

課題番号 : F-16-OS-0016  
 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、譚 ゴオン、頓田 佐映子、Wei Tingting、左海 康太郎、坪田 智司、中澤 密、李 明宇、近成 将司、林 慶一郎、樋口 敬之、辻 佳秀、川本 大喜、横川 隆信、Alexis Borowiak  
 Username (English) : T. Kanki, A. Hattori, M. Yamamoto, W. Tingting, K. Sakai, T. Tsubota, H. Nakazawa, L. M. Yu, M. Chikanari, K. Hayashi, Y. Higuchi, Y. Tsuji, T. Kawamoto, T. Yokogawa, A. Borowiak  
 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 (UV-NIL)、リアクティブイオンエッチング装置、MBE、イオンミリング装置

#### 【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)

#### ■ Mn 酸化物ナノ細線電気二重層液体トランジスタ

強相関電子系酸化物である (La,Pr,Ca)MnO<sub>3</sub> (LPCMO)での相転移は数十-数百 nm サイズの相分離した強磁性金属相と電荷秩序型絶縁体相が担っており、絶縁体-金属転移 (IMT) 発現の最小単位である単一電子相の物性をデバイスとして制御した新奇ナノデバイス展開を目指して、50-100 nm 線幅のLPCMO ナノウォール細線をチャンネルとした電気二重層液体トランジスタ (EDLT) 構造の創造を試みた。Fig. 1(a)に線幅 80 nm のナノ細線 EDLT を示す。線幅 80 nm のLPCMO ナノウォール細線をチャンネルに持つ FET の創製に成功した。

このナノ細線 EDLT のゲート電圧印加時のチャンネルの抵抗の温度依存性 (R-T) を Fig. 1(b) に示す。V<sub>G</sub> = 0 V では 96 K で IMT が起きているが、-2 V 印加により

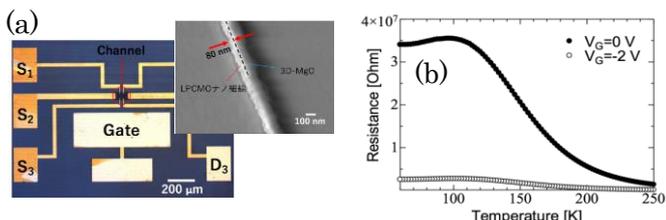


Fig. 1 (a) An EDLT structure with LPCMO nw channel. An inset shows 80 nm width LPCMO nw. (b) The RT curves for the LPCMO nw EDLT under 0 voltage (black) and -2 voltage application (white circle).

転移温度の高温シフト、抵抗変化率の減少が観測された。今後はチャンネルのナノ構造化の効果を明らかにし、ナノデバイス展開への指針を得ていく。

#### ■ 強相関物質/二次元半導体ヘテロ構造

強相関物質/二次元半導体ヘテロ構造は、新奇な電子・光機能を示す可能性があり、将来のデバイス基盤として期待できる。本研究では、電子線リソグラフィ装置などの微細加工装置を利用し、350K 付近で金属-絶縁体相転移を示す強相関酸化物である二酸化バナジウム (VO<sub>2</sub>) と、二次元層状半導体であるニセレン化タングステン (WSe<sub>2</sub>) とのヘテロ構造を初めて作製した。Fig. 2 に作製した WSe<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub> ヘテロ構造デバイスの光学顕微鏡像と、電流電圧特性の結果を示す。VO<sub>2</sub> が絶縁状態にある 300 K から金属状態にある 380 K まで温度を上昇させると、正バイアスにおいてのみ抵抗値が劇的に減少することが分かった。この結果は、VO<sub>2</sub> と適切な半導体を組み合わせることによって、

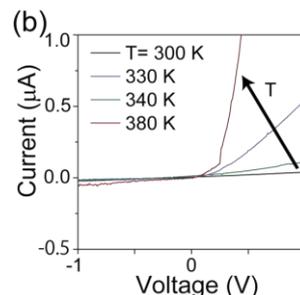
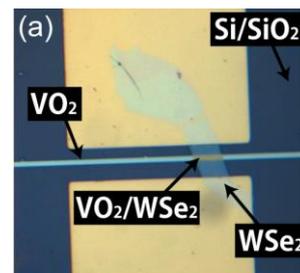


Fig. 2 (a) An optical image and (b) current-voltage characteristics of a VO<sub>2</sub>-WSe<sub>2</sub> heterostructure.

これまでにはない、整流性を有する金属-絶縁体相転移デバイスを創製できることを意味しており、今後の電子・光デバイス展開を期待させるものである。

### 4. その他・特記事項 (Others)

・関連する課題番号 ; S-16-OS-0012

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

H.Nakazawa et al, 第77回 応用物理学会春季学術講演会, 平成28年9月15日

### 6. 関連特許 (Patent)

なし。