

平成 21 年 5 月 7 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2006～2009

課題番号：18560655

研究課題名 (和文) 高次構造制御酸化物多孔体の生成メカニズム解明と触媒担体としての応用

研究課題名 (英文) Elucidation of formation of directional pores and its application for catalyst carriers

研究代表者

上野 俊吉 (UENO SHUNKICHI)

大阪大学・産業科学研究所・特任准教授

研究者番号：60339801

研究分野：無機材料・物性

科研費の分科・細目：無機材料・物性

キーワード：高次構造制御、セラミックス多孔体、一方向凝固

### 1. 研究計画の概要

流体透過用触媒担体の開発においては、高配向性気孔の気孔径制御のみならず細孔径分布も制御する必要がある。細孔径を制御する手法としてはゾルゲル法などがあり、一方、細孔径分布を制御する手法としてはパルス通電焼結により助剤を飛ばす方法などがある。本研究課題が解決しようとするのは、細孔径の制御と同時に細孔径分布も同時に制御し、かつ簡便な一方向凝固法で高次に構造が制御された酸化物多孔体を作製する新規なプロセスの開発にある。

具体的には、固相と液相におけるガスの溶解度差および凝固時におけるガス原子の拡散を利用し、一方向に凝固させることにより固相に取り込まれない過飽和の水素原子が気孔を形成・成長させることにより、酸化物多孔体を作製する手法を確立する。ガス種、ガス圧、凝固速度などの実験条件と生成される構造との関連を明らかにし、構造制御法を確立する。

### 2. 研究の進捗状況

セラミックス多孔体の高次構造制御技術に関して、これまでに多孔質構造を均質化する技術を確立するとともに、凝固過程においてIn-situに粒界ガラス相を凝固材中へ形成させる技術を開発した。粒界ガラス相を形成させることにより凝固材の圧縮強度が大幅に改善された。

凝固により気孔が形成される際の原料に含まれる不純物の影響を詳細に調べた結果、シリカは気孔率を増大させ得ること、カルシウムは気孔の空間分布を均質化させ得ること、シリカとカルシウムを同時に添加すると大きな気孔率で気孔が均質分布する多孔体を得られることを明らかに

した。

カルシウムとシリカを同時に添加すると、凝固の過程で粒界ガラス相が凝固材中に形成され、凝固材の圧縮特性が改善されることを明らかにした。

これらの結果は、原料に含まれる不純物により凝固材の多孔質構造および特性が大きく変化することを示す。不純物を意図的に原料へ添加することにより、多孔質構造および特性を制御することが可能となった。本年度の結果は、例えば水素ガスを用いずにセラミックス多孔体を凝固により製造するプロセスなど、新規多孔体の製造プロセス開発につながる。

また、気孔形態を制御するパラメータとして凝固速度に着目して実験を行った結果、気孔率が最大となり気孔径分布が最適化される凝固速度が存在することを明らかにした。

### 3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している。

(理由)

当初の予定では、気孔率および気孔径を精密に制御する手法の開発を目指したが、構造制御法を追求した結果、(1)ガラス相となる添加物を原料に加えることで、高強度の多孔体を得られること、(2)ガス溶解度差に基づく気孔形成メカニズムに加え、添加物の蒸発を同時に応用することで高気孔率の多孔体を得られ、制御可能であることなどの追加的な結果が得られ、そのメカニズムを明らかにすることができた。

#### 4. 今後の研究の推進方策

溶融・凝固法によるセラミックス多孔体の形成を考えた場合、これまで報告されてきた他の方法と比較して、気孔径および気孔率を精密に制御可能であることがわかった。この結果は、フィルターなど高温腐食環境下におけるフィルターとしての応用や微生物担体としての応用など、構造材料としての応用を拓くことができると考える。

今回開発したセラミックス多孔体は方向性を持つ気孔の形態を精密に制御することが可能であることから、構造材料に限らず、熱電セラミックス材料など、高温機能性材料への適用も可能になったと考える。

高温、特に腐食環境下における機能性セラミックス材料として熱電材料に着目し、求められる熱電性能を達成するための気孔形態制御へ応用展開していく。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 12 件)

Shunkichi Ueno, Li M. Lin and Hideo Nakajima, Formation Mechanism of Porous Alumina with Oriented Cylindrical Pores Fabricated by Unidirectional Solidification, *J. American Ceramics Society*, **91**, 223-226 (2008). 査読あり

Shunkichi Ueno, Li M. Lin, Hideo Nakajima and E. Yasuda, Effects of Impurities on Formation Pores during Solidification for Porous Alumina and Its Compressive Strength, *J. Ceramics Society of Japan*, **116**, 137-140 (2008). 査読あり

上野俊吉・林礼明・中嶋英雄, 一方向凝固法によって作製されるロータス型ポーラスセラミックス, *までりあ*, **47**, 399-405 (2008). 査読あり

[学会発表](計 20 件)

上野俊吉・林礼明・玄丞均・中嶋英雄, ロータス型ポーラスアルミナの設計, 日本金属学会 2005 年秋期大会, 広島, 2005.9

Shunkichi Ueno, Li Ming Lin, Soong Keun Hyun and Hideo Nakajima, Fabrication of Lotus-type Porous Alumina by Unidirectional Solidification, 4<sup>th</sup> International Conference on Porous Metals and Metal Foaming Technology, Sep. 21-23, 2005, Kyoto, Japan.

Shunkichi Ueno, Soong Keun Hyun and

Hideo Nakajima, Fabrication of Lotus-type Porous Ceramics using Unidirectional Solidification Method, 11th International Ceramics Congress, June 4-9, 2006, Acireale, Italy.

[図書](計 1 件)

上野俊吉・中嶋英雄, "光学式浮遊帯域溶融法によるロータス型ポーラスアルミナ", ポーラス金属の作製と機能的特性, 日本鉄鋼協会編 (2007).

[その他]

ホームページ

<http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/~ueno23/index.html>