

(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2009-221902

(P2009-221902A)

(43) 公開日 平成21年10月1日(2009.10.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1D 25/00 (2006.01)	FO1D 25/00 M	3G002
FO1D 11/08 (2006.01)	FO1D 11/08	3J041
FO1D 25/24 (2006.01)	FO1D 25/24 P	
FO2C 7/00 (2006.01)	FO2C 7/00 C	
F16J 15/34 (2006.01)	FO2C 7/00 D	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-65115 (P2008-65115)
 (22) 出願日 平成20年3月14日 (2008.3.14)

(71) 出願人 301021533
 独立行政法人産業技術総合研究所
 東京都千代田区霞が関1-3-1
 (72) 発明者 井上 貴博
 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人
 産業技術総合研究所つくばセンター内
 (72) 発明者 袖岡 賢
 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人
 産業技術総合研究所つくばセンター内
 (72) 発明者 鈴木 雅人
 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人
 産業技術総合研究所つくばセンター内
 Fターム(参考) 3G002 HA04 HA13
 3J041 BB01 BC02 BD06 DA15

(54) 【発明の名称】 アブレイダブルシール部材及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】耐熱性及び耐食性が大きく、且つその易削性を有するアブレイダブルシール部材及びその簡便な製造方法を提供する。

【解決手段】アブレイダブルシール部材として、気孔率が20～70容積%の多孔質酸化物セラミックスを用いることにより、ブレイダブルシール部材の耐熱性・耐酸化性を大きく向上し、1000以上の高温下での使用を可能にするとともに、その易削性を確保することができる。そして、このアブレイダブルシール部材は、酸化物セラミックス粉末と所定の気孔率に相当する体積の炭素粉末との混合を用いてシール層を成形した後、該層を大気中又は酸素雰囲気中600以上で熱処理して、前記炭素粉末を酸化除去することにより、簡単に製造できる。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

気孔率が 20 ~ 70 容積 % の多孔質酸化物セラミックスからなることを特徴とするアブレイダブルシール部材。

【請求項 2】

前記気孔率が 50 容積 % 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載のアブレイダブルシール部材。

【請求項 3】

前記耐熱酸化物セラミックスが、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化ケイ素、酸化チタン、酸化マグネシウム、及び酸化ベリリウムから選ばれる 1 つ又は 2 つ以上を主成分とすることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のアブレイダブルシール部材。

10

【請求項 4】

酸化物セラミックス粉末と所定の気孔率に相当する体積の炭素粉末との混合を用いてシール層を成形した後、該層を大気中又は酸素雰囲気中 600 以上で熱処理して、前記炭素粉末を酸化除去することを特徴とするアブレイダブルシール部材の製造方法。

【請求項 5】

前記シール層を、真空中又は不活性雰囲気中で前記混合物を焼結することにより形成することを特徴とする請求項 4 に記載のアブレイダブルシール部材の製造方法。

【請求項 6】

前記シール層を、前記混合物を溶射することにより形成することを特徴とする請求項 4 に記載のアブレイダブルシール部材の製造方法。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ガスタービン、ジェットエンジン、蒸気タービン、ピストン機関の過給器等に用いるアブレイダブルシール部材、特に、小型のガスタービン等に用いられる高温用アブレイダブルシール部材、及びその製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

ガスタービンなどのタービン機関は、ピストン機関の様なピストンの往復運動を軸の回転運動に変換する必要が無く、小型で振動の少ない内燃機関である。また高回転数を容易に得られるため、体積当たりの発生出力を大きくできる利点があり、航空機用あるいは高速船舶用エンジンや分散型電源として広く用いられている。

30

こうしたタービン機関においては、回転翼（タービン翼）を納めているケースの内壁（エンドプレート壁）と回転翼の先端部が接触した場合、回転翼が破損し、機関全体が動作不能になってしまうため、両者の間には、若干の隙間（クリアランス）が必要とされる。

しかしながら、この隙間が大きすぎて、燃料の燃焼によって発生させた高温ガス流の一部が隙間を通過してしまうと、そのエネルギーは回転翼には伝わらないため、結果的に効率の損失となる。大型機関の場合は、そのサイズの効果により、損失となるエネルギーを相対的に小さくすることができるが、小型のタービンにおいてはこの損失が無視できないほど大きく影響し、熱効率が低下する大きな要因となっている。

40

【0003】

この高温ガスの流失によるエネルギー損失を低減する目的で、自身が回転翼で削られることにより隙間を低減して効率を向上させるアブレイダブルシール部材が用いられている。

このアブレイダブルシール部材は、高温の燃焼ガスに曝されるため耐熱性が必要であり、特に更なる熱効率の向上のためには、より高い温度における安定性が求められる。また、回転翼との接触により自らは削られながら回転翼に損傷を与えないためには、非常に高い易削性が必須となる。

【0004】

50

従来、このようなアブレイダブル部材として、耐熱性金属をベースとするものが用いられており、たとえば、ジェットエンジン等ではC o N i C r A l Y合金中に窒化ホウ素及びポリエステルを含有する組成物やニッケル - 黒鉛系組成物等の溶射皮膜が用いられている。

また、特許文献1には、六方晶系の窒化ホウ素、グラファイト等の固形潤滑剤及びセラミックス、残りの部分として、N i C r A l合金等のマトリックス形成金属合金を含むアブレイダブルシール用溶射組成物を用いることにより、約815℃までのガスカービンエンジン温度での使用のための、耐破壊性、耐食性を有するアブレイダブルシール部材を提供することが記載されている。

【0005】

また、セラミックをベースとしたものも提案されており、特許文献2には、炭化物窒化物などの研磨粒子を含有するセラミックマトリックスからなる複合コーティングが記載されている。

さらに、こうしたセラミック材料として、多孔質なものをを用いることも提案されている。

例えば、特許文献3には、気孔率が5～15容積%、好ましくは10～15容量%の多孔質セラミックアブレイダブルシール材が記載されており、このシール材は、6～9%のイットリアで安定化させたジルコニアであり、多孔性を生成させるには、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ことが記載されている。

また、特許文献4には、体積気孔率が少なくとも約20%である、セリアを基材とする多孔質なセラミック層と、体積気孔率が約5%よりも小さい実質的に無孔な、ジルコニアを基材とするセラミック層を含む多層のセラミック材料を用いることにより、改善された断熱特性を有するアブレイダブルシール部材を提供することが記載されている。

【特許文献1】特開2005-529238号公報

【特許文献2】特開平10-88313号公報

【特許文献3】特開2005-530075号公報

【特許文献4】特開平11-246510号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、耐熱金属をベースとしたアブレイダブルシール部材は、タービン機関のさらなる高効率化を実現するための動作の高温化、たとえば1000℃以上の動作温度に対しては、その耐熱性の限界から適用が不可能であり、効率の向上の足かせとなっている。

これに対し、耐熱性が大きく改善されたセラミック材料からなるアブレイダブルシール部材は、本質的にセラミックは高硬度材料であるため易削性に乏しく、却って回転翼を損傷してしまう危険性がある。

前述の特許文献3の、気孔率が5～15容積%、好ましくは10～15容量%の多孔質セラミックアブレイダブルシール部材は、易削性がある程度改善されるものの、まだまだ不十分である。

また、特許文献4の、体積気孔率が少なくとも約20%である多孔質なセラミック層と体積気孔率が約5%よりも小さい実質的に無孔なセラミック層を含む多層のセラミック材からなるものは、製造工程が複雑であり、またその体積気孔率は易削性を確保するためには不十分である。

本発明は、以上のような事情に鑑みてなされたものであって、耐熱性及び耐食性が大きく、且つその易削性を有するアブレイダブルシール部材を簡便な方法で提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者らは、上記目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、アブレイダブルシール部

10

20

30

40

50

材の耐熱性・耐酸化性を大きく向上し、かつその易削性を確保するために、気孔を20～70容積%程度含む多孔質酸化物セラミック材料を形成することで1000以上での使用を可能とするという知見を得た。

【0008】

本発明は、これらの知見に基づいて完成に至ったものであり、以下のとおりのものである。

(1) 気孔率が20～70容積%の多孔質酸化物セラミックスからなることを特徴とするアブレイダブルシール部材。

(2) 前記気孔率が50容積%以上であることを特徴とする(1)のアブレイダブルシール部材。

(3) 前記耐熱酸化物セラミックスが、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化ケイ素、酸化チタン、酸化マグネシウム、及び酸化ベリリウムから選ばれる1つ又は2つ以上を主成分とすることを特徴とする(1)又は(2)のアブレイダブルシール部材。

(4) 酸化物セラミックス粉末と所定の気孔率に相当する体積の炭素粉末との混合を用いてシール層を成形した後、該層を大気中又は酸素雰囲気中600以上で熱処理して、前記炭素粉末を酸化除去することを特徴とするアブレイダブルシール部材の製造方法。

(5) 前記シール層を、真空中又は不活性雰囲気中で前記混合物を焼結することにより形成することを特徴とする(4)のアブレイダブルシール部材の製造方法。

(6) 前記シール層を、前記混合物を溶射することにより形成することを特徴とする(4)のアブレイダブルシール部材の製造方法。

【発明の効果】

【0009】

本発明の材料は、酸化物セラミックスのみにより構成されるので1000を超える高温大気中でも、理論上それ以上の酸化は発生しないのでほとんど変質せず、安定である。また、アブレイダブルシールにとって不可欠である易削性は、その内部に含包させる気孔によって確保されるが、本発明の、気孔を20容積%以上導入したアブレイダブルシール部材料は、従来材を大きく上回る易削性が確認された。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

本発明のアブレイダブルシール部材は、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化ケイ素、酸化チタン、酸化マグネシウム、及び酸化ベリリウムから選ばれる1つ又は2つ以上を主成分とする多孔質酸化物セラミックスからなり、必要とする気孔率に相当する体積の炭素質粉末を酸化物セラミックス原料粉末に混合し、該混合物を真空中又は不活性雰囲気中にて焼結するか、又は溶射法にてシール層を形成した後に、該層を、大気中又は酸素雰囲気中にて600以上の温度で焼成し、混合炭素質粉末のみを焼却除去することによって形成する。

【0011】

以下、本発明を実施例によってさらに具体的に説明するが、本発明はこれら実施例により何ら限定されるものではない。

(多孔質アルミナアブレイダブルシール部材の作製)

酸化物セラミックス原料としてアルミナ(酸化アルミニウム)粉末を用い、これに所定の気孔率に相当する体積比の黒鉛粉末を混合し、真空中1500ホットプレス焼結を行い、焼結体を作製した。これを大気中1200の熱処理により黒鉛を除去し、気孔率70容積%及び50容積%の多孔質アルミナアブレイダブル部材を作製した。

【0012】

(かさ密度及び開気孔率の安定性の測定)

得られた気孔率50容積%及び70容積%のものに、大気中1200の熱処理時間を施した際のかさ密度(g/cm^3)と開気孔率(%)の変化を測定した。

図1はその結果を示すものであり、図中、○、△は、それぞれ気孔率70%のものの開気孔率及びかさ密度を示し、●、△は、それぞれ気孔率50%のものの開気孔率及びかさ

10

20

30

40

50

密度を示している。

図 1 から明らかなように、1200 での熱処理時間を30時間まで増加しても、かさ密度及び開気孔率ともほとんど変化を見せず、1200 までの耐熱性が確認できた。

【0013】

(硬度の安定性の測定)

同様に、大気中1200 の熱処理時間を施した際の硬度(ピッカース硬度/Hv)の変化を測定した。

図 2 は、その結果を示すものであり、図中、○は気孔率70%のものの結果、●は気孔率50%のものの結果を示している。

得られた結果から明らかなように、これら開発材の硬度は、従来用いられる耐熱性金属よりも一桁程度小さい値を示しており、その易削性は非常に高いことが確認できた。

また、通常、多孔性材料は高温で長時間曝露した場合、気孔率の減少などにより硬度が増加する傾向にあるが、図 2 から明らかなように、本発明の材料は、逆に若干低下する傾向が見られ、高温下で長時間使用において、易削性能が維持されることが確認された。

【0014】

これらの結果から、従来材では使用不可能な1200 での熱処理時間を30時間まで増加しても、そのかさ密度、開気孔率、及び硬度の変化は小さく、当該温度までの使用条件における安定性及び易削性は非常に高いことが示された。

【0015】

(易削性の測定)

次に、以下の市販品の溶射膜を用いて、従来材と本発明の材料(前記気孔50%のもの)との易削性を比較した。

従来材1:2042系(CoNiCrAlY合金+窒化ホウ素;+ポリエステル系)

従来材2:307系(ニッケル-黒鉛系)

易削性を比較するために、試験材に超硬合金ブロックを衝突させたときの、衝突時に超硬合金ブロックの有する運動エネルギー(J)と、除去された試験材の体積(cm^3)都の関係調べた。

結果を図3に示す。図中、●は本発明の材料(気孔率50%)、▲は従来材1(2042系)、△は従来材2(307系)のそれぞれの結果を示す。

【0016】

図3に示す、切削に要するエネルギー量当りの切削除去体積の関係から、易削性を評価したところ、1J当たりでの除去可能体積は、従来材の約 $1.3 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{J}$ に対して、本発明の材料は、 $1.27 \times 10^{-7} \text{m}^3/\text{J}$ と一桁高く、易削性に優れていることがわかった。

この結果、同じ運動エネルギーで比較すると、従来材1、2に比較して、本発明の材料の除去体積は著しく大きく、易削性が大きく向上していることが確認された。

【産業上の利用可能性】

【0017】

主にガスタービンや過給器のアブレイダブルシール部材として使用される。また、多孔質であることを利用して高温における断熱材料としても使用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】大気中1200 における熱処理時間と密度・気孔率変化の関係を示す図

【図2】大気中1200 における熱処理時間と硬度の変化を示す図

【図3】従来材と本発明の材料の、単位エネルギー当の切削除去量を示す図

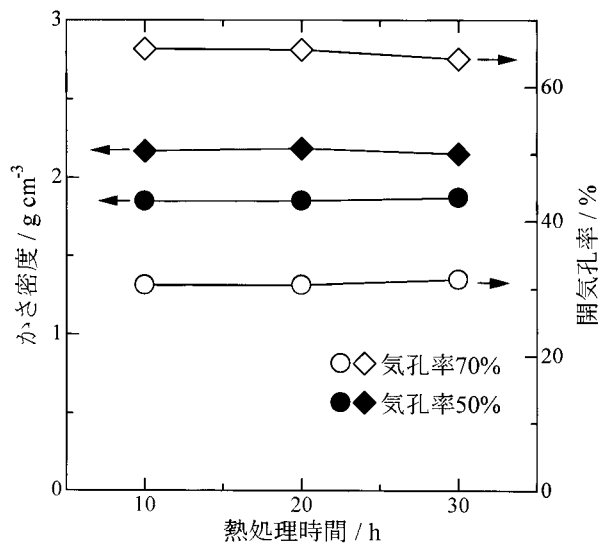
10

20

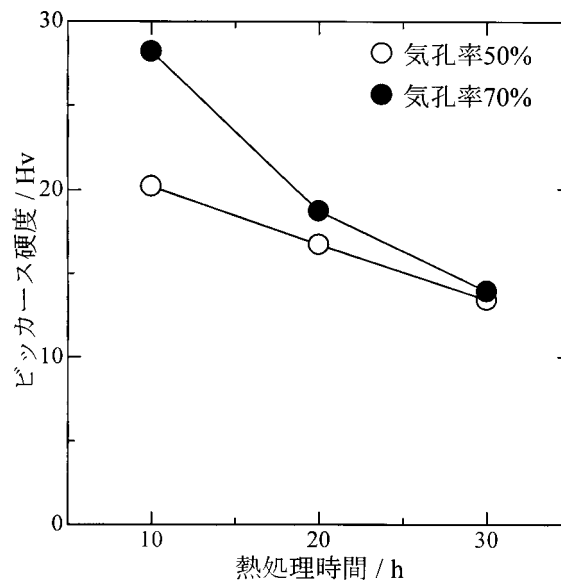
30

40

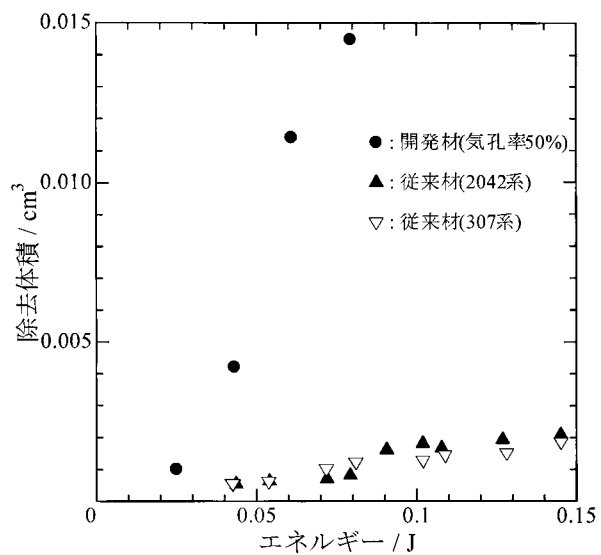
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

C 0 4 B 38/06 (2006.01)

F I

F 0 2 C 7/00

E

F 0 1 D 25/00

L

F 0 1 D 25/24

N

F 1 6 J 15/34

F

C 0 4 B 38/06

D

テーマコード (参考)