

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7330084号  
(P7330084)

(45)発行日 令和5年8月21日(2023.8.21)

(24)登録日 令和5年8月10日(2023.8.10)

(51)国際特許分類

F I

F 0 1 D 25/28 (2006.01)

F 0 1 D 25/28

C

F 0 1 D 25/24 (2006.01)

F 0 1 D 25/28

B

F 0 1 D 25/00 (2006.01)

F 0 1 D 25/24

T

F 0 1 D 25/24

J

F 0 1 D 25/00

U

請求項の数 4 (全14頁)

(21)出願番号 特願2019-224084(P2019-224084)  
(22)出願日 令和1年12月11日(2019.12.11)  
(65)公開番号 特開2021-92206(P2021-92206A)  
(43)公開日 令和3年6月17日(2021.6.17)  
審査請求日 令和4年3月3日(2022.3.3)

(73)特許権者 000003078  
株式会社東芝  
東京都港区芝浦一丁目1番1号  
(73)特許権者 317015294  
東芝エネルギーシステムズ株式会社  
神奈川県川崎市幸区堀川町7番地3-4  
(74)代理人 110001092  
弁理士法人サクラ国際特許事務所  
(72)発明者 岩井 章吾  
神奈川県川崎市幸区堀川町7番地3-4  
東芝エネルギーシステムズ株式会社内  
(72)発明者 田島 嗣久  
神奈川県川崎市幸区堀川町7番地3-4  
東芝エネルギーシステムズ株式会社内  
(72)発明者 小野 貴裕

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 蒸気タービン

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基礎上に設置される蒸気タービンであって、  
外部車室と、  
前記外部車室に収容された内部車室と、  
前記内部車室および前記外部車室を貫通するタービンロータと、  
前記外部車室内に設けられ、前記タービンロータの軸方向に延び、前記内部車室を支持する支持梁と  
を備え、  
前記外部車室は、  
前記タービンロータの軸方向における前記外部車室の両端部に設けられた、前記基礎に支持される外部車室支持部  
を有し、  
前記支持梁は、  
前記タービンロータの軸方向における両端部に設けられた梁端部  
を有し、  
前記外部車室支持部は、  
前記梁端部を支持する支持面  
を有し、  
前記外部車室の外部から前記梁端部にアクセス可能な高さ調整機構を前記外部車室が含

み、

前記梁端部の下面は、

前記支持面に対面する内側部分と、

前記支持面に対面し、前記内側部分よりも外側に位置する外側部分と

を含み、

前記高さ調整機構は、

前記梁端部の上方に設けられた高さ調整ネジ

を含み、

前記高さ調整ネジを回して前記梁端部の前記外側部分を鉛直方向の下方へ押すことによ  
って、前記支持梁は、前記内側部分を支点として、前記支持梁の中央部分が上方に移動す  
る、

10

蒸気タービン。

【請求項 2】

前記内部車室は、前記支持梁に支持された腕部を有する、

請求項 1 に記載の蒸気タービン。

【請求項 3】

前記外部車室は、

下端部に設けられ、蒸気を下方に排出する下方排気口

を有し、

前記内部車室は、

一对の前記支持梁に支持され、

一对の前記支持梁は、

水平方向において前記内部車室を挟むように配置されている、

請求項 1 または 2 に記載の蒸気タービン。

20

【請求項 4】

前記外部車室は、

前記外部車室の側方端部に設けられ、蒸気を側方に排出する側方排気口

を有し、

前記支持梁は、少なくとも、前記内部車室よりも前記側方排気口の側に配置されている、

請求項 1 または 2 に記載の蒸気タービン。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、蒸気タービンに関する。

【背景技術】

【0002】

蒸気タービンプラントは、主として主蒸気が仕事を行う高圧蒸気タービンと、再熱蒸気  
が仕事を行う中圧蒸気タービンと、中圧蒸気タービンから排出された蒸気が仕事を行う低  
圧蒸気タービンとを備えている。このうち、低圧蒸気タービンは、復水器に連結されてお  
り、低圧蒸気タービンから排出された蒸気は、復水器において凝縮されて復水が生成され  
る。

40

【0003】

低圧蒸気タービンの外部車室は、圧力容器として構成されている。また、外部車室は、  
組立性および分解性の観点から、タービンロータの軸中心線を含む水平面で外部車室上半  
部と外部車室下半部との 2 つに分割されている。外部車室上半部のフランジ部と外部車室  
下半部のフランジ部との間は、ボルト等の締結部材で締結されている。外部車室下半部の  
フランジ部近傍の側面には、フットプレートが設けられている。このフットプレートは、  
基礎に固定されており、フットプレートによって外部車室が基礎に支持されている。

【0004】

低圧蒸気タービンにおいて、外部車室の外表面は、大気に曝されるが、外部車室の内部は

50

、復水器によって真空状態となる。このことにより、外部車室は、外面が受ける圧力と内面が受ける圧力との差によって荷重を受ける。一般的に、この荷重は、真空荷重と呼ばれる。外部車室は、真空荷重を受けた場合、内側にへこむように変形し得る。このため、外部車室下半部により支持される内部車室は、真空荷重による外部車室の変形の影響を受けて、支持位置が変化する可能性がある。

#### 【 0 0 0 5 】

一方、タービンロータは、ロータ軸受によって回転可能に支持されている。外部車室のエンドプレートの中央部には、コーン部が設けられている。コーン部は、エンドプレートから外部車室の内側に突出するように形成されている。コーン部は、外部車室に支持されている。コーン部は、軸受台と一体または別体であり、軸受台は、基礎に支持されている。ロータ軸受がタービンロータから荷重を受けると、その荷重がコーン部を介して外部車室に伝わり、外部車室が変形し得る。コーン部は、軸受台と一体であっても別体であっても、外部車室に繋がっているため、外部車室の変形がコーン部を介してロータ軸受に及ぶ。この結果、ロータ軸受の支持位置が移動する可能性がある。また、軸受台が外部車室に支持されるので、真空荷重による外部車室の変形によっても、ロータ軸受の支持位置が移動する可能性もある。

10

#### 【 0 0 0 6 】

このように、ロータ軸受の支持位置が移動すると、回転部を構成するタービンロータの軸中心線が曲がったり傾いたりすることがある。一方、上述したように静止部を構成する内部車室は、真空荷重やタービンロータ荷重による外部車室の変形の影響を受けて、支持位置が移動し得る。このため、上述したタービンロータの軸中心線の曲がりや傾きを考慮すると、回転部と静止部との接触を防止するために、回転部と静止部との間の間隙を小さくすることが困難になる。この場合、回転部と静止部との間からの蒸気リークによる損失が増大し、タービン性能が低下するおそれがある。

20

#### 【 0 0 0 7 】

上記のような課題を解決するために、以下のような技術が提案されている。具体的には、タービンロータの軸方向の両端部に設けられた支持部で外部車室を基礎に支持させ、外部車室に収容される内部車室については、軸方向に延びた内部車室支持梁で支持させる。内部車室支持梁は、軸方向の両端部に設けられた梁端部を有し、外部車室の支持部が梁端部を支持する支持面を有する。この構造では、内部車室支持梁は、外部車室を介して基礎で支持され、さらに外部車室とは物理的な接続を有さず、摺動部を介して外部車室に乗っている。そのため、外部車室の熱変形や真空荷重による変形が、内部車室支持梁を介して内部車室に伝わらない。これにより、回転部と静止部との間の間隙が小さくなり、蒸気リークによる損失を低減し、タービン性能の向上を実現可能である。

30

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【 0 0 0 8 】

【文献】特開 2 0 1 8 - 0 8 4 2 0 3

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

40

#### 【 0 0 0 9 】

しかし、上記技術において、タービンの据付過程に着目すると、特定の条件下では、回転部と静止部との間の間隙を小さくすることが容易でない場合がある。特に、低圧蒸気タービンが大型になるほど、上記のような不具合が生ずる場合がある。理由は、低圧蒸気タービンが大型である場合には、内部車室を支持する支持梁が長くなるので剛性が小さくなると共に、内部車室および内部車室の内部に収容されるノズルダイアフラムによる荷重が大きくなるので、内部車室を支持する支持梁のたわみが大きくなるからである。

#### 【 0 0 1 0 】

タービン据付工程では、通常、外部車室下半部、支持梁、内部車室下半部、ノズルダイアフラム下半部、タービンロータ、ノズルダイアフラム上半部、内部車室上半部、外部車

50

室上半部の順で組み立てを行う。ノズルダイアフラム上半部、内部車室上半部を組み立てた状態は、T o p s O nの状態と呼ばれ、T o p s O nの状態では、内部車室の支持梁が大きくたわむ。ノズルダイアフラム下半部、ノズルダイアフラム上半部、内部車室上半部を組み立てる前の状態は、T o p s O f fの状態と呼ばれる。蒸気タービンは、起動停止時や運転時に、回転部と静止部が接触しないように組み立てられる。このため、回転部と静止部との間に介在する間隙が意図した状態になるように、ノズルダイアフラムやノズルダイアフラムに設置されたパッキンを上下左右に意図的にオフセットさせることで、据え付けが行われる。

【 0 0 1 1 】

しかしながら、上記したように内部車室を支持する支持梁のたわみが大きい場合には、タービンロータを据え付ける時に、オフセット量を大きくする必要がある。このオフセット量がタービン運転時の回転部と静止部の間隙よりも大きくなると、据え付け時に回転部と静止部が接触してしまう。その結果、回転部と静止部との間の相対的な位置関係が容易には把握できず、目標の間隙に設定して据え付けることが出来なくなる。そのため、回転部と静止部の間隙を大きくすることとなり、蒸気リークが増加して性能が悪化することになる。

【 0 0 1 2 】

さらに、T o p s O nの状態とT o p s O f fの状態との間の差からオフセット量を決定する。しかし、実際の据付工程では、一度、T o p s O nの状態に仮組みした後に、内部車室を支持する支持梁のたわみを計測し、再度分解してT o p s O f fの状態にしてからタービンロータを据え付ける。そのため、無駄な組立と分解作業を行う必要があるため、現地での据付工程が長くなってしまう問題もある。

【 0 0 1 3 】

本発明は、上記のような点を考慮してなされたものであり、蒸気リークによる損失を低減し、タービン性能を向上させることが可能であって、現地での据付工程を短縮可能な蒸気タービン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】

【 0 0 1 4 】

実施形態の蒸気タービンは、外部車室と、外部車室に収容された内部車室と、内部車室および外部車室を貫通するタービンロータと、外部車室内に設けられ、タービンロータの軸方向に延び、内部車室を支持する支持梁とを備え、基礎上に設置される。外部車室は、タービンロータの軸方向における外部車室の両端部に設けられ、前記基礎に支持される外部車室支持部を有する。支持梁は、タービンロータの軸方向における両端部に設けられた梁端部を有する。外部車室支持部は、梁端部を支持する支持面を有する。更に、外部車室の外部から梁端部にアクセス可能な高さ調整機構を外部車室が含む。梁端部の下面は、支持面に対面する内側部分と、支持面に対面し、内側部分よりも外側に位置する外側部分とを含む。高さ調整機構は、梁端部の上方に設けられた高さ調整ネジを含み、高さ調整ネジを回して梁端部の外側部分を鉛直方向の下方へ押すことによって、支持梁は、内側部分を支点として、支持梁の中央部分が上方に移動する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】図 1 は、実施形態における蒸気タービンを模式的に示す縦断面図である。

【図 2】図 2 は、実施形態における蒸気タービンを模式的に示す水平断面図である。

【図 3】図 3 は、実施形態における蒸気タービンを模式的に示す側方断面図である。

【図 4】図 4 は、実施形態における蒸気タービンにおいて、梁端部を拡大して示す図である。

【図 5】図 5 は、実施形態の変形例における蒸気タービンを模式的に示す側方断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

10

20

30

40

50

実施形態における蒸気タービンの全体構成について、図 1、図 2、および、図 3 を用いて説明する。

【 0 0 1 7 】

図 1 は、縦断面（ $xz$ 面）を示しており、縦方向が鉛直方向  $z$  であり、横方向が第 1 水平方向  $x$  であり、紙面に垂直な方向が第 2 水平方向  $y$  である。図 2 は、水平面（ $xy$ 面）を示しており、縦方向が第 2 水平方向  $y$  であり、横方向が第 1 水平方向  $x$  であり、紙面に垂直な方向が鉛直方向  $z$  である。図 3 は、側方面（ $yz$ 面）を示しており、縦方向が鉛直方向  $z$  であり、横方向が第 2 水平方向  $y$  であり、紙面に垂直な方向が第 1 水平方向  $x$  である。

【 0 0 1 8 】

本実施形態において、蒸気タービン 1 は、複流式の低圧蒸気タービンであって、復水器（図示省略）に向かって下方に蒸気を排出する下方排気方式の場合を例示する。

【 0 0 1 9 】

本実施形態において、蒸気タービン 1 は、基礎 F に支持されている。蒸気タービン 1 は、外部車室 10 と内部車室 20 とタービンロータ 30 とを有し、外部車室 10 が内部車室 20 を内部に収容し、タービンロータ 30 が内部車室 20 および外部車室 10 を貫通するように構成されている。タービンロータ 30 は、軸中心線 AX が第 1 水平方向  $x$  に沿っている。

【 0 0 2 0 】

蒸気タービン 1 は、多段式の軸流タービンであって、静翼 40 と動翼 50 とを含む複数のタービン段落 60 が、内部車室 20 の内部において軸中心線 AX に沿った軸方向に設けられている。

【 0 0 2 1 】

静翼 40 は、複数であって、複数の静翼 40 がダイアフラム内輪 41 とダイアフラム外輪 43 との間においてタービンロータ 30 の回転方向に配列されることでノズルダイアフラム 45 を構成している。ノズルダイアフラム 45 は、ノズルダイアフラム上半部 451 とノズルダイアフラム下半部 452 とを組み合わせることによって構成されている。ノズルダイアフラム上半部 451 およびノズルダイアフラム下半部 452 は、タービンロータ 30 の軸中心線 AX を含む水平面でノズルダイアフラム 45 を鉛直方向  $z$  において 2 つに分割した部材に相当する。

【 0 0 2 2 】

動翼 50 は、複数であって、複数の動翼 50 がタービンロータ 30 の回転方向に沿って配列されている。

【 0 0 2 3 】

蒸気タービン 1 は、内部車室 20 に蒸気供給管 70 が連結されており、蒸気が蒸気供給管 70 に作動流体として供給される。蒸気供給管 70 に供給された蒸気は、内部車室 20 の内部において、複数のタービン段落 60 を順次流れる。つまり、作動流体は、初段のタービン段落 60 から最終段のタービン段落 60 へ向かって流れ、それぞれのタービン段落 60 において膨張して仕事を行う。これにより、タービンロータ 30 が軸中心線 AX を回転軸として回転し、タービンロータ 30 に連結された発電機（図示省略）が発電を行う。

【 0 0 2 4 】

蒸気タービン 1 において、最終段のタービン段落 60 を通過した蒸気は、コーン部 12 を経由して、外部車室 10 の下端部に設けられている下方排気口 11 から排出される。下方排気口 11 から排出された蒸気は、蒸気タービン 1 に連結された復水器（図示せず）に供給され、復水器において凝縮されて復水が生成される。

【 0 0 2 5 】

上記の蒸気タービン 1 を構成する外部車室 10 の詳細に関して説明する。

【 0 0 2 6 】

外部車室 10 は、図 1 および図 3 に示すように、外部車室上半部 110 と外部車室下半部 120 とを有する。外部車室下半部 120 および外部車室上半部 110 は、タービンロ

10

20

30

40

50

ータ30の軸中心線AXを含む水平面で外部車室10を鉛直方向zにおいて2つに分割した部材に相当する。

【0027】

外部車室上半部110は、上半エンドプレート111と外部車室上半本体112とを有する。上半エンドプレート111は、一対であって、タービンロータ30の軸方向における両端部に設けられている。外部車室上半本体112は、一対の上半エンドプレート111の間に設けられている。外部車室上半本体112は、タービンロータ30の軸方向に延びるように、半筒状に形成されている。そして、上半エンドプレート111の下端部および外部車室上半本体112の下端部には、上半フランジ部113が設けられている。

【0028】

外部車室下半部120は、下半エンドプレート121と下半本体プレート122とを有する。下半エンドプレート121は、一対であって、タービンロータ30の軸方向における両端部に設けられている。下半本体プレート122は、一対であって、第2水平方向yにおいて一対の下半エンドプレート121の間を挟むように設けられている。つまり、外部車室下半部120は、矩形筒状に形成されている。そして、下半エンドプレート121の上端部および下半本体プレート122の上端部には、下半フランジ部123が設けられている。

【0029】

外部車室10において、上半フランジ部113と下半フランジ部123との間は、ボルト等の締結部材(図示省略)で締結されている。

【0030】

外部車室下半部120は、図2に示すように、下半エンドプレート121に設けられた第1フットプレート124(外部車室支持部)を含んでいる。第1フットプレート124は、外部車室10の周囲において、基礎Fに支持される。具体的には、第1フットプレート124は、基礎Fに固定されており、外部車室10を基礎Fに支持させる。第1フットプレート124は、第1水平方向xにおいて一対が並ぶように配置されていると共に、第2水平方向yにおいて一対が並ぶように配置されている。

【0031】

外部車室下半部120は、図2および図3に示すように、下半本体プレート122に設けられた第2フットプレート125を含んでいる。第2フットプレート125は、第1フットプレート124と同様に、外部車室10の周囲において、基礎Fに支持される。具体的には、第2フットプレート125は、基礎Fに固定されており、外部車室10を基礎Fに支持させる。第2フットプレート125は、第2水平方向yにおいて一対が並ぶように配置されている。

【0032】

図2に示すように、外部車室下半部120には、内部車室20を支持するために一対の支持梁130が設けられている。一対の支持梁130は、タービンロータ30の軸中心高さ付近において、タービンロータ30の軸方向に延びている。一対の支持梁130は、第2水平方向yにおいて軸中心線AXを挟むように配置されている。ここでは、支持梁130は、第2水平方向yにおいて、内部車室20と外部車室下半部120の下半本体プレート122との間に介在しており、下半本体プレート122よりも内部車室20に近い位置に配置されている。

【0033】

支持梁130は、タービンロータ30の軸方向における両端部に梁端部131を有している。

【0034】

梁端部131について、図4を更に用いて説明する。図4は、図3と同様に、縦方向が鉛直方向zであり、横方向が第2水平方向yであり、紙面に垂直な方向が第1水平方向xである。

【0035】

10

20

30

40

50

梁端部 131 は、図 2 および図 4 に示すように、プレート 126 を介して、第 1 フットプレート 124 の上面である支持面 S124 に支持されている。これにより、支持梁 130 の高さ位置は、基礎 F の上面を基準とした位置になっている。また、梁端部 131 は、支持面 S124 において、タービンロータ 30 の軸方向に摺動可能になっている。

【0036】

具体的には、図 2 および図 4 に示すように、梁端部 131 は、第 1 フットプレート 124 の上方に設けられている端部收容空間 SP に收容されている。端部收容空間 SP は、下半エンドプレート 121 から外側に凸状に突き出るように形成されている。ここでは、端部收容空間 SP は、第 1 フットプレート 124 の上方において、外部車室下半部 120 を構成する、第 1 端壁 141 と一対の第 2 端壁 142 と天井壁 143 とによって区画されている。

10

【0037】

図 4 に示すように、梁端部 131 と第 1 フットプレート 124 の支持面 S124 との間には、低摩擦部材 150 が介在している。低摩擦部材 150 は、表面の摩擦係数が支持面 S124 の摩擦係数よりも低くなるように構成されている。例えば、低摩擦部材 150 は、テフロン（登録商標）などの低摩擦材料を用いて形成されている。例えば、低摩擦部材 150 は、全体的に低摩擦材料により形成されていてもよく、あるいは、台板状の金属材料の表面（少なくとも上面）に低摩擦材料がコーティングされた構成としてもよい。

【0038】

また、図 4 に示すように、梁端部 131 の上方には、高さ調整ネジ 160 が設けられている。高さ調整ネジ 160 は、支持梁 130 の変形を調整するために、外部車室 10 の外部から梁端部 131 にアクセス可能に設けられている。

20

【0039】

本実施形態では、外部車室 10 において端部收容空間 SP の上方に位置する天井壁 143 の上面に、第 1 のブロック 171 が設置されている。第 1 のブロック 171 には、雌ネジ部（図示省略）が設けられており、高さ調整ネジ 160 の雄ネジ部（図示省略）が第 1 のブロック 171 の雌ネジ部に取り付けられることによって、外部車室 10 の外部から高さ調整ネジ 160 が第 1 のブロック 171 および天井壁 143 を貫通している。

【0040】

また、梁端部 131 の上面には、第 2 のブロック 172 が設置されている。第 1 のブロック 171 および天井壁 143 を貫通した高さ調整ネジ 160 の先端は、端部收容空間 SP の内部において第 2 のブロック 172 の上方に位置している。このため、高さ調整ネジ 160 を回転させることによって、高さ調整ネジ 160 の先端を第 2 のブロック 172 の上面に接触させて、第 2 のブロック 172 を梁端部 131 に押し付けることができる。

30

【0041】

上記の蒸気タービン 1 を構成する内部車室 20 の詳細に関して説明する。

【0042】

内部車室 20 は、図 1 および図 3 に示すように、内部車室上半部 210 と内部車室下半部 220 とを有している。内部車室上半部 210 および内部車室下半部 220 は、タービンロータ 30 の軸中心線 AX を含む水平面で外部車室 10 を鉛直方向 z において 2 つに分割した部材に相当する。

40

【0043】

図 2 および図 3 に示すように、内部車室下半部 220 は、支持梁 130 に支持される腕部 221 を有している。腕部 221 は、第 2 水平方向 y において内部車室下半部 220 の上端部から外側に突出するように形成されている。腕部 221 は、4 つであって、第 1 水平方向 x において一対が並ぶように配置されていると共に、第 2 水平方向 y において一対が軸中心線 AX を挟むように配置されている。

【0044】

上記の蒸気タービン 1 を構成するタービンロータ 30 の詳細に関して説明する。

【0045】

50

タービンロータ30は、図1および図2に示すように、ロータ軸受301によって回転可能に支持されている。ロータ軸受301は、軸受台302に支持されており、軸受台302は、外部車室10の周囲に設けられる基礎Fに支持されている。具体的には、軸受台302は、基礎Fに固定され、ロータ軸受301を基礎Fに支持させる。

【0046】

このように、ロータ軸受301は、外部車室10ではなく、軸受台302によって基礎Fに直接的に支持される。このため、タービンロータ30の高さ位置は、基礎Fの上面を基準とした位置になっている。

【0047】

本実施形態の蒸気タービン1の据え付けについて説明する。

10

【0048】

上記の蒸気タービン1について据え付けを行う際には、まず、外部車室下半部120を基礎Fの上に設置する。そして、軸受台302を基礎Fの上に設置する。その後、内部車室下半部220とノズルダイアフラム下半部452とを、順次、外部車室下半部120の内部に設置する(図1参照)。

【0049】

ここでは、外部車室下半部120の下半エンドプレート121に設けられた第1フットプレート124の支持面S124に梁端部131が支持されるように、支持梁130を外部車室下半部120に設置する。その後、内部車室下半部220が支持梁130によって支持されるように、内部車室下半部220を設置する(図2、図3参照)。

20

【0050】

つぎに、ロータ軸受301を軸受台302に据え付け、タービンロータ30をロータ軸受301に設置する(図1参照)。この状態は、Tops Offの状態と呼ばれる。そして、Tops Offの状態で、回転部と静止部との間に介在する間隙量の計測と、回転部と静止部の相対位置の調整を行う。

【0051】

つぎに、ノズルダイアフラム上半部451をノズルダイアフラム下半部452に設置し、内部車室上半部210を内部車室下半部220に設置する(図1参照)。この状態は、Tops Onの状態と呼ばれる。

【0052】

そして、外部車室上半部110を外部車室下半部120に設置する(図1参照)。これにより、蒸気タービン1の据え付けを完了する。

30

【0053】

本実施形態の作用および効果について説明する。

【0054】

蒸気タービン1の据え付けにおいて、Tops Onの状態では、内部車室下半部220およびノズルダイアフラム下半部452の重量の他に、ノズルダイアフラム上半部451および内部車室上半部210の重量が支持梁130に加わる。このため、Tops Onの状態ではTops Offの状態よりも、支持梁130が更にそり曲がった状態になるので、支持梁130のたわみが、より大きくなる。

40

【0055】

この一方で、回転部であるタービンロータ30は、ロータ軸受301と軸受台302を介して、基礎Fで支持されている。このため、支持梁130がたわんだ場合であっても、タービンロータ30の位置は、Tops Offの状態とTops Onの状態とにおいて変化せずに同じである。

【0056】

このように、Tops Onの状態とTops Offの状態との間においては、回転部の位置が変わらずに、静止部の位置が変わるので、回転部と静止部との間に介在する間隙の幅が変化する。

【0057】

50

蒸気タービン 1 において回転部と静止部との間の接触は、定格運転時の他に、起動時、停止時、および、急な低温蒸気または高温蒸気の流入による静止部の変形等の非定常的な運転時において、発生しないことが望まれる。このため、回転部と静止部との間に介在する間隙は、上記要求を満たすように設計される。

【 0 0 5 8 】

上記のように、支持梁 1 3 0 で内部車室 2 0 を支持する場合には、外部車室 1 0 の変形の影響を受けないメリットがある。しかし、この場合には、支持梁 1 3 0 のたわみが大きくなりやすいので、回転部と静止部との間に介在する間隙が大きく変化しやすい。

【 0 0 5 9 】

これは、支持梁 1 3 0 がタービンロータ 3 0 に沿った長い構造をしているためである。支持梁 1 3 0 のたわみを小さくするためには、支持梁 1 3 0 の断面二次モーメントが大きくなる形状を選定すればよい。しかし、この場合には、支持梁 1 3 0 が大きくなるので、下方排気口 1 1 に向かう蒸気の流れが阻害され、タービン性能の低下が生ずる可能性がある。また、支持梁 1 3 0 の断面形状が大きくなると、支持梁 1 3 0 のコストが高くなるデメリットもある。そのため、たわみ量、タービン性能、コストのバランスから設計的に最適な支持梁 1 3 0 の断面を決める必要がある。

10

【 0 0 6 0 】

しかしながら、既に述べた通り、蒸気タービン 1 の大型化に伴って内部車室 2 0 およびノズルダイアフラム 4 5 の荷重が大きくなるので、支持梁 1 3 0 のたわみを十分に低減することが困難な場合がある。

20

【 0 0 6 1 】

タービンロータ 3 0 の据え付けでは、ノズルダイアフラム 4 5 やノズルダイアフラム 4 5 に設けられたパッキン（図示省略）を上下左右に意図的にオフセットさせることによって、相対的に、タービンロータ 3 0 を特定の方向に偏らせる方法が採用されている。そのため、支持梁 1 3 0 のたわみは、ある程度の変形量であればオフセットで対応することが可能である。しかし、支持梁 1 3 0 のたわみが大きくなりすぎると、上記のように、オフセットを行うことで十分に対応ができなくなり、T o p s O f f の状態において、回転部と静止部との間の接触が発生する場合がある。T o p s O f f の状態で回転部と静止部との接触が生じた場合には、相対的な間隙の計測を行うことができなくなり、相対的な位置関係を把握することができない。その結果、意図した間隙となるようにタービンロータ 3 0 を据え付けることが困難になる場合がある。

30

【 0 0 6 2 】

T o p s O f f の状態でも回転部と静止部との間の接触が生じないように間隙を維持するためには、回転部と静止部との間の間隙を大きくする必要がある。その結果、タービンの定格運転時においても間隙が拡大して蒸気リークが増加するため、タービン性能が低下する場合がある。

【 0 0 6 3 】

本実施形態では、上記したように、外部車室 1 0 の外部から支持梁 1 3 0 の梁端部 1 3 1 にアクセス可能な高さ調整ネジ 1 6 0 が、梁端部 1 3 1 の上方に設けられている。このため、本実施形態では、ノズルダイアフラム上半部 4 5 1 の設置、内部車室上半部 2 1 0 の設置、および、外部車室上半部 1 1 0 の設置を完了した後に、高さ調整ネジ 1 6 0 を用いて支持梁 1 3 0 のたわみを小さくすることができる。

40

【 0 0 6 4 】

上記の作用および効果に関して具体的に説明する。

【 0 0 6 5 】

T o p s O n の状態で支持梁 1 3 0 にたわみが発生した場合、図 4 から判るように、支持梁 1 3 0 は、梁端部 1 3 1 の下面において低摩擦部材 1 5 0 の上面に接触する部分のうち内側に位置する点 P 1 を支点として、外側に位置する先端側の点 P 2 が上方へ浮き上がった状態になる。このため、本実施形態では、図 4 に示すように、外部車室 1 0 の外部において、高さ調整ネジ 1 6 0 を回すことで、第 2 のブロック 1 7 2 を介して梁端部 1 3

50

1を鉛直方向zの下方へ押す。これにより、支持梁130は、点P1を支点として支持梁130の中央部分が上方に移動する。その結果、本実施形態では、支持梁130のたわみを小さくすることができる。つまり、本実施形態では、Tops Onの状態後に、高さ調整ネジ160を用いて支持梁130のたわみを小さくすることができるので、回転部と静止部との間に介在する間隙量を適切に調整可能である。

【0066】

上記したように、Tops Offの状態では回転部と静止部との間に接触が生じた場合には、回転部と静止部との間隙量が計測できないので、据付が出来ない。しかしながら、本実施形態では、オフセット量を大きく取った場合と同様な効果を奏することができる。具体的には、本来実施したいオフセット量Aで接触が生ずるために、オフセット量Aよりも広いオフセット量Bで間隙の調整したときには、Tops Off後に、オフセット量Bとオフセット量Aとの差分値C分、たわみを改善すればよい。

10

【0067】

本実施形態では、下記に示すように、上記の効果とは別の効果を更に奏することができる。

【0068】

蒸気タービン1の据付では、Tops Onの状態とTops Offの状態では支持梁130がたわむ量を計測する必要がある。蒸気タービン1が同型機であれば、たわみ量も同程度になるが、製造過程で生じる個体差の影響もあるため、一般的には各機種で計測が行われる。上述したように、従来、蒸気タービン1の据付は、先に、Tops Offの状態にし、基準となる支持梁130のたわみを計測する。そして、一度、Tops Onの状態になるように、仮組みを行った後に、支持梁130のたわみを確認する。この2つの計測を用いてTops OffからOnへの支持梁130の変形量を確認し、据え付けオフセット量を決定する。そして、再度、分解してTops Offの状態に戻した後に、間隙を調整し、組立を行う。その結果、据付工程に要する時間が長くなる。

20

【0069】

しかし、本実施形態では、Tops Onの状態では高さ調整ネジ160を用いて支持梁130の高さを調整することができる。本実施形態のように蒸気タービン1の下側に下方排気口11がある場合、熱や圧力による変形は、左右対称である。このため、水平方向における間隙の変化は、一般的には、タービンロータ30の回転によるロータ軸受301の潤滑油膜反力による移動のみに起因するので、計測しなくても、予測が可能である。そのため、本実施形態では、Tops On状態にする仮組み、および、再分解を行う必要がないので、据付工程に要する時間を短縮可能である。

30

【0070】

上記の実施形態においては、蒸気タービン1が下方排気方式であって、外部車室10の下方に下方排気口11が形成されている場合について説明したが、これに限らない。

【0071】

変形例に関して、図5を用いて説明する。図5は、図3と同様に、側方面(yz面)を示している。

【0072】

図5に示すように、蒸気タービン1が側方排気方式であって、外部車室10の側方に側方排気口11bが形成されていてもよい。本変形例では、各タービン段落(図示省略)において仕事を行った蒸気は、側方排気口11bから排出される。そして、側方排気口11bから排出された蒸気は、蒸気タービン1に連結された復水器(図示せず)へ流れる。

40

【0073】

本変形例において、第2フットプレート125は、第2水平方向yにおいてタービンロータ30の軸中心線AXの一方の側に配置されている。すなわち、第2フットプレート125は、側方排気口11bの側とは反対側に配置されている。

【0074】

本変形例においても、上記の実施形態の場合と同様に、蒸気リークによる損失を低減し

50

、タービン性能を向上させることが可能であって、現地での据付工程を短縮可能である。

【0075】

なお、本変形例では、上記の実施形態と同様に、内部車室20が一对の支持梁130によって支持されているが、これに限らない。たとえば、側方排気口11bの側（左側）に配置された1つの支持梁130によって内部車室20を支持するように構成してもよい。この場合、側方排気口11bの側とは反対側には、任意の形状の支持部材（図示せず）を用いてもよい。

【0076】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【符号の説明】

【0077】

1：蒸気タービン、10：外部車室、11：下方排気口、11b：側方排気口、12：コーン部、20：内部車室、30：タービンロータ、40：静翼、41：ダイアフラム内輪、43：ダイアフラム外輪、45：ノズルダイアフラム、50：動翼、60：タービン段落、70：蒸気供給管、110：外部車室上半部、111：上半エンドプレート、112：外部車室上半本体、113：上半フランジ部、120：外部車室下半部、121：下半エンドプレート、122：下半本体プレート、123：下半フランジ部、124：第1フットプレート、125：第2フットプレート、126：プレート、130：支持梁、131：梁端部、141：第1端壁、142：第2端壁、143：天井壁、150：低摩擦部材、160：高さ調整ネジ、171：第1のブロック、172：第2のブロック、210：内部車室上半部、220：内部車室下半部、221：腕部、301：ロータ軸受、302：軸受台、451：ノズルダイアフラム上半部、452：ノズルダイアフラム下半部、AX：軸中心線、F：基礎、S124：支持面、SP：端部収容空間

10

20

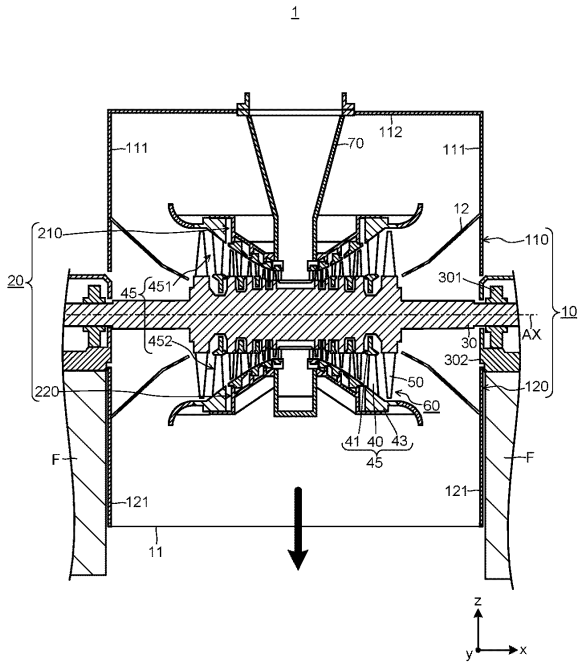
30

40

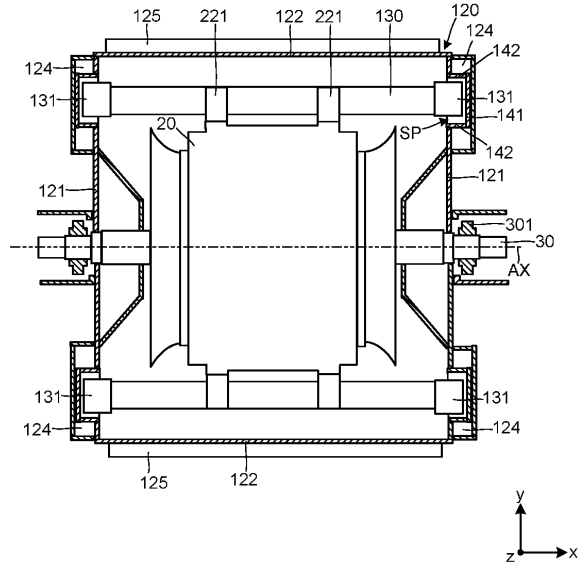
50

【図面】

【図 1】



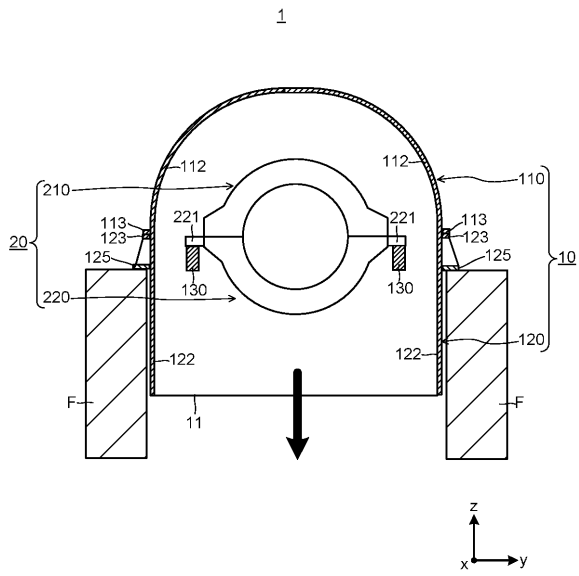
【図 2】



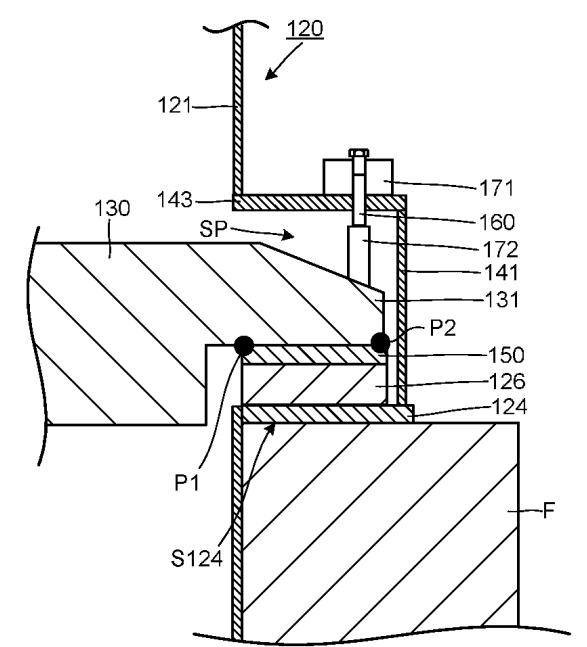
10

20

【図 3】



【図 4】

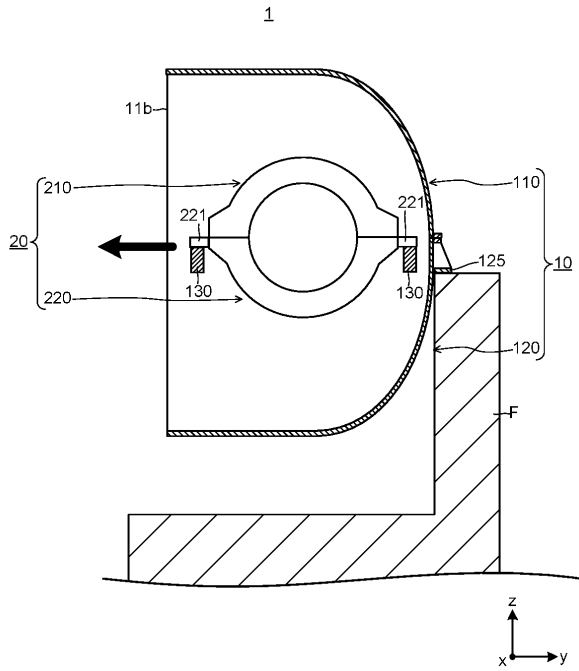


30

40

50

【 図 5 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内  
(72)発明者 深堀 大地  
神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内  
審査官 藤原 弘
- (56)参考文献 特開2018-084203(JP,A)  
欧州特許出願公開第02557277(EP,A2)  
欧州特許出願公開第02949887(EP,A1)  
特開2019-152177(JP,A)  
特開2018-084204(JP,A)  
特開平07-109903(JP,A)  
特開昭49-081702(JP,A)  
米国特許出願公開第2012/0114470(US,A1)  
独国特許出願公開第19544165(DE,A1)  
特開2002-364309(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
F01D 25/28  
F01D 25/24  
F01D 25/00