

Title	Fabrication and Characterization of Zirconia-based Nanocomposites Ceramics for Novel Coating System
Author(s)	Ari, T. Hirvonen
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/46857">https://hdl.handle.net/11094/46857</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について〈/a〉をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名	アリテイー Ari T. Hirvonen	ヒルボネン
博士の専攻分野の名称	博士 (工学)	
学位記番号	第 19804 号	
学位授与年月日	平成 17 年 9 月 30 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 Zirconia-based Nanocomposites Ceramics for Novel Coating System (新規なコーティングシステム用ジルコニア基ナノコンポジットセラミックスの作製と評価)	
論文審査委員	(主査) 教授 田川 精一	
	(副査)	
	教授 町田 憲一	教授 今中 信人
	教授 小松 満男	教授 平尾 俊一
	教授 桑畑 進	教授 宇山 浩
	教授 甲斐 泰	教授 大島 巧
		教授 林 高史

#### 論文内容の要旨

本研究では、高温下で使用される熱遮蔽コーティング (TBC) システム用の新規なジルコニア基セラミックスナノコンポジットの創製を目的とし、分散粒子の種類や微細組織が力学的、熱的特性などへ与える影響について調べた。また、開発した新規ジルコニア基ナノコンポジットを用いてセラミックスコーティングを作製し、その特性について調査した。以下に得られた主な成果をまとめる。

第 1 章では、本論文の背景、材料設計指針、研究目的および構成について記した。

第 2 章では、イットリア安定化ジルコニア (YSZ) に低熱伝導性を有するコーディエライトを分散した複合材料を設計し、その焼結性ならびにバルク体の基礎物性を調査した。焼結条件とコーディエライト添加量に依存して YSZ の安定性が変化すること、反応相であるジルコンを含むガラス相が結晶粒界に形成されるが、1400°C までの熱安定性に優れることを確認し、その組織形成メカニズムを解明した。

第 3 章では、第 2 章で得られた知見を元に、焼結条件を最適化して YSZ/コーディエライト複合体を作製し、相対密度 95% 以上の複合材料が得られること、弾性率は加成則に従って変化することを見出した。加えて、破壊強度が 500 MPa 以上で且つ 2 Wm/K 以下と低熱伝導率を示す複合材料の創製が可能なことを見出し、新規な熱遮蔽セラミックスコーティング候補材料になり得ることを確認した。

第 4 章では、化学的手法を用いて合成したモナザイトを分散相として YSZ に添加した新規なナノ複合材料を作製した。急速加熱焼結が可能パルス通電焼結 (PECS) 法を用いることで、反応相が無く十分に緻密化した YSZ/モナザイトナノコンポジットの創製に初めて成功した。得られたナノコンポジットでは、YSZ の結晶粒径が 300 nm 程度であり、粒界に 50 nm 程度のモナザイト粒子が分散したナノ構造を示すことを明らかにした。熱伝導率はどれも 1.8 W/mK 以下と従来の YSZ 焼結体に比較して低い値であることを確認すると共に、1400°C 迄の温度範囲での重量変化が 2% 以下と優れた熱安定性を示すことを明らかにした。

第 5 章では、第 3 章で最適化した YSZ/コーディエライトナノコンポジットの熱遮蔽コーティングとしての適用可

能性を確認するために、従来では難しいとされていたジルコニア系材料へ高速度燃料フレーム (HVOF) 法を応用し、金属基板上に YSZ 及び YSZ/コーディエライト複合材料の成膜に初めて成功した。得られたコーティングは従来法に比較して極めて良好な耐摩耗性を示すこと、コーディエライト添加によりセラミックス膜の硬度が向上することを見出し、新規なナノコンポジットセラミックスを熱遮蔽コーティングへ応用可能なことを示した。

第6章では、本研究を総括し、主要な成果についてまとめた。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、高温下で使用される熱遮蔽コーティング (TBC) システム用の新規なジルコニア基セラミックスナノコンポジットの創製を目的としたものであり、主な成果を要約すると次の通りである。

(1) イットリア安定化ジルコニア (YSZ) に低熱伝導性コーディエライトを分散した複合材料を設計し、その焼結性及び焼結体基礎物性を調査し、焼結条件とコーディエライト添加量に依存して YSZ の安定性が変化すること、反応相であるジルコンを含むガラス相が結晶粒界に形成されるものの、1400°C までの熱安定性に優れることを確認し、組織形成機構を解明している。

(2) YSZ/コーディエライト複合体について、相対密度 95% 以上の複合材料を得るための焼結条件の最適化に成功している。これら材料では、弾性率が加成則に従って変化することを見出すと共に、破壊強度が 500 MPa 以上で且つ 2 Wm/K 以下と十分に低い熱伝導率を示す複合材料の創製に成功しており、新規な熱遮蔽セラミックスコーティング候補材料になり得ることを実証している。

(3) 溶液化学的手法を用いて合成したモナサイトを分散粒子として YSZ に複合化し、急速加熱焼結が可能なパルス通電焼結 (PECS) 法を適用することで、反応相が無く十分に緻密化した YSZ/モナサイトナノコンポジットの創製に初めて成功している。本材料の、YSZ 結晶粒径が 300 nm 程度であり、粒界に 50 nm 程度のモナサイト粒子が分散したナノ構造を示すことを明らかにしている。また、1.8 W/mK 以下と従来の YSZ 焼結体に比較して低い熱伝導率を確認すると共に、1400°C 迄の温度範囲での重量変化が 2% 以下と優れた熱安定性を示すことを明らかにしている。

(4) 高速度燃料フレーム (HVOF) 法を従来では難しいとされていたジルコニア系材料へ応用し、金属基板上に YSZ 及び YSZ/コーディエライト複合材料の成膜に初めて成功している。得られたコーティングは、従来法の材料に比較して極めて良好な耐摩耗性を示すこと、コーディエライト添加によりセラミックス膜の硬度が向上することを見出し、新規なナノコンポジットセラミックスを熱遮蔽コーティングへ応用可能なことを示している。

以上のように、本論文は新規な耐熱コーティング用セラミックスナノコンポジットの創製とその機能を解明すると共に、同材料のコーティング適用性について新規な知見を得ており、材料化学ならびに材料工学の確立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。