

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6163059号  
(P6163059)

(45) 発行日 平成29年7月12日(2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日(2017.6.23)

(51) Int.Cl.	F I	
FO1D 11/02 (2006.01)	FO1D 11/02	
FO1D 25/00 (2006.01)	FO1D 25/00	L
FO1D 25/24 (2006.01)	FO1D 25/24	P
FO2C 7/28 (2006.01)	FO1D 25/24	N
FO1D 9/04 (2006.01)	FO2C 7/28	A
請求項の数 6 (全 7 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2013-188846 (P2013-188846)	(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
(22) 出願日	平成25年9月11日(2013.9.11)	(74) 代理人	100111121 弁理士 原 拓実
(65) 公開番号	特開2015-55186 (P2015-55186A)	(74) 代理人	100118474 弁理士 寺脇 秀▲徳▼
(43) 公開日	平成27年3月23日(2015.3.23)	(74) 代理人	100141911 弁理士 栗原 譲
審査請求日	平成28年2月9日(2016.2.9)	(74) 代理人	100200137 弁理士 浅野 良介
		(72) 発明者	仁木 隆裕 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 シール装置及びシール装置の製造方法、流体機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

隙間を設けて配置された回転部と静止部のうち、いずれか一方にシールフィンを備えて、前記隙間からの流体の漏出を封止するシール装置において、前記シールフィンに対峙する前記回転部または前記静止部の基材にアブレイダブル層が設けられ、このアブレイダブル層は、未溶融母材の内部に固体潤滑剤を内包させて構成され、前記固体潤滑剤の割合を調整して、アブレイダブル層中の固体潤滑剤の分散率を調整したシール装置。

【請求項2】

前記未溶融母材は、固体潤滑剤よりも強度の高い金属材料である請求項1に記載のシール装置。

【請求項3】

前記未溶融母材は、銅系合金、アルミ系合金、すず系合金のいずれかである請求項1に記載のシール装置。

【請求項4】

前記アブレイダブル層は、コールドスプレー法を用いて形成させた請求項1乃至3のいずれか1項に記載のシール装置。

【請求項5】

隙間を設けて配置された回転部と静止部のうち、いずれか一方にシールフィンを備えて、

前記隙間からの流体の漏出を封止するシール装置の製造方法において、  
前記シールフィンに対峙する前記回転部または前記静止部の基材にコールドスプレー法を用いてアブレイダブル層を設けることにより、未熔融母材の内部に固体潤滑剤を内包させ、  
前記固体潤滑剤の割合を調整して、アブレイダブル層中の固体潤滑剤の分散率を調整するシール装置の製造方法。

【請求項 6】

タービンロータに複数枚のタービン動翼が周方向に設けられて構成された回転部と、前記タービン動翼へ作動流体を案内するタービンノズルがダイアフラム内輪及びダイアフラム外輪に支持されて構成された静止部と、を有する流体機械において、  
請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のシール装置を備えた流体機械。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、シール装置及びシール装置の製造方法、流体機械に関する。

【背景技術】

【0002】

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、タービン動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。このため、動力発生に寄与しない流体の漏出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。

20

【0003】

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、例えば図 6 に示すものがある。

【0004】

この蒸気タービン 100 は、タービンロータ 101 に複数枚のタービン動翼 102 が周方向に設けられて構成された回転部 103 と、タービン動翼 102 へ蒸気を案内するタービンノズル 104 がダイアフラム内輪 105 及びダイアフラム外輪 106 に支持されて構成された静止部 107 と、を有している。

30

【0005】

タービン動翼 102 とタービンノズル 104 とは対をなしてタービン段落を構成し、このタービン段落がタービンロータ 101 の軸方向に複数段に亘って配列されている。尚、ダイアフラム外輪 106 はタービンケーシング 108 に係合されている。

【0006】

上述の回転部 103 と静止部 107 とは隙間 109 を設けて配置され、この隙間 109 からの蒸気の漏出が、シールフィン 111 を備えたシール装置 110 によって封止される。つまり、タービン動翼 102 のシュラウド 112 に設けられたシールフィン 111 が、タービン動翼 102 のシュラウド 112 とダイアフラム外輪 106 との隙間 109 からの蒸気の漏出を封止している。また、ダイアフラム内輪 105 に設けられたシールフィン 111 が、ダイアフラム内輪 105 とタービンロータ 101 との隙間 109 からの蒸気の漏出を封止している。

40

【0007】

尚、静止部 107 と回転部 103 との隙間 109 にシール装置 110 を設けた技術については、数多くの発明が開示されている。

【0008】

図 6 に示すシール装置 110 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 107 としてのタービンノズル 104、及びこのタービンノズル 104 を支持するダイアフラム内外輪 105、106 と、回転部 103 としてのタービンロータ 101、タービン動翼 102 及びシュラ

50

ウド 1 1 2 とが接触し、シールフィン 1 1 1 の一部が折損もしくは減耗し、蒸気等の漏出を確実に封止することに限界があった。

【 0 0 0 9 】

このような状況の下、最近のシール装置 1 1 0 では、回転部 1 0 3 または静止部 1 0 7 のうち、シールフィン 1 1 1 に対峙するいずれか一方の基材に、被削性に富むアブレイダブル層（不図示）を被覆させた技術が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 1 0 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 1 2 3 8 0 3 号公報

10

【特許文献 2】特開 2 0 0 5 - 2 2 0 8 7 9 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 7 - 1 7 0 3 0 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

ところで、前記アブレイダブル層は、コーティング材中にプラスチックやグラファイトなどの強度の低い物質を分散させてあたかもスポンジのような層になっているものや、BN（ベントナイト）のような固体潤滑剤を分散させたものがあり、いずれも被削性を確保している。

【 0 0 1 2 】

20

このため、アブレイダブル層は、蒸気タービン 1 0 0 の運転中に、振動等によってシールフィン 1 1 1 と静止部 1 0 7 または回転部 1 0 8 とが接触しても、シールフィン 1 1 1 の折損を防止できるものの、蒸気中に含まれる酸化スケール等の異物で侵食・減肉する挙動が発生する恐れがある。

【 0 0 1 3 】

本発明が解決しようとする課題は、流体の漏出封止に関する信頼性を向上できるシール装置及びシール装置の製造方法、流体機械を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本実施形態に係るシール装置は、隙間を設けて配置された回転部と静止部のうち、いずれか一方にシールフィンを備えて、前記隙間からの流体の漏出を封止するシール装置において、前記シールフィンに対峙する前記回転部または前記静止部の基材にアブレイダブル層が設けられ、このアブレイダブル層は、未溶融母材の内部に固体潤滑剤を内包させて構成され、前記固体潤滑剤の割合を調整して、アブレイダブル層中の固体潤滑剤の分散率を調整したものである。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】本実施形態のシール装置を示す図。

【図 2】本実施形態のシール装置を静止部に適用した具体例を示す図。

【図 3】本実施形態のシール装置を回転部に適用した具体例を示す図。

40

【図 4】本実施形態のシール装置をシュラウドおよびシールフィンに適用した具体例を示す図。

【図 5】従来の蒸気タービンにおけるシール装置を、タービン動翼及びタービンノズル等と共に示す部分断面図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

以下、実施形態のシール装置及びシール装置の製造方法、流体機械を図面を参照して説明する。

【 0 0 1 7 】

（実施形態）

50

図1は第1の実施形態のシール装置を示す図である。シール装置は、図示しないシールフィンに対峙する回転部と静止部のうち、いずれか一方の基材30にアブレイダブル層31が設けられている。アブレイダブル層31は、未溶融母材34の内部に固体潤滑剤33を内包させる構成である。未溶融母材34は、固体潤滑剤33よりも強度の高い金属材料であればよく、例えば、リン青銅などの銅系合金、アルミやCuAlなどのアルミ系合金、ホワイトメタルなどのすず系合金などの軟質な金属であってもよいし、(ニッケル基合金、コバルト基合金、高クロム系合金)などの硬質な金属であってもよい。

#### 【0018】

被削性と、耐食性の双方に優れたアブレイダブル層31を形成するために、コールドスプレー法と呼ばれる成膜技術を適用する。本手法は空気、窒素またはヘリウム等の圧縮気体により、数10 $\mu$ mオーダーの金属微粒子を亜音速から超音速レベルにまで加速し、固相状態のまま基材に衝突させることにより皮膜を形成させる技術である。本手法は、粒子を溶融させることなく固相状態のまま成膜する点で、従来のガス炎・プラズマ溶射と決定的に異なる。

#### 【0019】

コールドスプレー法で施工することにより、アブレイダブル層31は、未溶融母材34の内部に固体潤滑剤33を内包させる構成となる。

#### 【0020】

図2は第1の実施形態のシール装置を静止部32に適用した具体例を示す図である。回転部35を、タービン動翼の先端に設置されたシュラウド37とし、このシュラウド37に設けられたシールフィン36に対峙する静止部32をダイヤフラム外輪とし、このダイヤフラム外輪の基材30にアブレイダブル層31が設けられている。

#### 【0021】

図3は本実施形態のシール装置を回転部35に適用した具体例を示す図である。静止部32をタービンノズルを支持するダイヤフラム内輪とし、このダイヤフラム内輪に設けられたシールフィン36に対峙する回転部35をタービンロータまたは低圧タービンロータとし、このタービンロータまたは低圧タービンロータの基材30にアブレイダブル層31が設けられている。

#### 【0022】

図4は本実施形態のシール装置をシュラウド37およびシールフィン36に適用した具体例を示す図である。回転部35であるタービン動翼のシュラウド37をアブレイダブル層で形成し、このシュラウド37に設けたシールフィン36に対峙する静止部32をダイヤフラム外輪としている。

#### 【0023】

ここで、静止部32又は回転部35の基材30は、マルテンサイトまたはベイナイト組成の鉄基合金である。

#### 【0024】

また、アブレイダブル層31の固体潤滑剤33は、未溶融母材より高度が低い材料が選択され、被削性に優れる。例えば、NiCrAl合金及びBNからなる組成物、またはNiCrFeAl合金及びBNからなる組成物である。

#### 【0025】

アブレイダブル層31の固体潤滑剤33の割合を任意に調整し、アブレイダブル層31中の固体潤滑剤33の分散率を調整することにより、アブレイダブル層31の強度を特徴付ける未溶融母材34同士の結合率を変化させ、被削性を調整することができる。

#### 【0026】

本実施形態によれば、コールドスプレー法で施工するアブレイダブル層31は未溶融なため、バルク金属の特性を反映したアブレイダブル層を形成でき、ニッケル基合金に代表される高温特性や酸化特性に優れた層を形成することができる。

#### 【0027】

また、材料が溶融した後に形成されるアブレイダブル層は、材料および固体潤滑剤の高温

10

20

30

40

50

熔融時の挙動が被削性に大きな影響を与え、被削性の調整が困難であったが、本実施形態のアブレイダブル層では、未熔融なアブレイダブル材で構成されているため、固体潤滑剤の配合割合を調整することで、容易な被削性を調整することができる。

【 0 0 2 8 】

従来のアブレイダブルシール装置では、蒸気中に含まれる酸化スケール等の異物により、アブレイダブル層が侵食されることがあり、適用困難な部位があった。しかし、本実施形態のシール装置は、（被削性を容易に調整できるため、適用の範囲が広く、タービンの更なる効率向上が見込める。

【 0 0 2 9 】

以上述べた実施形態によれば、流体の漏出封止に関する信頼性を向上できる。

10

【 0 0 3 0 】

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。これら新規な実施形態は、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ともに、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。

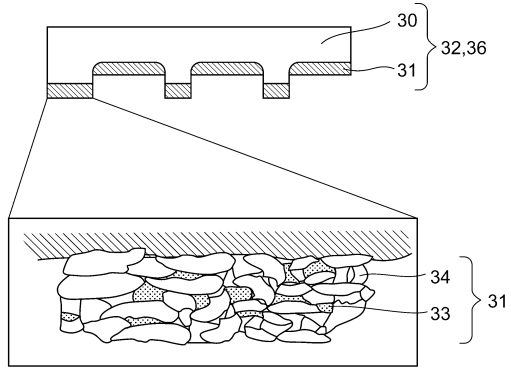
【 符号の説明 】

【 0 0 3 1 】

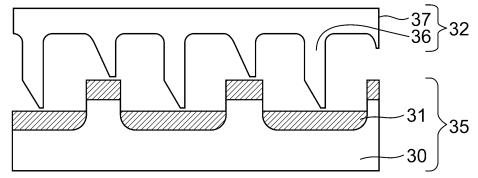
3 0	基材
3 1	アブレイダブル層
3 2	静止部
3 3	固体潤滑剤
3 4	未熔融母材
3 5	回転部
3 6	シールフィン
3 7	シュラウド

20

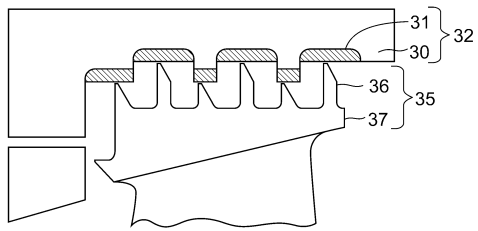
【図1】



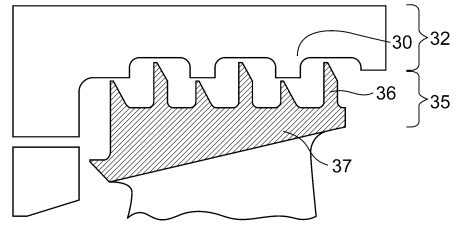
【図3】



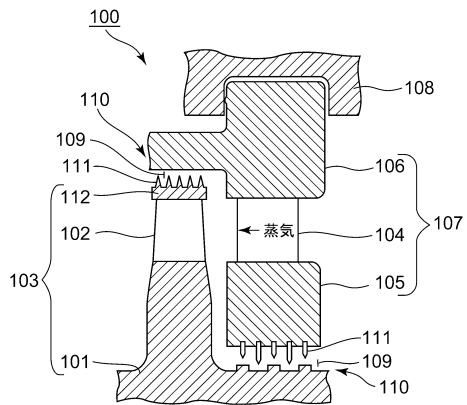
【図2】



【図4】



【図5】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>F 1 6 J</i>	<i>15/453</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 C</i>	<i>7/28</i>
<i>C 2 3 C</i>	<i>24/04</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 1 D</i>	<i>9/04</i>
			<i>F 1 6 J</i>	<i>15/453</i>
			<i>C 2 3 C</i>	<i>24/04</i>

(72)発明者 上村 健司  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 峯村 敏幸  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 浅井 知  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 松永 謙一

(56)参考文献 特開2013-122227(JP,A)  
 特開2007-170302(JP,A)  
 特開2013-064365(JP,A)  
 特開2008-111191(JP,A)  
 特開2000-192173(JP,A)  
 特開平05-255896(JP,A)  
 特開昭62-256972(JP,A)  
 特表2001-507774(JP,A)  
 特開2004-131838(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

<i>F 0 1 D</i>	<i>9 / 0 4</i>	
	<i>1 1 / 0 2</i>	
	<i>2 5 / 0 0</i>	<i>- 2 5 / 2 4</i>
<i>F 0 2 C</i>	<i>7 / 2 8</i>	
<i>C 2 3 C</i>	<i>2 4 / 0 4</i>	
<i>F 1 6 J</i>	<i>1 5 / 4 5 3</i>	