

課題番号 : F-18-NU-0012
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : Vapor-Liquid-Solid 成長モードによる機能性酸化物ナノワイヤー成長に関する研究
Program Title (English) : Study on nanowire growth of functional materials via Vapor-Liquid-Solid growth mode
利用者名(日本語) : 一野祐亮、伊東佑馬
Username (English) : Y. Ichino, Y. Ito
所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Nagoya University
キーワード/Keyword : 機能性酸化物、ナノワイヤー、VLS 成長、形状・形態観察、分析

1. 概要(Summary)

本研究では、導電性酸化物や酸化物超伝導体をナノサイズで複合化することによって大幅に機能性を向上させることを目的としている。その基礎検討として、Vapor-Liquid-Solid 成長モードを用いて、酸化スズ(SnO_2)や $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 超伝導体のナノワイヤーを成長させる検討を行った。成長温度やフラックス量などの成長条件がナノワイヤーの形態に与える影響を明らかにするために、高分解能電子顕微鏡による微細構造観察を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 走査型電子顕微鏡(日立ハイテクフィールドディング社製 S5200)

【実験方法】

今年度は主に SnO_2 ナノワイヤーの作製を行った。 SnO_2 ナノワイヤーはパルスレーザー蒸着(PLD)法を用い $\text{LaAlO}_3(100)$ 単結晶基板に、以下の手順で作製した。

真空チャンバー内に Au と SnO_2 のターゲットと基板を設置し、ロータリーポンプとターボ分子ポンプを用いて、 1.0×10^{-3} Pa まで真空引きを行った。まず、基板に液相となる Au を室温にて膜厚 1~10 nm 蒸着した。つぎに Ar 分圧を 5~100 Pa 程度に制御した。Au を液相にするために、基板温度を 700°C に加熱し、 SnO_2 を 7.5~25 min 蒸着した。蒸着後、基板温度が 50°C 程度まで下がった後、チャンバーを大気開放し、基板とターゲットを取り出した。 SnO_2 蒸着時のレーザーエネルギー E_L は 30~80 mJ、レーザースポットサイズ S は 1.0~5.0 mm²、レーザー繰り返し周波数は 2 Hz とし、 E_L と S がナノワイヤーの直径、数密度に与える影響について検討した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(a)に、Au 膜厚 5 nm、Ar 分圧 10 Pa、 SnO_2 蒸

着時間 25 min の条件で作製した試料の表面 SEM 像を示す。 SnO_2 ナノワイヤーが成長していることがわかる。つぎに、様々な E_L や S で蒸着したナノワイヤーの数密度を Fig. 1(b)に示す。ナノワイヤーの直径は 5~55 nm 程度であった。数密度は低 E_L かつ低 S の条件で $20/\mu\text{m}^2$ 以上が得られた。以上から、レーザー条件によって SnO_2 ナノワイヤーの直径や数密度が制御出来ることがわかった。

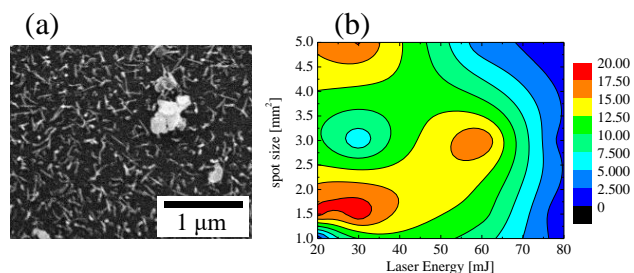


Fig. 1 (a) SEM image of SnO_2 nanowires. (b) Contour plot of number density of SnO_2 nanowire depending on laser energy and the spot area.

4. その他・特記事項(Others)

- ・Vapor-Liquid-Solid 成長: 結晶成長の核となる固相上に液相を設け、気相から固相原料を供給することで固-液界面で結晶成長が進行する結晶成長モード。
- ・パルスレーザー蒸着(PLD)法: 薄膜原料の固体(ターゲット)にパルスレーザーを照射することで蒸発させ、ターゲットに対向して置かれた基板に薄膜を形成する物理気相エピタキシャル薄膜法の一種。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 伊東佑馬、一野祐亮、土屋雄司、吉田隆、平成 30 年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 H1-8、名城大学、愛知、2018 年 9 月 3 日-4 日(オーラル)

6. 関連特許(Patent)

なし。