

課題番号 : F-19-OS-0011
 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、Rupali Rakshit、頓田佐映子、榊奈津子、遠藤史也、
 玄地真悟、山中天志、野中信、余博源、Umar SIDIKI、難波央、平尾成
 Username (English) : T. Kanki, A. Hattori, M. Yamamoto, R. Rakshit, S. Tonda, N. Sakaki, F. Endo,
 S. Genti, T. Yamanaka, S. Nonaka, B. Yu, U. Sidiki, A. Namba, A. Hirao
 所属名 (日本語) : 大阪大学 産業科学研究所
 Affiliation (English) : ISIR, Osaka University
 キーワード/Keyword : 機能性酸化物薄膜, 遷移金属ダイカルコゲナイド, リソグラフィ・露光・描画装置

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】

超高精細電子ビームリソグラフィ装置、リアクティブイオンエッチング装置、イオンシャワーエッチング装置、ナノインプリント装置

【実験方法】

上記装置群を用いて酸化物薄膜の作製・評価を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

金属-絶縁体相転移(MIT)を示す材料を電極とした「相転移トランジスタ」は、次世代の低消費電力素子として期待されている。相転移トランジスタにおいて高性能動作を実現させるためには、相転移材料とチャネルを形成する半導体材料との界面特性に関する知見が重要となる。本研究では、室温近傍で巨大な抵抗変化を伴う MIT を示す二酸化バナジウム(VO_2)を電極、原子レベルまで薄くても優れた半導体特性、化学的安定性を有する遷移金属ダイカルコゲナイドをチャネルとしてトランジスタを作製し、その界面特性を調べた。Fig. 1(a)は実際に作製した VO_2 をソース、ドレイン電極とした MoS_2 トランジスタの光学顕微鏡像である。この素子の輸送特性を VO_2 が絶縁体である 300 K

と、金属状態である 400 K で測ったものを Fig. 1(b)に示す。挿入図にあるように MIT に伴い VO_2 の電気抵抗値は数桁ほど変化する一方で、トランジスタのドレイン電流はわずかに数倍しか変化しないことが分かった。これは、 VO_2 と MoS_2 との接合においてフェルミ準位が伝導帯端付近にピンニングされ、ショットキー障壁が形成されていることを示唆している。今回の研究によって、相転移トランジスタでは、ショットキー障壁を低減させることが高性能動作実現への鍵であることを明らかにした。

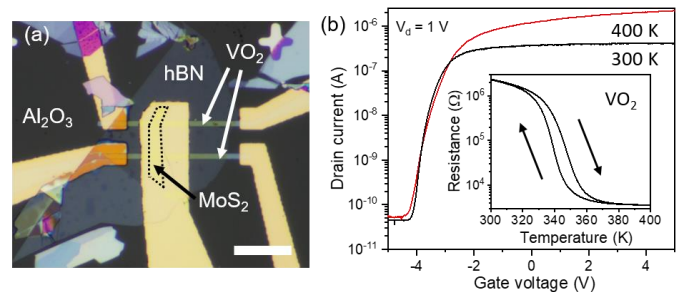


Fig. 1. (a) Optical image of a phase-transition transistor based on VO_2 and MoS_2 . (b) Transfer characteristics of the transistor measured at 300 and 400 K. The inset shows the resistance-temperature curves of VO_2 wires used as electrodes.

4. その他・特記事項 (Others)

各装置の操作方法について御指導していただいた支援員の方に感謝いたします。

関連課題番号 : S-19-OS-0006

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) M. Yamamoto, R. Nouch, T. Kanki, A. N. Hattori, K. Watanabe, T. Taniguchi, K. Ueno and H. Tanaka, ACS Appl. Mater. and Inter. Vol.11 (2019) 3224

6. 関連特許 (Patent)

なし