

課題番号 : F-18-OS-0024  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名 (日本語) : 機能性酸化物を用いたナノ構造体作製と評価  
 Program Title (English) : Fabrication of functional oxide nano-structures  
 利用者名 (日本語) : 神吉輝夫、服部梓、山本真人、Alexis Borowiak、Rupali Rakshit、頓田佐映子、  
 榊奈津子、近成将司、辻佳秀、川本大喜、安西勇人、村岡敬太、遠藤史也、谷村 俊樹、  
 玄地真悟、山中天志、鈴木寿弥、野中信  
 Username (English) : T. Kanki, A. Hattori, M. Yamamoto, A. Borowiak, R. Rakshit, S. Tonda, K. Sakai,  
 M. Chikanari, Y. Tsuji, T. Kawamoto, Y. Anzai, K. Muraoka, F. Endo, T. Tanimura,  
 S. Genti, T. Yamanaka, T. Suzuki, S. Nonaka  
 所属名 (日本語) : 大阪大学 産業科学研究所  
 Affiliation (English) : ISIR, Osaka University

### 1. 概要 (Summary)

機能性酸化物薄膜のナノスケール化は、電子相転移制御や量子効果等のナノ物性の興味に加え、低電力駆動、高集積化に直結する重要な課題である。そこで、我々は、酸化物トップダウン・ボトムアップナノテクノロジーを融合した技術的方法論を確立し、酸化物ナノ構造の作製、及び新奇ナノエレクトロニクスの開拓を行っている。

### 2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】 ナノインプリント装置、リアクティブイオンエッチング装置、超高精細電子ビームリソグラフィ装置、RF スパッタ成膜装置

#### 【実験方法】

上記装置群を用いて酸化物薄膜の微細加工を行った。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

二酸化バナジウム ( $\text{VO}_2$ ) は 300K 付近で、構造相転移を伴った金属-絶縁体転移 (MIT) を起こし、3 桁以上もの抵抗変化を示す材料としてよく知られている。 $\text{VO}_2$  薄膜では、MIT 温度付近において、金属相と絶縁体相の 2 つの異なる電子相が数十 nm の大きさで混在していることがこれまでに報告されており、ドメインの数、配置、配列は電気物性の特性を大きく変化させる。本報告では  $\text{VO}_2$  の単一電子相の電気特性を調べるために 20 nm の電極ギャップを持つ単結晶  $\text{VO}_2$  ナノワイヤー薄膜を作製し、これまでの薄膜では見られない急峻な単一抵抗跳躍の観測に成功した。パルスレーザデポジション法により  $\text{TiO}_2(001)$  基板上に単結晶  $\text{VO}_2$  薄膜を作製し、ナノインプリントリソグラフィ法を用いて、ナノワイヤー構造に加工した。また電子線描画装置 125KV-EB を用いてでパターンニングを行い、電極を作製した。Figure 1(a),(b)は作製したデバイスの SEM 像で、 $\text{VO}_2$  幅 100 nm、電極間距離 2  $\mu\text{m}$ 、及び 20 nm の領域を示す。Figure 1(c)では多数のド

メイン構造によるマルチステップ MIT が観測された一方で、は  $\text{VO}_2$  薄膜、電極間距離が 20 nm における温度に対する抵抗変化は、1 段階の巨大な抵抗変化の観測に成功した (Figure 1(d))。

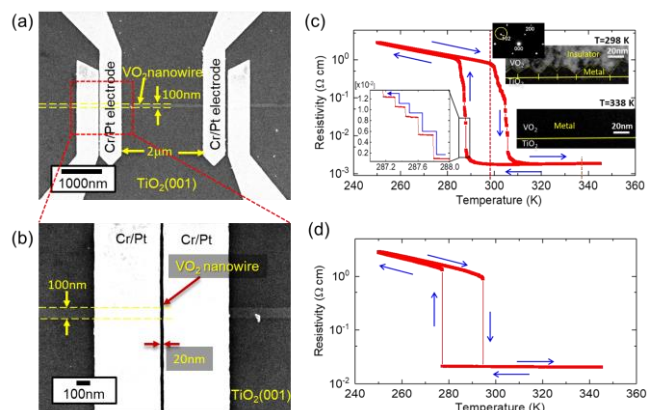


Figure 1 Scanning electron microscopy images of 100-nm-wide  $\text{VO}_2$  wires with (a) 2- $\mu\text{m}$  and (b) 20-nm electrode gaps and temperature dependence of resistivity in the  $\text{VO}_2$  nanowires with (c) 2- $\mu\text{m}$  and (d) 20-nm electrode gaps.

### 4. その他・特記事項 (Others)

関連課題番号 : S-18-OS-0020

### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) Y. Tsuji, T. Kanki, Y. Murakami and H. Tanaka, Applied Physics Express Vol. 12 (2019) 025003.
- (2) M. Chikanari, T. Kanki, T. Wei and H. Tanaka, Applied Physics Letters Vol.113 (2018) 053102.

### 6. 関連特許 (Patent)

なし。