

六方晶窒化ホウ素上の相変化酸化物薄膜の 局所ナノ構造を用いた低電圧抵抗スイッチ機能設計

Design of Resistive Switching Functionality on Phase Change Oxide Thin Films on Hexagonal Born Nitride using Local Nano-Structures

阪大産研¹, 阪大先導的学際研究機構スピントロニクス学際研究部門², 東京工科大³, 物質・材料研究機構⁴
○(M2)富田雄揮¹, 李好博^{1,2}, 服部梓¹, 中弘周³, 若山裕⁴, 渡邊賢司⁴, 谷口尚⁴, 田中秀和^{1,2}

SANKEN, Osaka Univ.¹, Spintronics Research Network Division, OTRI, Osaka Univ.²,
Tokyo Univ. of Technology³, National Institute for Materials Science (NIMS)⁴

○Y.Tomita¹, H.-B. Li^{1,2}, A.N.Hattori¹, S.Nakaharai³, Y.Wakayama⁴, K.Watanabe⁴, T.Taniguchi⁴, H.Tanaka^{1,2}

E-mail: yuki.tomita051677@sanken.osaka-u.ac.jp

【はじめに】電子相変化に伴う抵抗変化を示す VO₂, SmNiO₃ などの機能性酸化物や、低次元物性を示す 2 次元材料は新規なスイッチやトランジスタチャンネル材料としての展開が期待されている。我々は 2 次元材料の六方晶窒化ホウ素 (hBN) 単結晶上では格子ミスマッチに制限されず高品質な薄膜の成長が可能であり、その電子相変化を発現するドメインはサブマイクロサイズであることを報告してきた[1]。個々のドメインを局所的にスイッチさせることができれば、低電力駆動が可能な抵抗変化素子となりうる[2]。本研究では、人工および自然狭窄構造を有する VO₂ を hBN 単結晶上に形成し、局所的な電流集中によるドメインスイッチの制御を試み、その比較を行った。

【実験】Si 基板上へ転写した単結晶 hBN フレーク上に、膜厚約 70nm の VO₂ をパルスレーザ堆積法により成膜し、フォトリソグラフィにより 2 端子 Pt/Cr 電極を付与した、(1)均一幅マイクロワイヤ構造、(2)幅を系統的に制御した人工ナノ狭窄構造 (最小狭窄幅約 400nm)、(3)電極ギャップ中に単結晶 hBN フレークの層状段差(約 20nm)を挟んだ自然ナノ狭窄構造を、約 100 素子作成した。相転移温度近傍である約 50°Cにおいて、電流-電圧測定を行い、抵抗スイッチ特性を観察した。

【結果】Figure 1 にそれぞれの代表的な光学顕微像性を示す。人工および自然ナノ狭窄構造を有する二端子素子においては、低電圧での微小な抵抗スイッチが観測された。これは狭窄部分に電流が集中し、そこに存在するドメインが、順次ジュール熱誘起相転移を誘発した結果であり、狭窄幅の制御により低電圧多段階スイッチを設計できる。応用展開においては CVD 法で成長させた大面積 hBN シートの利用が有望であるが、このような狭窄構造は、多結晶粒界に自ずと形成されるため、本知見はフレキシブル機能性酸化物薄膜応用に繋がると期待される。

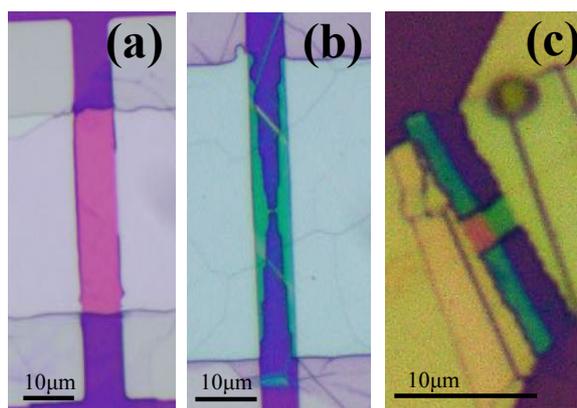


Fig.1 Optical microscope images of (a) VO₂ microwire, (b) VO₂ artificial nano-constriction, (c) VO₂ natural nano-constriction structures on hBN single crystal, respectively.

[1] S. Genchi, H.Tanaka *et al*, *Sci. Rep.* 9 (2019) 2857

[2] S. Genchi, H.Tanaka *et al*, *Jpn. J. Appl. Phys.*,62 (2023) SG1008