

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6243667号  
(P6243667)

(45) 発行日 平成29年12月6日(2017.12.6)

(24) 登録日 平成29年11月17日(2017.11.17)

(51) Int.Cl.	F 1
FO 1 D 11/02 (2006.01)	FO 1 D 11/02
FO 1 D 11/08 (2006.01)	FO 1 D 11/08
FO 2 C 7/28 (2006.01)	FO 2 C 7/28 A
F 16 J 15/447 (2006.01)	FO 2 C 7/28 B
	F 16 J 15/447

請求項の数 9 外国語出願 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2013-184549 (P2013-184549)
(22) 出願日	平成25年9月6日(2013.9.6)
(65) 公開番号	特開2014-55588 (P2014-55588A)
(43) 公開日	平成26年3月27日(2014.3.27)
審査請求日	平成28年9月1日(2016.9.1)
(31) 優先権主張番号	13/609, 443
(32) 優先日	平成24年9月11日(2012.9.11)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123 45、スケネクタディ、リバーロード、1 番
(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 智志
(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
(74) 代理人	100113974 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】シールアセンブリのスワール遮断シール歯

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ターボ機械の回転部品と静止部品との間をシールするシールアセンブリであって、当該シールアセンブリが、静止部品から半径方向内向きに突出して軸方向に離隔した複数の歯を備えており、複数の歯の少なくとも1つがそれを軸方向に貫通する1以上の穴を有しており、軸方向に貫通する1以上の穴が、複数の歯の少なくとも1つを上流の高圧側から下流の低圧側に貫通していて、前記歯の半径方向内端から離隔しているとともに弧状パッキングリングの半径方向内面から半径方向内側に位置しており、上流の高圧側と下流の低圧側とが軸方向に貫通する1以上の穴を介して流体連通しており、前記1以上の穴が、回転部品の中心線に対して軸方向角をなすとともに回転部品の周方向に対して接線方向角をしてシール歯を軸方向に貫通している、シールアセンブリ。

## 【請求項 2】

軸方向に貫通する1以上の穴を有する少なくとも1つの歯が上流の高圧側に第1の歯を有する、請求項1に記載のシールアセンブリ。

## 【請求項 3】

前記軸方向に貫通する1以上の穴を有する少なくとも1つの歯が、上流の高圧側に、第1の歯及び第2の歯を有する、請求項2に記載のシールアセンブリ。

## 【請求項 4】

前記複数の歯が歯の弧状セグメントを含んでおり、前記1以上の穴が、歯の弧状部分に沿って周方向に離隔した複数の穴を含んでいる、請求項1乃至請求項3のいずれか1項に

記載のシールアセンブリ。

【請求項 5】

前記穴が実質的に円筒形の管状穴を有する、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載のシールアセンブリ。

【請求項 6】

前記軸方向角が 0 ~ 90 度の範囲内であり、前記接線方向角が 0 ~ 60 度の範囲内である、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載のシールアセンブリ。

【請求項 7】

前記シールアセンブリが複数の弧状部分を有していて、各弧状部分が弧状パッキングリングを含んでおり、各弧状パッキングリングが静止部品の周方向溝に移動可能に取り付けられる、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載のシールアセンブリ。 10

【請求項 8】

前記回転部品がロータである、請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載のシールアセンブリ。

【請求項 9】

回転部品と、

回転部品を実質的に囲繞する静止部品と、

静止部品に結合された請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載のシールアセンブリと、  
を備える、ターボ機械。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概してシールアセンブリに関し、特に、スワールに起因するロータダイナミクスの不安定性を低減するための 1 以上の穴を有する 1 以上のシール歯を含む、シールアセンブリに関する。

【背景技術】

【0002】

タービン等の回転機械では、回転部品と静止部品の間にシールを設ける。例えば、蒸気タービンでは、慣例的に複数の弧状パッキングリングセグメントを設け、回転部品と静止部品の間に環状ラビリンスシールを形成する。通常、弧状パッキングリングセグメント（通常は、環状シール 1 個につき 4 ~ 6 個）は、機械の回転軸と同心の（したがって回転部品のシール表面に同心の）静止部品の環状溝に設置される。各弧状シールセグメントは、回転部品のシール表面とは反対側の弧状シール表面を支持する。ラビリンスタイプのシールの場合、軸方向に離隔して周方向に延在する複数のシール歯が、静止部品から回転部品に向かって延在する。シール表面及びその反対側の回転部品表面によって画定されるラビリンス内の比較的狭小なクリアランスを通過する蒸気等の作動流体の乱流又は流れを制限することによって、シール機能を得る。 30

【0003】

ロータが高速で動作しているとき、回転機械の流路に軸方向に流入する流体は、（「蒸気スワール」とも称される）有意な接線方向の速度成分を得る。例えば、流体がラビリンスシールを通る際、この流体は、軸方向に離隔したシール歯どうしの間を流れ、回転部品の周りを周方向に流れる。これにより流体が有意な接線方向の速度成分を得ることで、ターボ機械のロータが不安定になることがある。このようなロータの不安定性の大きさは、ラビリンスシール内の周方向の流れ成分の関数である。

【0004】

蒸気タービンでさらに多くの堅固なシールを使用すると、スワールに起因するロータダイナミクスの不安定性は、大型の蒸気用途にとってさらに重篤となる。従来の抗スワール歯が軸方向の空間をさらに要し、摩擦の面でも好ましくはなかったのは、大量の熱を生成 50

するロータとの摩擦を避けるように十分な大きさのクリアランスを設ける必要があるためである。ロータを損傷するリスクを低減するために、通常は、抗スワール機構を備えた従来のシールセグメントを、スプリング要素を備えた静止部品に組み付けることで、ロータ摩擦の際にシールリングを静止部品から取り外せるようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許第7731476号

【発明の概要】

【0006】

10

本発明の実施形態は、ターボ機械の回転部品と静止部品との間をシールするシールアセンブリを含む。このシールアセンブリは、静止部品から半径方向内向きに突出して軸方向に離隔した複数の歯を有し、この複数の歯のうち少なくとも1つが、この複数の歯を軸方向に貫通する1以上の穴を有する。この穴を通る作動流体の軸方向流れは、シールキャビティ内の旋回流を遮断するエアカーテンとして機能し、もってロータダイナミクスを不安定化しかねない蒸気力を低減する。

【0007】

本発明の第1の態様は、ターボ機械の回転部品と静止部品との間をシールするシールアセンブリを提供する。このシールアセンブリは、静止部品から半径方向内向きに突出して軸方向に離隔した複数の歯を有し、この複数の歯のうち少なくとも1つが、この歯を軸方向に貫通する1以上の穴を有する。

20

【0008】

本発明の第2の態様は、ターボ機械を提供する。このターボ機械は、回転部品と、回転部品を実質的に囲繞する静止部品と、静止部品に結合されたシールアセンブリであって、静止部品から半径方向内向きに突出して軸方向に離隔した複数の歯を有し、複数の歯のうち少なくとも1つが、この歯を軸方向に貫通する1以上の穴を有する、シールアセンブリとを有する。

【0009】

本発明の様々な実施形態を図示した添付図面に関連する、本発明の様々な態様の下記の詳細な説明から、本発明のこれら及びその他の特徴をより容易に理解できよう。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の一実施形態に係るシールアセンブリを有するターボ機械の部分断面図である。

【図2】本発明の一実施形態に係るシールシステムの断面図である。

【図3】本発明の一実施形態に係るシールアセンブリの部分斜視図である。

【図4】本発明の一実施形態に係るシールシステムの断面図である。

【図5】本発明の一実施形態に係る、図2及び図4のAに沿った、シール歯の穴の様々な代替形状の断面図である。

【図6】本発明の一実施形態に係るシールアセンブリのシール歯の拡大斜視図である。

40

【図7】本発明の一実施形態に係る、図6の7-7線に沿った、シール歯の断面図である。

。

【図8】本発明の一実施形態に係る、図7の8-8線に沿った、シール歯の断面図である。

。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の図面は必ずしも縮尺通りではないことに留意されたい。本図面は、本発明の典型的な態様のみを図示することを意図しているため、本発明の範囲を限定するものとみなすべきではない。図面では、それぞれの図面間で同様の符号は同様の要素を示す。

【0012】

50

図1に、本発明の一実施形態に係る、ラビリンスシール100を有する機械10の部分断面図を示す。図1～図4を蒸気タービンに関連して図示及び説明するが、本発明の様々な実施形態の教示を、その他のターボ機械にも同様に適用でき、あくまでも、ターボ機械の1タイプとして本発明の態様を説明するために例として蒸気タービンを用いているにすぎないことを理解されたい。

#### 【0013】

図1を参照すると、ターボ機械10は、回転部品102及び静止部品104を含む。静止部品104は、回転部品102を実質的に囲繞する。ターボ機械10は、静止部品104に結合した1以上のシールアセンブリ100をさらに含んでいる。図2に示すように、一実施形態では、弧状パッキングリング108のマウント部106を静止部品104の溝110に嵌合させることによって、シールアセンブリ100を静止部品104に連結させることができる。

#### 【0014】

シールアセンブリ100は、複数の弧状パッキングリング108（図ではその1つしか示していない。）を含む。弧状パッキングリング108は、回転部品102に近接して囲繞するアニュラスを形成するように構成できる。図2に示す実施形態では、シールアセンブリ100はラビリンスシールを含んでおり、ラビリンスシールは、静止部品104から回転部品102に向かって半径方向内向に突出して軸方向に離隔した複数の歯112を有している。複数のシール歯112を、各パッキングリング108と結合させてもよい。複数のシール歯112は、特に限定されないが、埋設、コーティング又は機械加工などの公知又は今後開発される方法によって、各々の弧状パッキングリング108に結合すればよい。複数のシール歯112は、回転部品102に向かって半径方向に延在するとともに、回転部品102の周りで周方向に延在することによって、複数のシール歯112は、機械10（図1）に沿って存在し得る流れの漏れをシールする。図2に示すように、ラビリンスシールシステム100は、上流の高圧側 $P_H$ と下流の低圧側 $P_L$ を有する。ターボ機械10（図1）からの作動流体は、シール100の高圧側 $P_H$ から低圧側 $P_L$ へと流れる。

#### 【0015】

図2に示すように、本発明の一実施形態では、複数のシール歯112のうち1以上のシール歯112が、回転部品102の軸方向にシール歯112を貫通する穴114を有している。本明細書で説明する通り、1以上の穴114は、複数のシール歯112と回転部品102との間でロータで惹起されるスワールを低減する役割を果たす。

#### 【0016】

各穴114はシール歯112を軸方向に貫通し、シール歯112の弧状部分（例えば、図3に示すシールアセンブリ100の弧状部分）に沿って周方向に複数の穴114を含んでいてもよい。

#### 【0017】

穴114は、望ましい任意の形状又は寸法のものとすることができます。例えば、3通りの異なる形状の穴114を図5に示す。第1の例では、実質的に円筒形の穴114がシール歯112を貫通している。円筒形の穴114は、シール歯112を通る実質的に円筒形の管状穴を含む。また、第2の例では、穴114は、軸方向及び周方向にシール歯112を貫通するスロットを含む。図5では、シール歯112の遠位端を丸みが付けられたスロット又は切欠が設けられ、丸みが付けられた長方形の管状穴がシール歯112を貫通する。第3の例では、丸みが付けられた切欠は第2の例と同様に作られるが、第3の例では、切欠が、シール歯112の遠位端からシール歯112の基部まで延在している。

#### 【0018】

一実施形態では、穴114がシール歯112において実質的に水平方向に（即ち、回転部品102の中心線に平行に）延在している。別の実施形態では、図6～図8に示すように、穴114がシール歯112において軸方向角をなして（即ち、回転部品102の中心線に対して非平行に）延在している。角度を付けた穴114を使用すると、シールアセンブリ100を流れる作動流体の流路拡張、及び／又はスワール遮断の増大又は減少を所望

10

20

30

40

50

通りに行える。例えば、穴 114 は、軸方向角度が大きいほど（即ち、回転部品 102 に対して平行な状態から離れるように角度をなす程）、穴 114 内の流路は長尺となり、より効果的なスワール遮断を行えるであろう。一実施形態では、穴 114 が、約 0 ~ 約 90 度の範囲の軸方向角において角度をなす。図 6 ~ 図 8 に示すように、穴 114 が、回転部品 102 の半径方向及び軸方向に対する接線方向において周方向に角度をなし、旋回流方向に抗する周方向の速度成分を生成するようにしてもよい。一実施形態では、穴 114 が約 0 ~ 約 60 度の範囲の接線方向角において角度をなしている。

#### 【 0019 】

穴 114 がいずれかの所望のシール歯 112 に設けられるが、一実施形態では、穴 114 が第 1 の上流歯 112（例えば、図 3 を参照）のみ、又は第 2 の上流歯 112（例えば、図 2 を参照）のみに設けられる。本明細書で説明する通り、上流歯 112 に穴 114 を設けると、適度にスワールを低減できると同時に、穴が無い下流歯 112 にも適度なシールをもたらすことができる。

#### 【 0020 】

穴 114 を有するシール歯 112 が、シール歯というよりもスワール遮断歯として機能するのは、穴 114 を有する歯 112 を作動流体が流れるためである。したがって、穴 114 を有する歯 112 の目的は、第 1 にシールアセンブリ 100 を流れる作動流体のスワールを低減することであり、穴 114 が無いシール歯 112 の機能である、回転部品 102 と静止部品 104 の間を通過する作動流体を低減させることではない。

#### 【 0021 】

一実施形態では、製造の便宜上、穴 114 が（図 3 に示すように）軸方向に整列されるように、隣り合う歯 112 の穴 114 が周方向に配置され、別の実施形態では、例えば穴 114 が周方向に傾斜角をなして周方向に穿孔される場合のように穴 114 が整列しないよう、穴 114 が周方向に千鳥状になっている。

#### 【 0022 】

図 4 に示す実施形態では、抗スワール穴 114 を有するシール歯 112 が、静止部品 104 の一体部分である。この構成には、コンパクトな設計という更なる利点がある。これとは逆に、従来の抗スワール機構は、通常は軸方向に角度をなした歯を使用しており、効果的に流れの方向を変えるにはかなりの軸方向の幅が必要である。これらの従来の抗スワール歯は、角張っているためロータの摩擦の点で好ましくなく、セグメント化されたパッキングリングに実装される必要がある。このパッキングリングは、シールセグメントと静止部品の間の相対運動を可能とするばね手段を介して静止部品に設置される。これとは逆に、本発明の実施形態で開示する抗スワール機構は、肉厚ではない薄型の、軸方向に角度をなした歯に実装される。したがって、特許請求されている発明であるシール歯 112 は、回転部品 102 を損傷するリスクが無い限り、静止部品 104 の一体部分であっても、非移動部分の静止部品 104 に堅く取り付けられていてもリンクしていくてもよい。したがって、図 4 に示す実施形態では、一体歯 112 は回転部品 102 に向かって / 回転部品 102 から離れる方向に移動することはない。

#### 【 0023 】

別の実施形態では、図 2 に示すように、シール歯 112 がパッキングリング 108 にマウントされ、パッキングリング 108 のマウント部 106 が、マウント部 106 が周方向溝 110 内を半径方向に移動可能であるように、溝 110 内に配置されている。従来のラビリンスシールと同様に、マウント部 106 は（例えば、図示しないばねを用いて）半径方向に回転部品に向かって或いは回転部品から離れる方向に移動することによって、シール歯 112 を回転部品 102 に向かって或いは回転部品 102 から離れる方向に移動させる。

#### 【 0024 】

穴 114 を有するシール歯 112 は、穴 114 によって、シールアセンブリ 100 を移動する作動流体を動かす役割を果たす。これによってエアカーテン効果を創出することができ、穴 114 からの軸方向の噴流が、シールキャビティ内の旋回流を遮断するので、口

10

20

30

40

50

ータダイナミクスの安定性が向上する。ここで説明するスワール遮断機構を用いて、ロータダイナミクスに関連する分野の課題を軽減できる。例えば、タービンが蒸気スワールに起因する高いロータ振動を有していると考えられる場合は、スワール遮断機構（例えば、図2及び図4に示す穴114）を、既存の内向きの歯に簡単に追加して、スワールを低減できる。

#### 【0025】

上述の通り、シールアセンブリ100は、回転部品102を近接して囲繞するアニュラスを形成するように構成される。図1に戻ると、シールアセンブリ100が近接して囲繞するのは、漏れ防止及びスワール低減を要する回転部品102のどの部分であってもよい。例えば、シールアセンブリ100がロータ102に近接してこれを囲繞していてもよい。或いは、シールアセンブリ100が、バケットアセンブリ124に近接してこれを囲繞することで、バケット先端の漏れ及びスワールを低減してもよい。10

#### 【0026】

本明細書で用いた用語は、特定の実施形態を説明するためのものにすぎず、本発明を限定するものではない。本明細書において、単数形で記載したものは、文脈から別途明らかな場合を除き、複数形も包含する。さらに、「含む」及び／又は「備える」という用語は、本明細書では、標記の特徴、整数、ステップ、動作、構成要素、部品及び／又はそれらの群が存在することを意味するが、その他の1以上の特徴、整数、ステップ、動作、構成要素、部品及び／又はそれらの群が存在することを除外するものではない。20

#### 【0027】

本明細書では、本発明を最良の形態を含めて開示するとともに、装置又はシステムの製造・使用及び方法の実施を始め、本発明を当業者が実施できるようにするために、例を用いて説明してきた。本発明の特許性を有する範囲は、特許請求の範囲によって規定され、当業者に自明な他の例も包含する。かかる他の例は、特許請求の範囲の文言上の差のない構成要素を有しているか、或いは特許請求の範囲の文言と実質的な差のない均等な構成要素を有していれば、特許請求の範囲に記載された技術的範囲に属する。

#### 【符号の説明】

#### 【0028】

##### 10 機械

100 シールアセンブリ

30

102 回転部品

104 静止部品

106 マウント部

108 弧状パッキングリング

110 溝

112 軸方向に離隔した歯

114 穴

124 囲繞バケットアセンブリ

【図1】

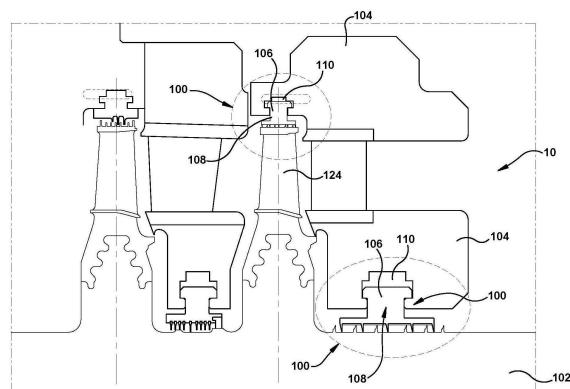


FIG. 1

【図3】

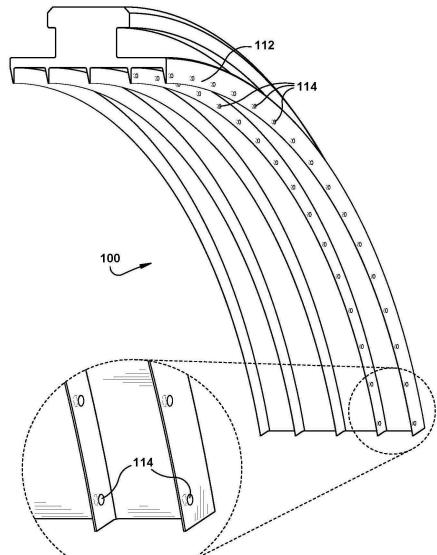


FIG. 3

【図2】

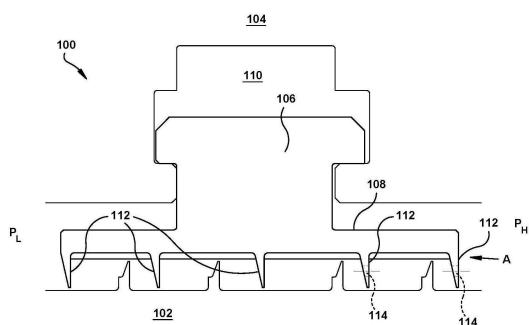


FIG. 2

【図4】

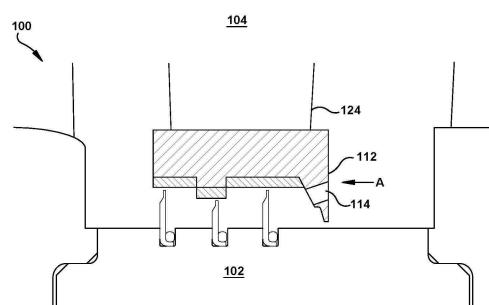


FIG. 4

【図5】

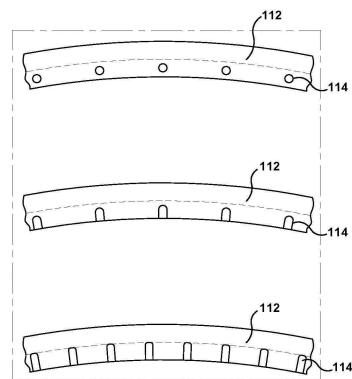


FIG. 5

【図6】

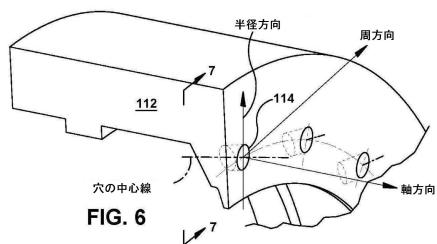
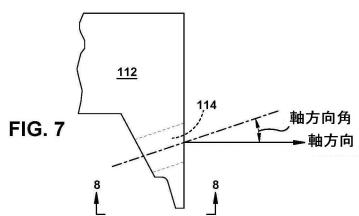
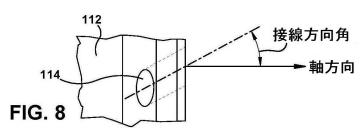


FIG. 6

【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 シャオチン・ツエン

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12345、スケネクタディ、リバー・ロード、1番

(72)発明者 ダニエル・マーク・ブラウン

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12345、スケネクタディ、リバー・ロード、1番

(72)発明者 ジェイソン・ワインフレッド・ジュウェット

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12345、スケネクタディ、リバー・ロード、1番

(72)発明者 フレッド・トーマス・ウィレット, ジュニア

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12345、スケネクタディ、リバー・ロード、1番

審査官 濱戸 康平

(56)参考文献 特開2011-247307(JP,A)

特開昭62-131902(JP,A)

特開昭63-050607(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 11/00, 25/00

F02C 7/28