

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4976973号
(P4976973)

(45) 発行日 平成24年7月18日(2012.7.18)

(24) 登録日 平成24年4月20日(2012.4.20)

(51) Int.Cl.	F I
C O 4 B 35/10 (2006.01)	C O 4 B 35/10 E
C O 4 B 35/645 (2006.01)	C O 4 B 35/64 3 O 2 B
C O 4 B 35/622 (2006.01)	C O 4 B 35/00 E

請求項の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-256955 (P2007-256955)	(73) 特許権者	000229173
(22) 出願日	平成19年9月29日 (2007.9.29)		日本タングステン株式会社
(65) 公開番号	特開2008-105938 (P2008-105938A)		福岡県福岡市博多区美野島1丁目2番8号
(43) 公開日	平成20年5月8日 (2008.5.8)	(72) 発明者	松尾 繁
審査請求日	平成22年9月28日 (2010.9.28)		福岡県福岡市博多区美野島1丁目2番8号
(31) 優先権主張番号	特願2006-267455 (P2006-267455)	(72) 発明者	原 勇介
(32) 優先日	平成18年9月29日 (2006.9.29)		福岡県福岡市博多区美野島1丁目2番8号
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
		審査官	櫻木 伸一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合セラミックスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

原料粉末として

絶縁性の酸化物からなる平均粒子径0.3 μm以下の酸化物75~95体積%と、
下記A群の少なくとも1種以上からなる平均粒子径が10~100nmの炭化物5~25%とを

混合後にプレス成形しホットプレスにて焼結を行い、

さらにHIP処理して得ることを特徴とする、

絶縁性の酸化物中に、5~25体積%の導電性の炭化物を微細に分散した複合セラミックスで、任意の炭化物粒子の周囲1 μm以内には別の炭化物粒子が少なくとも1つ存在し、
組織中に長径で4 μm以上の炭化物の粗粒がなく、相対密度が99.7%以上であり、
平均粒子が0.05 μm以下の研磨砥粒を用いて鏡面ラップした際の中心線平均粗さRaが
0.0005 Ra (μm) 以下まで加工できることを特徴とする複合セラミックスの製造方法。

A群：TiC、WC、Cr₃C₂、TaC、ZrC、NbC

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、微細な組織を有する酸化物-炭化物複合セラミックスに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、酸化物と炭化物からなる複合セラミックスはさまざまな技術の提案が行われている。1960年代より黒セラ ($Al_2O_3 - TiC$ 複合セラミックス) は切削工具などとして一般的に量産されている。

【0003】

酸化物と炭化物とを複合化することの利点はさまざまあるが、代表的なものとしては、粒成長の抑制、クラックの進展阻害効果による強度や靱性の改善、それに伴う割れ・欠け・チッピングの防止があげられる。また熱膨張率、放熱性や電気伝導率の改質の面でも使用される。

【0004】

主成分として用いられることが多い酸化物セラミックスは、易焼結材である反面、結晶粒成長がし易く、粗大な粒子となった酸化物は緻密体であっても割れ・欠け・チッピングを起こしやすい。また、一様に靱性は高くない。しかしながら多くの酸化物は、 Al_2O_3 を例にとって言えば、その硬さは高く、耐薬品性、耐酸化性なども抜群であるという利点もある。これらの特徴を有する酸化物セラミックスとしては代表的なものとして、 Al_2O_3 、 MgO 、 Y_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SrO_2 などがあげられる。

【0005】

一方、炭化物はその多くが難焼結材であり、単体での焼結は難しいものが多い。また、耐酸化性に劣るために、酸化雰囲気での高温使用は難しい。そのために、炭化物の多くは焼結助材を加えた SiC や WC 以外には単体で使用されることが少ない。炭化物の代表的なものとしては、 SiC 、 TiC 、 WC 、 NbC 、 ZrC 、 Cr_3C_2 、 TaC などがあげられる。

【0006】

こういった酸化物と炭化物を複合することにより、材料の靱性、強度、耐チッピング性、や焼結性をかね揃えた複合材料が次々に提案されてきた。例として、特許文献1および特許文献2を示す。

特許文献1には導電性物質が低熱膨張セラミックス中に少なくとも部分的に連続した状態で拡散している複合セラミック材料が開示されている。また、特許文献2には、 Al_2O_3 に導電性の炭化物、ホウ化物などを30~95重量%分散した導電性セラミックスが開示されている。

【0007】

前記複合材料の焼結については、焼結性の比較的良い(焼結温度の低い)酸化物が先行してネッキングし、緻密化が行われる。例として $Al_2O_3 - TiC$ 複合セラミックスにおいては、焼結の段階でまず Al_2O_3 がネッキングを起こし、次第に粒成長を始める。 TiC 粒子のネッキングが起こるのは焼結終期に近い温度からである。この時点では、既に Al_2O_3 の緻密化がほぼ終了しており、 TiC の焼結が進行することにより、結果として十分に緻密化した酸化物・炭化物複合材料を得ることができる。

【0008】

その際、いかに TiC の成長を最低限に抑制したまま緻密体を得るか、ということが課題となる。緻密化が進めば、 TiC もネッキングを起こすが、その状態にまでならないと、一定水準以上、たとえば99%までの緻密化は望めない。これはホットプレス法やHIP(熱間静水圧プレス)法によっても同様である。

【0009】

そこで、 TiC の原料粉末自体の径を小さいものを選定することにより、結晶粒の小さい TiC の結晶を微細化する技術が特許文献3や、引用文献4に示されている。

特許文献3には4a~6a族の金属がアルコキシド中に分散したのから、それを加水分解して沈殿させ、不活性ガス中で炭化処理することにより平均粒子径が10nm~100nmの炭化物を得る技術が開示されている。特許文献4には、チタンを含む有機物ゲルを作製し、ゲルを熱処理することによりサブミクロンの炭化チタンを得る技術が開示されている。

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開昭52-032596号公報

【特許文献2】特開昭59-078973号公報

【特許文献3】特開昭61-232212号公報

【特許文献4】特開昭62-207708号公報 ところが、これらの技術には、セラミックスに導電性を付与する方法や、微細なTiC粒子を製造する方法には触れてあるが、それを用いて得た複合材料についての記載はほとんどなく、焼結体の状態について示されていない。原料粉末だけから焼結体を特定することは不可能であり、本発明は焼結体についてのより詳細な技術を開示したい。また、焼結体に必要とされる諸特性についても述べたい。

10

【0010】

通常、酸化物-炭化物複合セラミックスは下記方法で製造される。

混合はボールミルやアトライター、プラストミルなどを用いて行うが、両粉末が均一に混合される必要がある。

【0011】

乾燥・造粒は静置乾燥やスプレードライヤーを用いて行うのが一般的である。

プレス成形は、金型プレスや冷間静水圧プレス(CIP)法を用いる。こうして得られた圧粉体に必要であれば中間加工を行う。

【0012】

圧粉体を焼結する方法は、雰囲気炉、真空炉、加圧炉、大気炉、ホットプレス炉などを用いるのが旧来の方法だが、通電プラズマ焼結など新しい焼結法も一般的になっている。より高い密度を得るためには、熱間静水圧プレス(HIP)をこの焼結工程の後で行えば良い。

20

【0013】

以上が最も一般的な酸化物-炭化物複合セラミックスを得る工程である。

また、以下の発明の開示で詳細に述べていないが、焼結を促進したり粒成長を抑制するために添加される焼結助材(たとえばMgO, Y₂O₃, Yb₂O₃, CeO₂, CaOなど)については、焼結体自体の特性を大きく変えることない一般的な割合(~3重量%)は本発明に含むものである。

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明が解決しようとする課題は、酸化物-炭化物複合材料について、下記課題を解決することである。

【0015】

緻密な酸化物、炭化物複合セラミックスを得ること。炭化物の粗粒がなく、チッピングや脱粒の原因にならないこと。導電性を有する材料を得ること。従来の複合材料では得られなかった平滑な面粗度(中心線平均粗さRa0.0005以下)を得ること。

【課題を解決するための手段】

40

【0016】

本発明の目的は、酸化物-炭化物複合セラミックスについて、下記特徴を有する材料を得るものである。

1. 炭化物の含有量が5~25体積%、残部が酸化物。
2. 炭化物の長径(円形ではない結晶は最も長い距離)が4μm以上のものがないこと。
3. 任意の炭化物粒子の周囲1μm以内には別の炭化物粒子が少なくとも1つ存在すること。
4. 相対密度が99%以上であること。より望ましくは99.7%以上であること。
5. 平均粒子が0.05μmの研磨砥粒を用いた鏡面ラップにより、面の状態が算術平均粗さ0.0005Ra(μm)以下を、より好ましくは0.0002Ra(μm)以下を

50

実現できること。

6. 電気抵抗率が複合セラミックスを構成する炭化物単体と比較して100倍以下であること。

【0017】

これらについて説明を加えれば、下記のようになる。

1. 炭化物の含有量は、焼結体の特性が得られる範囲でなら、少ない方がよい。炭化物の粒子同士の結合は、剥離を起こしやすく、そのために可能な限り酸化物と結合している方が望ましい。1. に示す要件は、炭化物結晶同士の結合を少なくするために必要である。また、炭化物が5体積%以下の添加では、複合材料として求められる韌性や酸化物の粒成長を抑制するのに不十分であり、25体積%を超える量添加すれば、酸化物の利点が活か

10

されなければならず、炭化物が粗大な結晶になりやすくなり、反って求めるもとめる性質が得られなくなる。

2. 炭化物は、焼結、緻密化の際に、ネッキングを起こす。加工時のチップング、剥離性を考えるならば、炭化物粒子は可能な限り小さく酸化物中に分散させることが望ましい。また、4 μm を越える粗大粒は、たとえば精密加工時や皮膜形成の際にチップング、面粗

れ、脱粒など悪影響を及ぼす。

3. 任意の炭化物粒子の周囲1 μm 以内には別の炭化物粒子が少なくとも1つ存在すること。この場合の一つとは、炭化物の粒子全体ではなく、図2に示すように、粒子の少なくとも一部を示す。また、距離は2つの粒子の距離が最も近いところをとる。炭化物粒子は酸化物粒子成長を抑制するいわゆるピン止め効果が期待できる。炭化物の1 μm 以内に別の炭化物粒子があることは、このピン止め効果が最大限に生かされている状態である。更

20

により、切断や研削加工の際に、例えば一片が5 μm のどの正方形を取ってみても、酸化物と炭化物の量が同様であり、切断や研削抵抗を同様とすることができる。加工を微視的にみた際も、極めて様な加工ができる。よって、より面精度を上げることも可能であり、加工機の負荷も同様で、加工時のいわゆるビビリがなく良好な状態で行うことができる。

4. 本発明における複合焼結体は、磁気ヘッド基板、半導体製造用部材、切削工具、耐磨部材等を想定しているが、この際の密度は最低でも99%、望ましくは99.7%以上が適している。99%以上まで密度を上げるためには、焼結温度の低い酸化物のみが焼結するだけでは実現できず、炭化物の少なくともネッキングが必要となってくる。

5. 緻密化と炭化物を微細分散することにより、平均粒子径が0.05 μm のダイヤモンドラップを十分行うことにより、それによってえられる面粗度が算術平均粗さ0.0005Ra(μm)以下、より好ましくは0.0002Ra(μm)以下を得ることができる。ラップに使うメディアはダイヤモンドが一般的であるが、SiCなどの炭化物セラミックや酸化物セラミック粒子なども用いることができる。この面粗度は単一組成の1相のセラミックであれば出すことができるが、酸化物-炭化物複合セラミックでは難しかった。理由は、酸化物と炭化物のラップレート(鏡面加工にて削れる割合)が異なるためである。図1に示すが、炭化物の粗大粒子がある場合は、図1(b)に示すように、炭化物と酸化物の段差が大きくなる。これは、表面に露出している部分から炭化物が優先的に削り取られるが、その露出部分が大きくなればなるほど、凹部のダイヤモンド粒子の流れが良

30

40

くなることに起因する。これに対して本発明は、炭化物の粗大粒子がないことから図1(a)に示すように、それらの段差を小さくでき、ついでには面粗さを低く押さえることが可能である。なお、図1中の網掛け部は酸化物(粒界は省略した)、白い島状の部分が炭化物結晶である。また、以上は酸化物粒子の方が硬い場合を示したが、炭化物粒子の方が硬い場合でも、炭化物が微細に分散されていれば粒子同士の間隔が短いために、マトリックスである酸化物も砥粒に大きく削られにくくなり、面粗度は上がる。

6. 炭化物粒子は電気の主な動通経路となるが、隣の炭化物粒子と最大でも1 μm しか離れていないことにより、電気抵抗率を、複合材料を構成する炭化物の2~100倍の酸化物-炭化物複合材料を得ることができる。一般的に、絶縁体セラミック中に導電性セラミックを添加した場合は、導電性セラミックの量が約27~30体積%以上でな

50

ければ、 $10^{10} \cdot \text{cm}$ などと、絶縁体に近い電機抵抗率しか得られない。本発明には、導電性の炭化物を5～25体積%であっても、炭化物の電気抵抗値に比較的近い電気抵抗値まで下げることができる。電気抵抗率を低く抑えることができれば、製造上では電気加工が可能となり、電子部品用品や静電気を嫌う部材に用いられる際にも有用であることがある。なお、本出願にはただ単に「導電性の炭化物」「絶縁性の酸化物」と記載しているが、導電性、半導電性、絶縁性の明確な区分は無いために、「導電性の炭化物」は電気伝導率が $1 \times 10^{-1} \cdot \text{cm}$ 以下のもの、「絶縁性の酸化物」は電気抵抗が $10^9 \cdot \text{cm}$ 以上のものとして記載を行っている。

【発明の効果】

【0018】

絶縁性の酸化物中に、5～25体積%の導電性の炭化物を微細に分散した複合セラミックスにおいて、任意の炭化物粒子と、それと接触しておらず最も近くに存在する炭化物粒子との距離は最大でも $1 \mu\text{m}$ であり、組織中に長径で $4 \mu\text{m}$ 以上の炭化物の粗粒がなく、相対密度が99%以上であり、平均粒子が $0.05 \mu\text{m}$ の砥粒を用いて鏡面ラップした際の算術平均粗さが 0.0005Ra 以下まで加工できることを特徴とする複合セラミックスを得ることにより、炭化物粗粒がチップングや脱粒の原因にならず、平滑な面粗度を得ることができた。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。

【実施例1】

【0020】

(原料・粉末)

原料粉末として、平均粒子径はできるだけ小さい、例えば $0.3 \mu\text{m}$ 以下の Al_2O_3 粉末を準備する。また、20体積%を占める TiC としては平均粒子径が $10 \text{nm} \sim 200 \text{nm}$ の微細粉末を用いる。 TiC 粒子も焼結時にネッキングを起こし、 Al_2O_3 粒子および TiC 粒子と密接に接合する。 TiC の粒成長を見越して、原材料では前記範囲とすることが望ましい。この平均粒子径範囲であれば、分散性が高いために $1500 \sim 1700$ 程度で、焼結および緻密化が十分に進行した後でも、 TiC の凝集が小規模なものにとどまり、その平均粒子径を $0.4 \mu\text{m}$ 以下に制御することができる。 200nm を越える粉末を使用すれば、十分に緻密な焼結体とした場合の TiC の結晶は、粒成長のために平均結晶粒径は最低でも $500 \sim 1000 \text{nm}$ まで粗大化してしまう。また、 10nm 未満の粒子径の粉末は、 TiC 粒子を得ることが非常に難しくなるために、産業的に利用しづらい状況である。 TiC の微細粉の製造方法は、有機含チタンを溶媒にて液体状にし、それに炭素源を加えて炉内で炭化処理する方法が一般的であるが、機械的なミリング、ジェット粉砕など、十分な粒子径がえられるのであればその手段は問わない。平均粒子径が 10nm の TiC を20体積%、焼結をアルゴンガス中 1450 にて行なった、この試料を試料1とする。

また、試料2以降は、組成、炭化物の粒子径、焼結温度、温度条件をさまざま変えて最も高密度を得た際のデータである。

【0021】

また、本文中には特に記載していないが、 Al_2O_3 とは純粋な Al_2O_3 に限らず、 MgO 、 Y_2O_3 、 SiO_2 、希土類酸化物などの一般に Al_2O_3 や、 $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{TiC}$ 材の焼結助材として用いられる物質は、その量が特に大きくない場合は(全体の3体積%以下)、本発明の範囲であることを付記しておく。

【0022】

また、以上には酸化物を Al_2O_3 、炭化物を TiC とした1例を示したが、その他の組成、粒子径で実験した試料を、表1に示す。また、 $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{TiC}$ 複合セラミックス以外の系にて同様の実験をした結果を表2に示す。なお、酸化物の平均粒子径は、 $0.3 \mu\text{m}$ で統一している。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

【表 1】

番号	酸化物	炭化物 / vol%	炭化物 原料粒子径	焼結条件 炉 / 温度 / 雰囲気
1	Al ₂ O ₃	TiC/20	10nm	雰囲気焼結炉/1450℃/Ar
2	Al ₂ O ₃	TiC/20	30nm	雰囲気焼結炉/1580℃/Ar
3	Al ₂ O ₃	TiC/20	200nm	雰囲気焼結炉/1620℃/Ar
*4	Al ₂ O ₃	TiC/20	500nm	雰囲気焼結炉/1600℃/Ar
5	Al ₂ O ₃	TiC/5	100nm	雰囲気焼結炉/1600℃/Ar
6	Al ₂ O ₃	TiC/10	100nm	雰囲気焼結炉/1600℃/Ar
7	Al ₂ O ₃	TiC/25	100nm	雰囲気焼結炉/1580℃/Ar
*8	Al ₂ O ₃	TiC/30	100nm	雰囲気焼結炉/1550℃/Ar
9	Al ₂ O ₃	TiC/20	100nm	ホットプレス炉/1550℃ (10MPa) /真空
10	Al ₂ O ₃	TiC/10	30nm	ホットプレス炉/1510℃ (10MPa) /Ar

10

【 0 0 2 4 】

【表 2】

番号	酸化物	炭化物 / vol%	炭化物 原料粒子径	焼結条件 炉 / 温度 / 雰囲気
11	Al ₂ O ₃	WC/20	50nm	雰囲気焼結炉/1650℃/Ar
13	Al ₂ O ₃	Cr ₃ C ₂ /20	50nm	雰囲気焼結炉/1620℃/Ar
14	Al ₂ O ₃	TaC/20	100nm	雰囲気焼結炉/1700℃/Ar
15	ZrO ₂	WC/20	100nm	雰囲気焼結炉/1600℃/N ₂
16	V ₂ O ₅	TiC/20	100nm	雰囲気焼結炉/1750℃/Ar
17	Y ₂ O ₃	SiC/25	100nm	雰囲気焼結炉/1800℃/Ar
*18	MgO	ZrC/30	100nm	雰囲気焼結炉/1650℃/Ar
19	CaO	TiC/20	100nm	ホットプレス炉/1550℃ (30MPa) /Ar
20	ZrO ₂	NbC/10	50nm	ホットプレス炉/1510℃ (30MPa) /Ar

20

30

【 0 0 2 5 】

(成形・焼結)

成形はプレス成形にて、所望の形を得ることができる。圧粉体に工作機にて中間加工も行うことができる。得られた成形体を、非還元雰囲気での炉にて1500～1800程度で焼結が可能である。雰囲気はアルゴンガス、窒素ガスなどを用いて、10気圧程度で加圧する方法がより望ましい。本実験では焼結温度を調整し、理論密度比でもっとも密度が高くえられる条件を探し、その温度で焼結をした結果である。

40

また、目的物が切削チップや板状の部材のように平面状であれば、HP(ホットプレス)を用いて成形、焼結を同時に行うことも可能である。この際の温度は1400～1700、雰囲気はアルゴン雰囲気とした。ホットプレスの圧力は、30MPaで統一した。

さらに上記いずれの場合でも、焼結後にHIP処理を行うことで、更にポアを少なくすることもできる。

表1および表2に示す組成、焼結条件で焼結した焼結体をその相対密度(対理論密度比)、炭化物結晶同士の最大距離、炭化物の最大粒子径(結晶で円形でない場合は、結晶を長くなるようにとった長さ、長径)、平均砥粒が0.05μmのダイヤモンド粒子を用いた鏡面ラップ機で20時間ラップ処理をした際の中心線平均粗さ(Ra)を測定した。

なお、前記組織は光学顕微鏡で1mm²を観察することで行った。この結果を表3および

50

表 4 に示す。

【 0 0 2 6 】

【表 3】

番号	相対密度 (対理論 密度比) %	炭化物結晶の最 大距離 (μm)	炭化物の 最大粒子径 (長径、μm)	ラップ面粗 度 (Ra)	総合評価
1	99.8	2.0	1.8	0.0002	可
2	99.8	0.6	2.5	0.0004	可
3	99.8	0.8	3.4	0.0005	可
*4	99.9	0.8	10.5	0.0154	不可
5	99.7	0.9	1.2	0.0002	可
6	99.8	0.9	1.5	0.0002	可
7	99.8	0.8	3.5	0.0004	可
*8	99.8	0.5	19.6	0.0224	不可
9	100.0	0.9	2.8	0.0002	可
10	99.9	0.5	3.0	0.0002	可

10

【 0 0 2 7 】

【表 4】

番号	相対密度 (対理論 密度比) %	炭化物結晶の最 大距離 (μm)	炭化物の 平均粒子径 (長径、μm)	ラップ面粗 度 (Ra)	総合評価
11	99.7	0.8	2.5	0.0004	可
13	99.8	0.8	2.1	0.0002	可
14	99.8	0.6	3.1	0.0002	可
15	99.7	0.5	3.0	0.0004	可
16	99.8	0.6	2.9	0.0002	可
17	99.7	1.9	2.9	0.0003	可
*18	99.7	0.8	19.2	0.0232	不可
19	99.7	0.6	3.9	0.0005	可
20	99.8	0.5	3.6	0.0002	可

20

30

【 0 0 2 8 】

表 1 ~ 表 4 の試料で*印のつく番号は、本発明の範囲外の比較例である

(評価 組織・ラップ面粗度)

表 3 および表 4 の本発明の試料は、任意の炭化物粒子との最も近い炭化物粒子は 1 μm 以下であり、最大炭化物粒子径は 4 μm 以下であった。密度はいずれも高く、十分実用に耐える範囲のものが得られた。ラップ面の面粗度もいずれも低く、精密加工に適していることが分かった。表には記載していないが、本発明複合セラミックスはさらに、砥粒の番手を上げる (粒子を小さく) することにより、0.0001 (μm) Ra を下回ることが確認された。

40

【 0 0 2 9 】

*比較例 4 の試料は、添加した TiC 粒子が大きすぎるために、焼結体中の TiC 結晶が粗大化していた。

*比較例 8 および*比較例 18 に示す試料は、炭化物粉末量が多すぎるために、分散した炭化物粒子同士がネッキングを起こし、粗大粒を形成していた。

【 0 0 3 0 】

表 3、表 4 に示した結果より、本発明の炭化物 - 炭化物複合セラミックスは、炭化物の

50

粗大粒がなく、ラップした際も面粗度を低く押さえることができる。面粗度については、図1に示す模式図のように、焼結体中の炭化物結晶が微細であるために、その部分が深く削り取られることが避けられるために、低く（ $Ra 0.0005$ 以下、さらには $Ra 0.0002 \mu m$ 以下）押さえられると考察できる。

【0031】

また、結果を表に記載していないが、本発明の試料については、電気抵抗率を炭化物単体の2～100倍以内に抑えることができた。たとえば、試料1については、TiCの電気抵抗率は単体で $2 \times 10^{-4} \cdot cm \cdot cm$ 程度に対して $1 \times 10^{-3} \cdot cm$ と約5倍であった。これはより少ない炭化物で導電性を得ることができることを示している。

【0032】

これらの性質は、厳しい面粗度が要求される、精密金型や半導体支持用基板、反射鏡、磁気ヘッド基板などに好適である。

【産業上の利用可能性】

【0033】

本発明の酸化物-炭化物の複合セラミックスは、磁気ヘッドスライダ基板、レンズ成形型、半導体製造用治具、切削工具、刃物、電圧非直線抵抗体、真空チャック、半導体保持具、発熱体、ヒートシンク、摺動部材、精密金型、光学用反射鏡、高温用部材、耐摩耗用部材、摺動部材、ベアリング、ガスセンサー、圧電性素子、熔融金属容器、スライディングノズル、浸漬ノズルなどに利用可能である。

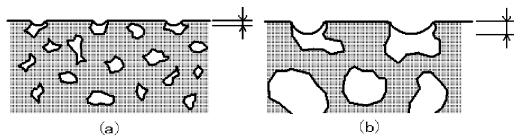
【図面の簡単な説明】

【0034】

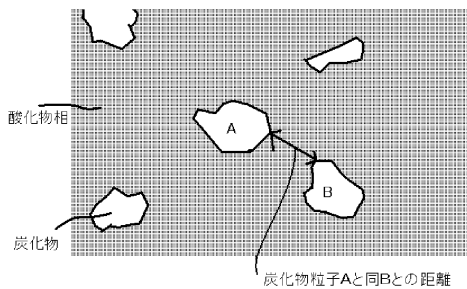
【図1】ラップ後の面状態の模式図

【図2】炭化物結晶同士の距離

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 321556 (JP, A)
特開平05 - 085812 (JP, A)
特開2001 - 233672 (JP, A)
特開昭62 - 157800 (JP, A)
特開平11 - 092213 (JP, A)
特開平9 - 20562 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C04B 35/00 - 35/22
C04B 35/645