



Title	Silicon Nitride and Its Silicon Carbide Whisker Composites without Sintering Aids
Author(s)	Giuseppe, Pezzotti
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37339
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	GIUSEPPE PEZZOTTI
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 9 4 6 1 号
学位授与の日付	平成 3 年 1 月 14 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	Silicon Nitride and Its Silicon Carbide Whisker Composites without Sintering Aids (助剤無添加窒化ケイ素および炭化ケイ素ウイスカーフィラメントに関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 岡本 平 教授 岩本 信也 教授 新原 啓一

論文内容の要旨

本論文は、助剤無添加窒化ケイ素と炭化ケイ素ウイスカーフィラメント複合材料について、その微細構造と高温までの機械的特性について詳細に調べ、破壊靭性と高温強度とともに向上させる材料を開発することを目的とした基礎研究をまとめたもので、6章から構成されている。

第1章は、序論であり、本研究の目的と意義について述べ、高温用セラミック材料を選択し評価するにあたっての判断基準を述べている。

第2章では、本研究で用いた試料の作製方法と、評価手法の原理について詳述し、すべての試料をガラスカプセルHIP法により焼結している。

第3章では、助剤無添加窒化ケイ素焼結体の微細組織とその特性を決定する重要な因子となる焼結挙動について詳細に調べ、この焼結体の粒界が、1nm程度の極めて薄い均一なガラス相から構成されることを認め、高温での遅れ破壊抵抗が、粒界での強い結合力と化学的な安定性を反映して、助剤添加焼結窒化ケイ素に比べて著しく向上し、外挿によって予測される破断時間は1400°C、300MPaの引張り応力下、1000時間以上となることを明らかにしている。

第4章では、助剤無添加窒化ケイ素-炭化ケイ素ウイスカーフィラメント複合材料の特性を決定する第2相の分散性と等方性について定量化し、適量の分散剤を添加することによって、ウイスカーフィラメントを良好に分散させ、配向のない焼結体が作製可能となることを明らかにし、破壊靭性値を母材に較べて約30%向上させることができることを明らかにしている。さらに亀裂進展挙動の詳細な解析より、ウイスカーフィラメントによる靭性向上のメカニズムの新しいモデルを提唱し、高温での遅れ破壊に及ぼすウイスカーフィラメント添加の影響を実験的に検討して遅れ破壊抵抗を向上させるようなウイスカーフィラメントによる亀裂の架橋がしばしば見られるものの、ウイスカーフィラメント

合時に導入される不純物により、母材に比べてこの抵抗が小さくなることを示している。

第5章では、上記の結果を総合的に議論し、本研究で得られた材料が高温材料の中で占める位置及び今後更に特性を向上させるための方策について述べている。

第6章では、結言として得られた成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

窒化ケイ素は、耐熱衝撃性や耐酸化性に優れ、強度と韌性の面から高温用構造セラミック材料として期待されている。本論文は窒化ケイ素セラミックスの破壊韌性と高温強度をともに向上させることを目的に行った研究をまとめたもので、その結果を要約すると次の通りである。

- (1) 高温・高応力のもとでの耐クリープ性を高めるために、高温での粒界破壊を促進すると考えられる焼結助剤を添加しないでHIP焼結した窒化ケイ素の焼結機構は、粒界が厚さ1nmの均一なガラス相から成ることから、シリカの液相焼結によると結論している。
- (2) 助剤無添加窒化ケイ素は100ppmオーダーの酸素以外の不純物が存在すると、粒界構造に変化が認められなくても、高温強度の低下が起こることを示し、高温強度と遅れ破壊抵抗を高めるには高純度窒化ケイ素粉末を使用しなければならないことを指摘している。
- (3) 短時間の試験によって、高温・高応力のもとでのセラミックス材料の破断時間を求める方法を考案し1400°C, 300MPaの引張り応力のもとでの助剤無添加窒化ケイ素の破断時間は、窒化ケイ素に関してこれまで報告されたことがない1000時間以上になると予測している。
- (4) 助剤無添加窒化ケイ素-炭化ケイ素-ウイスカー複合材料の特性を決めるウイスカーの分散性と等方性をSEM像を使って定量化し、適量の分散剤を添加することによってウイスカーが配向せず、均等に分散した焼結体を作製することが可能となり、その破壊韌性値は母材に比べ約30%上昇することを見出している。
- (5) この複合材料での破壊韌性値向上の機構は、これまで提唱してきた亀裂偏向モデルや架橋モデルによって説明することができず、新しい高韌化モデルを提唱している。
- (6) ウイスカー添加による高温での遅れ破壊抵抗の変化を調べたところ、ウイスカー混合時に導入された不純物が遅れ破壊抵抗を母材に比べ若干小さくすることを見出し、微量の不純物の影響を重視しなければならないことを指摘している。

以上のように、本論文は、構造用セラミック材料としての窒化ケイ素の高温強度と破壊韌性を高めるための方策を含めて、セラミック材料の合成と特性評価に多くの有用な知見を与えており、セラミック材料工学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。