



Title	Fabrication and Characterization of Transparent Polycrystalline Silicon Nitride Ceramics
Author(s)	成, 樂柱
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45829
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	成 樂 柱
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 9 4 5 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 17 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科物質化学専攻
学 位 論 文 名	Fabrication and Characterization of Transparent Polycrystalline Silicon Nitride Ceramics (透明な多結晶窒化ケイ素セラミックスの製造と評価)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 新 原 皓 一 (副査) 教 授 桑 畑 進 教 授 今 中 信 人 教 授 甲 斐 泰 教 授 大 島 巧 教 授 田 川 精 一 教 授 小 松 満 男 教 授 町 田 憲 一 教 授 平 尾 俊 一 教 授 宇 山 浩

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、強度、靱性、耐摩耗特性などの機械的特性を向上させつつ、高い透光性を付与した多機能調和型窒化ケイ素セラミックスの開発を目的にして行った研究成果をまとめたもので、全 6 章で構成されている。

第 1 章では、本研究の目的と意義ならびにその背景について述べるとともに、本研究の概要についても記述した。

第 2 章では、MgO と AlN を焼結助剤に選択して透光性を有する多結晶窒化ケイ素の製造を試みた。その結果、MgO と AlN を添加した多結晶窒化ケイ素において、比較的粒径が小さく、しかも均一な形状からなる微細構造の実現が可能で、この材料が透光性を示すことを明らかにした。

第 3 章では、焼結助剤ならびに焼結プロセスを検討し、さらなる高度な微細構造制御を試みた。焼結助剤の量ならびに組成をより詳細に解析した結果、3 wt% の MgO と 9 wt% の AlN を添加した場合に最も優れた透光性窒化ケイ素の製作が可能であることを明らかにした。また、焼結温度ならびに保持時間に関しては、1850 度以下の低温や 1 時間未満の短い焼結時間では焼結体の緻密化が不十分であり、逆に、1900 度以上の高温や 1 時間以上の長い焼結時間では β 相への相変態が進行し、粒成長が顕著となり、均一な微細構造の形成が難しく、何れの場合においても高い透光性は得られないことを明らかにした。また、焼結雰囲気は窒化ケイ素の分解を起こしにくくする等の理由から窒化雰囲気が必要とされるが、0.02 MPa の圧力の窒素ガス雰囲気が最適であることを見出した。

第 4 章では、ホットプレスで得られた焼結体において若干存在するポアなどの欠陥を消滅させるために、焼結温度以下で長時間のポスト熱処理を行うことが有効であることを明らかにした。

第 5 章では、前章までに得られた透光性を有する多結晶窒化ケイ素の機械的、熱的、摩耗的特性を評価した。透光性を向上させるために組織制御された窒化ケイ素においては、一般の窒化ケイ素に比べて硬度ならびにヤング率に優れていることを明らかにした。これに対し、破壊強度ならびに破壊靱性は、粒径が揃っており、等軸状の粒子から成るために一般の窒化ケイ素より低かったが、400 MPa 以上の破壊強度を保っていることを明らかにした。また、このような微細構造に起因し、熱伝導率が低下していることも確認された。併せて、窒化ケイ素の最も特徴的な性質である、耐摩耗性を Ball-on-disk 法により測定したところ、セラミックスの中で高い耐摩耗性を有することが知られてい

る一般的な多結晶窒化ケイ素と比較して、更に高い耐摩耗性を有していることを明らかにした。

第6章では、本研究を総括し、主な結果をまとめた。本研究において提案した焼結助剤と焼結プロセスを最適化することで、窒化ケイ素母相ならびにその粒界の性質を巧みに制御し、機械的特性、耐摩耗性などを維持あるいは向上させつつ、優れた透光性を兼備した多機能調和型の多結晶窒化ケイ素の創製が可能であることを見出し、本材料設計の優位性を明らかにすることが出来た。

論文審査の結果の要旨

本論文は、強度、靱性、耐摩耗特性などの機械的特性を向上させつつ、高い透光性を付与した多機能調和型窒化ケイ素セラミックスの開発を目的に行った研究成果をまとめたものである。主な結果を要約すると以下のとおりである。

(1) MgO と AlN を焼結助剤に選択して透光性を有する多結晶窒化ケイ素の製造を試みている。その結果、MgO と AlN を添加した多結晶窒化ケイ素において、比較的粒径が小さく、しかも均一な形状からなる微細構造の実現が可能で、この材料が透光性を示すことを明らかにしている。

(2) 焼結助剤ならびに焼結プロセスを更に検討している。焼結助剤の量ならびに組成をより詳細に解析した結果、3 wt% の MgO と 9 wt% の AlN を添加した場合に最も優れた透光性窒化ケイ素の製作が可能であることを明らかにしている。また、焼結温度ならびに保持時間に関しては、1850℃以下の低温や 1900℃以上の高温や1時間以上の長い焼結時間では何れの場合においても高い透光性は得られないことを明らかにしている。また、焼結雰囲気は 0.02 MPa の圧力の窒素ガス雰囲気最適であることを見出し、そのメカニズムを解明している。

(3) ホットプレスで得られた焼結体において若干存在するポアなどの欠陥を消滅させるために、焼結温度以下で長時間のポスト熱処理を行うことが有効であることを確認し、またこの熱処理によるポアの減少により透光性が著しく向上することを明らかにしている。

(4) 透光性を向上させるために組織制御された窒化ケイ素においては、一般の窒化ケイ素に比べて硬度ならびにヤング率に優れていることを明らかにしている。これに対し、破壊靱性は粒径が揃い、等軸状の粒子からなるために通常の窒化ケイ素と比較し低下するが、破壊強度は 400 MPa 以上の高強度を保っていることを見出している。また、窒化ケイ素の最も特徴的な性質である、耐摩耗性を Ball-on-disk 法により評価し、一般の窒化ケイ素に比べて優れた耐摩耗性を有していることを明らかにしている。

以上のように、本論文は焼結助剤と焼結プロセスを最適化することで、機械的特性、耐摩耗性などを維持あるいは向上させつつ、優れた透光性を兼備する多機能調和型の多結晶窒化ケイ素の創製が可能であることを見出しており、本材料設計の優位性を明らかにするものである。これらの研究成果は、セラミックス材料を単機能型から多機能型へと展開する基礎となる材料設計に新しい指針を与える成果であり、物質化学、材料工学、複合材料工学の発展に大きく寄与するものである。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。