

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-122446

(P2020-122446A)

(43) 公開日 令和2年8月13日 (2020.8.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F O 1 D 11/08 (2006.01)	F O 1 D 11/08	3 G 2 0 2
F O 2 C 7/28 (2006.01)	F O 2 C 7/28	A 3 J 0 4 2
F 1 6 J 15/447 (2006.01)	F 1 6 J 15/447	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2019-15196 (P2019-15196)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成31年1月31日 (2019.1.31)	(74) 代理人	110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所
		(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

最終頁に続く

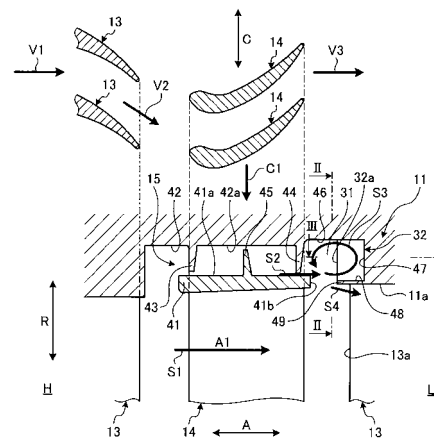
(54) 【発明の名称】 回転機械

(57) 【要約】

【課題】 回転機械において、流体の主流に対してシール装置からの流体の漏れ流れを滑らかに合流させることで合流部での混合損失を低減して性能の向上を図る。

【解決手段】 中空形状をなすケーシング11と、ケーシング11内に回転自在に支持されるロータ12と、ロータ12の外周部に固定される動翼14と、動翼14に対して蒸気流れ方向A1における下流側に配置されてケーシング11の内周部に固定される静翼13と、ケーシング11の内周部と動翼14の先端部との間に配置されるシール装置15と、ケーシング11におけるシール装置15より蒸気流れ方向A1の下流側にロータ12の周方向Cに沿って設けられる旋回流生成室31と、旋回流生成室31にロータ12の径方向Rに沿うと共にロータ12の周方向Cに所定間隔を空けて設けられる複数の案内部材32とを備え、旋回流生成室31は、蒸気流れ方向A1における下流側の第1壁面47が、静翼13の蒸気流れ方向A1における上流側の前縁部13aより蒸気流れ方向A1における下流側に位置する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中空形状をなすケーシングと、
前記ケーシング内に回転自在に支持される回転体と、
前記回転体の外周部に固定される動翼と、
前記動翼に対して流体の流れ方向における下流側に配置されて前記ケーシングの内周部に固定される静翼と、
前記ケーシングの内周部と前記動翼の先端部との間に配置されるシール装置と、
前記ケーシングにおける前記シール装置より流体の流れ方向の下流側に前記回転体の周方向に沿って設けられる旋回流生成室と、
前記旋回流生成室に前記回転体の径方向に沿うと共に前記回転体の周方向に所定間隔を空けて設けられる複数の案内部材と、
を備え、
前記旋回流生成室は、流体の流れ方向における下流側の壁面が、前記静翼の流体の流れ方向における上流側の縁部より流体の流れ方向における下流側に位置する、
ことを特徴とする回転機械。

10

【請求項 2】

前記旋回流生成室は、前記ケーシングの内周面と、前記ケーシングにおける前記シール装置に対して流体の流れ方向における下流側に対向する第 1 壁面と、前記ケーシングの内周面に対して前記回転体の径方向における内側に対向する第 2 壁面とを有し、複数の案内部材は、少なくとも前記ケーシングの内周面と前記第 1 壁面に固定され、前記壁面としての前記第 1 壁面は、前記静翼の流体の流れ方向における上流側の縁部より流体の流れ方向における下流側に位置することを特徴とする請求項 1 に記載の回転機械。

20

【請求項 3】

前記ケーシングの内周面に凹部が形成され、前記動翼の先端部が前記凹部内に所定隙間をあけて配置され、前記旋回流生成室は、前記凹部における流体の流れ方向における下流側に設けられ、前記凹部の内周面と、前記凹部に設けられる前記第 1 壁面と、前記ケーシングの内周面から流体の流れ方向の上流側に延出する突起部に設けられる前記第 2 壁面とを有し、前記第 1 壁面は、前記静翼の流体の流れ方向における上流側の縁部より流体の流れ方向における下流側に位置することを特徴とする請求項 2 に記載の回転機械。

30

【請求項 4】

前記突起部は、流体の流れ方向における上流側の端部が、前記案内部材の流体の流れ方向における上流側の端部より、流体の流れ方向における上流側に位置することを特徴とする請求項 3 に記載の回転機械。

【請求項 5】

前記案内部材は、流体の流れ方向における上流側の端部が、前記突起部の流体の流れ方向における上流側の端部より、流体の流れ方向における上流側に位置することを特徴とする請求項 3 に記載の回転機械。

【請求項 6】

前記案内部材と前記第 2 壁面との間に前記回転体の周方向に連通する連通部が設けられることを特徴とする請求項 2 から請求項 5 のいずれか一項に記載の回転機械。

40

【請求項 7】

前記連通部は、前記動翼の先端部より前記回転体の径方向における外側まで設けられることを特徴とする請求項 6 に記載の回転機械。

【請求項 8】

前記動翼は、先端部にシュラウドが固定され、前記シュラウドは、流体の流れ方向の下流側に、前記連通部側へ延出する第 1 案内面が設けられることを特徴とする請求項 6 または請求項 7 に記載の回転機械。

【請求項 9】

前記シュラウドは、流体の流れ方向の下流側に前記回転体の径方向における内側を向く

50

第 2 案内面が設けられることを特徴とする請求項 8 に記載の回転機械。

【請求項 10】

前記案内部材は、前記回転体の径方向における内側に位置する第 1 案内体と、前記回転体の径方向における外側に位置して前記第 1 案内体より前記流体の流れ方向における上流側に延出する第 2 案内体とを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の回転機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、静止側と回転側との間に流体の漏えいを抑制するシール装置が配置される回転機械に関するものである。 10

【背景技術】

【0002】

例えば、蒸気タービンは、ケーシング内にロータが軸受により回転自在に支持され、ロータに複数段の動翼が固定される一方、ケーシングに複数段の静翼が複数段の動翼の間に位置するように固定されて構成される。そして、蒸気がケーシングの供給口から供給されると、蒸気が複数の動翼と静翼を通過することで、複数段の動翼を介してロータが駆動回転し、排出口から外部に排出される。

【0003】

このような蒸気タービンでは、ケーシングと動翼の先端部との間における蒸気の軸方向の漏れ流れを抑制するため、動翼の先端部とケーシングとの間にシール装置が設けられる。このシール装置は、一般的に、ラビリンスシールが適用される。ラビリンスシールは、動翼の先端部やケーシングの内面に複数のシールフィンが設けられて構成される。複数のシールフィンとケーシングの内面や動翼の先端部との間に隙間を形成することで、各シールフィン前後の圧力比を小さくして漏れ流量の抑制を図っている。 20

【0004】

シール装置から漏れた蒸気の流れは、動翼や静翼を通過した蒸気の主流に合流する。動翼を通過した蒸気の主流は、ロータの軸方向に沿った流れであるが、動翼を通過せずにシール装置から漏れた蒸気の流れは、ケーシングの内周面からロータ側に向けて傾斜すると共に、静翼によりロータの周方向に旋回する流れである。この場合、蒸気の主流に対してシール装置からの漏れ蒸気の流れを滑らかに合流させることで、この合流部での混合損失を小さくして性能の低下を抑制することが重要である。このような技術として、例えば、下記特許文献 1 に記載されたものがある。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 5985351 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述した特許文献 1 の軸流タービンは、シールフィンより下流側に旋回流調整室を設け、この旋回流調整ロータの軸方向および径方向に延在する複数の遮蔽板を固定したものである。そのため、動翼を通過せずにシール装置から漏れた周方向に旋回する蒸気の流れは、複数の遮蔽板により周方向の速度成分が減少することとなり、蒸気の主流に対してシール装置からの漏れ蒸気の流れを滑らかに合流させることができる。ところが、この従来の軸流タービンでは、遮蔽板がロータの軸方向および径方向に延在する板形状をなすものであることから、周方向に沿った蒸気の流れが遮蔽板に衝突したとき、遮蔽板の連結部に剥離渦が生じて圧力損失が発生するおそれがある。 40

【0007】

本発明は上述した課題を解決するものであり、流体の主流に対してシール装置からの漏 50

れる流体を滑らかに合流させることで合流部での混合損失を低減して性能の向上を図る回転機械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】

【0008】

上記の目的を達成するための本発明の回転機械は、中空形状をなすケーシングと、前記ケーシング内に回転自在に支持される回転体と、前記回転体の外周部に固定される動翼と、前記動翼に対して流体の流れ方向における下流側に配置されて前記ケーシングの内周部に固定される静翼と、前記ケーシングの内周部と前記動翼の先端部との間に配置されるシール装置と、前記ケーシングにおける前記シール装置より流体の流れ方向の下流側に前記回転体の周方向に沿って設けられる旋回流生成室と、前記旋回流生成室に前記回転体の径方向に沿うと共に前記回転体の周方向に所定間隔を空けて設けられる複数の案内部材と、を備え、前記旋回流生成室は、流体の流れ方向における下流側の壁面が、前記静翼の流体の流れ方向における上流側の縁部より流体の流れ方向における下流側に位置する、ことを特徴とするものである。

10

【0009】

従って、流体がケーシングの内部に供給されると、流体の主流が静翼と動翼を通過することで動翼が回転する一方、流体の一部が静翼を通過した後にケーシングと動翼の先端部との間に流れるが、シール装置が機能して流体の漏れが抑制される。このとき、シール装置は、一部の流体が漏れ、この漏れ流体が旋回流生成室で旋回した後に静翼と動翼を通過した流体の主流に合流する。シール装置から漏れた漏れ流体は、静翼を通過するものの動翼を通過していないことから周方向の速度成分を有する。ここで、周方向の速度成分を有する漏れ流体は、旋回流生成室に流れ込んだときに複数の案内部材に案内されることで周方向の速度成分が減少される。そして、周方向の速度成分が減少した漏れ流体は、旋回流生成室で旋回した後、旋回流生成室に流れ込む周方向の速度成分を有する漏れ流体に干渉して渦流が発生する。このとき、旋回流生成室が静翼の縁部より流体の流れ方向における下流側に位置することから、旋回流生成室の容積が大きくなり、発生した渦流を閉じ込めることができ、周方向の速度成分が減少した漏れ流体は、流体の主流に滑らかに合流する。その結果、流体の主流に対してシール装置から漏れた流体を滑らかに合流させることで、合流部での混合損失を低減して性能の向上を図ることができる。

20

【0010】

本発明の回転機械では、前記旋回流生成室は、前記ケーシングの内周面と、前記ケーシングにおける前記シール装置に対して流体の流れ方向における下流側に対向する第1壁面と、前記ケーシングの内周面に対して前記回転体の径方向における内側に対向する第2壁面とを有し、複数の案内部材は、少なくとも前記ケーシングの内周面と前記第1壁面に固定され、前記壁面としての前記第1壁面は、前記静翼の流体の流れ方向における上流側の縁部より流体の流れ方向における下流側に位置することを特徴としている。

30

【0011】

従って、案内部材が固定された第1壁面が静翼の流体の流れ方向における上流側の縁部より流体の流れ方向における下流側に位置することから、複数の案内部材により漏れ流体における周方向の速度成分を減少させることができると共に、旋回流生成室の容積を大きくして発生した渦流を旋回流生成室に閉じ込めることができる。

40

【0012】

本発明の回転機械では、前記ケーシングの内周面に凹部が形成され、前記動翼の先端部が前記凹部内に所定隙間をあけて配置され、前記旋回流生成室は、前記凹部における流体の流れ方向における下流側に設けられ、前記凹部の内周面と、前記凹部に設けられる前記第1壁面と、前記ケーシングの内周面から流体の流れ方向の上流側に延出する突起部に設けられる前記第2壁面とを有し、前記第1壁面は、前記静翼の流体の流れ方向における上流側の縁部より流体の流れ方向における下流側に位置することを特徴としている。

【0013】

従って、動翼の先端部が配置された凹部に旋回流生成室を設け、旋回流生成室を構成す

50

る第1壁面を静翼の流体の流れ方向における上流側の縁部より流体の流れ方向における下流側に位置させることから、旋回流生成室の容積を大きくして発生した渦流を旋回流生成室に閉じ込めることができる。

【0014】

本発明の回転機械では、前記突起部は、流体の流れ方向における上流側の端部が、前記案内部材の流体の流れ方向における上流側の端部より、流体の流れ方向における上流側に位置することを特徴としている。

【0015】

従って、突起部の端部を案内部材の端部より流体の流れ方向における上流側に位置させることから、旋回流生成室から流体の主流に合流する漏れ流体の出口を狭くすることで、旋回流生成室から排出される周方向の速度成分が減少した漏れ流体と、旋回流生成室に流れ込む周方向の速度成分を有する漏れ流体とが干渉して発生した渦流を旋回流生成室に容易に閉じ込めることができる。

10

【0016】

本発明の回転機械では、前記案内部材は、流体の流れ方向における上流側の端部が、前記突起部の流体の流れ方向における上流側の端部より、流体の流れ方向における上流側に位置することを特徴としている。

【0017】

従って、案内部材の端部を突起部の端部より流体の流れ方向における上流側に位置させることから、旋回流生成室に流れ込んだ漏れ流体は、複数の案内部材に案内されることで周方向の速度成分が減少されると共に、複数の案内部材との接触により摩耗が増加して強度が低下することとなり、旋回流生成室から排出される周方向の速度成分が減少した漏れ流体と、旋回流生成室に流れ込む周方向の速度成分を有する漏れ流体とが干渉することで発生する渦流を減少させることができる。

20

【0018】

本発明の回転機械では、前記案内部材と前記第2壁面との間に前記回転体の周方向に連通する連通部が設けられることを特徴としている。

【0019】

従って、案内部材と第2壁面との間に連通部を設けることから、旋回流生成室から排出される周方向の速度成分が減少した漏れ流体と、旋回流生成室に流れ込む周方向の速度成分を有する漏れ流体とが干渉して発生した渦流を旋回流生成室の連通部に閉じ込めて渦強度を低減することができる。

30

【0020】

本発明の回転機械では、前記連通部は、前記動翼の先端部より前記回転体の径方向における外側まで設けられることを特徴としている。

【0021】

従って、連通部を動翼の先端部より外側まで設けることから、発生した渦流を旋回流生成室の連通部に適正に閉じ込めて渦強度を低減することができる。

【0022】

本発明の回転機械では、前記動翼は、先端部にシュラウドが固定され、前記シュラウドは、流体の流れ方向の下流側に、前記連通部側へ延出する第1案内面が設けられることを特徴としている。

40

【0023】

従って、動翼に固定されたシュラウドの下流側に連通部側へ延出する第1案内面を設けることから、シール装置からの漏れ流れを連通部に適正に案内することができる。

【0024】

本発明の回転機械では、前記シュラウドは、流体の流れ方向の下流側に前記回転体の径方向における内側を向く第2案内面が設けられることを特徴としている。

【0025】

従って、シュラウドの下流側に径方向における内側を向く第2案内面を設けることから

50

、旋回流生成室から流体の主流に合流する漏れ流体を第２案内面により滑らかに主流に合流させることができる。

【００２６】

本発明の回転機械では、前記案内部材は、前記回転体の径方向における内側に位置する第１案内体と、前記回転体の径方向における外側に位置して前記第１案内体より前記流体の流れ方向における上流側に延出する第２案内体とを有することを特徴としている。

【００２７】

従って、案内部材として、径方向における内側に位置する第１案内体と、径方向における外側に位置して第１案内体より上流側に延出する第２案内体とを設けることから、旋回流生成室に流れ込んだ漏れ流体は、複数の案内部材に案内される前に強度が低下した後、複数の第１案内体および第２案内体に案内されることで周方向の速度成分が減少されると共に、複数の第２案内体との接触により摩耗が増加して強度が低下することとなり、旋回流生成室から排出される周方向の速度成分が減少した漏れ流体と、旋回流生成室に流れ込む周方向の速度成分を有する漏れ流体とが干渉することで発生する渦流を減少させることができる。

【発明の効果】

【００２８】

本発明の回転機械によれば、流体の主流に対してシール装置から漏れる流体を滑らかに合流させることで、合流部での混合損失を低減して性能の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【００２９】

【図１】図１は、第１実施形態の回転機械としての蒸気タービンにおける蒸気の流れを説明するための要部断面図である。

【図２】図２は、図１のII-II断面図である。

【図３】図３は、図１のIII-III断面図である。

【図４】図４は、第１実施形態の蒸気タービンを表す概略図である。

【図５】図５は、第２実施形態の回転機械としての蒸気タービンにおける蒸気の流れを説明するための要部断面図である。

【図６】図６は、第３実施形態の回転機械としての蒸気タービンにおける蒸気の流れを説明するための要部断面図である。

【図７】図７は、第４実施形態の回転機械としての蒸気タービンにおける蒸気の流れを説明するための要部断面図である。

【図８】図８は、第５実施形態の回転機械としての蒸気タービンにおける蒸気の流れを説明するための要部断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００３０】

以下に添付図面を参照して、本発明に係る回転機械の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせるものも含むものである。

【００３１】

〔第１実施形態〕

図４は、本実施形態の蒸気タービンを表す概略図である。なお、以下の説明にて、ロータの軸方向をA、ロータの径方向をR、ロータの周方向をCで表記する。

【００３２】

本実施形態では、本発明の回転機械として、蒸気タービンを例に挙げて説明する。図４に示すように、蒸気タービン１０は、ケーシング１１と、ロータ（回転体）１２と、静翼１３と、動翼１４と、シール装置１５とを備える。

【００３３】

ケーシング１１は、中空形状をなし、内部にロータ１２が水平方向に沿って配置されている。ロータ１２は、ケーシング１１に設けられた軸受２０により軸心Oを中心として回

10

20

30

40

50

転自在に支持される。静翼 1 3 は、ケーシング 1 1 の内周部にロータ 1 2 の軸方向 A に所定間隔を空けて複数固定される。ロータ 1 2 は、外周部に軸方向 A に所定間隔を空けて複数のロータディスク 2 1 が固定されており、動翼 1 4 は、各ロータディスク 2 1 の外周部に複数固定される。各静翼 1 3 と各動翼 1 4 は、ロータ 1 2 の径方向 R に沿うと共に、ロータ 1 2 の周方向に所定間隔を空けて配置され、ロータ 1 2 の軸方向 A に沿って交互に配置される。

【0034】

ケーシング 1 1 は、軸方向 A の一端部側に蒸気供給口 2 2 が設けられ、蒸気供給口 2 2 は、蒸気通路 2 3 を通して各静翼 1 3 および各動翼 1 4 が配置される翼列部 2 4 に連通される。この翼列部 2 4 は、排気室 2 5 を通して蒸気排出口 2 6 に連通される。

10

【0035】

また、ロータ 1 2 は、軸方向 A の各端部とケーシング 1 1 との間にシール部材 2 7 が設けられる。各シール部材 2 7 は、各軸受 2 0 よりも内部側、つまり、静翼 1 3 および動翼 1 4 側に配置される。更に、動翼 1 4 における径方向 R の外側に位置する先端部と、ケーシング 1 1 の内周部との間にシール装置 1 5 が設けられる。

【0036】

そのため、蒸気 S が蒸気供給口 2 2 から蒸気通路 2 3 を通して翼列部 2 4 に供給されると、この蒸気 S が複数の静翼 1 3 および複数の動翼 1 4 を通過することで、各動翼 1 4 を介してロータ 1 2 が駆動回転し、このロータ 1 2 に連結された図示しない発電機を駆動する。その後、動翼 1 4 を駆動した蒸気 S は、排気室 2 5 を通して蒸気排出口 2 6 から排出される。

20

【0037】

ここで、上述した蒸気タービン 1 0 におけるケーシング 1 1 と静翼 1 3 と動翼 1 4 とシール装置 1 5 との関係について詳細に説明する。図 1 は、第 1 実施形態の回転機械としての蒸気タービンにおける蒸気の流れを説明するための要部断面図、図 2 は、図 1 の II-II 断面図、図 3 は、図 1 の III-III 断面図である。

【0038】

図 1 から図 3 に示すように、シール装置 1 5 は、ケーシング 1 1 と動翼 1 4 の先端部との間に設けられる。シール装置 1 5 は、ケーシング 1 1 と動翼 1 4 の先端部との間をロータ 1 2 の軸方向 A に沿って高圧側 H から低圧側 L に流れる蒸気（流体）S の流れの漏えいを抑制するものである。ここで、蒸気 S は、高圧側 H から低圧側 L に流れ、主流蒸気 S 1 は、静翼 1 3 および動翼 1 4 を通過するように、蒸気流れ方向 A 1 に沿って流れる。また、主流蒸気 S 1 は、静翼 1 3 を通過した後、一部がケーシング 1 1 と動翼 1 4 の先端部との間のシール装置 1 5 に流れ、シール装置 1 5 からの漏れる漏れ蒸気 S 2 が発生する。この漏れ蒸気 S 2 は、静翼 1 3 を通過するものの、動翼 1 4 を通過していないことから、周方向 C の速度成分を有する。

30

【0039】

すなわち、主流蒸気 S 1 は、周方向 C の速度成分をほぼ持たない軸方向 A の流れであり、静翼 1 3 の前縁側に絶対速度ベクトル V 1 で流入する。主流蒸気 S 1 は、静翼 1 3 の翼間を通過するときに増速および転向され、周方向 C の速度成分を持つ絶対速度ベクトル V 2 となり、静翼 1 3 の後縁側から流出する。静翼 1 3 から流出した蒸気 S は、大部分が動翼 1 4 に衝突することで、動翼 1 4 と共にロータ 1 2 を所定の回転速度で回転方向 C 1 に回転させる。このとき、蒸気 S は、動翼 1 4 を通過するときに減速および転向され、周方向 C の速度成分をほぼ持たない軸方向 A に沿う絶対速度ベクトル V 3 となる。但し、主流蒸気 S 1 が周方向 C の速度成分を持った流れの場合であっても、動翼 1 4 を回転させる作用は同様である。

40

【0040】

一方、静翼 1 3 の翼間を通過した蒸気 S の絶対速度ベクトル V 2 は周方向 C の速度成分を持っており、動翼 1 4 を通過せずにシール装置 1 5 からの漏れた漏れ蒸気 S 2 は、後述のシールフィンによる加減速や側壁やカバーの粘性摩擦により、速度は変化しているもの

50

の、周方向Cの速度成分を持つ流れである。そのため、漏れ蒸気S2が、周方向Cの速度成分をほぼ持たない絶対速度ベクトルV3の主流蒸気S1に合流するとき、合流部で混合損失が発生する。

【0041】

なお、ここでは、主流蒸気S1が周方向Cの速度成分をほぼ持たない衝動タービンを対象にして説明したが、主流蒸気S1が周方向Cの速度成分を持つ反動タービンの場合であっても、主流蒸気S1と漏れ蒸気S2の方向ベクトルは異なるので、衝動タービンと同様に合流部で混合損失が発生する。本発明は、この反動タービンにも適用でき、また有効である。

【0042】

第1実施形態の蒸気タービン10は、旋回流生成室31と、複数の案内部材32とを備える。旋回流生成室31は、ケーシング11におけるシール装置15より蒸気流れ方向A1の下流側にロータ12の周方向Cに沿って設けられる。複数の案内部材32は、旋回流生成室31にロータ12の径方向Rに沿うと共に、ロータ12の周方向Cに所定間隔を空けて設けられる。

【0043】

静翼13は、径方向Rの外側に位置する基端部がケーシング11の内周部に固定される一方、動翼14は、径方向Rの内側に位置する基端部がロータ12（図4参照）の外周部に固定される。動翼14は、軸方向Aに所定間隔を空けて配置される各静翼13の間に配置される。動翼14は、径方向Rの外側に位置する先端部にシュラウド41が設けられる。シール装置15は、ケーシング11の内周部と動翼14におけるシュラウド41の外周部との間に配置される。

【0044】

ケーシング11は、シュラウド41の外周部に対向する内周面11aに凹部42が設けられる。凹部42は、ロータ12の周方向Cに沿って設けられる環状溝である。動翼14のシュラウド41は、ケーシング11の凹部42内に所定隙間をあけて配置される。シール装置15は、複数のシールフィン43、44、45を有する。シールフィン43、44は、基端部がケーシング11における凹部42の内周面42aに固定され、先端部が動翼14におけるシュラウド41の外周面41aに向けて延出される。シールフィン45は、シールフィン43、44の間に配置され、基端部が動翼14におけるシュラウド41の外周面41aに固定され、先端部がケーシング11における凹部42の内周面42aに向けて延出される。

【0045】

シールフィン43、44、45は、ロータ12の軸方向Aに所定間隔を空けて設けられる。シールフィン43、44、45は、ロータ12の周方向Cに沿って設けられる。シールフィン43、44は、先端部とシュラウド41の外周面41aとの間に所定隙間が確保される。また、シールフィン45は、先端部と凹部42の内周面42aとの間に所定隙間が確保される。それぞれの所定隙間は、ほぼ同じ寸法に設定される。なお、シールフィン43、44、45の数や取付位置は、上述したものに限定されるものではない。

【0046】

ケーシング11の凹部42は、軸方向Aの長さが動翼14のシュラウド41の軸方向Aの長さより長い。すなわち、凹部42は、動翼14の前縁よりも蒸気流れ方向A1の上流側から、動翼14の後縁よりも蒸気流れ方向A1の下流側まで設けられる。旋回流生成室31は、凹部42における動翼14の後縁よりも蒸気流れ方向A1の下流側に設けられる。旋回流生成室31は、ケーシング11（凹部42）の内周面46と、ケーシング11におけるシール装置15に対して蒸気流れ方向A1における下流側に対向する第1壁面47と、ケーシング11の内周面11aに対してロータ12（図4参照）の径方向Rにおける内側に対向する第2壁面48とを有する。ここで、旋回流生成室31は、蒸気流れ方向A1における下流側の第1壁面47が、静翼13の蒸気流れ方向A1における上流側の前縁部13aより蒸気流れ方向A1における下流側に位置する。

【0047】

すなわち、内周面46は、凹部42の内周面42aより径方向Rの外側に位置し、周方向Cに沿って連続する。第1壁面47は、径方向Rに平行であると共に内周面46に直交する面であり、周方向Cに沿って連続する。第1壁面47は、旋回流生成室31よりロータ12における径方向Rの内側の内周面11aに固定された静翼13の前縁部13aより蒸気流れ方向A1における下流側に位置する。ケーシング11は、凹部42における蒸気流れ方向A1の下流側に、ケーシング11の内周面11aから蒸気流れ方向A1の上流側（凹部42側）に延出する突起部49が形成される。第2壁面48は、突起部49における径方向Rの外側に設けられると共に、内周面46に平行で第1壁面47に直交する面であり、周方向Cに沿って連続する。

10

【0048】

案内部材32は、ロータ12の径方向Rおよび軸方向Aに沿った板形状をなす。案内部材32は、内周面46と第1壁面47と第2壁面48に固定される。案内部材32の蒸気流れ方向A1における上流側の端部の位置と、突起部49の蒸気流れ方向A1における上流の端部の位置とは、軸方向Aにおいて同じ位置である。また、案内部材32は、蒸気流れ方向A1の上流側の端面32aがシールフィン44およびシュラウド41と軸方向Aにおいて所定距離だけ離間して配置される。

【0049】

そのため、蒸気Sがケーシング11の内部に供給されて動翼14が回転するとき、蒸気Sは、高圧側Hから低圧側Lに蒸気流れ方向A1に沿って流れる。このとき、蒸気Sは、主流蒸気S1が静翼13および動翼14を通過するように流れ、一部が動翼14を通過することなく、ケーシング11と動翼14の先端部との間に設けられたシール装置15に流れる。このシール装置15は、蒸気Sの漏れを抑制するものの、一部が漏れて漏れ蒸気S2が発生する。シール装置15から漏れた漏れ蒸気S2は、旋回流生成室31で旋回した後、静翼13と動翼14を通過した主流蒸気S1に合流する。

20

【0050】

このとき、シール装置15から漏れた漏れ蒸気S2は、静翼13を通過するものの動翼14を通過していないことから、周方向Cの速度成分を有する。周方向Cの速度成分を有する漏れ蒸気S2は、旋回流生成室31内で周方向Cに沿う軸心を有する旋回流蒸気S3となる。すなわち、漏れ蒸気S2は、案内部材32案内されることで周方向Cの速度成分が減少された旋回流蒸気S3となる。そして、周方向Cの速度成分が減少して旋回流生成室31内を旋回した旋回流蒸気S3は、旋回流生成室31に流れ込む周方向Cの速度成分を有する漏れ蒸気S2に干渉して渦流が発生する。本実施形態では、旋回流生成室31が静翼13の前縁部13aより蒸気流れ方向A1における下流側に位置することから、旋回流生成室31の容積が大きくなっている。そのため、発生した渦流を旋回流生成室31内に閉じ込めることができ、周方向Cの速度成分が減少した漏れ蒸気S4は、シュラウド41と突起部49の間を通り、動翼14を通過した主流蒸気S1に滑らかに合流する。

30

【0051】

このように第1実施形態の回転機械にあっては、中空形状をなすケーシング11と、ケーシング11内に回転自在に支持されるロータ12と、ロータ12の外周部に固定される動翼14と、動翼14に対して蒸気流れ方向A1における下流側に配置されてケーシング11の内周部に固定される静翼13と、ケーシング11の内周部と動翼14の先端部との間に配置されるシール装置15と、ケーシング11におけるシール装置15より蒸気流れ方向A1の下流側にロータ12の周方向Cに沿って設けられる旋回流生成室31と、旋回流生成室31にロータ12の径方向Rに沿うと共にロータ12の周方向Cに所定間隔を空けて設けられる複数の案内部材32とを備え、旋回流生成室31は、蒸気流れ方向A1における下流側の第1壁面47が、静翼13の蒸気流れ方向A1における上流側の前縁部13aより蒸気流れ方向A1における下流側に位置する。

40

【0052】

従って、周方向Cの速度成分を有する漏れ蒸気S2は、旋回流生成室31に流れ込んだ

50

ときに複数の案内部材 32 に案内されることで周方向 C の速度成分が減少される。そして、周方向 C の速度成分が減少して旋回流生成室 31 内を旋回した旋回流蒸気 S3 は、旋回流生成室 31 に流れ込む周方向 C の速度成分を有する漏れ蒸気 S2 に干渉して渦流が発生するが、この渦流を容積が大きくなった旋回流生成室 31 内に閉じ込めることができ、周方向 C の速度成分が減少した漏れ蒸気 S4 は、主流蒸気 S1 に滑らかに合流する。その結果、その結果、主流蒸気 S1 に対してシール装置 15 から漏れた蒸気 S を滑らかに合流させることで、合流部での混合損失を低減して性能の向上を図ることができる。

【0053】

第 1 実施形態本発明の回転機械では、旋回流生成室 31 は、凹部 42 の内周面 46 と、ケーシング 11 におけるシール装置 15 に対して蒸気流れ方向 A1 における下流側に対向する第 1 壁面 47 と、凹部 42 の内周面 42a に対してロータ 12 の径方向 R における内側に対向する第 2 壁面 48 とを有し、複数の案内部材 32 を内周面 46 と第 1 壁面 47 に固定し、第 1 壁面 47 を静翼 13 の前縁部 13a より下流側に位置させる。従って、複数の案内部材 32 により漏れ蒸気 S2 における周方向 C の速度成分を減少させることができると共に、旋回流生成室 31 の容積を大きくして発生した渦流を旋回流生成室 31 に閉じ込めることができる。

【0054】

第 3 実施形態の回転機械では、旋回流生成室 31 を凹部 42 における蒸気流れ方向 A1 における下流側に設け、凹部 42 の内周面 46 と、凹部 42 に設けられる第 1 壁面 47 と、ケーシング 11 の内周面 11a から蒸気流れ方向 A1 の上流側に延出する突起部 49 に設けられる第 2 壁面 48 とを有し、第 1 壁面 47 を静翼 13 の前縁部 13a より下流側に位置させる。従って、旋回流生成室 31 の容積を大きくして発生した渦流を旋回流生成室 31 に閉じ込めることができる。

【0055】

[第 2 実施形態]

図 5 は、第 2 実施形態の回転機械としての蒸気タービンにおける蒸気の流れを説明するための要部断面図である。なお、第 2 実施形態の基本的な構成は、上述した第 1 実施形態と同様であり、図 1 を用いて説明し、第 1 実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0056】

第 2 実施形態において、図 1 および図 5 に示すように、蒸気タービン 10 は、ケーシング 11 と、ロータ 12 と、静翼 13 と、動翼 14 と、シール装置 15 と、旋回流生成室 31 と、複数の案内部材 61 とを備える。

【0057】

旋回流生成室 31 は、ケーシング 11 におけるシール装置 15 より蒸気流れ方向 A1 の下流側にロータ 12 の周方向 C に沿って設けられる。複数の案内部材 61 は、旋回流生成室 31 にロータ 12 の径方向 R に沿うと共に、ロータ 12 の周方向 C に所定間隔を空けて設けられる。案内部材 61 は、内周面 46 と第 1 壁面 47 と第 2 壁面 48 に固定される。ここで、旋回流生成室 31 は、蒸気流れ方向 A1 における下流側の第 1 壁面 47 が、静翼 13 の蒸気流れ方向 A1 における上流側の前縁部 13a より蒸気流れ方向 A1 における下流側に位置する。

【0058】

また、突起部 49 は、蒸気流れ方向 A1 における上流の端部の位置が、案内部材 61 の蒸気流れ方向 A1 における上流側の端部の位置より、蒸気流れ方向 A1 における上流側に位置する。すなわち、シュラウド 41 の後端面 41b と案内部材 61 の蒸気流れ方向 A1 の上流側の端面 61a との距離 L1 は、シュラウド 41 の後端面 41b と突起部 49 の蒸気流れ方向 A1 における上流の端面 49a との距離 L2 より長い。つまり、 $L1 > L2$ である。

【0059】

このように第 2 実施形態の回転機械では、突起部 49 は、蒸気流れ方向 A1 における上

流側の端面４９ａが、案内部材６１の蒸気流れ方向Ａ１における上流側の端面６１ａより、蒸気流れ方向Ａ１における上流側に位置している。

【００６０】

従って、旋回流生成室３１から主流蒸気Ｓ１に合流する漏れ蒸気Ｓ４の出口を狭くすることで、旋回流生成室３１から排出される周方向Ｃの速度成分が減少した旋回流蒸気Ｓ３と、旋回流生成室３１に流れ込む周方向Ｃの速度成分を有する漏れ蒸気Ｓ２とが干渉して発生した渦流を旋回流生成室３１に容易に閉じ込めることができる。

【００６１】

[第３実施形態]

図６は、第３実施形態の回転機械としての蒸気タービンにおける蒸気の流れを説明するための要部断面図である。なお、第３実施形態の基本的な構成は、上述した第１実施形態と同様であり、図１を用いて説明し、第１実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【００６２】

第３実施形態において、図１および図６に示すように、蒸気タービン１０は、ケーシング１１と、ロータ１２と、静翼１３と、動翼１４と、シール装置１５と、旋回流生成室３１と、複数の案内部材７１とを備える。

【００６３】

旋回流生成室３１は、ケーシング１１におけるシール装置１５より蒸気流れ方向Ａ１の下流側にロータ１２の周方向Ｃに沿って設けられる。複数の案内部材７１は、旋回流生成室３１にロータ１２の径方向Ｒに沿うと共に、ロータ１２の周方向Ｃに所定間隔を空けて設けられる。案内部材７１は、内周面４６と第１壁面４７に固定される。ここで、旋回流生成室３１は、蒸気流れ方向Ａ１における下流側の第１壁面４７が、静翼１３の蒸気流れ方向Ａ１における上流側の前縁部１３ａより蒸気流れ方向Ａ１における下流側に位置する。

【００６４】

また、案内部材７１は、蒸気流れ方向Ａ１における上流側の端部が、突起部４９の蒸気流れ方向Ａ１における上流側の端部より、蒸気流れ方向Ａ１における上流側に位置する。すなわち、シュラウド４１の後端面４１ｂと案内部材７１の蒸気流れ方向Ａ１の上流側の端面７１ａとの距離Ｌ１は、シュラウド４１の後端面４１ｂと突起部４９の蒸気流れ方向Ａ１における上流側の端面４９ａとの距離Ｌ２より短い。つまり、 $L1 < L2$ である。

【００６５】

また、案内部材７１と第２壁面４８との間にロータ１２の周方向に連通する連通部７２が設けられる。つまり、案内部材７１は、内周面４６と第１壁面４７とにだけ固定されており、第２壁面４８に固定されずにここに連通部７２が設けられる。この連通部７２は、動翼１４のシュラウド４１における外周面４１ａよりロータ１２の径方向Ｒにおける外側まで設けられる。

【００６６】

このように第３実施形態の回転機械では、案内部材７１の蒸気流れ方向Ａ１における上流側の端面７１ａが、突起部４９における蒸気流れ方向Ａ１における上流側の端面４９ａより、蒸気流れ方向Ａ１における上流側に位置する。

【００６７】

従って、旋回流生成室３１に流れ込んだ漏れ蒸気Ｓ２は、複数の案内部材７１に案内されることで周方向Ｃの速度成分が減少されると共に、複数の案内部材７１との接触により摩耗が増加して強度が低下することとなる。そのため、旋回流生成室３１から排出される周方向Ｃの速度成分が減少した旋回流蒸気Ｓ３と、旋回流生成室３１に流れ込む周方向Ｃの速度成分を有する漏れ蒸気Ｓ２とが干渉することで発生する渦流を減少させることができる。

【００６８】

第３実施形態の回転機械では、案内部材７１と第２壁面４８との間にロータ１２の周方

10

20

30

40

50

向Cに連通する連通部72を設ける。従って、旋回流生成室31から排出される周方向Cの速度成分が減少した旋回流蒸気S3と、旋回流生成室31に流れ込む周方向Cの速度成分を有する漏れ蒸気S2とが干渉することで発生する渦流を旋回流生成室31の連通部72に閉じ込めて渦強度を低減することができる。

【0069】

第3実施形態の回転機械では、連通部72を動翼14のシュラウド41の外周面41aよりロータ12の径方向Rにおける外側まで設ける。従って、発生した渦流を旋回流生成室31の連通部72に適正に閉じ込めて渦強度を低減することができる。

【0070】

[第4実施形態]

図7は、第4実施形態の回転機械としての蒸気タービンにおける蒸気の流れを説明するための要部断面図である。なお、第4実施形態の基本的な構成は、上述した第1実施形態と同様であり、図1を用いて説明し、第1実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0071】

第4実施形態において、図1および図7に示すように、蒸気タービン10は、ケーシング11と、ロータ12と、静翼13と、動翼14と、シール装置15と、旋回流生成室31と、複数の案内部材81とを備える。

【0072】

旋回流生成室31は、ケーシング11におけるシール装置15より蒸気流れ方向A1の下流側にロータ12の周方向Cに沿って設けられる。複数の案内部材81は、旋回流生成室31にロータ12の径方向Rに沿うと共に、ロータ12の周方向Cに所定間隔を空けて設けられる。案内部材81は、内周面46と第1壁面47と第2壁面48に固定される。ここで、旋回流生成室31は、蒸気流れ方向A1における下流側の第1壁面47が、静翼13の蒸気流れ方向A1における上流側の前縁部13aより蒸気流れ方向A1における下流側に位置する。

【0073】

案内部材81は、ロータ12の径方向Rにおける内側に位置する第1案内体82と、ロータ12の径方向Rにおける外側に位置して第1案内体82より蒸気流れ方向A1における上流側に延出する第2案内体83とを有する。そして、突起部49は、蒸気流れ方向A1における上流の端部の位置が、第1案内体82の蒸気流れ方向A1における上流側の端部の位置と、軸方向Aにおいて同じ位置である。すなわち、シュラウド41の後端面41bと第2案内体83の蒸気流れ方向A1の上流側の端面83aとの距離L1は、シュラウド41の後端面41bと突起部49の蒸気流れ方向A1における上流の端面49aおよび第1案内体82の蒸気流れ方向A1における上流の端面82aとの距離L2より短い。つまり、 $L1 < L2$ である。

【0074】

このように第4実施形態の回転機械では、案内部材81は、ロータ12の径方向Rにおける内側に位置する第1案内体82と、ロータ12の径方向Rにおける外側に位置して第1案内体82より蒸気流れ方向A1における上流側に延出する第2案内体83とを有する。

【0075】

従って、旋回流生成室31に流れ込んだ漏れ蒸気S2は、複数の案内部材81に案内される前に強度が低下した後、複数の第1案内体82および第2案内体83に案内されることで周方向の速度成分が減少されると共に、複数の第2案内体83との接触により摩擦が増加して強度が低下することとなり、旋回流生成室31から排出される周方向Cの速度成分が減少した旋回流蒸気S3と、旋回流生成室31に流れ込む周方向Cの速度成分を有する漏れ蒸気S2とが干渉することで発生する渦流を減少させることができる。

【0076】

[第5実施形態]

10

20

30

40

50

図 8 は、第 5 実施形態の回転機械としての蒸気タービンにおける蒸気の流れを説明するための要部断面図である。なお、第 5 実施形態の基本的な構成は、上述した第 1 実施形態と同様であり、図 1 を用いて説明し、第 1 実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0077】

第 5 実施形態において、図 1 および図 8 に示すように、蒸気タービン 10 は、ケーシング 11 と、ロータ 12 と、静翼 13 と、動翼 14 と、シール装置 15 と、旋回流生成室 31 と、複数の案内部材 91 とを備える。

【0078】

旋回流生成室 31 は、ケーシング 11 におけるシール装置 15 より蒸気流れ方向 A1 の下流側にロータ 12 の周方向 C に沿って設けられる。複数の案内部材 91 は、旋回流生成室 31 にロータ 12 の径方向 R に沿うと共に、ロータ 12 の周方向 C に所定間隔を空けて設けられる。案内部材 91 は、内周面 46 と第 1 壁面 47 に固定される。ここで、旋回流生成室 31 は、蒸気流れ方向 A1 における下流側の第 1 壁面 47 が、静翼 13 の蒸気流れ方向 A1 における上流側の前縁部 13a より蒸気流れ方向 A1 における下流側に位置する。

【0079】

また、案内部材 91 は、蒸気流れ方向 A1 における上流側の端部が、突起部 49 の蒸気流れ方向 A1 における上流側の端部より、蒸気流れ方向 A1 における上流側に位置する。そして、案内部材 91 と第 2 壁面 48 との間にロータ 12 の周方向に連通する連通部 92 が設けられる。つまり、案内部材 91 は、内周面 46 と第 1 壁面 47 とにだけ固定されており、第 2 壁面 48 に固定されずにここに連通部 92 が設けられる。この連通部 92 は、動翼 14 のシュラウド 41 における外周面 41a よりロータ 12 の径方向 R における外側まで設けられる。

【0080】

更に、動翼 14 のシュラウド 41 は、蒸気流れ方向 A1 の下流側の外周面 41a に、連通部 92 側へ延出する第 1 案内面 93 が設けられると共に、蒸気流れ方向 A1 の下流側にロータ 12 の径方向 R における内側を向く第 2 案内面 94 が設けられる。そして、シュラウド 41 の第 1 案内面 93 と案内部材 91 の蒸気流れ方向 A1 の上流側の端面 91a との距離 L1 は、シュラウド 41 の後端面 41b と突起部 49 の蒸気流れ方向 A1 における上流の端面 49a との距離 L2 より短い。つまり、 $L1 < L2$ である。

【0081】

このように第 5 実施形態の回転機械では、動翼 14 のシュラウド 41 は、蒸気流れ方向 A1 の下流側の外周面 41a に、連通部 92 側へ延出する第 1 案内面 93 が設けられる。従って、シール装置 15 からの漏れ蒸気 S2 を連通部 92 に適正に案内することができる。

【0082】

第 5 実施形態の回転機械では、動翼 14 のシュラウド 41 は、蒸気流れ方向 A1 の下流側にロータ 12 の径方向 R における内側を向く第 2 案内面 94 が設けられる。従って、旋回流生成室 31 から主流蒸気 S1 に合流する旋回流蒸気 S3 を第 2 案内面 94 により滑らかに主流蒸気 S1 に合流させることができる。

【0083】

なお、上述した実施形態では、シール装置をラビリンスシールとしたが、別の非接触式シールでもよい。

【0084】

また、上述した実施形態では、本発明の回転機械を蒸気タービン 10 に適用したが、蒸気タービンに限らず、圧縮機や排気タービンなど、作動時に内部の圧力が外部の圧力より高くなる回転機械に適用することができる。

【符号の説明】

【0085】

10

20

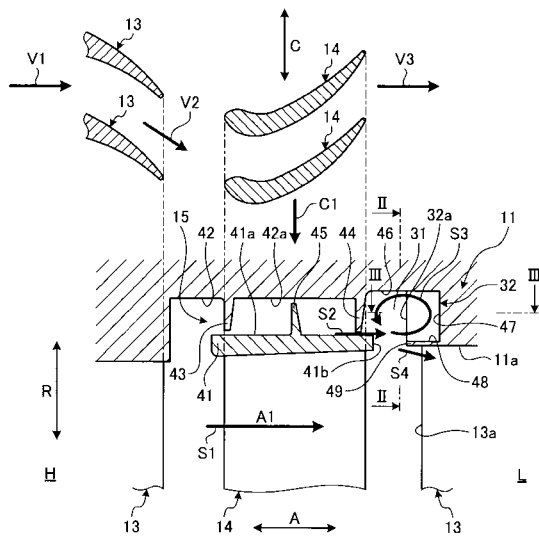
30

40

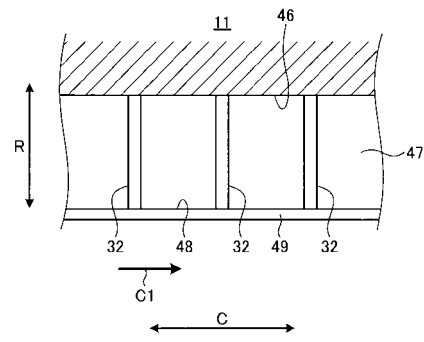
50

1 0	蒸気タービン（回転機械）	
1 1	ケーシング	
1 1 a	内周面	
1 2	ロータ	
1 3	静翼	
1 4	動翼	
1 5	シール装置	
2 0	軸受	
2 1	ロータディスク	
2 2	蒸気供給口	10
2 3	蒸気通路	
2 4	翼列部	
2 5	排気室	
2 6	蒸気排出口	
3 1	旋回流生成室	
3 2, 6 1, 7 1, 8 1, 9 1	案内部材	
3 2 a, 6 1 a, 7 1 a, 8 2 a, 8 3 a, 9 1 a	端面	
4 1	シュラウド	
4 1 a	外周面	
4 1 b	後端面	20
4 2	凹部	
4 2 a	内周面	
4 3, 4 4, 4 5	シールフィン	
4 6	内周面	
4 7	第 1 壁面	
4 8	第 2 壁面	
4 9	突起部	
4 9 a	端面	
7 2, 9 2	連通部	
8 2	第 1 案内体	30
8 3	第 2 案内体	
9 3	第 1 案内面	
9 4	第 2 案内面	
A	軸方向	
A 1	蒸気流れ方向	
C	周方向	
C 1	回転方向	
R	径方向	
S	蒸気	
S 1	主流蒸気	40
S 2	漏れ蒸気	
S 3	旋回流蒸気	
S 4	漏れ蒸気	

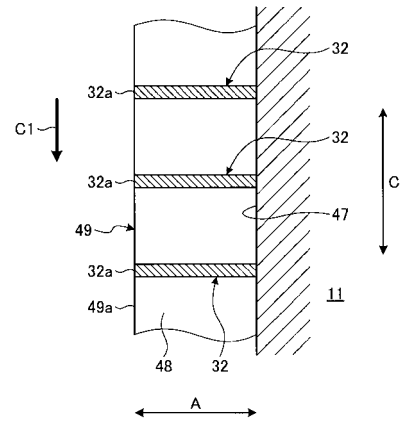
【図 1】



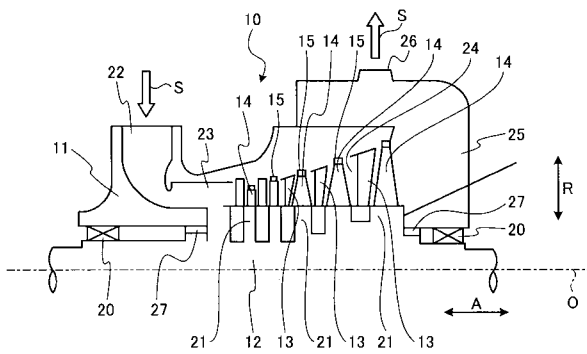
【図 2】



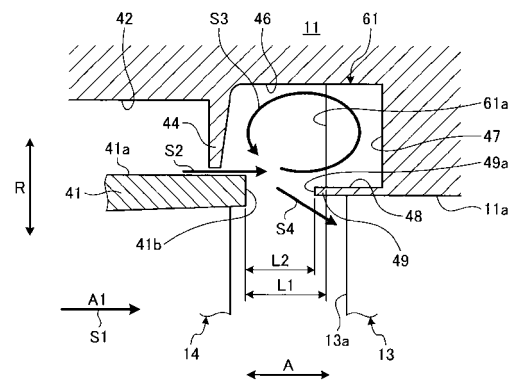
【図 3】



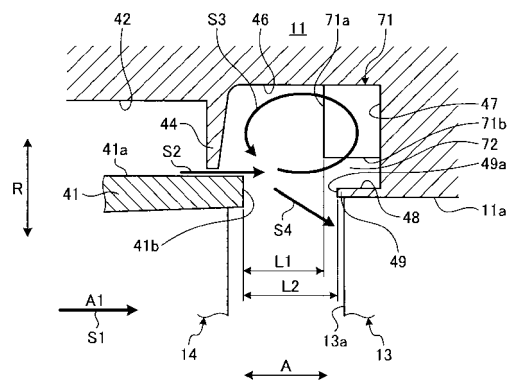
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 小野 英樹

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 桑村 祥弘

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 瀬川 清

神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

(72)発明者 福島 久剛

神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

Fターム(参考) 3G202 KK04

3J042 AA03 BA01 CA01 CA10