

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7368260号
(P7368260)

(45)発行日 令和5年10月24日(2023.10.24)

(24)登録日 令和5年10月16日(2023.10.16)

(51)国際特許分類 F I
 F 0 1 D 25/24 (2006.01) F 0 1 D 25/24 F
 F 0 1 D 25/30 (2006.01) F 0 1 D 25/30 B

請求項の数 9 (全15頁)

(21)出願番号	特願2020-15615(P2020-15615)	(73)特許権者	000006208 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(22)出願日	令和2年1月31日(2020.1.31)	(74)代理人	100149548 弁理士 松沼 泰史
(65)公開番号	特開2021-124021(P2021-124021 A)	(74)代理人	100162868 弁理士 伊藤 英輔
(43)公開日	令和3年8月30日(2021.8.30)	(74)代理人	100161702 弁理士 橋本 宏之
審査請求日	令和4年11月11日(2022.11.11)	(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	桑村 祥弘 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】 タービン

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸線回りに回転可能な回転軸、及び該回転軸の外周面に前記軸線方向に間隔を開けて設けられた複数の動翼列を有するロータと、

該ロータを外周側から覆うとともに前記軸線方向の下流側に向かうにしたがって径方向外側に延びる車室内周面を有する車室と、

前記車室内周面を内周側から覆うことで、上流側で前記車室内周面との間に抽気口を形成し、下流側に吐出口を形成する内周部材本体と、
を備え、

前記内周部材本体は、前記複数の動翼列のうちで最も前記下流側の最終段動翼列の少なくとも一部と、前記軸線に対する径方向で対向し、

前記抽気口は、前記最終段動翼列の前記下流側の端よりも前記上流側に位置し、

前記吐出口は、前記最終段動翼列よりも下流側に位置し、

前記抽気口、及び前記吐出口は、前記軸線を中心とする環状をなし、

前記吐出口の流路断面積は、前記抽気口の流路断面積よりも小さく設定されているタービン。

【請求項2】

前記車室内周面には、該車室内周面における前記動翼列に対向する部分に形成されて径方向外側に凹むとともに前記軸線を中心とする環状をなすキャビティが形成され、

前記内周部材本体は、前記キャビティを内周側から覆うように設けられている請求項1

10

20

に記載のタービン。

【請求項 3】

前記車室内周面は、上流側から下流側に向かうに従って次第に拡径し、

前記内周部材本体は、前記車室内周面に沿って延びている請求項 1 に記載のタービン。

【請求項 4】

前記軸線を含む断面視で、前記内周部材本体の前記吐出口側の端縁における接線は、下流側に向かうに従って前記軸線から離間する方向に延びている請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のタービン。

【請求項 5】

前記内周部材本体の外周面と前記車室内周面とを接続することで該内周部材本体を支持する支持部をさらに有する請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のタービン。

10

【請求項 6】

前記支持部は、上流側から下流側に向かうに従って、前記回転軸の回転方向後方側に向かって湾曲している請求項 5 に記載のタービン。

【請求項 7】

前記支持部は、前記内周部材本体における前記吐出口側に偏った位置に設けられている請求項 5 又は 6 に記載のタービン。

【請求項 8】

前記車室内周面は、該最終段動翼列の下流側に設けられたフローガイドの内周面を含む請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のタービン。

20

【請求項 9】

前記内周部材本体の前記吐出口側における端縁は、前記軸線に対する径方向から見て、前記フローガイドの始点よりも下流側に位置している請求項 8 に記載のタービン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、タービンに関する。

【背景技術】

【0002】

蒸気タービンやガスタービンを含むタービンは、軸線回りに回転する回転軸、及び該回転軸の外周面に設けられた動翼列を有するロータと、このロータを外周側から覆う筒状の車室と、車室内周面に設けられた静翼列と、を備えている。例えば蒸気タービンでは、車室内に高圧の蒸気が供給されることで、動翼を通じてロータに回転力が与えられる。ガスタービンでは、燃焼器から供給された高温高圧の燃焼ガスによって、ロータに回転力が与えられる。

30

【0003】

特許文献 1 に記載されているように、車室内では、下流側に向かうに従って流体の圧力が下がるため、当該車室内周面は、下流側に向かうに従って径方向外側に拡径していることが一般的である。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2011 - 69308 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、下流側に向かうに従って車室内周面を径方向に過剰に拡大させてしまうと、流体の流れが当該内周面の拡大に追従しきれず、剥離を生じてしまう。このような剥離は損失につながり、タービンの性能に影響が及ぶ虞がある。タービンの出力向上には車室内周面の径方向への拡大が望ましいが、剥離による性能低下を回避する必要から、従来の車

50

室の内周面の径方向への拡大は制約を受けていた。

【 0 0 0 6 】

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、下流側に向かうに従って内周面が径方向に大きく拡大することによる剥離を抑制して、剥離に起因する損失を低減し、さらに性能の向上した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 0 7 】

上記課題を解決するために、本開示に係るタービンは、軸線回りに回転可能な回転軸、及び該回転軸の外周面に前記軸線方向に間隔を開けて設けられた複数の動翼列を有するロータと、該ロータを外周側から覆うとともに前記軸線方向の下流側に向かうにしたがって径方向外側に延びる車室内周面を有する車室と、前記車室内周面を内周側から覆うことで、上流側で前記車室内周面との間に抽気口を形成し、下流側に吐出口を形成する内周部材本体と、を備え、前記内周部材本体は、前記複数の動翼列のうち最も前記下流側の最終段動翼列の少なくとも一部と、前記軸線に対する径方向で対向し、前記抽気口は、前記最終段動翼列の前記下流側の端よりも前記上流側に位置し、前記吐出口は、前記最終段動翼列よりも下流側に位置し、前記抽気口、及び前記吐出口は、前記軸線を中心とする環状をなし、前記吐出口の流路断面積は、前記抽気口の流路断面積よりも小さく設定されている。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本開示によれば、損失が低減されることで、さらに性能の向上したタービンを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】本開示の第一実施形態に係る蒸気タービンの構成を示す断面図である。

【図 2】本開示の第一実施形態に係る蒸気タービンの要部拡大断面図である。

【図 3】本開示の第一実施形態に係る蒸気タービンの変形例を示す要部拡大断面図である。

【図 4】本開示の第一実施形態に係る支持部の変形例を示す図であって、支持部を径方向から見た図である。

【図 5】本開示の第一実施形態に係る支持部の変形例を示す要部拡大断面図である。

【図 6】本開示の第二実施形態に係る軸流タービンの要部拡大断面図である。

【図 7】本開示の第三実施形態に係る軸流タービンの要部拡大断面図である。

【図 8】本開示の第四実施形態に係る軸流タービンの要部拡大断面図である。

【図 9】本開示の第五実施形態に係る軸流タービンの要部拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

< 第一実施形態 >

(蒸気タービンの構成)

以下、本開示の第一実施形態に係るタービンの一例として、蒸気タービン 1 0 0 について、図 1 と図 2 を参照して説明する。蒸気タービン 1 0 0 は、ロータ 1 と、車室 2 と、内周部材 4 0 (図 2 参照) と、を備えている。

【 0 0 1 1 】

ロータ 1 は、軸線 O に沿って延びる柱状の回転軸 1 1 と、この回転軸 1 1 の外周面に設けられた複数の動翼列 1 2 と、を有している。回転軸 1 1 は、軸線 O 回りに回転可能とされている。動翼列 1 2 は、回転軸 1 1 の外周面上で、軸線 O に対する周方向に配列された複数の動翼を有している。回転軸 1 1 には、この動翼列 1 2 が軸線 O 方向に間隔をあけて複数配列されている。

【 0 0 1 2 】

車室 2 は、内車室 2 1 と、排気ケーシング 2 2 と、を有している。内車室 2 1 は、上記のロータ 1 を外周側から覆うことで、ロータ 1 の外周面との間に主流路 P m を形成している。内車室 2 1 は、軸線 O を中心とする筒状の内車室本体 2 1 H と、内車室本体 2 1 H の

10

20

30

40

50

内周側に固定されている複数の静翼保持リング 2 1 R と、静翼保持リング 2 1 R のさらに内周側に設けられている静翼列 2 3 と、を有している。

【 0 0 1 3 】

静翼保持リング 2 1 R は、軸線 O 方向における複数の動翼列 1 2 それぞれの一方側、すなわち流体の流れ方向では上流側に 1 つずつ設けられている。それぞれの静翼保持リング 2 1 R は、軸線 O を中心とする環状をなしている。静翼保持リング 2 1 R の内周面 2 1 S (車室内周面) は、軸線 O 方向一方側から他方側に向かうに従って径方向外側に向かって延びている。静翼列 2 3 は、この静翼保持リング 2 1 R の内周面 2 1 S から径方向内側に向かって延びる複数の静翼を有している。つまり、上記の主流路 P m 内では、軸線 O 方向一方側から他方側にかけて、静翼列 2 3 と動翼列 1 2 とが交互に配列されている。

10

【 0 0 1 4 】

内車室 2 1 の軸線 O 方向一方側の端部には、外部の蒸気供給源から導かれた高温高压の蒸気が流入する供給管 2 E が設けられている。供給管 2 E の延長上には、不図示の開閉弁や調整弁が取り付けられている。この供給管 2 E から内車室 2 1 の内部に導かれた蒸気は、主流路 P m を流通する途中で、上記の静翼列 2 3、及び動翼列 1 2 に交互に衝突する。なお、以降の説明では、軸線 O 方向における蒸気が流れて来る側を上流側と呼び、蒸気が流れ去る側を下流側と呼ぶことがある。また、複数の動翼列 1 2 のうち、最も下流側に配置されている動翼列 1 2 を最終段動翼列 1 2 D と呼ぶことがある。なお、この最終段動翼列 1 2 D を含めて、全ての動翼列 1 2 の先端にはシュラウド 1 2 S が設けられている。

【 0 0 1 5 】

内車室 2 1 の下流側には、排気ケーシング 2 2 が接続されている。排気ケーシング 2 2 は、主流路 P m から排出された蒸気を外部の機器 (復水器等) に向けて導くための流路 (排気流路 P e) を形成している。具体的には、排気ケーシング 2 2 は、ベアリングコーン 2 2 A と、このベアリングコーン 2 2 A を外周側から覆う外車室 2 2 B と、フローガイド 5 0 と、を有している。ベアリングコーン 2 2 A は、上流側から下流側に向かうに従って径方向外側に向かって延びる円錐形状をなしている。外車室 2 2 B は、ベアリングコーン 2 2 A を下流側及び径方向外側から覆う有底筒状をなしている。排気流路 P e に流れ込んだ蒸気は、ベアリングコーン 2 2 A に沿って下流側に向かって流れた後、径方向外側に向かう方向に転向し、さらに外車室 2 2 B の内面に沿って上流側に流れる。

20

【 0 0 1 6 】

(フローガイドの構成)

フローガイド 5 0 は、上述のような蒸気の流れを排気流路 P e 中で円滑に案内するために設けられている。フローガイド 5 0 は、内車室本体 2 1 H の下流側の端縁からさらに下流側に向かって延びる筒状をなしている。より詳細には、このフローガイド 5 0 は、下流側に向かうに従って次第に拡径する漏斗状をなしている。なお、フローガイド 5 0 の内周面 5 0 S は、上述の静翼保持リング 2 1 R の内周面に連続することで、ともに上述の内周面 2 1 S (車室内周面) の一部を形成している。

30

【 0 0 1 7 】

ここで、上記のように、最終段動翼列 1 2 D に対応する静翼保持リング 2 1 R の内周面 2 1 S (車室内周面) から、フローガイド 5 0 の内周面 5 0 S にかけての領域は急激に拡径している。この拡径が過剰になると、流体の流れが当該内周面 2 1 S に追従しきれず、流れの剥離を生じることになる。このような剥離が発生すると損失となり、蒸気タービン 1 0 0 の性能に影響が及んでしまう。

40

【 0 0 1 8 】

そこで、本実施形態では、図 2 に示すように、最終段動翼列 1 2 D に対応する静翼保持リング 2 1 R の内周面 2 1 S にキャビティ C が形成されているとともに、このキャビティ C を覆う内周部材 4 0 が設けられている。

【 0 0 1 9 】

(内周部材の構成)

キャビティ C は、内周面 2 1 S における最終段動翼列 1 2 D に対向する部分に形成され

50

た凹部である。キャビティ C は、内周面 2 1 S から径方向外側に向かって凹むとともに、軸線 O を中心とする環状をなしている。キャビティ C 内における径方向外側の面はキャビティ内周面 C 1 とされ、上流側の面はキャビティ上流面 C 2 とされている。キャビティ内周面 C 1 は、一例として軸線 O を中心とする円筒面状である。なお、キャビティ内周面 C 1 は、径方向の寸法が軸線 O 方向にかけて変化している形状を採ることも可能である。キャビティ上流面 C 2 は、軸線 O に対する径方向に広がっている。

【 0 0 2 0 】

内周部材 4 0 は、支持部 3 0 と、内周部材本体 4 0 H と、を有している。支持部 3 0 は、キャビティ内周面 C 1 から径方向内側に向かって延びている。キャビティ内周面 C 1 上には、周方向に間隔をあけて複数の支持部 3 0 が配列されている。支持部 3 0 の径方向内側の端部は、内周部材本体 4 0 H の外周面（後述する流路形成面 4 0 T）に接続されている。

10

【 0 0 2 1 】

内周部材本体 4 0 H は、軸線 O を中心とする筒状をなしている。内周部材本体 4 0 H の外周面は流路形成面 4 0 T とされている。流路形成面 4 0 T は、キャビティ内周面 C 1 に対して径方向に間隔をあけて対向している。流路形成面 4 0 T は、下流側に向かうに従って次第に径方向外側に向かって湾曲している。内周部材本体 4 0 H の内周面は案内面 4 0 S とされている。案内面 4 0 S は上述の主流路 P m に臨んでいる。案内面 4 0 S は、流路形成面 4 0 T と同様に、下流側に向かうに従って次第に径方向外側に向かって湾曲している。

20

【 0 0 2 2 】

内周部材本体 4 0 H の上流側の端縁 P 1 は、キャビティ上流面 C 2 に対して軸線 O 方向に隙間をあけて対向している。この隙間は、キャビティ C 内と主流路 P m とを連通させる抽気口 E 1 とされている。つまり、この抽気口 E 1 を通じて主流路 P m 内の蒸気の一部がキャビティ C 内に流入する。一方で、内周部材本体 4 0 H の下流側の端縁 P 2 は、キャビティ C の下流側に接続されているフローガイド 5 0 の内周面 5 0 S（2 1 S）に対して隙間をあけて対向している。この隙間は吐出口 E 2 とされている。キャビティ C 内に流入した蒸気は、この吐出口 E 2 から下流側に向かってジェット噴流 F j として吹き出される。

【 0 0 2 3 】

ここで、吐出口 E 2 の流路断面積は、抽気口 E 1 の流路断面積よりも小さく設定されている。つまり、内周部材本体 4 0 H の下流側の端縁 P 2 とフローガイド 5 0 の内周面との間の離間距離は、上流側の端縁 P 1 とキャビティ上流面 C 2 との間の離間距離よりも小さく設定されている。また、内周部材本体 4 0 H の下流側の端縁 P 2 は、軸線 O 方向において、フローガイド 5 0 の始点 P c（つまり、フローガイド 5 0 の上流側の端縁）よりもさらに下流側に位置している。さらに、軸線 O を含む断面視で、内周部材本体 4 0 H の吐出口 E 2 側の端縁 P 2 における接線 L c は、下流側に向かうに従って次第に軸線 O から離間する方向に延びている。これにより、上述のジェット噴流 F j は、下流側に向かうに従って径方向外側に広がるように吹き出される。

30

【 0 0 2 4 】

（作用効果）

40

次に、本実施形態に係る蒸気タービン 1 0 0 の動作について説明する。蒸気タービン 1 0 0 を運転するに当たっては、まず外部の蒸気供給源（ボイラ等）で生成された高温高压の蒸気を、供給管 2 E を通じて車室 2 の内部（主流路 P m）に導く。主流路 P m を下流側に向かって流通する途中で、この蒸気は静翼列 2 3 によって案内されつつ動翼列 1 2 に衝突する。これにより、ロータ 1 は軸線 O 回りに回転する。ロータ 1 の回転エネルギーは軸端から取り出されて、発電機等の外部機器の駆動に用いられる。主流路 P m を通過した蒸気は、上述の排気流路 P e を通じて他の機器（一例として復水器）に送られる。

【 0 0 2 5 】

ここで、最終段動翼列 1 2 D に対応する静翼保持リング 2 1 R の内周面 2 1 S（車室内周面）の下流端から始まる、フローガイド 5 0 の内周面は圧力回復のため急激に拡径する

50

。この拡径が過剰になると、流体の流れが当該内周面に追従しきれず、流れの剥離を生じることがある。このような剥離は損失につながり、蒸気タービン 100 の性能に影響が及ぶ虞がある。

【0026】

しかしながら、図 2 に示すように、本実施形態では、車室 2 内部を流れる蒸気の一部は、主流 F m から分岐して分岐流 F d として抽気口 E 1 を通じてキャビティ C 内に流れ込む。吐出口 E 2 の流路断面積は、キャビティ C 内に流れ込んだ蒸気は、吐出口 E 2 から下流側に向かってジェット噴流 F j として吹き出される。これにより、内周部材本体 40 H の内周面（案内面 40 S）に沿う流れ（拡径流 F g）は、コアンダ効果によって当該吐出口 E 2 から吹き出したジェット噴流 F j に引き付けられる。したがって、内周部材本体 40 H の下流側で、蒸気の内周面 21 S からの剥離を抑制することができる。また、上記構成では、抽気口 E 1、及び吐出口 E 2 が軸線 O を中心とする環状をなしていることから、車室 2 内部における全周にわたって上記のような剥離の発生を抑制することができる。さらに、上記構成によれば、吐出口 E 2 の流路断面積は、抽気口 E 1 の流路断面積よりも小さく設定されている。これにより、キャビティ内の圧力は最終段動翼列 12 D の上流側の主流の圧力とほぼ等しくなり、最終段動翼列を通過した吐出口 E 2 付近の拡径流 F g の圧力との差圧が大きくなる。また、内周部材本体 40 H の外周面 40 T は、端縁 P 2 まで下流側に向かうに従って次第に径方向外側に向かって湾曲しており、キャビティ内周面 C 1 との間隙は下流側ほど狭くなっているため、吐出口 E 2 に向かうに従ってキャビティ C 内を流れる蒸気の流れが上がる。その結果、吐出口 E 2 から吹き出す蒸気（ジェット噴流 F j）の流速を、キャビティ C 外を流れる蒸気の流れよりも高くすることができる。したがって、キャビティ C の下流側で流れの剥離が生じる可能性をさらに低減することができる。

【0027】

さらに、上記構成によれば、内周部材本体 40 H の吐出口 E 2 側の端縁 P 2 における接線 L c が、下流側に向かうに従って軸線 O から離間する方向に延びていることから、当該内周部材本体 40 H の下流側では、吐出口 E 2 から吹き出される流れを内周面 21 S に沿わせることができる。つまり、ジェット噴流 F j を径方向外側に広げつつ、下流側に流すことができる。これにより、コアンダ効果の発現が促進され、流れをより一層内周面 21 S 側に引き寄せさせることができる。つまり、流れの剥離をさらに抑制できる。

【0028】

上記構成によれば、内周部材本体 40 H の吐出口 E 2 側における端縁 P 2 が、フローガイド 50 の始点 P c よりも下流側に位置している。つまり、内周部材本体 40 H におけるより広い範囲が内周側からフローガイド 50 によって覆われる。ここで、流れの剥離は、フローガイド 50 も始点 P c よりも下流側の領域で発生しやすい。上記構成によれば、吐出口 E 2 から吹き出される流れを、内周面 21 S に対してさらに追従させる効果（コアンダ効果）を増大させることができる。その結果、流れの剥離が生じる可能性をさらに低減することができる。また、このように剥離の発生が回避されることから、より大きな圧力回復が可能な形状のフローガイド 50 を採用することができる。

【0029】

また、上記構成によれば、キャビティ内周面 C 1 上に周方向に複数配列された支持部 30 によって、内周部材本体 40 H をキャビティ C の内周側で安定的に支持することができる。

【0030】

以上、本開示の第一実施形態について説明した。なお、本開示の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。

【0031】

<第一変形例>

例えば、図 3 に示すように、内周部材本体 40 H の下流側の端縁 P 2' が、フローガイド 50 の始点 P c' よりも上流側に位置している構成を採ることも可能である。このように構成することで、フローガイド 50 の始点 P c' から直ちに内径の拡大率を大きくして

10

20

30

40

50

も剥離が発生しにくくなり、排気室を軸線O方向にも径方向にも小型化することができ、蒸気タービン全体の小型化も可能になる。

【0032】

<第二変形例>

さらに、支持部30の変形例として、図4及び図5に示す構成を採ることも可能である。当該図の例では、支持部30Bは、下流側に向かうに従って、ロータ1の回転方向Drの後方側に向かうように湾曲している。つまり、これら支持部30Bは、回転方向Drの前方側に向かって凸となっている。また、支持部30Bは、キャビティC内における吐出口E2側に偏った位置に設けられている。

【0033】

ここで、キャビティC内に流れ込む流れには、ロータ1の回転に伴って、当該回転方向Drに旋回する旋回流成分が含まれている。上記構成では、支持部30Bによってこの旋回流成分が低減され、支持部30Bの下流側では、流れに含まれる軸線O方向成分が多くなる。これにより、吐出口E2から吹き出される流れによるコアング効果をより一層促進することができる。したがって、流れを内周面21Sに対してさらに追従させることができる。その結果、流れの剥離が生じる可能性をさらに低減することができる。

【0034】

さらに、上記構成によれば、支持部30Bが吐出口E2側に偏った位置に設けられていることから、吐出口E2から吹き出される流れの方向を安定的に制御することができる。一方で、支持部30Bが抽気口E1側に偏った位置に設けられている場合には、吐出口E2に到達する前にキャビティC内で支持部30B自体による流れの乱れが生じてしまい、吐出口E2の下流側でコアング効果を安定して発現させることができない可能性がある。上記構成によれば、このような可能性を低減することができる。

【0035】

<第二実施形態>

次いで、本開示の第二実施形態について、図6を参照して説明する。なお、上記の第一実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。同図に示すように、本実施形態では、上述の排気室によって排気方向を変更する蒸気タービン100に代えて、軸線O方向に排気する軸流タービン200に、キャビティC、及び内周部材40が適用されている。軸線O方向に排気する軸流タービン200には、蒸気タービンに限られず、ガスタービンも含まれる。軸流タービン200は、最終段動翼列12D'の下流側に、前述の排気室に代えて内径側壁面D1を有するディフューザDを備える。本実施形態においても、タービンケーシング70の内周面70S(車室内周面)における最終段動翼列12D'に対向する部分に、キャビティC'が形成されている。さらに、このキャビティC'は、内周部材本体40H'によって径方向内側から覆われている。内周部材本体40H'は、キャビティC'の内周面に対して支持部30'によって固定されている。また、最終段動翼列12D'の下流側には、ディフューザDの内径側壁面D1を支持するストラット60が設けられている。

【0036】

上記構成によれば、最終段動翼列12D'を通過してディフューザDに流入した流れの剥離を抑制できるため、従来よりもディフューザDにおける断面積の拡大率を大きくすることができる。したがって、ディフューザDの軸線O方向における寸法を短縮できる。すなわち軸流タービン200の全長を短くし、小型化することが可能になる。

【0037】

以上、本開示の第二実施形態について説明した。なお、本開示の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。

【0038】

<第三実施形態>

次いで、本開示の第三実施形態について、図7を参照して説明する。なお、上記の各実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。本実施形態で

10

20

30

40

50

は、軸流タービン200のタービンケーシング70における中間段動翼列80に対応する領域に、上記各実施形態で説明したキャビティC'が形成されている。キャビティC'は、内周部材本体40H'によって径方向内側から覆われている。内周部材本体40H'は、キャビティC'の内周面に対して支持部30'によって固定されている。また、中間段動翼列80の上流側、及び下流側には、それぞれ静翼保持リング(図示せず)を介して中間段静翼列90A, 90Bが設けられている。また、中間段動翼列80の先端にはシュラウド80Sが設けられている。

【0039】

上記構成によれば、中間段動翼列80を通過する流れの剥離が低減されることで、タービンとしての軸流タービン200の性能をさらに向上させることができる。また、当該中間段動翼列80の下流側での剥離発生を抑制できるため、車室内径の拡大率を大きくとることが可能になる。逆に言えば当該中間段動翼列80よりも下流側に位置する他の動翼列の翼高さと比較して当該動翼列80の翼高さを小さく抑えることができる。すなわち、同じ径の最終段動翼列を持つ従来の軸流タービンと比較してタービンの軸長を短く構成して、軸流タービンを小型化できる。

【0040】

以上、本開示の第三実施形態について説明した。なお、本開示の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。

【0041】

< 第四実施形態 >

次いで、本開示の第四実施形態について、図8を参照して説明する。なお、上記の各実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。本実施形態では、第一実施形態で説明した蒸気タービン100において、車室内周面21Sに上述のキャビティCが形成されていない。車室内周面21Sは、上流側から下流側に向かうに従って全体として次第に拡径している。なお、車室内周面21Sにおける最終段動翼列12Dに対向する部分は軸線Oと平行に延びている。なお、フィンシールを設けるために、当該部分を階段状に形成する構成を採ることも可能である。

【0042】

さらに、車室内周面21Sにおける最終段動翼列12Dよりも下流側には、内周部材40bが設けられている。内周部材40bは、内周部材本体40Hと、当該内周部材本体40Hを車室内周面21S上で支持する支持部30と、を有している。内周部材本体40Hは、車室内周面21Sに沿って延びている。つまり、内周部材本体40Hは、上流側から下流側に向かうに従って径方向内側から外側に向かって延びている。支持部30は、車室内周面21Sと内周部材本体40Hの外周面とを接続している。なお、支持部30の態様として、上述の第一実施形態や、第一実施形態の第二変形例で説明した構成を採ることが可能である。

【0043】

上記構成によれば、車室2内部を流れる流体の一部は、抽気口E1を通じて内周部材本体40Hと車室内周面21Sとの間の空間に流れ込む。当該空間に流れ込んだ流体は、吐出口E2から下流側に向かって吹き出される。この流れにより、内周部材本体40Hの内周面に沿う流れは、当該吐出口E2から吹き出した流れに対してコアンダ効果によって引き付けられる。したがって、内周部材本体40Hの下流側で、流体が車室内周面21Sから剥離してしまう可能性を低減することができる。また、上記構成では、車室2内部を流れる流体をキャビティC等によって捕捉することなく、内周部材本体40Hによって直接的にこれを案内することができる。これにより、キャビティCに流体が流れ込む際に生じる損失の発生を回避しつつ、流れの剥離を抑制することができる。

【0044】

以上、本開示の第四実施形態について説明した。なお、本開示の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。

【0045】

10

20

30

40

50

< 第五実施形態 >

次いで、本開示の第五実施形態について、図 9 を参照して説明する。なお、上記の各実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。本実施形態では、軸流タービン 200 のタービンケーシング 70 における中間段動翼列 80 に対応する領域に、上記各実施形態で説明した内周部材 40c が設けられている。また、本実施形態では、タービンケーシング 70 の内周面 70S (車室内周面) に上述のキャビティ C' が形成されていない。つまり、内周面 70S は、上流側から下流側に向かうに従って全体として次第に拡径している。なお、内周面 70S における中間段動翼列 80 に対向する部分は軸線 O と平行に延びている。なお、フィンシールを設けるために、当該部分を階段状に形成する構成を採ることも可能である。また、中間段動翼列 80 の上流側、及び下流側には、それぞれ静翼保持リング(図示せず)を介して中間段静翼列 90A, 90B が設けられている。

10

【0046】

内周部材 40c は、内周面 70S における中間段動翼 80 の下流側に設けられている。内周部材 40c は、内周部材本体 40H と、支持部 30 と、を有している。内周部材本体 40H は、内周面 70S に沿って延びている。つまり、内周部材本体 40H は、上流側から下流側に向かうに従って径方向内側から外側に向かって延びている。支持部 30 は、車室内周面 21S と内周部材本体 40H の外周面とを接続している。なお、支持部 30 の態様として、上述の第一実施形態や、第一実施形態の第二変形例で説明した構成を採ることが可能である。

20

【0047】

上記構成によれば、中間段動翼列 80 を通過する流れの剥離が低減されることで、タービンとしての軸流タービン 200 の性能をさらに向上させることができる。また、当該中間段動翼列 80 の下流側での剥離発生を抑制できるため、車室内径の拡大率を大きくとることが可能になる。逆に言えば当該中間段動翼列 80 よりも下流側に位置する他の動翼列の翼高さと比較して当該動翼列 80 の翼高さを小さく抑えることができる。すなわち、同じ径の最終段動翼列を持つ従来の軸流タービンと比較してタービンの軸長を短く構成して、軸流タービンを小型化できる。

【0048】

また、上記構成では、タービンケーシング 70 の内部を流れる流体をキャビティ C 等によって捕捉することなく、内周部材本体 40H によって直接的にこれを案内することができる。これにより、キャビティ C に流体が流れ込む際に生じる損失の発生を回避しつつ、流れの剥離を抑制することができる。

30

【0049】

以上、本開示の第五実施形態について説明した。なお、本開示の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。

【0050】

< 付記 >

各実施形態に記載のタービンは、例えば以下のように把握される。

【0051】

(1) 第 1 の態様に係るタービン 100 は、軸線 O 回りに回転可能な回転軸 11、及び該回転軸 11 の外周面に設けられた動翼列 12 を有するロータ 1 と、該ロータ 1 を外周側から覆うとともに前記軸線 O 方向の下流側に向かうにしたがって径方向外側に延びる車室内周面 21S を有する車室 2 と、前記車室内周面 21S を内周側から覆うことで、上流側で前記車室内周面 21S との間に抽気口 E1 を形成し、下流側に吐出口 E2 を形成する内周部材本体 40H と、を備え、前記吐出口 E2 は、前記抽気口 E1、及び前記吐出口 E2 は、前記軸線 O を中心とする環状をなし、前記吐出口 E2 の流路断面積は、前記抽気口 E1 の流路断面積よりも小さく設定されている。

40

【0052】

上記構成によれば、車室 2 内部を流れる流体の一部は、抽気口 E1 を通じて内周部材本

50

体 4 0 H と車室内周面 2 1 S との間の空間に流れ込む。当該空間に流れ込んだ流体は、吐出口 E 2 から下流側に向かってジェット噴流として吹き出される。この流れにより、内周部材本体 4 0 H の内周面に沿う流れは、コアンダ効果によって当該吐出口 E 2 から吹き出した流れに引き付けられる。したがって、内周部材本体 4 0 H の下流側で、流体が車室内周面 2 1 S から剥離してしまう可能性を低減することができる。また、上記構成では、抽気口 E 1、及び吐出口 E 2 が軸線 O を中心とする環状をなしていることから、車室 2 内部における全周にわたって上記のような剥離の発生を抑制することができる。さらに、上記構成によれば、吐出口 E 2 の流路断面積は、抽気口の流路断面積よりも小さく設定されている。これにより、抽気口 E 1 から吐出口 E 2 に向かう流体の流速が上がる。その結果、吐出口 E 2 から吹き出す流体の流速を、内周部材本体 4 0 H よりも内周側を流れる流体の流速よりも高くすることができる。したがって、内周部材本体 4 0 H の下流側で流れの剥離が生じる可能性をさらに低減することができる。

10

【 0 0 5 3 】

(2) 第 2 の態様に係るタービン 1 0 0 では、前記車室内周面 2 1 S には、該車室内周面 2 1 S における前記動翼列 1 2 に対向する部分に形成されて径方向外側に凹むとともに前記軸線 O を中心とする環状をなすキャビティ C が形成され、前記内周部材本体 4 0 H は、前記キャビティ C を内周側から覆うように設けられている。

【 0 0 5 4 】

上記構成によれば、車室 2 内部を流れる流体の一部は、抽気口 E 1 を通じてキャビティ C 内に流れ込む。キャビティ C 内に流れ込んだ流体は、吐出口 E 2 から下流側に向かって吹き出される。これにより、内周部材本体 4 0 H の内周面に沿う流れは、当該吐出口 E 2 から吹き出した流れに対してコアンダ効果によって引き付けられる。したがって、内周部材本体 4 0 H の下流側で、流体が車室内周面 2 1 S から剥離してしまう可能性を低減することができる。また、上記構成では、抽気口 E 1、及び吐出口 E 2 が軸線 O を中心とする環状をなしていることから、車室 2 内部における全周にわたって上記のような剥離の発生を抑制することができる。さらに、上記構成によれば、吐出口 E 2 の流路断面積は、抽気口の流路断面積よりも小さく設定されている。これにより、抽気口 E 1 から吐出口 E 2 に向かうに従ってキャビティ C 内を流れる流体の流速が上がる。その結果、吐出口 E 2 から吹き出す流体の流速を、キャビティ C 外を流れる流体の流速よりも高くすることができる。したがって、キャビティ C の下流側で流れの剥離が生じる可能性をさらに低減することができる。

20

30

【 0 0 5 5 】

(3) 第 3 の態様に係るタービン 1 0 0 では、前記車室内周面 2 1 S は、上流側から下流側に向かうに従って次第に拡径し、前記内周部材本体 4 0 H は、前記車室内周面 2 1 S に沿って延びている。

【 0 0 5 6 】

上記構成によれば、車室 2 内部を流れる流体の一部は、漏れ流れとなって動翼列 1 2 の先端と車室内周面 2 1 S との間を通過した後、抽気口 E 1 を通じて内周部材本体 4 0 H と車室内周面 2 1 S との間の空間に流れ込む。当該空間に流れ込んだ流体は、吐出口 E 2 から下流側に向かって吹き出される。この流れにより、内周部材本体 4 0 H の内周面に沿う流れは、当該吐出口 E 2 から吹き出した流れに対してコアンダ効果によって引き付けられる。つまり、漏れ流れを単に主流に戻すだけでなく、コアンダ効果を発現させるためにこれを有効に活用する。したがって、内周部材本体 4 0 H の下流側で、流体が車室内周面 2 1 S から剥離してしまう可能性を低減することができる。

40

【 0 0 5 7 】

(4) 第 4 の態様に係るタービン 1 0 0 では、前記軸線 O を含む断面視で、前記内周部材本体 4 0 H の前記吐出口 E 2 側の端縁 P 2 における接線 L c は、下流側に向かうに従って前記軸線 O から離間する方向に延びている。

【 0 0 5 8 】

上記構成によれば、内周部材本体 4 0 H の吐出口 E 2 側の端縁 P 2 における接線 L c が

50

、下流側に向かうに従って軸線Oから離間する方向に延びていることから、当該内周部材本体40Hの下流側では、吐出口E2から吹き出される流れを車室内周面21Sに沿わせることができる。これにより、コアンダ効果の発現が促進され、流れをより一層車室内周面21S側に引き寄せることができる。つまり、流れの剥離が生じる可能性をさらに低減することができる。

【0059】

(5)第5の態様に係るタービン100は、前記内周部材本体40Hの外周面と前記車室内周面21Sとを接続することで該内周部材本体40Hを支持する支持部30をさらに有する。

【0060】

上記構成によれば、支持部30によって、内周部材本体40Hを車室内周面21S上で安定的に支持することができる。

【0061】

(6)第6の態様に係るタービン100では、前記支持部30Bは、上流側から下流側に向かうに従って、前記回転軸11の回転方向Dr後方側に向かって湾曲している。

【0062】

上記構成によれば、支持部30Bが下流側に向かうに従って回転方向Dr後方側に湾曲している。ここで、前記内周部材本体40Hの外周面と前記車室内周面21Sの間に流れ込む流れには、回転軸11の回転に伴って、当該回転方向Drに旋回する旋回流成分が含まれている。上記構成では、支持部30Bによってこの旋回流成分が低減され、支持部30Bの下流側では、流れに含まれる軸線O方向成分が多くなる。これにより、吐出口E2から吹き出される流れによるコアンダ効果をより一層促進することができる。したがって、流れを車室内周面21Sに対してさらに追従させることができる。その結果、流れの剥離が生じる可能性をさらに低減することができる。

【0063】

(7)第7の態様に係るタービン100では、前記支持部30Bは、前記内周部材本体40Hにおける前記吐出口E2側に偏った位置に設けられている。

【0064】

上記構成によれば、支持部30Bが吐出口E2側に偏った位置に設けられていることから、吐出口E2から吹き出される流れの方向を安定的に制御することができる。一方で、支持部30Bが抽気口E1側に偏った位置に設けられている場合には、吐出口E2に到達する前に流れの乱れが生じてしまい、吐出口E2の下流側でコアンダ効果を安定して発現させることができない可能性がある。上記構成によれば、このような可能性を低減することができる。

【0065】

(8)第8の態様に係るタービン100では、前記動翼列12は、蒸気タービンの最終段動翼列12Dであり、前記車室内周面21Sは、該最終段動翼列12Dの下流側に設けられたフローガイド50の内周面を含む。

【0066】

上記構成によれば、流れの剥離が低減されることで、フローガイド50の軸線O方向における寸法を短くすることができる。その結果、装置全体の占有面積を削減したり、製造コストを低減したりすることが可能となる。

【0067】

(9)第9の態様に係るタービンでは、前記内周部材本体40Hの前記吐出口E2側における端縁P2は、前記軸線Oに対する径方向から見て、前記フローガイド50の始点Pcよりも下流側に位置している。

【0068】

上記構成によれば、内周部材本体の吐出口E2側における端縁P2が、フローガイド50の始点Pcよりも下流側に位置している。これにより、吐出口E2から吹き出される流れを、車室内周面21Sに対してさらに追従させることができる。その結果、流れの剥離

10

20

30

40

50

が生じる可能性をさらに低減することができる。

【 0 0 6 9 】

(1 0) 第 1 0 の態様に係るタービン 2 0 0 では、前記動翼列は、軸流タービン 2 0 0 の中間段動翼列 8 0 である。

【 0 0 7 0 】

上記構成によれば、中間段動翼列 8 0 を通過する流れの剥離が低減されることで、タービンとしての軸流タービン 2 0 0 の性能をさらに向上させることができる。また、当該中間段動翼列 8 0 よりも上流側に位置する他の動翼列の翼高さを小さく抑えることができる。その結果、タービン 2 0 0 を小型化することができる。

【 0 0 7 1 】

(1 1) 第 1 1 の態様に係るタービン 2 0 0 では、前記動翼列は、軸流タービン 2 0 0 の最終段動翼列 1 2 D ' である。

【 0 0 7 2 】

上記構成によれば、最終段動翼列 1 2 D ' を通過する流れの剥離が低減されることで、タービンとしての軸流タービン 2 0 0 の性能をさらに向上させることができる。また、当該最終段動翼列 1 2 D ' よりも上流側に位置する他の動翼列の翼高さを小さく抑えることができる。その結果、タービン 2 0 0 を小型化することができる。

【符号の説明】

【 0 0 7 3 】

1 0 0 蒸気タービン (タービン)

2 0 0 軸流タービン (タービン)

1 ロータ

2 車室

2 E 供給管

1 1 回転軸

1 2 動翼列

1 2 D , 1 2 D ' 最終段動翼列

2 1 内車室

2 1 H 内車室本体

2 1 R 静翼保持リング

2 1 S 内周面 (車室内周面)

2 2 排気ケーシング

2 2 A ベアリングコーン

2 2 B 外車室

3 0 , 3 0 B , 3 0 ' 支持部

4 0 , 4 0 ' , 4 0 b , 4 0 c 内周部材

4 0 H , 4 0 H ' 内周部材本体

4 0 S 案内面

4 0 T 流路形成面

5 0 フローガイド

5 0 S フローガイドの内周面

6 0 ストラット

7 0 タービンケーシング

8 0 中間段動翼列

9 0 A , 9 0 B 中間段静翼列

C , C ' キャビティ

C 1 キャビティ内周面

C 2 キャビティ上流面

D r 回転方向

O 軸線

10

20

30

40

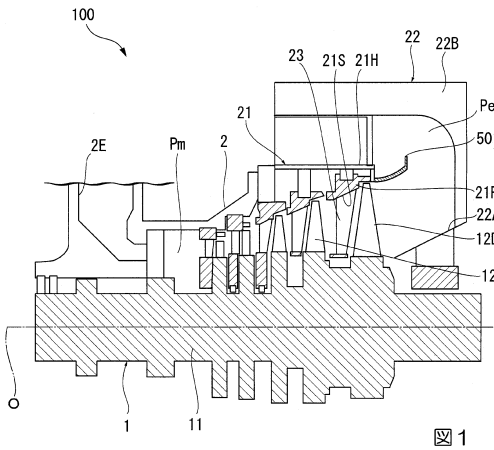
50

P 1 , P 2 端縁

P c フローガイドの始点

【図面】

【図 1】



【図 2】

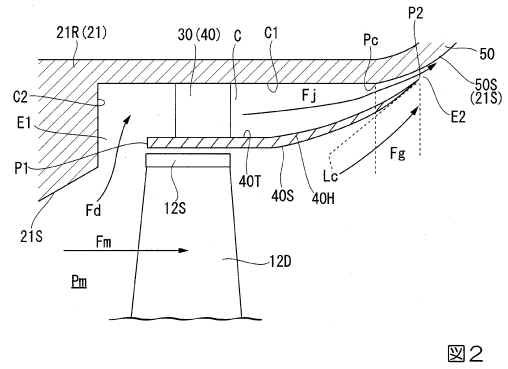


図 2

10

【図 3】

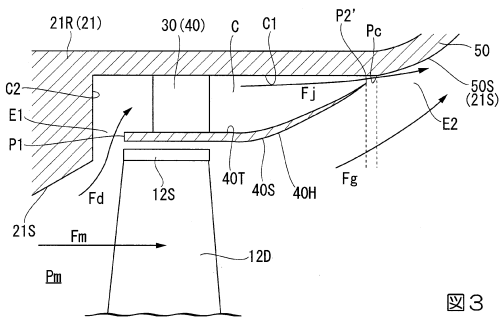


図 3

【図 4】

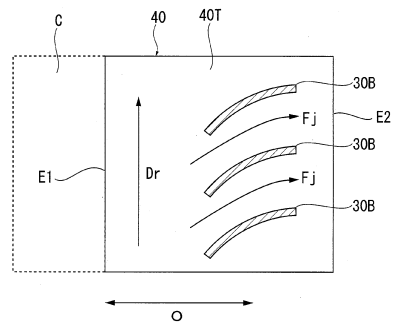


図 4

20

30

40

50

【 図 5 】

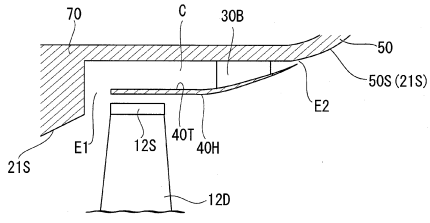


図 5

【 図 6 】

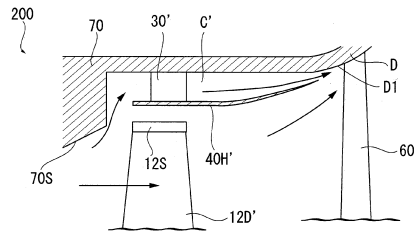


図 6

10

【 図 7 】

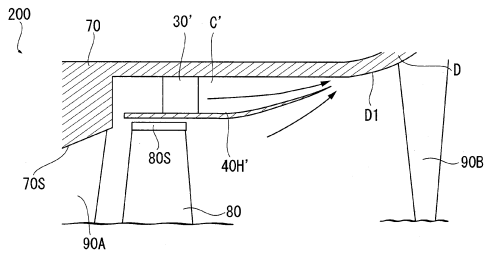


図 7

【 図 8 】

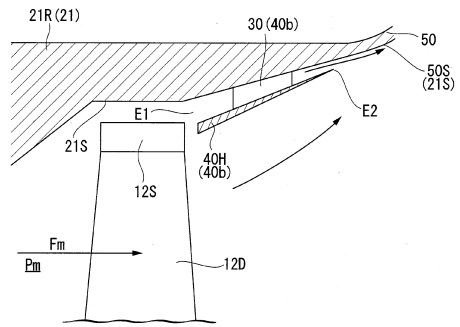


図 8

20

【 図 9 】

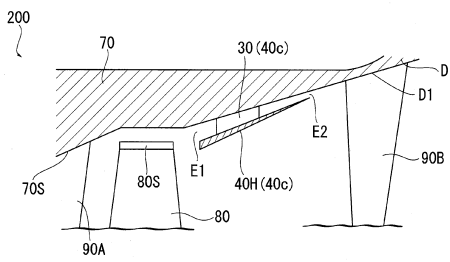


図 9

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 大倉 成夫
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 水見 俊介
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 段 冲非
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 梶下 秀昭
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 松本 和幸
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 大村 尚登
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 藤原 弘
- (56)参考文献 米国特許出願公開第2010/0226767 (US, A1)
特開2019-157680 (JP, A)
独国特許出願公開第10255389 (DE, A1)
特開2011-220125 (JP, A)
特開2011-169172 (JP, A)
実開昭59-065907 (JP, U)
特開2013-148059 (JP, A)
国際公開第2014/010287 (WO, A1)
特開2017-008756 (JP, A)
特開2007-120499 (JP, A)
特開平08-260905 (JP, A)
国際公開第2013/027239 (WO, A1)
特開2011-099380 (JP, A)
特開平08-042306 (JP, A)
特開2012-149614 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F01D 25/24
F01D 25/30
F01D 9/02