記連結部から中心軸方向他方側に延在し、その先端を前記被組立部材の中心軸方向一方側を向く面に当接させることによって、前記連結部を支持する支持部材を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の環状組立体の測定装置。

【請求項 6】

環状部材に、周方向に複数並ぶ被組立部材を組み立てた環状組立体における前記環状部材に対する前記被組立部材の径方向の相対位置を測定する環状組立体の測定方法であって、

前記環状部材の周方向に連続する基準面に、測定装置のベース部の第一当接部を当接させるとともに、前記環状部材の前記基準面と径方向反対側を向く対向面に、測定装置のベース部の第二当接部を押圧させるベース部配置工程と、

前記ベース部と連結されている第三当接部を、前記被組立部材の被測定部に当接させる被測定部当接工程と、

前記第一当接部が前記基準面に当接されたまま、前記基準面に沿って周方向に前記ベース部を移動させつつ、前記ベース部に対する前記第三当接部の径方向の変位を測定する変位測定工程と、を備え、

前記基準面と前記対向面とは対向して配置されており、

前記第一当接部は、周方向に互いに離間して配置された一対のブロック状部材であり、

前記第二当接部は、前記一対のブロック状部材の間の周方向中央に配置されることを特徴とする環状組立体の測定方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の環状組立体の測定方法において、

前記ベース部配置工程では、前記環状部材に形成された溝の互いに対向する径方向両側の面を前記基準面及び前記対向面として、前記第一当接部を有する前記ベース部の被嵌合部材を前記溝に挿入し、

前記変位測定工程では、前記被嵌合部材を前記溝の内部で移動させることを特徴とする環状組立体の測定方法。

【請求項 8】

環状部材に、被組立部材を周方向に複数並べるように組み立てる環状組立体組立工程と、

請求項 6 又は請求項 7 に記載の環状組立体の測定方法により、前記環状部材に対する前記被組立部材の径方向の相対位置を測定する測定工程と、

前記測定工程による測定結果に基づいて前記環状部材に対する前記被組立部材の組立精度が確保された前記環状組立体をケーシングに組み立てる環状組立体取付工程とを備えることを特徴とする回転機械の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば、タービンの翼環と支持環とを有する環状組立体の測定装置、環状組立体の測定方法、及び回転機械の製造方法に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

タービンの製造工程、又はタービンのメンテナンス（例えば、翼環を構成する静翼の交換作業）における組み立て作業時においては、静翼を保持する翼環と、静翼の内周側に固定されシールリングを保持する保持環とからなる環状組立体の組み立て精度が重要である。

【0003】

これらの作業時では、環状組立体の測定装置を用いて、翼環と保持環との位置決め（芯出し）作業が行われる。このとき、翼環と保持環との位置決めが不適切であると、シールリングとシールフィンとの隙間が不適切となり十分なシール性が得られない。また、シールリングの偏心によりロータ回転時にラッピング（タービン回転部と静止部との接触）が発生するおそれがある。

【0004】

従来の環状組立体の測定装置としては、例えば特許文献1に記載されたものがある。従来例図6に示すように、この測定装置101は、翼環61、保持環62、及び静翼63を有する環状組立体60において、翼環61に対する保持環62の径方向の相対位置を測定することにより、翼環61に対する保持環62の組立精度を確保する装置である。

測定装置101を用いた位置決め作業においては、翼環61側の基準点と保持環62側の計測点との距離が翼環61上の複数点にて計測され、この計測値に基づいて翼環61に対する保持環62の取り付け位置が微調整される。

【0005】

測定装置101は、ベース部106と、シャフト部107と、プローブ部108と、を有する。計測時において、ベース部106は翼環61の外周側縁部61aに配置され、翼環61側の基準点を規定する。シャフト部107は、ベース部106に固定されて設置され、計測時に翼環61の径方向内側に延出する。プローブ部108は、シャフト部107の先端に取り付けられたダイヤルゲージ28を有し、保持環62側の計測点を規定する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第4690903号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、この従来の測定装置101では、ベース部106の複数のベース脚113を翼環61の外周側縁部61aに当接させつつ、ベース部106の側部下方に配置されたガイドローラ124を翼環61の外周面61bに当接させて、ベース部106の基準点を規定している。即ち、翼環61の外周面61bが測定装置101における翼環径方向の基準面である。

しかしながら、このような方法で基準点を規定する場合、ガイドローラ124を基準面である外周面61bに対して所定の押圧力で当接させることが難しく、基準面に対するベース部106の位置が安定しないため、計測精度が高くないという課題があった。

【0008】

この発明は、このような事情を考慮してなされたもので、その目的は、環状部材に周方向に複数並ぶ被組立部材を組み立てた環状組立体における環状部材に対する被組立部材の径方向の相対位置を測定する際の精度を高めることができる環状組立体の測定装置を提供することにある。

【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に、この発明は以下の手段を提供している。

本発明は、環状部材に、周方向に複数並ぶ被組立部材を組み立てた環状組立体における

10

20

30

40

50

前記環状部材に対する前記被組立部材の径方向の相対位置を測定する環状組立体の測定装置であって、前記環状部材の周方向に連続する基準面に当接し、前記基準面に沿って周方向に移動可能な第一当接部と、前記環状部材の前記基準面と径方向反対側に向く対向面を押圧可能で、径方向に位置調整可能な第二当接部と、前記第一当接部及び前記第二当接部を支持するベース部と、前記被組立部材の被測定部に当接する第三当接部と、前記第三当接部と前記ベース部とを連結する連結部と、前記ベース部に対する前記第三当接部の変位を測定する測定部とを備え、前記基準面と前記対向面とは対向して配置され、前記第一当接部は、周方向に互いに離間して配置された一対のブロック状部材であり、前記第二当接部は、前記一対のブロック状部材の間の周方向中央に配置されることを特徴とする。

【0010】

10

上記構成によれば、第二当接部が対向面を押圧することで第一当接部が基準面に所定の押圧力で当接する。これにより基準面に対するベース部の位置が安定するため、ベース部に対する第三当接部の変位を測定する際の精度を高めることができる。即ち、環状組立体における環状部材に対する被組立部材の径方向の相対位置を測定する際の精度を高めることができる。

【0011】

上記環状組立体の測定装置において、前記第二当接部は、前記対向面を周方向に回転可能な球形状をなしていることが好ましい。

【0012】

上記構成によれば、基準面に対するベース部の位置が保持された状態で測定装置を周方向に移動させることができるため、ベース部に対する第三当接部の変位の変化を高精度に計測することができる。

20

【0013】

上記環状組立体の測定装置において、前記基準面及び前記対向面は、前記環状部材の径方向内側に形成された溝を構成する互に対向する径方向両側に設けられた面であり、前記ベース部は、前記第一当接部を有して前記溝に挿入されるブロック状の被嵌合部材と、前記第二当接部を有するガイドローラと、を備えることが好ましい。

【0014】

上記構成によれば、環状部材の鉛直方向上方に突起物がある場合においても、測定装置のベース部を環状部材に固定することができる。また、被係合部材を溝に沿ってスライドさせることによって、容易にベース部と環状部材とを固定することができる。

30

【0015】

上記環状組立体の測定装置において、前記環状部材は、タービンの翼環であり、前記溝は、前記タービンの遮熱環の固定に用いられる溝であることが好ましい。

【0016】

上記構成によれば、ベース部を固定するための溝を新たに加工することなく、ベース部を環状部材に固定することができる。

【0017】

上記環状組立体の測定装置において、前記ベース部は、前記環状部材の中心軸方向一方側に配置されており、前記連結部から中心軸方向他方側に延在し、その先端を前記被組立部材の中心軸方向一方側に向く面に当接させることによって、前記連結部を支持する支持部材を有することが好ましい。

40

【0018】

上記構成によれば、連結部がベース部の径方向内側に延在し、剛性が不足している場合においても、第三当接部の位置を安定させることができる。

【0019】

また、本発明は、環状部材に、周方向に複数並ぶ被組立部材を組み立てた環状組立体における前記環状部材に対する前記被組立部材の径方向の相対位置を測定する環状組立体の測定方法であって、前記環状部材の周方向に連続する基準面に、測定装置のベース部の第一当接部を当接させるとともに、前記環状部材の前記基準面と径方向反対側に向く対向面

50

に、測定装置のベース部の第二当接部を押圧させるベース部配置工程と、前記ベース部と連結されている第三当接部を、前記被組立部材の被測定部に当接させる被測定部当接工程と、前記第一当接部が前記基準面に当接されたまま、前記基準面に沿って周方向に前記ベース部を移動させつつ、前記ベース部に対する前記第三当接部の径方向の変位を測定する変位測定工程と、を備え、前記基準面と前記対向面とは対向して配置されており、前記第一当接部は、周方向に互いに離間して配置された一対のブロック状部材であり、前記第二当接部は、前記一対のブロック状部材の間の周方向中央に配置される環状組立体の測定方法を提供する。

【0020】

上記構成によれば、第二当接部が対向面を押圧することで第一当接部が基準面に所定の押圧力で当接する。これにより基準面に対するベース部の位置が安定するため、ベース部に対する第三当接部の変位を測定する際の精度を高めることができる。即ち、環状組立体を構成する環状部材と被組立部材の芯精度を測定する際の精度を高めることができる。

【0021】

上記環状組立体の測定方法において、前記ベース部配置工程では、前記環状部材に形成された溝の互いに対向する径方向両側の面を前記基準面及び前記対向面として、前記第一当接部を有する前記ベース部の被嵌合部材を前記溝に挿入し、前記変位測定工程では、前記被嵌合部材を前記溝の内部で移動させることが好ましい。

【0022】

上記構成によれば、環状部材の鉛直方向上方に突起物がある場合においても、測定装置のベース部を環状部材に固定することができる。また、被係合部材を溝に沿ってスライドさせることによって、容易にベース部と環状部材とを固定することができる。

【0023】

また、本発明は、環状部材に、被組立部材を周方向に複数並べるように組み立てる環状組立体制工程と、上記環状組立体の測定方法により、前記環状部材に対する前記被組立部材の径方向の相対位置を測定する測定工程と、前記測定工程による測定結果に基づいて前記環状部材に対する前記被組立部材の組立精度が確保された前記環状組立体をケーシングに組み立てる環状組立体取付工程とを備える回転機械の製造方法を提供する。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、環状部材に周方向に複数並ぶ被組立部材を組み立てた環状組立体において、環状部材に対する被組立部材の径方向の相対位置を測定する際の精度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の実施形態の環状組立体の測定装置の測定対象である環状組立体を有するガスタービンの要部切欠側面図である。

【図2】本発明の実施形態の環状組立体の測定装置の側面図である。

【図3】図2のA-A断面図であって、環状組立体の測定装置の平面図である。

【図4】翼環の嵌合溝に被嵌合部材を挿入する様子を示す斜視図である。

【図5】本発明の実施形態の環状組立体の測定装置の平面図であって、翼環との接続部の拡大図である。

【図6】従来の環状組立体の測定装置の側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

本実施形態の環状組立体の測定装置は、例えば、メンテナンスなどによるタービンの再組立時において、タービンの翼環とシールリングの保持環との位置決め（芯出し）を行うために用いられる治具である。

翼環と保持環の位置決めは、環状部材である翼環に被組立部材である保持環を組み立て

10

20

30

40

50

た環状組立体において、翼環に対する保持環の径方向の相対位置を測定し、この測定結果に基づいて組み立て精度（芯精度）を確保することによって行われる。

【 0 0 2 7 】

まず、翼環を備えている回転機械であるガスタービンについて説明する。

図 1 に示すように、ガスタービン 5 0 は、外気を圧縮して圧縮空気を生成する圧縮機 5 1 と、燃料供給源からの燃料を圧縮空気に混合して燃焼させ燃焼ガスを生成する燃焼器 5 2 と、燃焼ガスにより駆動するタービン 5 3 と、を備えている。

【 0 0 2 8 】

タービン 5 3 は、回転機械で、軸線 A r を中心として回転するタービンロータ 5 4 と、このタービンロータ 5 4 を回転可能に覆うタービンケーシング 5 5（ケーシング）と、を有している。また、圧縮機 5 1 も、回転機械で、前述の軸線 A r を中心として回転する圧縮機ロータ 5 6 と、この圧縮機ロータ 5 6 を回転可能に覆う圧縮機ケーシング 5 7 と、を有している。

10

【 0 0 2 9 】

このガスタービン 5 0 は、さらに、圧縮機ロータ 5 6 のタービン 5 3 側及びタービンロータ 5 4 の圧縮機 5 1 側を覆う圧縮機兼タービンケーシング 5 8 を有している。圧縮機ケーシング 5 7、タービンケーシング 5 5、及び圧縮機兼タービンケーシング 5 8 は、いずれも、軸線 A r を中心として筒状を成している。タービンロータ 5 4 と圧縮機ロータ 5 6 とは、相互に連結され、軸線 A r を中心として一体回転する。

【 0 0 3 0 】

20

タービンケーシング 5 5 の内周側には、軸線 A r を中心として環状を成す複数の環状組立体 6 0 が軸方向に並んで設けられている。環状組立体 6 0 は、本実施形態の測定装置 1 の測定対象である翼環 6 1（図 2 参照）と保持環 6 2（図 2 参照）とを有している。各環状組立体 6 0 は、いずれも、組立の都合上、周方向に分割可能である。

【 0 0 3 1 】

次に、測定対象である翼環 6 1 と保持環 6 2 を有する環状組立体 6 0 について説明する。

図 2 に示すように、環状組立体 6 0 は、複数の要素からなる環状部材である翼環 6 1 と、翼環 6 1 の内周側に周方向に取り付けられた複数の静翼 6 3 と、静翼 6 3 の内周側に設けられた内側シュラウド 6 4 と、内側シュラウド 6 4 のフランジに固定された保持環 6 2 と、保持環 6 2 により保持されたシールリング 6 5 と、を有している。

30

【 0 0 3 2 】

保持環 6 2 は、環状部材に静翼 6 3 などを介して周方向に複数並んで組み立てられた被組立部材である。複数の静翼 6 3 は、タービン 5 3 のタービンロータ 5 4（図 1 参照）周囲の静止側に設けられてタービン 5 3 のガス流路を形成し、タービンロータ 5 4 側に取り付けられた動翼と組みになって段を構成する。

【 0 0 3 3 】

本実施形態の翼環 6 1 には、遮熱環 6 7 を取り付けるための複数の嵌合溝 2，2 a が形成されている。嵌合溝 2，2 a は、翼環 6 1 の径方向（以下、単に径方向と呼ぶ）内側に、翼環 6 1 の周方向に連続して形成されている。複数の嵌合溝 2，2 a のうちの少なくとも二つの嵌合溝 2 a に嵌合する遮熱環 6 7 は、静翼 6 3 を固定するために使用されている。

40

【 0 0 3 4 】

本実施形態の測定装置 1 は、別の一つの嵌合溝 2 に取り付けられて使用される。嵌合溝 2 は、機械加工によって、周方向からみた断面形状が一様となるように形成されている。具体的には、嵌合溝 2 の断面形状は、図 5 にも示すように、径方向内周側が開放された矩形状をなしており、嵌合溝 2 に遮熱環 6 7 が取り付けられる際には、遮熱環 6 7 を保持する突条 3 を有している。

【 0 0 3 5 】

嵌合溝 2 は、この突条 3 の径方向外側の面であって、径方向外側を向く基準面 4 を有し

50

ている。基準面 4 は、測定装置 1 を用いて環状組立体 6 0 の芯精度を測定する際に、翼環 6 1 側の基準点となる面である。基準面 4 は周方向に延在して、翼環 6 1 を一周するように形成されている。

嵌合溝 2 は、機械加工によって形成された溝である。故に、基準面 4 は機械加工によって形成された加工面であり、精度が確保されて形成されている。

【0036】

また、嵌合溝 2 は、径方向における基準面 4 と反対側を向く面、即ち、径方向内側を向く面となる対向面 5 を有している。換言すれば、基準面 4 と対向面 5 とは、互いに対向する径方向両側に設けられた面である。対向面 5 も基準面 4 と同様に周方向に延在して、翼環 6 1 を一周するように形成されている。

10

また、本実施形態の翼環 6 1 の外周側縁部 6 1 a には、突起物 6 8 が設けられている。即ち、本実施形態の翼環 6 1 の外周側縁部 6 1 a は平坦とはされていない。

【0037】

次に、測定装置 1 の詳細について説明する。

図 2、及び図 3 に示すように、測定装置 1 は、板形状のベース部 6 と、ベース部 6 に取り付けられた棒形状のシャフト部 7 と、シャフト部 7 の先端側（翼環 6 1 の径方向内側）に取り付けられたプローブ部 8 と、データ処理部（図示せず）と、を有している。シャフト部 7 は、プローブ部 8 とベース部 6 とを連結する連結部として機能する。

【0038】

ベース部 6 は、翼環 6 1 側の基準となる部位である。ベース部 6 は、板形状のベースプレート 1 2 と、ベースプレート 1 2 に取り付けられ、嵌合溝 2 に嵌合することでベース部 6 を翼環 6 1 に保持させる一対の被嵌合部材 1 3 と、ボールキャスターからなるガイドローラ 2 4 と、を有している。

20

【0039】

ベースプレート 1 2 は、等脚台形状の板状部材であり、ベース部 6 が翼環 6 1 に取り付けられた際に上方を向く上面 1 4 と、下方を向く下面 1 5 と、等脚台形の下辺に相当する位置で、上面 1 4 及び下面 1 5 に直交する面である接続面 1 6 と、を有している。ベースプレート 1 2 は、上面 1 4 及び下面 1 5 が翼環 6 1 の軸線に直交し、かつ、接続面 1 6 が翼環 6 1 の内周側の面に沿い、かつ、台形の上辺に相当する辺が翼環 6 1 の中心に向くように配置される。

30

【0040】

図 4 に示すように、被嵌合部材 1 3 は、周方向に延在する嵌合溝 2 にスライドさせつつ嵌合させることが可能な略直方体形状のブロック状部材である。被嵌合部材 1 3 は、嵌合溝 2 の対向面 5 に沿うように形成された背面 1 8 と、背面 1 8 の反対側に形成され、嵌合溝 2 の基準面 4 に沿うように形成された基準当接面 1 9（第一当接部）とを有している。背面 1 8 と基準当接面 1 9 とは、翼環 6 1 の内周側の面と略同一の曲率半径を有する湾曲面となっている。また、被嵌合部材 1 3 は、例えばアルミニウムなどの金属によって形成されている。

【0041】

図 3 に示すように、被嵌合部材 1 3 は、ベースプレート 1 2 の接続面 1 6 に、例えばボルトのような締結部材 2 0 を介して取り付けられている。具体的には、ベースプレート 1 2 の接続面 1 6 に形成された、ベースプレート 1 2 の上面 1 4 及び下面 1 5 に沿う方向に形成されたネジ穴を用いて取り付けられる。被嵌合部材 1 3 側の固定孔 2 1（図 4 参照）には、被嵌合部材 1 3 を固定する締結部材 2 0 の頭部が嵌合溝 2 と干渉しないように、適宜ザグリ加工が施されている。

40

【0042】

シャフト部 7 は、例えば、アルミニウム製の中空の長尺部材からなり、計測時において、翼環 6 1 の径方向内側に延出するようにベース部 6 に設置される。シャフト部 7 は、ベース部 6 に対して長手方向（軸方向）に変位可能に取り付けられている。

シャフト部 7 は、ベース部 6 上に固定されているガイド部 2 2 に支持されて配置されて

50

いる。ガイド部 22 には、ボール軸受が接続されており、これにより、シャフト部 7 はガイド部 22 の長手方向に変位可能となっている。

【0043】

図 5 に示すように、ガイドローラ 24 は、シャフト部 7 のベース部 6 側の端部に固定されている。ガイドローラ 24 は、球形状をなすボール 25 (第二当接部) がシャフト部 7 の軸方向に向くように固定されている。ガイドローラ 24 は、シャフト部 7 及びガイド部 22 を介してベースプレート 12 に支持されている。

【0044】

ガイドローラ 24 のボール 25 は、嵌合溝 2 の対向面 5 に当接するように配置されている。換言すれば、シャフト部 7 は、シャフト部 7 の軸線と環状溝の対向面 5 とが直交するように配置されている。ガイドローラ 24 には、ガイドローラ 24 から延在され、外周に雄ネジ溝が形成された固定軸 33 が設けられている。

ガイドローラ 24 は、シャフト部 7 の端部に形成された雌ネジ穴に固定軸 33 を螺合し、さらに、ナット 34 によって固定軸 33 を締結することによって固定されている。ガイドローラ 24 の径方向位置は、この固定機構により調整することができる。

【0045】

図 2 に示すように、プローブ部 8 は、計測時において保持環 62 の内周面に当接して、保持環 62 の計測点を規定する部位である。プローブ部 8 は、シャフト部 7 の先端に所定のジョイント 26 を介して取り付けられ、シャフト部 7 と直交して下方に延在するプローブステータ 27 と、プローブステータ 27 の下方に取り付けられた測定部であるダイヤルゲージ 28 と、を有している。

ダイヤルゲージ 28 は、測定子 29 (第三当接部) が保持環 62 の内周面 62a (被測定部) に当接するように固定されている。ダイヤルゲージ 28 の径方向及び鉛直方向の位置は、ジョイント 26 によって調整可能である。

【0046】

また、シャフト部 7 上であって、プローブ部 8 とベース部 6 との間には、シャフト部 7 を支持する支持部材であるシャフト支持部 30 が設けられている。シャフト支持部 30 は、シャフト部 7 に所定のジョイント 26 を介して取り付けられ、シャフト部 7 と直交して下方に延在するステータ 31 と、ステータ 31 の下方に取り付けられたボールキャスター 32 と、を有している。

ボールキャスター 32 の径方向及び鉛直方向の位置は、ジョイント 26 によって調整可能であり、本実施形態の測定装置 1 においては、ボールキャスター 32 が、保持環 62 の上面 35 に当接するように調節されている。

【0047】

次に、本実施形態の測定装置 1 を用いた環状組立体 60 の測定方法、及び、この測定方法を用いた回転機械の製造方法について説明する。測定装置 1 は、翼環 61 を翼環 61 の軸方向が鉛直方向と沿うように配置した状態で使用される。

【0048】

(環状組立体組立工程)

まず、翼環 61 に保持環 62 を周方向に複数並べるように組み立てる。具体的には、翼環 61 に遮熱環 67 を用いて静翼 63 を固定し、静翼 63 と一体にされた内側シュラウド 64 のフランジに保持環 62 を取り付ける。

【0049】

(ベース部配置工程)

次いで、測定装置 1 を翼環 61 に取り付ける。具体的には、図 4 に示すように、被嵌合部材 13 を嵌合溝 2 に周方向より挿入する。これにより、図 3 に示すように、測定装置 1 のベース部 6 が翼環 61 に仮固定される。取り付けの際は、翼環 61 は分割された状態にあるため、嵌合溝 2 の端部より被嵌合部材 13 を挿入することができる。

【0050】

次いで、翼環 61 を構成する複数の要素を互いに連結させ、環状組立体 60 を組み立て

10

20

30

40

50

る。即ち、環状の翼環 6 1 (環状部材) の内周側に、静翼 6 3、保持環 6 2 (被測定部材) などが組み付けられた状態とする。この環状組立体 6 0 が、本実施形態の測定装置 1 の測定対象となる。なお、環状組立体 6 0 は、床面に配置されているが、複数の所定の作業用ブロック上に載置してもよい。

【 0 0 5 1 】

次いで、シャフト支持部 3 0 と、プローブ部 8 の位置の仮調整を行う。具体的には、シャフト支持部 3 0 のボールキャスター 3 2 が保持環 6 2 の上面 3 5 の所定に位置に乗り、シャフト部 7 が略水平となるようにシャフト支持部 3 0 の位置調整を行う。また、ダイヤルゲージ 2 8 の測定子 2 9 が、保持環 6 2 の内周面 6 2 a に当接するように、プローブ部 8 の位置調整を行う。

10

【 0 0 5 2 】

次いで、ガイドローラ 2 4 のボール 2 5 を対向面 5 に押圧させる。具体的には、ナット 3 4 を緩めた状態で、ガイドローラ 2 4 の突出量を調整し、ガイドローラ 2 4 のボール 2 5 が対向面 5 を十分に押圧させた状態でガイドローラ 2 4 の軸方向の位置を固定する。これにより、被嵌合部材 1 3 の基準当接面 1 9 が、嵌合溝 2 の基準面 4 に当接し、翼環 6 1 側の基準点が規定される。

【 0 0 5 3 】

(被測定部当接工程)

上記ベース部配置工程にてガイドローラ 2 4 を固定した後、仮固定されたプローブ部 8 の測定子 2 9 を保持環 6 2 の内周面 6 2 a に当接させる。そして、仮固定されていたシャフト支持部 3 0 とプローブ部 8 を固定する。

20

【 0 0 5 4 】

(変位測定工程)

次いで、この基準となる位置における翼環 6 1 に対する保持環 6 2 の位置を計測する。具体的には、プローブ部 8 を構成するダイヤルゲージ 2 8 の数値が、データ処理部に転送されて記録される。

次いで、ベース部 6 を周方向にスライドさせ、基準となる位置以外の各点の計測値を取得する。この際、被嵌合部材 1 3 は嵌合溝 2 の内部で移動し、ガイドローラ 2 4 のボール 2 5 が対向面 5 を周方向に転動する。

【 0 0 5 5 】

30

次いで、取得された計測値に基づいて保持環 6 2 の位置判定が行われる。例えば、取得された計測値が所定の設定範囲内にある場合には、翼環 6 1 と保持環 6 2 との位置決めが適正に行われていると判断される。この場合には、測定装置 1 が撤去されて、位置決め作業が終了する。

一方、取得された計測値が所定の設定範囲内でない場合には、翼環 6 1 に対する保持環 6 2 の取付位置が微調整される。これにより、翼環 6 1 と保持環 6 2 とが適正に位置決めされる。なお、この位置決め作業は、タービン 5 3 の 2 段静翼 ~ 4 段静翼の各翼環 6 1 について行われる。

【 0 0 5 6 】

(環状組立体取付工程)

40

最後に、環状組立体 6 0 がタービン 5 3 のタービンケーシング 5 5 (ケーシング) に組み立てられる。

【 0 0 5 7 】

上記実施形態によれば、ガイドローラ 2 4 が嵌合溝 2 の対向面 5 を押圧することで被嵌合部材 1 3 の基準当接面 1 9 が基準面 4 に十分に当接する。これにより基準面 4 に対するベース部 6 の位置が安定するため、ベース部 6 に対する測定子 2 9 の変位を測定する際の精度を高めることができる。即ち、環状組立体 6 0 を構成する翼環 6 1 に対する保持環 6 2 の径方向の相対位置を測定する際の精度を高めることができる。これにより、翼環 6 1 に対する保持環 6 2 の組立精度を確保することができる。

【 0 0 5 8 】

50

また、基準面 4 に対するベース部 6 の位置が保持された状態で測定装置 1 を周方向に移動させることができるため、ベース部 6 に対する測定子 29 の変位の変化を高精度に計測することができる。

また、嵌合溝 2 を介して測定装置 1 を固定することによって、翼環 61 の鉛直方向上方に突起物 68 がある場合においても、測定装置 1 を翼環 61 に固定することができる。

また、遮熱環 67 を固定するための嵌合溝 2 を測定装置 1 の固定に利用することによって、測定装置 1 のベース部 6 を固定するための溝を新たに加工することなく、測定装置 1 を翼環 61 に固定することができる。

【0059】

また、シャフト部 7 にシャフト支持部 30 を設けたことによって、シャフト部 7 の剛性が不足している場合においても、ダイヤルゲージ 28 の測定子 29 の位置を安定させることができる。

また、被嵌合部材 13 を嵌合溝 2 に沿ってスライドさせることによって、容易にベース部 6 と翼環 61 とを固定することができる。

【0060】

なお、本発明の技術範囲は、上述した各実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述した実施形態に種々の変更を加えたものを含む。すなわち、上述した実施形態で挙げた構成等は一例であり、適宜変更が可能である。

例えば、本実施形態では、タービン 53 の翼環 61 と保持環 62 とを有する環状組立体 60 を測定対象としたが、これに限ることはなく、環状部材に周方向に複数並ぶ被組立部材を組み立てたものを測定対象とすることができる。

また、ベース部 6 と翼環 61 とを接続する被嵌合部材 13 を 2 つ設ける構成を示したが、その数は問わない。

【符号の説明】

【0061】

- 1 測定装置
- 2 嵌合溝
- 3 突条
- 4 基準面
- 5 対向面
- 6 ベース部
- 7 シャフト部（連結部）
- 8 プローブ部
- 12 ベースプレート
- 13 被嵌合部材
- 14 上面
- 15 下面
- 16 接続面
- 18 背面
- 19 基準当接面（第一当接部）
- 20 締結部材
- 21 固定孔
- 22 ガイド部
- 24 ガイドローラ
- 25 ボール（第二当接部）
- 26 ジョイント
- 27 プローブステー
- 28 ダイヤルゲージ（測定部）
- 29 測定子（第三当接部）
- 30 シャフト支持部

10

20

30

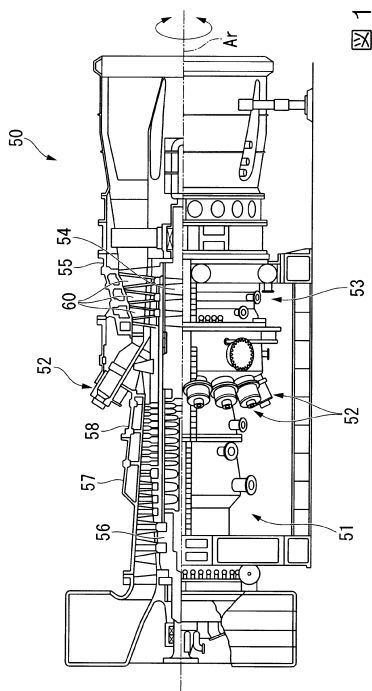
40

50

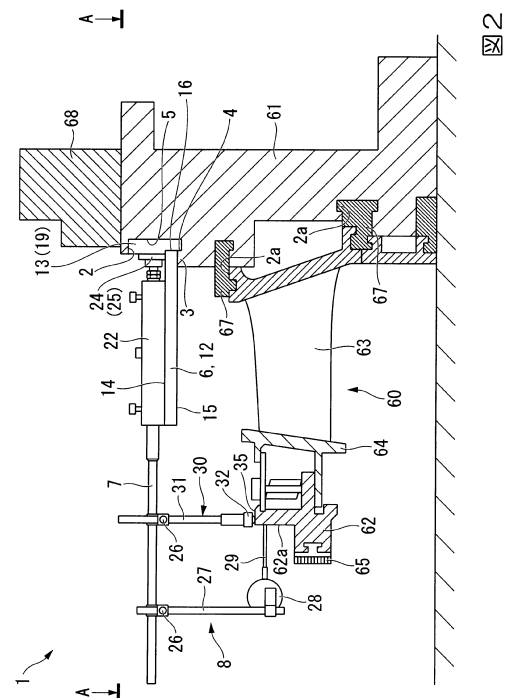
- 3 1 ステータ
- 3 2 ボールキャスター
- 5 0 ガスタービン
- 5 1 圧縮機
- 5 2 燃焼器
- 5 3 タービン
- 5 4 タービンロータ
- 5 5 タービンケーシング(ケーシング)
- 6 0 環状組立体
- 6 1 翼環(環状部材)
- 6 2 保持環(被組立部材)
- 6 2 a 内周面(被測定部)
- 6 5 シールリング
- 6 7 遮熱環
- 6 8 突起物

10

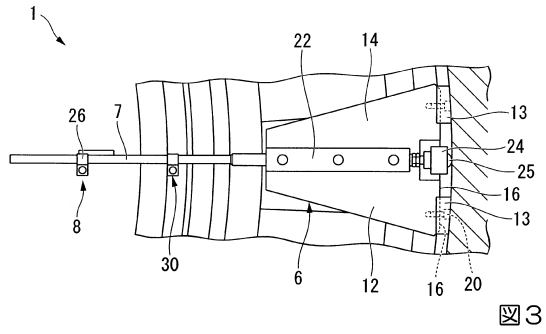
【図 1】



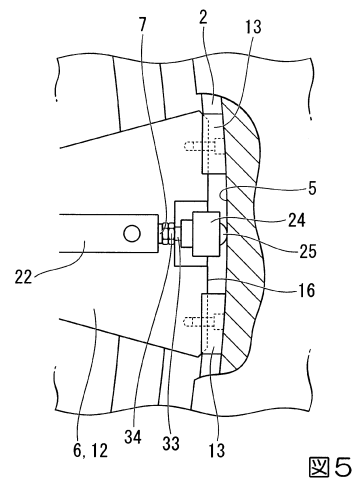
【図 2】



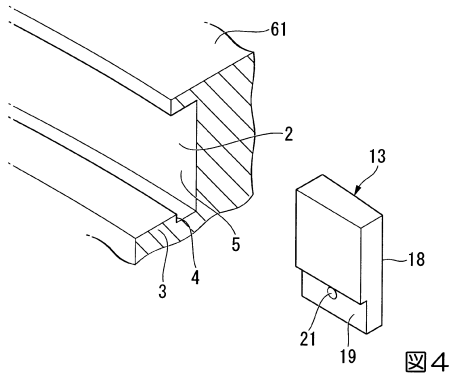
【図 3】



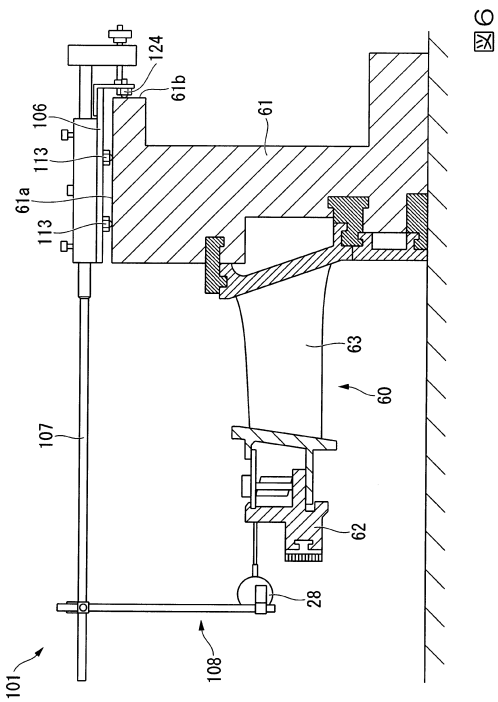
【図 5】



【図 4】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 徳永 有吾
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内

審査官 梶田 真也

(56)参考文献 実開昭６３－０１４１０５（ＪＰ，Ｕ）
特開２００９－０１２２８１（ＪＰ，Ａ）
実開平０４－０６３０２２（ＪＰ，Ｕ）
特許第４６９０９０３（ＪＰ，Ｂ２）
特開２００８－１５１００７（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２７９５６９（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０６６７９１（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１１００２３（ＪＰ，Ａ）
米国特許第５８０６１９９（ＵＳ，Ａ）
米国特許第４７１８１７２（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

G 0 1 B	5 / 0 0	-	5 / 3 0
F 0 1 D	1 3 / 0 0	-	1 5 / 1 2
F 0 1 D	2 3 / 0 0	-	2 5 / 3 6
F 0 2 D	3 / 0 0	-	7 / 0 2