

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4149374号
(P4149374)

(45) 発行日 平成20年9月10日(2008.9.10)

(24) 登録日 平成20年7月4日(2008.7.4)

(51) Int. Cl.		F I			
FO1D	5/28	(2006.01)	FO1D	5/28	
FO2C	7/00	(2006.01)	FO2C	7/00	C
FO2C	7/28	(2006.01)	FO2C	7/28	A
			FO2C	7/28	E

請求項の数 11 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2003-502346 (P2003-502346)	(73) 特許権者	304038345
(86) (22) 出願日	平成14年3月12日 (2002.3.12)		クロマロイ ガス タービン コーポレー ション
(65) 公表番号	特表2004-530075 (P2004-530075A)		アメリカ合衆国ニューヨーク州10962 、 オレンジバーグ、 ブレイズデル・ロード 330
(43) 公表日	平成16年9月30日 (2004.9.30)	(74) 代理人	100089705
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/009029		弁理士 社本 一夫
(87) 国際公開番号	W02002/099254	(74) 代理人	100076691
(87) 国際公開日	平成14年12月12日 (2002.12.12)		弁理士 増井 忠武
審査請求日	平成17年1月14日 (2005.1.14)	(74) 代理人	100075270
(31) 優先権主張番号	09/875,764		弁理士 小林 泰
(32) 優先日	平成13年6月6日 (2001.6.6)	(74) 代理人	100080137
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アブレイダブルシールシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シールアッセンブリと、協同して相互に作用するタービンプレードとを含むガスタービンエンジンのアブレイダブルシールシステムであって、

該タービンプレードが該シールアッセンブリに接触してシールを形成するための立方体の窒化ホウ素研磨材粒子を含む先端部分を有し；

該シールアッセンブリが超合金基質、該基質表面上の300RAを上回る表面粗度を有するMCrAlY結合皮膜（ここでMはCo、Niまたは、NiおよびCoからなる群から選ばれる）、および該結合皮膜上の5から15容量%の気孔率を有する多孔質セラミックアブレイダブルシール材を有する

ガスタービンエンジンのアブレイダブルシールシステム。

【請求項2】

該結合皮膜が350RAを上回る表面粗度を有する請求項1記載のシステム。

【請求項3】

該結合皮膜がプラズマ溶射される請求項2記載のシステム。

【請求項4】

該多孔質セラミックアブレイダブルシール材が6 - 9%のイットリアで安定化されたジルコニアである請求項3記載のシステム。

【請求項5】

該結合皮膜の厚さが約4から15ミルである請求項3記載のシステム。

10

20

【請求項 6】

該アブレイダブル多孔質セラミック材の厚さが約 10 から 80 ミルである請求項 4 記載のシステム。

【請求項 7】

該先端部分の該立方体の窒化ホウ素粒子が、耐酸化性金属マトリックス中の封じ込みメッキ (entrapment plating) によって該ブレード先端に固着される請求項 2 記載のシステム。

【請求項 8】

該多孔質セラミックアブレイダブルシール材が 10 から 15 容量 % の気孔率を有する請求項 6 記載のシステム。

10

【請求項 9】

該セラミック材に不安定物質をプラズマ溶射する請求項 6 記載のシステム。

【請求項 10】

該セラミック材料が約 200 ミクロン未満の粒度を有する請求項 9 記載のシステム。

【請求項 11】

該不安定物質が、該セラミックアブレイダブルシール材の約 1 から 1.5 重量 % で、粒度が約 20 から 125 ミクロンのポリエステルである請求項 10 記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【発明の背景】

【0001】

20

本発明はアブレイダブル (abratable) シールシステムに関し、より詳細にはすぐれた侵食抵抗を有するシールアッセムブリの使用に関する。

最新のガスタービンエンジンの効率はファン、コンプレッサーおよびタービン内の回転部分 (ブレード) と固定部分 (側板) との間の気密シールによって左右される。このシールは、ブレードがアブレイダブルシール材に溝を刻む (削る) ことができ、それにより多量の空気がブレード先端を越えて漏洩することを防ぐことによって達成される。伝統的にタービンのシール材は金属織布または適所に蝸付けした焼結金属粒子から加工されている。これらの材料はその内部高气孔率および低強度のために容易に削り減らされるので粒子侵食抵抗性に欠け、したがって材料の急速な減少をもたらす。材料のこの減少はシールを劣化させ、エンジンの効率を急激に低下させる。さらに進歩したエンジンのシール材は、

30

網状アブレイダブルシールと同じような機能を果たすが、エンジンをオーバーホールする際の適用及び交換がさらに容易な溶射皮膜を利用する。

【0002】

アブレイダブルシールを形成させるための溶射粉末の使用は、米国特許第 4,291,089 号に示されているように技術的に公知である。該粉末を用いて基質上にアブレイダブルシールを付与するための皮膜、いいかえると基質とそれに対する可動隣接面との空隙をシールし、かつ基質と隣接面との相対運動によって支配される程度にすり減らされる皮膜を形成させる。このようなシールは最初基質上に粉末を溶射することにより形成されて基質と隣接面との間隔よりも少し厚めの皮膜をつくるので、両者間に有効なシールを付与するように、基質と隣接面との間隔に相当するよりも若干薄めの厚さに、基質と隣接面との相対運動によって皮膜を削り減らす。該シールは、たとえば航空機に使用されるようなガスタービンエンジンのタービンまたはコンプレッサーのブレードに用いられて、ブレードとタービンまたはコンプレッサーのハウジングとの間にシールを施す。

40

【0003】

適当なアブレイダブルシールを生成させる場合の問題点の 1 つは、一方では十分とはいってもアブレイダビリティ (abradability) をもたらす程度の小さな構造強度を示し、かつ他方では使用中アブレイダブルシール皮膜に衝突する粒子に対して十分大きな侵食抵抗性を有する溶射皮膜を生成させることである。たとえば、ガスタービンまたはコンプレッサーのブレードの場合には、シール皮膜は、空気中に同伴されて、エンジンによって吸引される研削材粒子による衝突をうける。

50

【 0 0 0 4 】

約 20 から 35 容量%の気孔率を有する多孔質セラミックアブレイダブル層を付与するアブレイダブルセラミックシールが米国特許第 4, 936, 745 号に示されているが、高気孔率は高圧タービンの苛酷な環境下の欠点である侵食抵抗の低下をもたらす。

【本発明の要約】

【 0 0 0 5 】

簡単に言えば、本発明は、シールアッセンブリと、協同して相互に作用するタービンブレードを含むガスタービンエンジンアブレイダブルシールシステムを提供する。タービンブレードはシールアッセンブリに接触してシールを形成するための立方体の窒化ホウ素研磨材粒子を含む先端部分を有する。シールアッセンブリは超合金基質、その上の少なくとも 300 R A の表面粗度を有する M C r A l Y 結合皮膜、および結合皮膜上の 5 から 15 容量%の気孔率を有する多孔質セラミックアブレイダブルシール材を有する。

詳細な説明

ガスタービンエンジン用アブレイダブルシールシステムは優れた侵食抵抗性を付与し、さらになおタービンブレードと固定部分との間の有効なシールであることを示す。シールシステムはシールアッセンブリおよび、シールアッセンブリと協同して相互に作用してシールアッセンブリに至る通路を遮断するタービンブレードを含んで、シールを形成する。タービンブレードは、研削材先端部分がシールアッセンブリのアブレイダブル表面に食い込むように、固定アブレイダブルシールアッセンブリとの摩擦状態に研削材先端部分を配設させた回転部材である。

【 0 0 0 6 】

タービンブレードは、シールアッセンブリに食い込むために、立方体の窒化ホウ素 (C B N) 研削材粒子を含む先端部分を有する。C B N 粒子はアブレイダブルシール材を切断するのに極めて有効である。C B N 研削材粒子を含む先端部分は耐酸化性金属マトリックス中の封じ込みメッキによって適用することができる。低圧プラズマ溶射によってタービン先端基質に結合皮膜を付加し、次いで金属マトリックス中の封じ込みメッキによって研削材粒子を結合皮膜に固着させる米国特許第 5, 935, 407 号に開示されている方法 (該特許は参照として本明細書に組み入れてある) を利用することができる。タービンブレードに対する研削材先端の優れた結合強度のためにこの方法が好ましい。

【 0 0 0 7 】

シールアッセンブリは超合金基質に固着されたアブレイダブルシールをもたらす。通常、基質はタービンまたはコンプレッサのハウジングもしくはそれらに付着したライナーであり、超合金はコバルトまたはニッケル系超合金である。アブレイダブルシール材を基質に固着させるために表面粗度が 300 R A を上回る、好ましくは 350 R A を上回る基質表面に結合皮膜を付加する。結合皮膜は M C r A l Y (ここに M は C o および / または N i) であり、これを P t および / または拡散アルミナイド皮膜で変性することができる。ブレード先端の C B N 粒子の優れた切削能力と結び付いたアブレイダブル材のすぐれた耐環境性はシールアッセンブリに強い剪断力をもたらす。結合皮膜の大きな表面粗度はアブレイダブル材を固着させるのに必要な強い結合強度を付与する。結合皮膜は低圧または大気圧プラズマ溶射によって約 4 から 15 ミル、好ましくは約 5 から 10 ミルの厚さに適用することができる。この表面粗度を達成するには、粒度が最大約 150 ミクロンの M C r A l Y をプラズマ溶射する。結合皮膜は、拡散結合させるためにセラミックの適用前または後に約 1900 - 2050 ° F で 2 から 5 時間、典型的には 1975 ° F で 4 時間熱処理する。

【 0 0 0 8 】

結合皮膜に、気孔率が 5 から 15 容量%、好ましくは 10 から 15 容量%の多孔質セラミックアブレイダブルシール材を付加する。この材料の低レベルの気孔率は優れた耐環境性をもたらして、シールがタービンエンジンの長い有効寿命を示すことができる。結合皮膜のすぐれた結合強度と結び付いた先端における C B N 粒子のすぐれた切削効果は長いシール寿命を有する有効なシールシステムをもたらす。

【0009】

このセラミックアブレイダブルシール材は6から9%のイットリアで安定化させたジルコニアである。多孔度を生成させるには、不安定物質、好ましくはポリエステルとともにセラミック材をプラズマ溶射する。粒度が約200ミクロン未満、好ましくは約20から125ミクロンのセラミックに5から15%程度の気孔率を付与するためには、粒度が45から125ミクロンのポリエステルを最高1.5重量%、好ましくは約1から1.5重量%混合することができる。ついでこの混合物を約10から80ミル、好ましくは20から40ミルの厚さにプラズマ溶射する。任意に、1300°Fを上回る温度に加熱することによってポリエステルは除かれるが、大半のポリエステルはプラズマ溶射工程中にすでに除去され、残留ポリエステルはシステム中に許容され得ることが認められている。

10

【実施例】

【0010】

米国特許第5,935,407号に記載されている方法により研削剤先端部分でタービンブレード先端を被覆し、この場合に、まずCoNiCrAlYの結合皮膜をタービン先端に4ミルの厚さに低圧プラズマ溶射し、ついでCBN粒子をニッケルメッキによって封じ込みメッキした後、微細なCoCrAlHf粒子含有溶液で5ミルの公称厚さにニッケルメッキした。1975°Fで4時間の均質化熱処理後、気相法によってブレード先端をアルミニウム処理した。

【0011】

ついで、Hastelloy X 超合金の4インチ×1.4インチの試片に、45から90ミクロンの粒径範囲と20から38ミクロンの粒径範囲との混合物のCoNiCrAlY粒子の低圧プラズマ溶射によって7ミルの厚さにCoNiCrAlY結合皮膜を適用して、360から400RAの表面粗度を付与した。98.75重量%の粒度が22から125ミクロンのイットリア安定化ジルコニアと1.25重量%の粒度が45から125ミクロンのポリエステル粒子とを混合することにより、多孔質セラミックアブレイダブルシール材を調製して、気孔率が12.5%のセラミックを生成させた。このシール材を大気圧プラズマ溶射によって、結合皮膜試片に付加した。

20

【0012】

高温のアブレイダブルリグにおいて、先端がCBMのブレードを用い、該リグを侵入深さ20ミルのターゲットに目標設定して、アブレイダブルシール材付き試片について摩擦試験を行った。下記の試験条件においてすぐれたアブレイダビリティ(abradability)を示した。

30

【0013】

【表1】

試験温度	先端の速度	浸食速度	溝の深さ
1832 °F	1150 fps	5 ミロン/秒	17.5 ミル
2191 °F	1345 fps	5 ミロン/秒	17.5 ミル

40

【0014】

侵入深さ20ミルのターゲットについて別の試験を行った。

セラミック皮膜を付与した後1975°Fで4時間の拡散熱処理を行ったシールアセンブリ(結合被膜+気孔度が12.5%のセラミックトップコート)を有する1つの試料について試験を行った。試験結果は下記の通りであった。

【0015】

【表 2】

試験温度	先端の速度	浸食速度	溝の深さ
1832 °F	1150 fps	5 ミクロン/秒	12.8 ミル

【 0 0 1 6 】

種々の気孔率レベルを有する試料についても試験を行い、類似の結果を得た。

【 0 0 1 7 】

【表 3】

10

セラミックの気孔率	試験温度	先端の速度	浸食速度	溝の深さ
10%	1832 °F	1150 fps	5 ミクロン/秒	19.4 ミル
15%	1832 °F	1150 fps	5 ミクロン/秒	18.0 ミル
10%	2192 °F	1345 fps	5 ミクロン/秒	21.5 ミル
15%	2192 °F	1345 fps	5 ミクロン/秒	18.0 ミル

【 0 0 1 8 】

20

すべての試験においてブレード先端は目に見える摩耗を示さなかった。

フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100077506

弁理士 戸水 辰男

(72)発明者 ハワード, ピーター

アメリカ合衆国ニューヨーク州10980, ストニー・ポイント, ドン・ボスコ・レイン 4

(72)発明者 シャンカー, ラビ

アメリカ合衆国ニュージャージー州07430, マーワ, ヨーク・ストリート 1426

(72)発明者 フェントン, リチャード

アメリカ合衆国ロードアイランド州02879, サウス, キングストン, グリーン・ヒル・ビーチ
・ロード 872

審査官 寺町 健司

(56)参考文献 米国特許第04936745 (US, A)

国際公開第99/024647 (WO, A1)

特開平11-229161 (JP, A)

特開平09-133006 (JP, A)

仲川政宏, 『最近の溶射技術とその動向: その特徴を生かした用途開発を主眼として』, 溶射,
日本, 1997年 9月, 34巻3号, pp.151-152

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 11/08

F01D 5/28

F02C 7/00

F02C 7/28

C23C 4/00