

Fablication of Higher-order Architectures Consisted of Porous Metal Oxide Core with Carbon Nanotube Jacket

1. 緒言

カーボンナノチューブ (CNT) は、優れた電気伝導性、光吸収特性、機械的特性等を有し、化学的にも非常に安定な機能材料である。近年、金属やセラミックス等の各種無機材料に CNT を物理混合した CNT 複合材料は、既存の複合材料に比べて軽量かつ高い特性を現すため、積極的に研究が行われている^[1]。このとき、CNT と他の材料の階層的な組み合わせは極めて重要であり、CNT の密度、形態、基材との結合等を最適化すれば、CNT のユニークな特性を生かしたマクロスケールのデバイスを実現できる。本研究では、耐熱性及び機械的強度に優れる ZrO_2 を基材に選び、物理混合ではなく、 ZrO_2 球状多孔体に直接 CNT が密集・自生した CNT- ZrO_2 複合材料の開発を目指した。すなわち、内部に触媒金属ナノ粒子を包含した ZrO_2 からなるサブミクロンサイズの球状多孔体 (MARIMO) を合成し、これを触媒としてアセチレンガスを炭素源とする触媒化学気相成長法により、核となる ZrO_2 MARIMO の周囲を CNT が被覆した高次構造体の合成へと導く。さらに、 ZrO_2 複合体における触媒金属、触媒担体、及び CNT 成長条件の組み合わせが、CNT-球状金属酸化物複合材料の形態に与える影響について述べる。

2. 結果

種々の金属塩・溶媒・添加剤の組合せを検討した結果、ジルコニウムブトキシド、硝酸鉄、アセチルアセトン、エタノールからなる前駆溶液をソルボサーマル処理 (250 °C, 60 min) することで、目的とする $\text{FeO}_x\text{-ZrO}_2$ MARIMO 触媒を得た。TEM 観察より、得られた粒子は均一な粒径の球状粒子 (750 ± 30 nm) であり、微小球全体に均一に鉄原子が分散していた (図1)。これを MeOH に分散し、熱酸化膜付き Si 基板上にドロップキャストした。この基板を石英管に移し、反応温度 730 °C とし、 C_2H_2 ガス流量を 10 sccm の流速で 10 s 導入した。このときの石英管内の最大圧力は約 65 Pa であった。得られた黒色固体を SEM 観察したところ、 $\text{FeO}_x\text{-ZrO}_2$ MARIMO 触媒上に約 3 μm の長さの CNT が全方向に成長した配向性のない高密度 CNT 複合物が得られた (図2)。

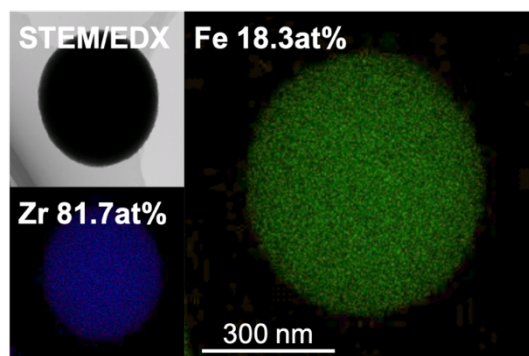


図 1. 酸化 Fe- ZrO_2 MARIMO, Fe と Zr の元素比。

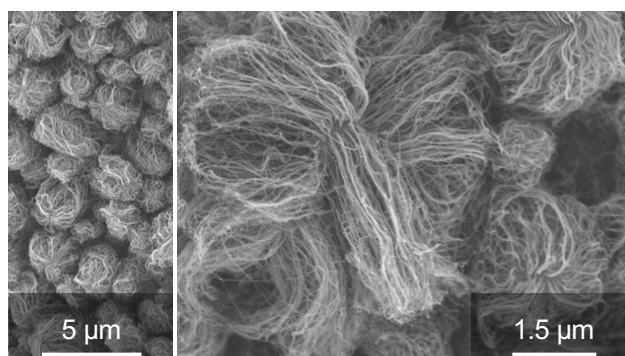


図 2. CNT-球状金属酸化物複合材料。

文献

- [1] H. J. Dai, *Surf. Sci.*, **2002**, 500, 218–241.