

|              |  |
|--------------|--|
| Title        | Effects of Nano-Sized Silicon Carbide Dispersion on Mechanical and Electrical Properties of Yttria Stabilized Zirconia |
| Author(s)    | Bamba, Noriko  |
| Citation     | 大阪大学, 1998, 博士論文   |
| Version Type | VoR  |
| URL          | <a href="https://doi.org/10.11501/3143986">https://doi.org/10.11501/3143986</a>  |
| rights       |  |
| Note         |  |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

|            |   |
|------------|---|
| 氏名         | ばん ば のり こ<br>番 場 教 子  |
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (工 学)   |
| 学位記番号      | 第 1 3 8 7 2 号   |
| 学位授与年月日    | 平成10年3月25日  |
| 学位授与の要件    | 学位規則第4条第1項該当<br>工学研究科物質化学専攻   |
| 学位論文名      | Effects of Nano-Sized Silicon Carbide Dispersion on Mechanical and Electrical Properties of Yttria Stabilized Zirconia<br>(イットリア安定化ジルコニアの機械的・電気的特性に及ぼす炭化ケイ素ナノ分散粒子の影響) |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 新原 皓一  |
|            | (副査)<br>教授 平尾 俊一    教授 田川 精一    教授 米山 宏<br>教授 足立 吟也    教授 城田 靖彦    教授 甲斐 泰<br>教授 野島 正朋    教授 大島 巧    教授 小松 満男   |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、応力誘起相変態により優れた常温機械的特性を有する3 mol%イットリア安定化正方晶ジルコニア (3 Y-TZP) および固体電解質材料である8 mol%イットリア完全安定化ジルコニア (8 YSZ) に、ナノサイズの炭化ケイ素 (SiC) 粒子を分散させた3 Y-TZP/SiC および8 YSZ/SiC 複合材料の微細組織、室温および高温における機械的特性ならびに電気的特性に及ぼすSiC ナノ粒子の影響についてまとめたものであり、次の6章から構成されている。

第1章では、本研究の背景、目的および論文の構成について述べている。

第2章では、ナノサイズおよびミクロンサイズのSiC粒子を分散させた3 Y-TZP/SiC および8 YSZ/SiC 複合材料の作製方法を述べ、3 Y-TZP および8 YSZの焼結メカニズム (体積拡散および粒界拡散) の違いを示し、SiC粒子がそれぞれの焼結性および微細組織に及ぼす影響について検討している。さらに3 Y-TZP および8 YSZとSiCとの熱膨脹係数差に起因した残留応力の発生メカニズムを考察し、ナノ複合材料では均一歪みが、ミクロ複合材料では不均一歪みが大きくなることを明らかにしている。

第3章では、3 Y-TZP/SiC および8 YSZ/SiC 複合材料の室温機械的特性の評価を行っている。3 Y-TZP/SiC 複合材料では、SiCナノ粒子複合化により正方晶ジルコニアの相変態が促進され靱性が向上することを見いだしている。また8 YSZ/SiC 複合材料ではSiC粒子の複合化による組織の微細化が強度の向上をもたらす、更にSiC粒子によるクラックディフレクションが靱性を向上させることを明らかにしている。

第4章では、3 Y-TZP/SiC および8 YSZ/SiC ナノ複合材料の高温特性ならびに高温変形に及ぼすSiCナノ分散粒子の役割を検討し、ナノ複合化により高温変形が著しく抑制され、高温における機械的特性が大幅に改善されることを明らかにしている。

第5章では、SiCナノ粒子分散が8 YSZのイオン伝導性に及ぼす影響を検討し、8 YSZとSiCとの熱膨脹係数差によって8 YSZ結晶内に生じる高い残留引張り応力が粒内イオン伝導を向上させることを明らかにしている。更に以上の結果を基にして、SiCナノ複合化により強度とイオン電導度を同時に改善する8 YSZ基複合材料の材料設計を提案している。

第6章では、本研究を総括し、主な成果をまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、優れた常温機械的特性を有する 3 mol% イットリア安定化正方晶ジルコニア (3 Y-TZP) および固体電解質材料である 8 mol% イットリア完全安定化ジルコニア (8 YSZ) に、ナノサイズの炭化ケイ素 (SiC) 粒子を分散させた 3 Y-TZP/SiC, 8 YSZ/SiC 複合材料を作製し、それぞれの機械的特性ならびに電気的特性に及ぼす SiC ナノ粒子の影響を明らかにしたものであり、主な結果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 3 Y-TZP および 8 YSZ の焼結メカニズムの違いを確認し、3 Y-TZP/SiC および 8 YSZ/SiC 複合材料において SiC 粒子がそれぞれの焼結挙動および微細組織に及ぼす影響を明らかにしている。
- (2) 3 Y-TZP および 8 YSZ と SiC との熱膨脹係数差に起因した残留応力の発生メカニズムを考察し、ナノ複合材料では均一歪みが、マイクロ複合材料では不均一歪みが大きくなることを明らかにしている。
- (3) 3 Y-TZP/SiC ナノ複合材料ではナノサイズの SiC 粒子を複合化することで生じる残留応力によって正方晶ジルコニアの相変態が促進されることを見出し、強度を低下させずに靱性を向上させることが可能であることを明らかにしている。
- (4) 8 YSZ/SiC ナノ複合材料では SiC 粒子の複合化による組織の微細化によって強度が向上するのみでなく、SiC 粒子によるクラックディフレクション効果によって靱性が向上することを明らかにしている。
- (5) 3 Y-TZP/SiC および 8 YSZ/SiC ナノ複合材料の高温特性ならびに高温変形に及ぼすナノサイズ SiC 分散粒子の役割を検討し、3 Y-TZP, 8 YSZ とともにナノ複合化により高温変形が著しく制御され、高温における機械的特性が大幅に改善されることを明らかにしている。
- (6) 8 YSZ/SiC 複合材料のイオン伝導性を評価・検討し、ナノ複合材料では 8 YSZ と SiC の熱膨脹係数差によって生じる均一引っ張り歪みが粒内伝導を向上させることを明らかにしている。
- (7) 8 YSZ/SiC ナノ複合材料ではナノサイズの SiC 粒子の複合化により強度とイオン電導度を同時に改善する 8 YSZ 基複合材料の材料設計が可能であることを提案している。

以上のように本論文は、構造用セラミックスのみならず、機能性セラミックス基ナノ複合材料の材料設計に必要な多くの基礎的知見を与えるもので、物質化学、材料工学、複合材料工学の確立に寄与するところが大きい。また本論文で得られた知見は、今後のセラミックス基複合材料の用途拡大に多大の貢献をするものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。