

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4718991号  
(P4718991)

(45) 発行日 平成23年7月6日(2011.7.6)

(24) 登録日 平成23年4月8日(2011.4.8)

(51) Int.Cl.	F I		
FO1D 11/02 (2006.01)	FO1D 11/02		
FO1D 11/08 (2006.01)	FO1D 11/08		
FO2C 7/28 (2006.01)	FO2C 7/28	A	
FO1D 25/00 (2006.01)	FO2C 7/28	B	
FO2C 7/00 (2006.01)	FO1D 25/00	X	
請求項の数 3 (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2005-370129 (P2005-370129)  
 (22) 出願日 平成17年12月22日(2005.12.22)  
 (65) 公開番号 特開2007-170302 (P2007-170302A)  
 (43) 公開日 平成19年7月5日(2007.7.5)  
 審査請求日 平成20年3月25日(2008.3.25)

(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  
 (74) 代理人 100078765  
 弁理士 波多野 久  
 (74) 代理人 100078802  
 弁理士 関口 俊三  
 (74) 代理人 100077757  
 弁理士 猿渡 章雄  
 (74) 代理人 100122253  
 弁理士 古川 潤一  
 (72) 発明者 上村 健司  
 神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地  
 株式会社東芝 京浜事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シール装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転部と静止部との隙間の、その回転部および静止部のうち、いずれか一方にシールフィンを備え、前記シールフィンに対峙する前記回転部および静止部のうち、いずれか一方の基材にアブレイダブル層とボンドコート層とを組み合わせた被覆層を備えたシール装置において、

前記ボンドコート層は、Ni基合金鋼、コバルト基合金鋼のうちいずれかをガス炎溶射およびプラズマ溶射のいずれかで生成し、気孔率が2.0%以下に維持される構成にしたことを特徴とするシール装置。

【請求項2】

前記ボンドコート層は、線膨張係数を、基材の線膨張係数とアブレイダブル層の線膨張係数との中間値に設定したことを特徴とする請求項1記載のシール装置。

【請求項3】

請求項1又は2記載のものを流体機械に適用することを特徴とするシール装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、静止部と回転部との隙間から漏出する流体の、その漏出のより一層の低減化を図ったシール装置に関する。

【背景技術】

## 【 0 0 0 2 】

例えば、発電プラントに使用される蒸気タービンやガスタービンの仕事効率は、タービン翼を回転させて動力（回転トルク）を発生させる流体量に影響している。つまり、タービンの静止部と回転部との隙間から漏出する流体を如何に低減させるかのシール技術がタービン性能を左右する。

## 【 0 0 0 3 】

このため、動力発生に寄与しない流体を抑制するシール技術は、タービンの性能を向上させる重要な技術として位置付けられている。

## 【 0 0 0 4 】

このように、仕事効率向上にとって重要な技術として位置付けられているシール技術を組み込んだ蒸気タービンには、例示として図 4 に示す構成のものがある。

10

## 【 0 0 0 5 】

この蒸気タービンは、高圧タービン 1 と中圧タービン 2 とを一つのタービンケーシング 3 に収容させる、いわゆる高中圧一体タービン 4 とし、高中圧一体タービン 4 に低圧タービン 5 を軸直結させる構成になっている。

## 【 0 0 0 6 】

高中一体タービン 4 のうち、高圧タービン 1 および中圧タービン 2 のそれぞれは、一つで共用するタービンロータ 6 をタービンケーシング 3 の中央に収容している。

## 【 0 0 0 7 】

また、高圧タービン 1 および中圧タービン 2 のそれぞれは、タービンケーシング 3 に係合させるタービンノズル（静翼）とタービンロータ 6 に植設するタービン動翼（羽根）とでタービン段落を構成し、このタービン段落をタービンロータ 6 の軸方向に沿って複数段に亘って配列している。

20

## 【 0 0 0 8 】

一方、高中圧一体タービン 4 のタービンロータ 6 に軸直結する低圧タービンロータ 7 を備える低圧タービン 5 は、高中圧一体タービン 4 とクロスオーバ管 8 で結ばれ、クロスオーバ管 8 を低圧タービンケーシング 1 3 の中央に配置する対向流タイプになっている。

## 【 0 0 0 9 】

対向流タイプの低圧タービン 5 は、高中圧一体タービン 4 と同様に、内部ケーシング 9 に係合させるタービンノズル（静翼） 1 1 と低圧タービンロータ 7 に植設するタービン動翼 1 2 とでタービン段落を構成し、このタービン段落を低圧タービンロータ 7 の軸方向に沿い、かつクロスオーバ管 8 を中心に両側に向って複数段に亘って配列している。

30

## 【 0 0 1 0 】

また、低圧タービン 5 には、仕事を終えた蒸気を凝縮させる復水器 1 0 が設けられている。

## 【 0 0 1 1 】

他方、タービン段落を構成するタービンノズル 1 1 およびタービン動翼 1 2 のうち、タービンノズル 1 1 は、図 5 に示すように、一端をリング状のダイアフラム外輪 1 4 で支持させ、他端をリング状のダイアフラム内輪 1 5 で支持させている。

## 【 0 0 1 2 】

また、ダイアフラム内輪 1 5 は、シールフィン 1 6 を備え、このシールフィン 1 6 を図 6 に示すように、凸部 1 8 と凹部 1 9 を備えたタービンロータ 6（低圧タービンロータ 7）に対峙させ、隙間 1 7 からの蒸気の漏出を封止している。

40

## 【 0 0 1 3 】

また、ダイアフラム外輪 1 4 は、タービンケーシング 3（低圧タービンケーシング 1 3）に係合させてタービン動翼 1 2 まで延びている。

## 【 0 0 1 4 】

タービン動翼 1 2 は、底部側をタービンロータ 6（低圧タービンロータ 7）から削り出したタービンディスク 2 0 に植設するとともに、頂部側にシュラウド 2 1 を備え、このシュラウド 2 1 に設けたシールフィン 1 6 をダイアフラム外輪 1 4 に対峙させ、隙間 1 7 か

50

らの蒸気の漏出を封止している。

【0015】

このように、従来の蒸気タービンは、静止部であるダイアフラム内輪15と回転部であるタービンロータ(低圧タービンロータ7)との隙間17や、静止部であるダイアフラム外輪14と回転部であるタービン動翼12のシュラウド21との隙間17のそれぞれにシールフィン16を備え、蒸気の漏出を封止し、動力発生に寄与させていた。

【0016】

なお、静止部と回転部との隙間にシール装置を設けた技術には、例えば、特許文献1や特許文献2等に見られるように、数多くの発明が開示されている。

【特許文献1】特開2001-123803号公報

【特許文献2】特開2005-220879号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

図5や図6で示したシール装置は、蒸気タービンやガスタービン等の流体機械に従来から数多く使用されてきたが、運転中に発生する振動等によって静止部としてのタービンノズル11を支持するダイアフラム内外輪15, 14と回転部としてのタービンロータ6(低圧タービンロータ7)、タービン動翼12のシュラウド21とが接触し、シールフィン16の一部が折損し、蒸気等の漏出を確実に封止することに限界があった。

【0018】

このような状況の下、最近のシール装置では、回転部または静止部のうち、いずれか一方の基材に、被削性に富むアブレイダブル層を被覆させた技術が提案されている。

【0019】

このアブレイダブル層は、コーティング材の中にプラスチックやグラファイトなどの強度物質を分散させ、あたかもスポンジのような層になっている。

【0020】

このため、アブレイダブル層は、運転中、振動等によって静止部と回転部とが抵触事故を起こしてもシールフィン16の折損事故はなくなったものの、基材との密着強度が著しく低下する等の問題を抱えていた。

【0021】

また、シール装置が温度300以上の流体を取り扱うことを考慮すると、基材とアブレイダブル層との間に密着性に優れたボンドコート層を必要とするが、このボンドコート層は、腐食物質に対する耐食性、高温中の耐酸化性、耐水蒸気酸化性等の特性が求められていた。

【0022】

このため、静止部と回転部とが接触しても、蒸気等の漏出封止を長く維持できる新たなシール装置の実現が望まれていた。

【0023】

本発明は、このような事情に基づいてなされたもので、基材とアブレイダブル層との密着性を強固に維持させるとともに、流体の漏出封止をより一層強化し、流体の漏出をより一層少なくさせたシール装置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】

【0024】

本発明に係るシール装置は、上述の目的を達成するために、請求項1に記載したように、回転部と静止部との隙間の、その回転部および静止部のうち、いずれか一方にシールフィンを備え、前記シールフィンに対峙する前記回転部および静止部のうち、いずれか一方の基材にアブレイダブル層とボンドコート層とを組み合わせた被覆層を備えたシール装置において、前記ボンドコート層は、Ni基合金鋼、コバルト基合金鋼のうちいずれかをガス炎溶射およびプラズマ溶射のいずれかで生成し、気孔率が2.0%以下に維持される構成にしたものである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 6 】

また、本発明に係るシール装置は、上述の目的を達成するために、前記ボンドコート層は、線膨張係数を、基材の線膨張係数とアブレイダブル層の線膨張係数との中間値に設定したものである。

## 【 0 0 2 8 】

また、本発明に係るシール装置は、上述の目的を達成するために、流体機械に適用するものである。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 9 】

本発明に掛かるシール装置は、流体機械の回転部および静止部のうち、いずれか一方に設けたシールフィンに対峙する回転部および静止部のうち、いずれか一方の基材にアブレイダブル層とボンドコート層とを組み合わせた被覆層を備えたので、運転中に発生する振動等によって回転部と静止部とが接触してもシールフィンを折損させることがなく、確実に流体の漏出を封止することができる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 3 0 】

以下、本発明に係るシール装置の実施形態を図面および図面に付した符号を引用して説明する。

## 【 0 0 3 1 】

図 1 は、本発明に係るシール装置を示す概念図である。

## 【 0 0 3 2 】

本実施形態に係るシール装置は、例えばタービンロータやタービン動翼等の流体機械の回転部 3 1 および、例えばタービンノズルを支持するダイアフラム内輪、ダイアフラム外輪等の静止部 3 0 のうち、いずれか一方の基材 3 2 にアブレイダブル層（上層）3 5 と接着剤として機能させるボンドコート層（下層）3 6 とを組み合わせた被覆層 3 3 を形成したものである。

## 【 0 0 3 3 】

具体的には、図 2 に示すように、回転部 3 1 をタービン動翼のシュラウドとし、このシュラウドに設けたシールフィン 3 4 に対峙する静止部 3 0 をダイアフラム外輪とし、このダイアフラム外輪 3 0 の基材 3 2 に被覆層 3 3 を設けている。

## 【 0 0 3 4 】

また、別の具体例では、図 3 に示すように、静止部 3 0 をタービンノズルを支持するダイアフラム内輪とし、このダイアフラム内輪 3 1 に設けたシールフィン 3 4 に対峙する回転部 3 1 をタービンロータ（低圧タービンロータ）とし、このタービンロータ（低圧タービンロータ）の基材 3 2 に被覆層 3 3 を設けている。

## 【 0 0 3 5 】

回転部 3 1 または静止部 3 0 の基材 3 2 は、マルテンサイトもしくはベイナイト組織の鉄基合金が使用される。

## 【 0 0 3 6 】

また、被覆層 3 3 の上層としてのアブレイダブル層 3 5 は、被削性に優れた NiCrAl 合金および、ベントナイト（BN）からなる組成系、NiCrFeAl 合金およびベントナイト（BN）からなる組成系、MCrAlY 合金およびベントナイト（BN）からなる組成系のうち、いずれかが選択されて使用される。

## 【 0 0 3 7 】

一方、被覆層 3 3 の下層としてのボンドコート層 3 6 は、Ni 基合金鋼、例えばインコネル 6 2 5 のように、Ni - Cr 合金系、Ni に 5 wt % の Al を添加した Ni - Al 合金系、例えば、CoNiCrAlY のようなコバルト基合金系、Ni - Mo 合金鋼、例えばハイテロイ C、純ニッケルのうち、いずれかが選択されて使用される。

## 【 0 0 3 8 】

また、ボンドコート層 3 6 は、耐食性、耐酸化性、耐水蒸気酸化性をより一層強化する

10

20

30

40

50

ため、高速ガス炎溶射（HVOF）および高出力プラズマ溶射のうち、いずれかが選択され、気孔率が2.0%以下になるように調整されている。

【0039】

そして、耐食性を強化するために高速ガス炎溶射（HVOF）等を行ったボンドコート層36は、その線膨張係数を基材32の線膨張係数とアブレイダブル層35の線膨張係数との中間値に設定し、運転中に発生する熱応力に対処させている。

【0040】

例えば、従来の蒸気タービンの場合、回転部31と静止部30との間にシールフィン34を介装させた場合、その隙間（クリアランス）は0.5～0.7mmであり、回転部31と静止部30とが接触するとシールフィン34が折損し、流体の漏出封止を十分に維持させることができなかった。

10

【0041】

また、従来の蒸気タービンは、回転部31または静止部30の基材としてマルテンサイトもしくはベイナイト組織の鉄基合金を使用することが多いために、長年の使用の結果、基材の耐食性、耐酸化性、耐水蒸気酸化性を持続できない等の不具合を抱えていた。

【0042】

しかし、本実施形態は、基材32にアブレイダブル層35とボンドコート層36と組み合わせた被覆層33を被着させるとともに、アブレイダブル層35に被削性に優れた、例えばNiCrAl合金等を用いる一方、ボンドコート層36に耐食性、耐酸化性、耐水蒸気酸化性に優れた、例えばNi-Al合金を用い、かつ高速ガス炎溶射（HVOF）または高出力プラズマ溶射を行い、気孔率2.0%以下に維持させたので、シールフィン34の隙間を0.2mmまで小さくすることができ、また、隙間を0.2mmに設定した場合、回転部31と静止部30とが接触してもシールフィン34に折損が無かったことも実験によって確認され、優れたシール装置を実現することができた。

20

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本発明に係るシール装置に適用する基材に被覆層を被着させた実施形態を示す概念図。

【図2】本発明に係るシール装置の具体例を示すもので、静止部にシールフィンを設け、シールフィンに対峙する回転部の基材に被覆層を被着させた実施形態を示す概念図。

30

【図3】本発明に係るシール装置の別の具体例を示すもので、回転部にシールフィンを設け、シールフィンに対峙する静止部の基材に被覆層を被着させた実施形態を示す概念図。

【図4】従来の蒸気タービンを示す概念図。

【図5】従来の蒸気タービンに適用する静止部としてのノズルダイアフラムを示す半割れ状の斜視図。

【図6】従来の蒸気タービンの静止部と回転部とのそれぞれにシール装置を設けた部分断面図。

【符号の説明】

【0044】

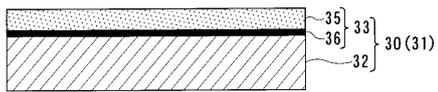
- 1 蒸気タービン
- 2 中圧タービン
- 3 タービンケーシング
- 4 高中圧一体タービン
- 5 低圧タービン
- 6 タービンロータ
- 7 低圧タービンロータ
- 8 クロスオーバ管
- 9 内部ケーシング
- 10 復水器
- 11 タービンノズル

40

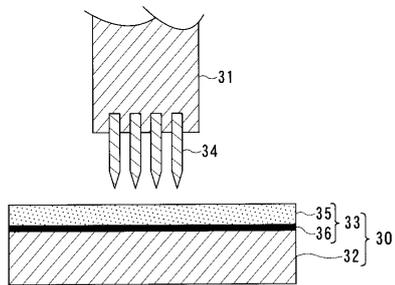
50

- 1 2 タービン動翼
- 1 3 低压タービンケーシング
- 1 4 ダイアフラム外輪
- 1 5 ダイアフラム内輪
- 1 6 シールフィン
- 1 7 隙間
- 1 8 凸部
- 1 9 凹部
- 2 0 タービンディスク
- 2 1 シュラウド
- 3 0 静止部
- 3 1 回転部
- 3 2 基材
- 3 3 被覆層
- 3 4 シールフィン
- 3 5 アブレイダブル層
- 3 6 ボンドコート層

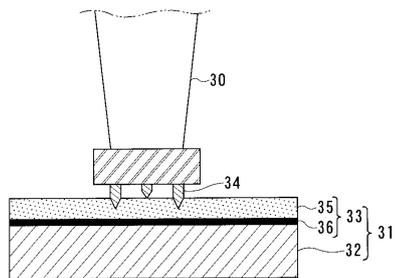
【図1】



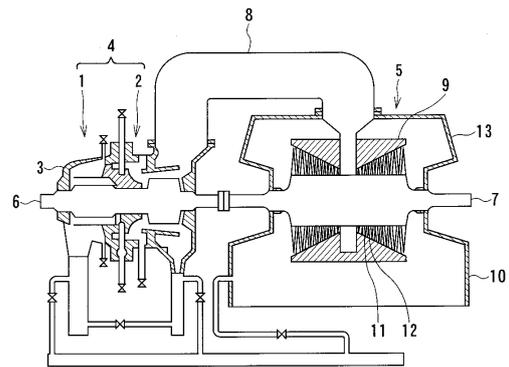
【図2】



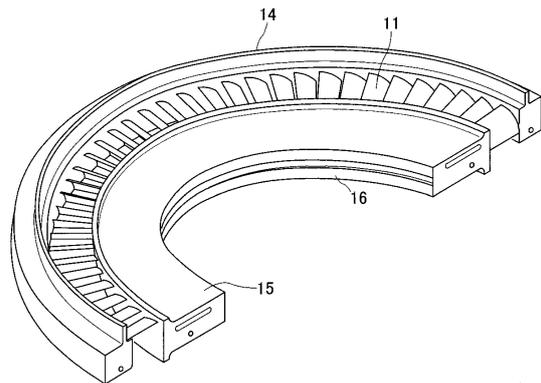
【図3】



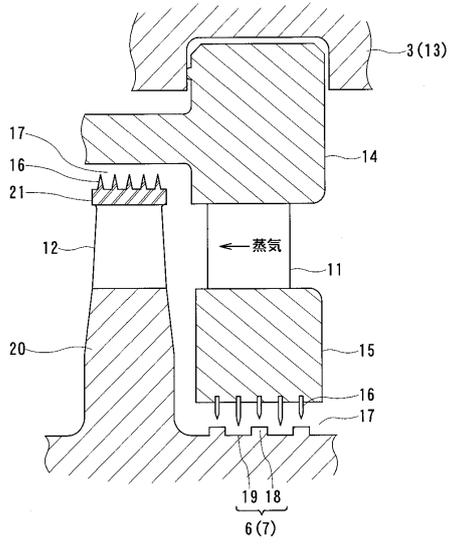
【図4】



【図5】



【図6】



## フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I  
 F 0 1 D 25/00 L  
 F 0 2 C 7/00 D  
 F 0 2 C 7/00 C
- (72)発明者 佐々木 隆  
 神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内
- (72)発明者 榊田 均  
 神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内
- (72)発明者 津田 陽一  
 神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内
- (72)発明者 浅井 知  
 神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

審査官 寺町 健司

- (56)参考文献 特開2004-211896(JP,A)  
 米国特許出願公開第2004/0115351(US,A1)  
 特開平09-316622(JP,A)  
 特開2002-106301(JP,A)  
 特開2001-279473(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)  
 F 0 1 D 1 / 0 0 - 1 1 / 1 0  
 F 0 1 D 2 5 / 0 0  
 F 0 2 C 7 / 2 8 , 0 0