

課題番号 : F-13-NU-0021
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : 金属酸化物ナノロッドの構造解析とその電気的特性 (鉄酸化物ナノロッドの成長条件と構造解析)
Program Title (English) : The growth condition and structural analysis of iron oxide nanorods
利用者名 (日本語) : 平山 聖太郎、徳永 智春
Username (English) : Kentaro Hirayama, Tomoharu Tokunaga
所属名 (日本語) : 名古屋大学 量子工学専攻
Affiliation (English) : Department of Quantum Engineering, Nagoya University

1. 概要 (Summary)

一次元ナノ構造体であるナノロッドは、量子サイズ効果や表面効果といったナノサイズ特有の性質を有することからナノテクノロジー分野で研究されており、触媒やセンサー、電子デバイスへの応用が検討されている。その中でも鉄酸化物系ナノロッドは、純鉄を酸素雰囲気中で加熱するという簡便な方法により得られるため、注目を集めている材料の一つである。しかしながら、その成長条件や詳細な構造については未だ明らかにされていない。そこで本研究では、鉄酸化物ナノロッドを作製し、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて、成長加熱温度帯の調査とそれに伴う形状の変化、成長基板とナノロッドの断面観察、及び透過電子顕微鏡(TEM)を用いて構造解析を行った。

2. 実験 (Experimental)

ナノロッド成長用基板として厚さ 50 μm 、純度 99.95%の鉄箔を用いた。この鉄箔を大気中で 300~900 $^{\circ}\text{C}$ において 30 分間加熱し、走査型電子顕微鏡 (SEM、Hitachi S-4300)を用いてナノロッドの成長加熱温度の調査及びその形状を観察した。また、基板表面の一部を削り取ることで、基板とナノロッドの断面の観察を行った。さらに大気中、700 $^{\circ}\text{C}$ 、30 分間加熱の条件で成長させた鉄酸化物ナノロッドを TEM 用グリッド上に落とした TEM 試料を作製し、透過型電子顕微鏡(TEM、日本電子株式会社 JEM-2010F)を用いて構造解析を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

鉄酸化物ナノロッド (以下、ナノロッド) の成長を調査した結果、大気圧中加熱では、400~800 $^{\circ}\text{C}$ の範囲で成長が確認された。大気圧中700 $^{\circ}\text{C}$ で熱処理を行い、成長させたナノロッドの SEM 像を Fig.1(a)に示す。ナノロッドの大まかな形状は、長さ約 4 μm 、厚さ約 20nm、

根本の幅が約 400nm で先端に向かうに連れ細くなっていく、平板状であった。成長が認められた大気圧中加熱においては、加熱温度が高くなるにつれてナノロッドの長さ、幅、厚さが増大することが明らかとなった。400 $^{\circ}\text{C}$ では、長さ約 1 μm 、根本幅 200nm、厚さ約 10nm であったが、800 $^{\circ}\text{C}$ では、長さ約 8 μm 、根本幅約 600nm、厚さ約 50nm まで変化した。また、基板とナノロッドの断面観察 SEM 像を Fig.1(b)に示す。基板内部の構造は粒径の大きい粒の上に小さい粒が重なっている構造であり、最表面の粒からナノロッドが成長していることが見て取れる。さらに高分解能 TEM 観察及び同視野から得られた電子回折図形によりナノロッドの構造解析を行ったところ、[110]方向に成長する $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ナノロッドであることが確認された。

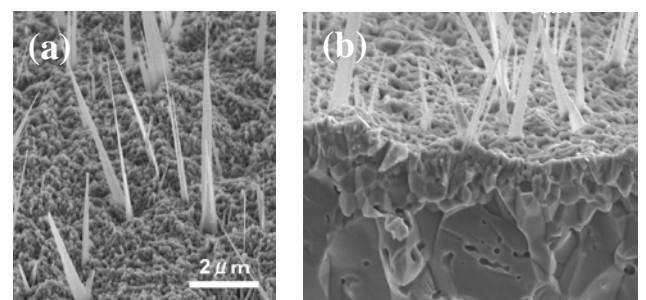


Fig.1 SEM images of (a) Fe_2O_3 nanorods and (b) interface between nanorods and substrate

4. その他・特記事項 (Others)

今後、TEM を用いて基板とナノロッドの界面を観察し、ナノロッド成長の基板方位依存性を調査する。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

K. Hirayama, “鉄酸化物ナノロッドの成長条件探索と構造解析”, 第 23 回学生による材料フォーラム, 平成 25 年 11 月 1 日

6. 関連特許 (Patent)

なし。