

(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2006-348942

(P2006-348942A)

(43) 公開日 平成18年12月28日(2006.12.28)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1D 11/08 (2006.01)	FO1D 11/08	3G002
C23C 4/10 (2006.01)	C23C 4/10	3J042
FO2C 7/28 (2006.01)	FO2C 7/28 A	4K031
FO2C 7/00 (2006.01)	FO2C 7/00 C	
F16J 15/44 (2006.01)	FO2C 7/00 D	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L 外国語出願 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-165747 (P2006-165747)	(71) 出願人	504462386
(22) 出願日	平成18年6月15日 (2006.6.15)		スルザー メテコ (ユーエス) インコーポ
(31) 優先権主張番号	60/690,875		レイテッド
(32) 優先日	平成17年6月16日 (2005.6.16)		アメリカ合衆国、11590 ニューヨー
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ク、ウェストベリー プロスペクト アヴ
			ェニュー 1101
		(74) 代理人	100066692
			弁理士 浅村 皓
		(74) 代理人	100072040
			弁理士 浅村 肇
		(74) 代理人	100107504
			弁理士 安藤 克則
		(74) 代理人	100102897
			弁理士 池田 幸弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アルミナドーパントを含有するセラミック製アブレイダブル材料

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】工業的用途及び/又は航空宇宙産業用途のためのガスタービンエンジンにおけるタービンブレード先端部とシュラウド又はケーシングとの間のクリアランス制御 (clearance control) を行うために用いられる優れた効率と性能とを有するセラミック製アブレイダブル材料を提供すること。

【解決手段】セラミック製アブレイダブルシール材料であって、アルミナ (Al_2O_3) でドーピングされたイットリア (Y_2O_3) 安定化ジルコニア (ZrO_2) を含有させる。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

セラミック製アブレイダブルシール材料であって、アルミナ (Al_2O_3) でドーピングされたイットリア (Y_2O_3) 安定化ジルコニア (ZrO_2) を含有している、上記材料。

【請求項 2】

前記材料は、アルミナを約 0.5 ~ 1 重量% 含有している、請求項 1 に記載の材料。

【請求項 3】

前記材料は、イットリアを約 6 ~ 9 重量% 含有し、残部がジルコニア、付随的成分及び不純物である、請求項 2 に記載の材料。

10

【請求項 4】

前記材料は、イットリアを約 8 重量% 含有し、残部がジルコニア、付随的成分及び不純物である、請求項 2 に記載の材料。

【請求項 5】

前記材料は、前記の個々の成分が凝集した粉末として、部分的に安定化された粉末のスラリーとして、又は化学溶液として、部分的に安定化された粉末の形態で供給することができる、請求項 2 に記載のセラミック材料。

【請求項 6】

ガスタービン装置であって、

少なくとも 1 枚のタービンブレードと；

20

前記の少なくとも 1 枚のタービンブレードの上面に付けられたアブレスブ先端部と；

前記の少なくとも 1 枚のタービンブレードを収容しているシュラウドと；

前記の少なくとも 1 枚のタービンブレードと前記シュラウドとの間に堆積されたアブレイダブルシールと；

を備えており、しかも、前記アブレイダブルシールが、アルミナ 0.5 ~ 1 重量% でドーピングされているイットリア安定化ジルコニアを含有している、上記装置。

【請求項 7】

前記イットリア安定化ジルコニアは、イットリアを約 6 ~ 9 重量% 含有し、残部がジルコニア、付随的成分及び不純物である、請求項 6 に記載のガスタービン装置。

【請求項 8】

30

前記イットリア安定化ジルコニアは、イットリアを約 8 重量% 含有し、残部がジルコニア、付随的成分及び不純物である、請求項 6 に記載のガスタービン装置。

【請求項 9】

アブレイダブル被膜を得るための粉末を形成する方法であって、

アルミナ 0.5 ~ 1 重量% を含有するイットリア安定化ジルコニア材料を与える工程と

、
該材料を、結合剤、水及び脱泡剤と混合して、混合物を形成する工程と、

該水を分離するのに十分高い温度で、該混合物の液滴を噴霧して、マイクロサイズの粒子を形成する工程と、

を含む、上記方法。

40

【請求項 10】

前記粒子をプラズマ球状化プロセスで処理して、中空のセラミック球状粒子を生成する工程を更に含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記粒子を多孔質生成相と混合する工程を更に含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

シュラウドの上にアブレイダブルシールを施用する方法であって、

多孔質生成性材料を、アルミナ 0.5 ~ 1 重量% を含有するイットリア安定化ジルコニアの固溶体であるセラミック球状粒子と混合する工程と、

プラズマ溶射プロセスを使用して、シュラウド・シール部分の上に前記混合材料を施用

50

する工程と、
を含む、上記方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

〔関連出願の相互参照〕

本出願は、米国法典第35編第119条(e)項に従って、出願日2005年6月16日の米国暫定特許出願第60/690,875号に基づき優先権を主張する。この米国暫定特許出願明細書は、言及されることによって、そっくりそのまま本明細書に組み入れら

10

【0002】

〔委託研究又は委託開発に関する陳述〕

適用せず

【0003】

〔分類の記載に関する言及〕

適用せず

【背景技術】

【0004】

〔発明の背景〕

20

〔発明の分野〕

本発明は、高温用途のためのクリアランス制御用(アブレイダブル)セラミック材料に関し、更に詳しくは、セラミック製アブレイダブル材料であって、アルミナでドーピングされており、それによって、アルミナの添加が、アブレイダブル材料の耐エロージョン性を、他の市販のセラミック製アブレイダブル材に比べて著しく改善しているセラミック製アブレイダブル材料に関する。

【0005】

〔関連技術の記述〕

ガスタービンエンジンは、航空機エンジンと、作動温度(operating temperatures)が1000~1200以上の範囲になることがある他の様々な工業的用途とを包含する様々な用途に使用されている。ガスタービンエンジンは、典型的には、空気圧縮機と、燃焼室と、燃焼による膨張生成物によって回転するタービン羽根車とで作られている内燃機関である。ガスタービンエンジンは、本質的には、液体燃料の化学エネルギーを、内部燃焼によって機械エネルギーに変換する。ガスタービンエンジンの作動効率は、増大する圧力条件下に構成要素(components)を置くことができるだけでなく、それらの要素を熱膨張させることのできる作動温度の上昇と共に増大する。

30

【0006】

タービンエンジンの作動効率を最大にするためには、タービン羽根先端部と外部ケーシング又はシュラウドとの間のクリアランス(clearance)を最小限に抑えることが望ましい。所望の作動速度を提供するために、クリアランスが大き過ぎると、結果的に燃料効率が悪くなるのに対し、クリアランスが小さ過ぎると、タービンブレード(turbine blade)先端部と外部ケーシングとの間に接触の危険が生じ、それによって、結果的に構成要素が破損することがある。この問題を解消するために、従来のガスタービンエンジンは、外部ケーシング及び/又はシールの表面に施用されるアブレイダブル被膜又はアブレイダブルシールを有している。これらのアブレイダブル被膜又はアブレイダブルシールは、回転するタービンブレードを損傷することなく、該タービンブレードによって切削されることがある。加えて、アブレイダブル被膜又はアブレイダブルシールは、依然として、タービン内に存在する小さな固体粒子と高ガス流量とによって引き起こされるエロージョン(erosion)に強いものでなければならない。エロージョンとは、小さい粒子の流れによって引き起こされる摩損をいい、アブレイシブ磨耗に類似する。

40

50

【0007】

前記のアブレイダブル被膜又はアブレイダブルシールは更に、優れたアブレイダブル性と、剥落抵抗性 (spall resistance) と、低ガス透過率と、平滑面と、優れた耐老化性と、長期耐酸化性とを有していなければならない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

従来のガスタービンエンジンは、イットリア安定化ジルコニア (YSZ) (Y_2O_3 8重量%、残部は ZrO_2) のような多孔質セラミック製アブレイダブル材料を利用することがある。そのような YSZ 材料は、アブレイダブル材料として用いるのに適しているが、YSZ 材料は、比較的脆く、エロージョンによる損耗の影響を受け易い。従って、許容範囲が最適化されて、改善された効率と性能とを更にいっそう達成することができるように、容認可能なアブレイダブル性と耐エロージョン性とを有するより優れたアブレイダブル材料に対する必要性が依然として存在している。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

〔概要〕

従って、本発明は、工業的用途及び/又は航空宇宙産業用途のためのガスタービンエンジンにおけるタービンブレード先端部とシュラウド又はケーシングとの間のクリアランス制御を行うために用いられるセラミック製アブレイダブル材料に向けられている。本発明によるセラミック製アブレイダブル材料は、軟質のアブレイダブル材料であって、増大した耐エロージョン性だけでなく、タービンブレード先端部の、該先端部に損傷を生じることなくアブレイダブル材料の中に切り込む能力をも提供するアブレイダブル材料である。これらの特性によって、ガスタービンエンジン内部に最適許容範囲が考慮され、結果的に優れた効率と性能とが得られる。

20

【0010】

本発明によって、アルミナ (Al_2O_3) でドーピングされているイットリア安定化ジルコニア (YSZ) を含有するセラミック製アブレイダブルシール材料が提供される。本発明の1つの実施態様によると、アルミナ約0.5~1重量%が、標準イットリア安定化ジルコニア (例えば、 Y_2O_3 が約8重量%であり、残部が ZrO_2 であるもの) に添加される。本発明によるアブレイダブル組成物は、固体粒子と高ガス流速とによる耐エロージョン性が、従来の YSZ アブレイダブルシール材料と比べて4~5倍改善されることを実証する。

30

【0011】

本発明の実施態様によると、本発明によって、ガスタービンエンジンの構成要素をシール (封止) するためにアルミナドーパド・イットリア安定化ジルコニア組成物を使用する方法が提供される。この使用方法は、タービンブレードと、ガスタービンエンジンを収容しているケーシング又はシュラウドとの間のシールとしてアブレイダブル材料を使用することを含む。

40

【発明の効果】

【0012】

このように、本発明によって、優れた耐エロージョン性と、アブレイダブル性と、剥落抵抗と、低ガス透過率と、平滑面と、優れた耐老化性と、長期耐酸化性とを有するセラミック製アブレイダブル材料が提供される。

【0013】

〔図面の簡単な記述〕

諸添付図面は、本発明の更なる解釈を提供するために含まれており、本明細書の中に組み入れられ、そして、本明細書の一部を構成する。それらの添付図面は、本発明の実施態様を説明し、記述と一緒に本発明の原理を説明するのに役立つ。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0014】

〔発明の詳細な記述〕

次に、本発明の好ましい実施態様について詳細に言及する。本発明の実施態様の例は、添付図面に例示される。

図1は、ガスタービンエンジンの部分の横断面図を例示する。図1は、ブレードの付け根130とディスク140とに固定されているブレード120を示す。ディスク140は、羽根120に回転運動を与えるように駆動される。ブレード120は、クリープ抵抗性合金マトリックス (creep resistant alloy matrix) 中に埋め込まれた立方晶窒化ホウ素 (cBN) のようなアブレシブ材料で作ることのできるアブレシブ先端部170を更に有している。図1は更に、ガスタービンエンジン全体を覆うか若しくは収容するように作用するケーシング部分110又はシュラウドを示している。ブレード120のアブレシブ先端部170とケーシング部分110との間に、アブレイダブルシール (材料) 150が与えられている。本発明によるアブレイダブルシール (材料) 150は、アルミナ0.5~1重量%でドーピングされたイットリア安定化ジルコニアを含有する。本発明の実施態様で使用されるイットリア安定化ジルコニアは通常、 Y_2O_3 が約6~9重量%の範囲であり、残部が ZrO_2 である場合がある。以下の試験結果及び記述は、 Y_2O_3 が約8重量%であり残部が ZrO_2 であるイットリア安定化ジルコニアを用いた実施態様に関する。

10

【0015】

作動中、回転運動が、ディスク140によってブレード120に与えられる。ブレードは、高温環境中、非常に速い回転速度で作動する。効率及び性能を最大にするために、ブレード120とケーシング部分110との間の許容範囲は、非常に小さく且つ精確である。ブレード120の回転によって、アブレシブ先端部170は、アブレイダブルシール150と繰り返し接触する。アブレシブ先端部170は、ブレード120又はケーシング部分110に対する損傷を防止するアブレイダブルシール150の中に切り込む (cut into; 割り込む) ことができる。本発明によるアブレイダブルシール150はまた、小さい固体粒子及びガスの高い流速によって引き起こされることのあるエロージョンに強い。

20

【0016】

図2は、従来のブレード先端部35であって、その表面に従来の立方晶窒化ホウ素の保護性アブレシブ被膜25を有しているブレード先端部35の該表面を示す。アブレシブ被膜25は、例えば、市販の立方晶窒化ホウ素材料である場合がある。図2に示されるブレード先端部35及びアブレシブ被膜25の、本発明の実施態様によるアルミナ・ドープトセラミック製アブレイダブル材料に対する侵入 (incursion) 試験を行った。ブレード先端部35も被膜25も、本発明の実施態様によるセラミック製アブレイダブル材料で作ったシュラウド被膜との接触に起因する損傷を何ら有していないことが分かる。

30

【0017】

図3は、本発明の実施態様によるセラミック製アブレイダブル材料を試験するための試験設備300を例示する。試験設備300は通常、回転子310と、可動式試験片ステージ320と、加熱装置330とを備えている。図3に示されるように、回転翼円板310は、加熱装置330の火炎燃焼によって生成される熱ガスが再循環するのを考慮している断熱性ケーシング315によって保護されている。各々の回転サイクルのために断熱性熱環境に維持されているブレード又は刃318が備わっている。セラミック製アブレイダブル材料360は、1200の温度まで加熱することが可能であり、410m/秒以下の先端部速度でブレード318に対する侵入の試験を行い、侵入速度は、2~2000 μ m/秒の範囲であった。試験設備は、ガスタービンエンジンを模擬しており、アブレイダブル材料360上の損耗を解析することができる。

40

【0018】

図4は、様々なブレード先端部速度及び侵入速度で、本発明による前記アブレイダブル材料の侵入試験を行うために使用された典型的な試験マトリックス、即ち、「損耗マップ

50

(wear map)」を例示する。該損耗マップ上に例示される試験条件は、航空機用タービン又は出力タービンにおいて典型的に遭遇するかも知れない、ブレード先端部の公称侵入条件の概要を提供する。

図5は、(図5では、「 Al_2O_3 ドープト」と称される)本発明の実施態様によるアブレイダブル材料を、従来のセラミック製アブレイダブル材料(ズルツァー・メテコ(Sulzer Metco)から市販されている材料、SM2460及びXPT395)と比較して説明する。前述したように、本発明のアブレイダブル材料は、優れた耐エロージョン性を提供するが、このことは、図6に関連して更に解説する。

【0019】

図6は、従来のセラミック製アブレイダブルシール材料(SM2460及びXPT395)を有するシュラウド用シールと、(図6では「 Al_2O_3 ドープト」と称される)本発明の実施態様による材料を有するシュラウド用シールとに関する試験に基づく、ブレードの損耗と耐エロージョン性との比較グラフを提供する。各々の材料のシュラウド被膜は、図3に関して上記に概要が説明されている手順に従って試験を行い、次いで、図6に示されるようにプロットした。それらのデータは概して、標準エロージョン試験を使用し、本発明の実施態様による材料を用いれば、固体粒子によるエロージョンに対する被膜の抵抗力が結果的に4~5倍まで改善され、アブレイダブル性は損なわれないことが分かる。各々の被膜のアブレイダブル性は、侵入試験の後に生じるブレードの損耗量によって表わされる。ブレードの損耗は、試験が行われる間、ブレード先端部によって生じる全侵食距離(incurSION distance)の割合として測定される。図6に示される、3種のアブレイダブル被膜についてのブレードの損耗割合は、材料がブレード先端部によって除去された場合は僅かにプラス(positive)となり;又は、切削プロセスが行われる間、材料がセラミック製アブレイダブル材料から該ブレード先端部に移動し、それによって、ブレード先端部が「成長する(growing)」場合はマイナス(negative)となる。耐エロージョン性に関し、1.0sec/ミルより大きいGEエロージョン数は、エンジンに対して許容できる耐エロージョン性を示している。標準アブレイダブル材料であるXPT395及びSM2460は、それぞれ、1.2及び0.7sec/ミルのGEエロージョン値を示す。アルミナドープト・アブレイダブル材料は、6.3sec/ミルの著しく優れた耐エロージョン性を有し、2つの標準アブレイダブル材料と比べて、材料が類似するアブレイダブル性を有することと相俟って、より良く作動する生成物を創り出す。

【0020】

本発明の実施態様による材料は通常、個々の成分が凝集した粉末として、部分的に安定化された粉末のスラリーとして、又は化学溶液として、部分的に安定化された粉末形態のような多数の従来型形態で供給することができる、図7に関し、アブレイダブル被膜を得るための粉末を形成する方法700が提供される。本発明によるアブレイダブル組成物は、工程705でイットリア、ジルコニア及びアルミナを前述の重量%で混合する、従来の噴霧乾燥プロセスによって製造することができる。工程710において、これらの材料は、結合剤、水及び脱泡剤と共に混合用タンク中で混合することができる。結果として得られる混合物は、タンクの中に送り込み、次いで、液滴を作り出すノズルを通して供給することができる。工程715において、本発明に従って、水分を分離し、凝集して前駆体である噴霧乾燥済み粉末を形成するマイクロサイズの粒子を残すように高温環境の中で液滴を噴霧する。工程720において、アブレイダブル粉末は、続いて、更なる球状化(spherodizing)(HOSP)プロセスで処理され、そこでは、該粒子が、粉末前駆体成分の固溶体であるセラミック製中空球状粒子を生成するために材料を溶融する強力プラズマ(heavy duty plasma)を通して供給される。

【0021】

アブレイダブル材料を施用する前、前記の球状化された粒子は、工程725において、篩にかけ、次いで、多孔質生成相(porosity generator phase)(例えば、ポリエステル)と一緒に混合し、次いで、プラズマ溶射法を用いてシュラウ

ド・シール部分の上に堆積させることができる。結果として得られるアブレイダブル材料は、溶射を用いて適用し、関連する特許出願である米国特許第6,887,530号及び同第5,530,050号明細書に記述されている組成物に類似する組成物にすることができる。1つの実施態様において、例えば、混合粉末は、アルミナでドーピングされたイットリア安定化ジルコニアの成分と、セラミック被覆済みプラスチックの成分とを含有することができる。セラミック被覆済みプラスチックの成分は、プラスチックコア粒子(plastic core particles)を含有するセラミックファイン粒子の磨耗微粉砕を行って、結合剤を用いることなく、セラミックファイン粒子をプラスチックコアの表面に結合させることによって作る。もう1つの実施態様では、アルミナでドーピングされたイットリア安定化ジルコニアの成分は、固体潤滑材、及び、3相アブレイダブルシールを形成するために用いられるマトリックス形成性金属合金と結合させることができる。市販の幾種類かのセラミック製アブレイダブル材料はまた、六方晶窒化ホウ素の「ディスロケータ(dislocator)」相を用いて、被膜のマイクロ構造(例えば、XPT395)の中にブレード先端部が侵入する間、粒子が除去されるのを助けることを利用する。同様の技術は、本発明の実施態様においても用いることができる。

10

【0022】

本発明の典型的な実施態様を、本明細書に示し記述してきたが、そのような実施態様が、ほんの一例として与えられているということは、当業者には明白であろう。本出願人によって本明細書及び特許請求の範囲に開示されている本発明の範囲から逸脱しない、想像上の数多くの変更、変形及び置換は、今や、当業者には明白であろう。従って、本発明は、特許請求の範囲が認められる場合、特許請求の範囲の趣旨及び範囲によってのみ限定されるように意図されている。

20

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明によるアブレイダブル材料を有するガスタービンエンジンの部分の横断面図である。

【図2】ブレード先端部の表面に施用された、立方晶窒化ホウ素の保護性アブレイシブ被膜を含有する表面を示す。

【図3】本発明の実施態様によるセラミック製アブレイダブル材料を試験するための試験設備を例示する。

30

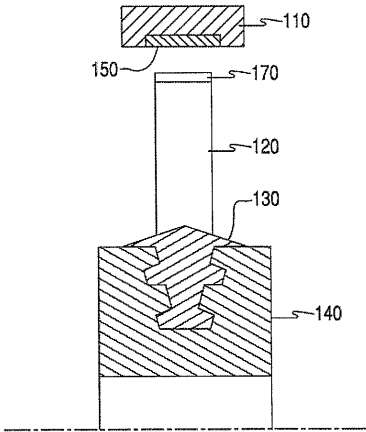
【図4】立方晶窒化ホウ素に対してアブレイダブルであるセラミックのアブレイダブル性能を評価するために使用された、典型的な試験マトリックス、即ち、「損耗マップ(wear map)」を例示する。

【図5】本発明の実施態様によるアルミナドーブト・セラミック製アブレイダブル材料(-実施態様)の組成物を、従来材料と比較して例示する。

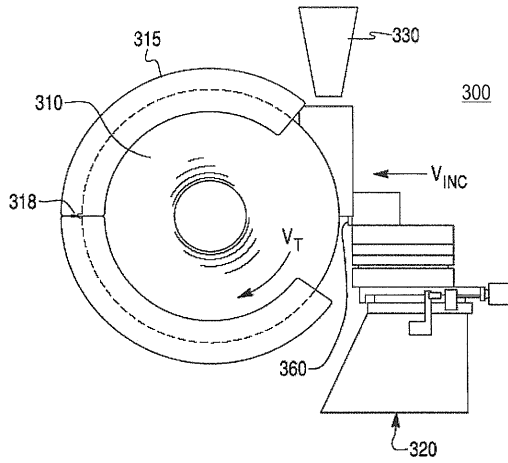
【図6】選定されたアブレイダブルシール材料に関するブレード損耗と耐エロージョン性との比較グラフを与える。

【図7】本発明の実施態様によるアブレイダブル被膜を得るための粉末を形成する方法の流れ図を与える。

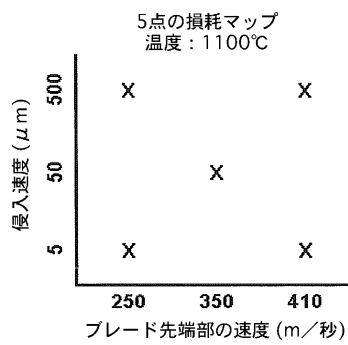
【 図 1 】



【 図 3 】



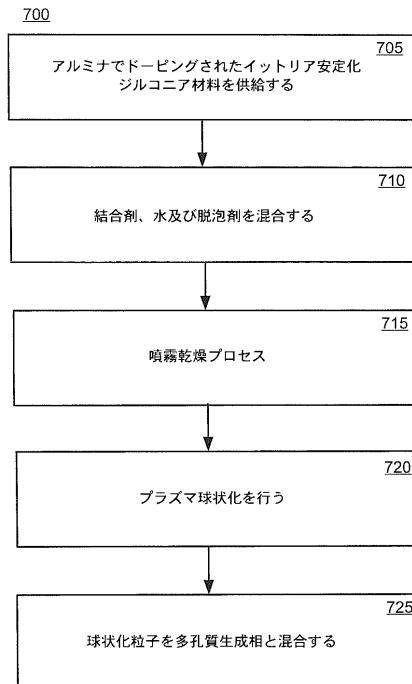
【 図 4 】



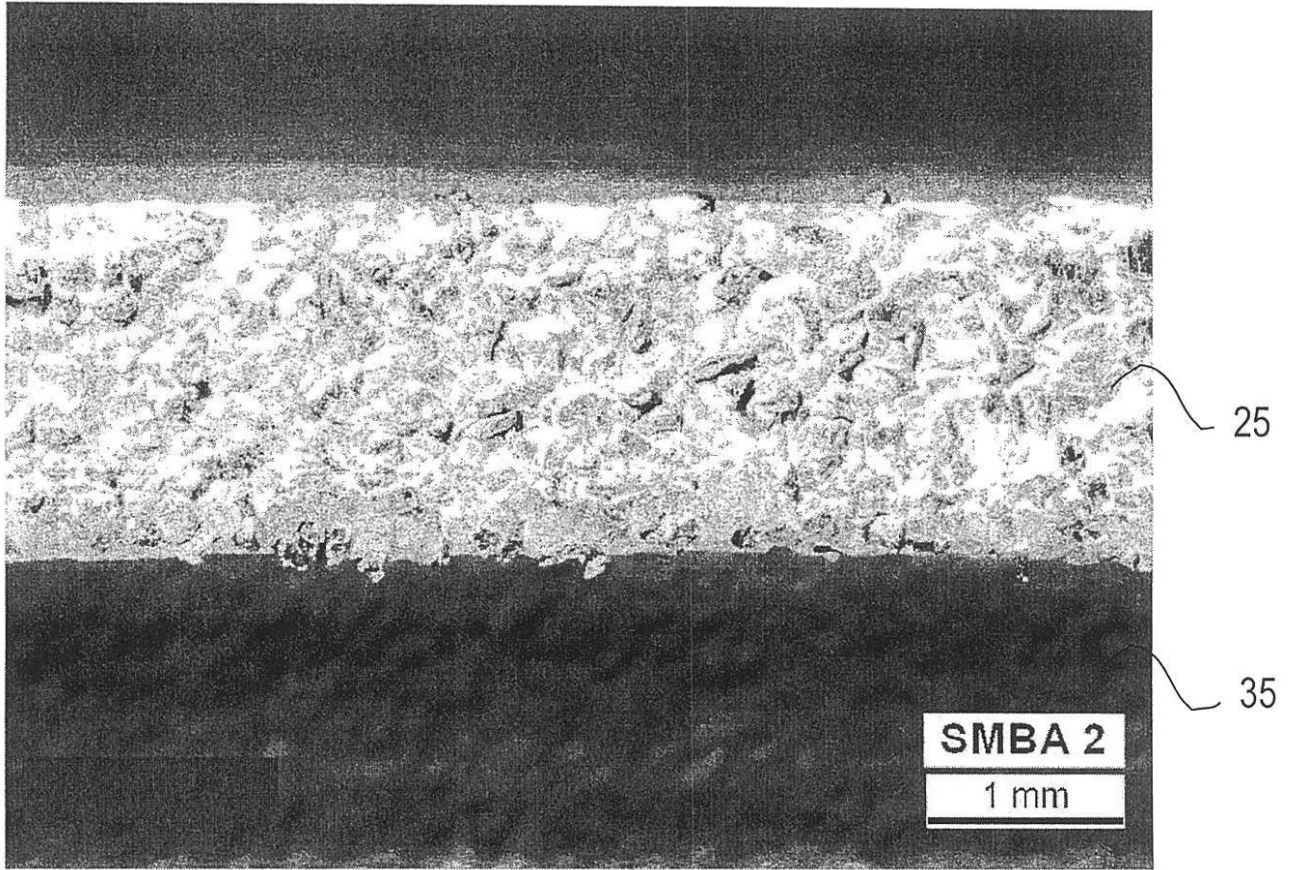
【 図 5 】

名称	説明	機能
SM 2460	8YSZ。ポリエステル の噴霧乾燥生成物。 噴霧前は未反応。	標準セラミック製 アブレダブル材料
XPT 395	標準8YSZ。噴霧乾燥。 球状化処理。ポリエステル と六方晶窒化ホウ素と混合 して噴霧された。	標準セラミック製 アブレダブル材料
Al ₂ O ₃ をドーブ (Al ₂ O ₃ ドーブト)	アルミナが添加されている 標準8YSZ。噴霧乾燥。 球状化処理。ポリエステル と混合して噴霧された。	アルミナ： 耐エロージョン性

【 図 7 】



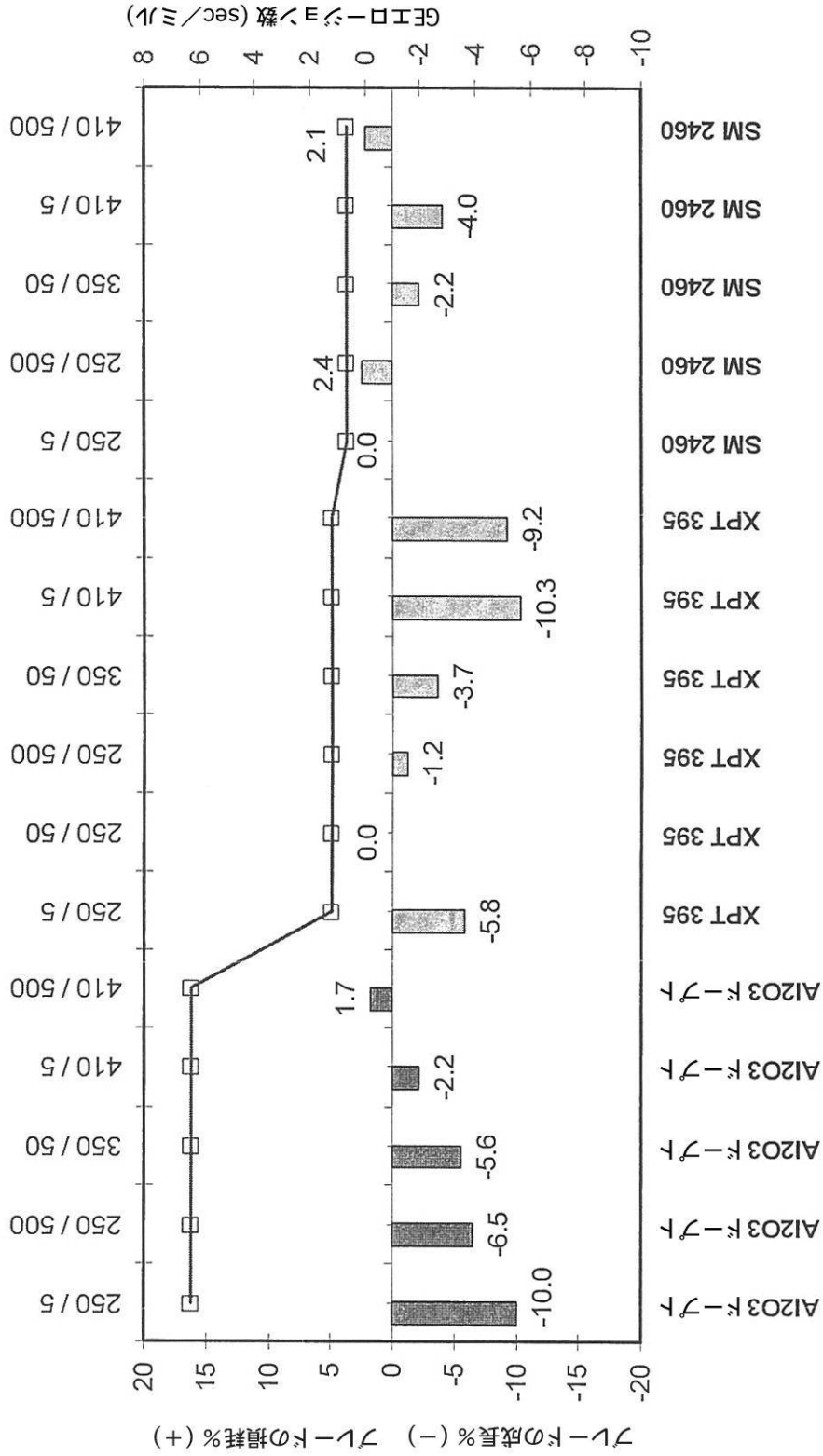
【 図 2 】



【 9 図 】

[SM2460、XPT395及びAl203をドーブ (Al203ドーブ)]に対する[立方晶窒化ホウ素を先端部に付けたIN718ブレード]の

ブレード損耗及び耐エロージョン性
 速度 (m/秒)、侵入速度 (μm/秒)



シュラウド被膜

フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
F 1 6 J 15/453 (2006.01)		F 1 6 J 15/44	Z	
		F 1 6 J 15/453		

(72)発明者 アンドリュー ニコル
スイス国、ヴォーレン、ツェントラルシュトラッセ 2 0

(72)発明者 スコット ウイルソン
スイス国、ウィンタートゥール、レメルシュトラッセ 1 4 2

Fターム(参考) 3G002 HA04 HA09 HA13
3J042 AA03 BA01 BA08 CA01 CA13 DA01 DA11
4K031 AA02 AB02 AB08 CB42 CB43 DA04

【外国語明細書】

2006348942000001.pdf