

# 六方晶窒化ホウ素上 VO<sub>2</sub> の金属絶縁体相転移に伴う抵抗変化の素子サイズ依存性

## Device size dependence on the metal-insulator transition-mediated resistivity change in VO<sub>2</sub> grown on hexagonal boron nitride

玄地真悟<sup>1</sup>、山本真人<sup>1</sup>、神吉輝夫<sup>1</sup>、渡邊賢司<sup>2</sup>、谷口尚<sup>2</sup>、田中秀和<sup>1</sup>

1. 阪大産研、2. 物材機構

S. Genchi<sup>1</sup>, M. Yamamoto<sup>1</sup>, T. Kanki<sup>1</sup>, K. Watanabe<sup>2</sup>, T. Taniguchi<sup>2</sup>, H. Tanaka<sup>1</sup>

(1. Osaka Univ., 2. NIMS)

E-mail: genchi77@sanken.osaka-u.ac.jp

二酸化バナジウム (VO<sub>2</sub>) は、室温近傍で金属-絶縁体相転移(MIT)を示し、それに伴い巨大かつ急峻に抵抗が変化することから、新奇スイッチ素子への応用が見込まれている。これまでの研究において、薄膜状のVO<sub>2</sub>はわずかに異なる転移温度を持つ単位(ドメイン)から構成されており、そのためMITに伴う抵抗変化がバルク単結晶に比べてなだらかになることが知られている<sup>1</sup>。したがって、VO<sub>2</sub>を素子へと応用展開させるためには、素子サイズをドメイン程度まで縮小させ、単結晶に相当する急峻な抵抗変化を実現する必要がある<sup>2</sup>。我々はこれまでに、転写可能な絶縁性層状物質である六方晶窒化ホウ素(hBN)上で良好なMIT特性を示すVO<sub>2</sub>薄膜の成長を実現し、フレキシブル素子などVO<sub>2</sub>の新たな応用展開の可能性を見出している<sup>3</sup>。しかし、hBN上VO<sub>2</sub>薄膜におけるドメインのサイズは未知であり、急峻な抵抗変化を得るために必要な素子サイズも明らかではない。

そこで本研究では、hBN上VO<sub>2</sub>のMITに伴う抵抗変化が、その素子サイズとともにどのように変化するかを調べた。過去にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>基板上に成長させたVO<sub>2</sub>薄膜においては、結晶粒とドメインが同程度の大きさであることが報告されている<sup>1</sup>。したがって、本研究ではまず、パルスレーザー堆積法で膜厚50nmほどのVO<sub>2</sub>薄膜をhBN上に形成した後、その結晶粒の大きさを原子間力顕微鏡法(AFM)によって評価した(Fig. 1a)。その結果、結晶粒のサイズは平均491nmであり、最大で1.8μmまで及ぶことが分かった。この知見を元に、Fig. 1bの光学顕微鏡像で示すように電極間距離が41μm、VO<sub>2</sub>の線幅が37μmの素子(Device 1)と、電極間距離が6μm、VO<sub>2</sub>線幅が8μmの素子(Device 2)をフォトリソグラフィによってそれぞれ作製し、それらのMITに伴う抵抗変化を比較した。Fig. 1cにそれぞれの素子の電気抵抗値-温度特性を示す。どちらの素子においても、温度変化に伴う抵抗の“飛び”が観測されたが、サイズがより小さいDevice 2においては抵抗の飛び幅が大きくなることが分かった。この抵抗の飛びは、素子中の一つのドメインがMITを起こすことに由来しており、ドメインサイズが数10nmであるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>上VO<sub>2</sub>を用いて作製したマイクロスケールの素子では観測されない。したがって、今回得られた結果は、hBN上VO<sub>2</sub>のドメインサイズがAFMで観測された結晶粒と同程度のマイクロスケールであることを示唆しており、素子サイズをさらに数100nmオーダーまで縮小すれば、バルク単結晶のような一つ飛びの急峻な抵抗変化の実現を期待させるものである。

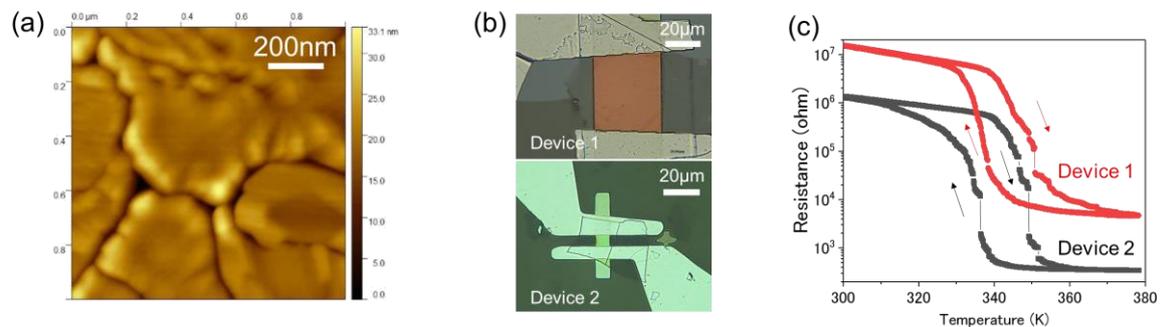


Figure 1 (a) AFM image of VO<sub>2</sub> grown on hBN. (b) Optical images of VO<sub>2</sub>/hBN devices with different sizes. (c) Resistance-temperature characteristics of the devices.

1. M. M. Qazilbash, et al. *Science* (2007)、2. Y. Tsuji, T. Kanki, H. Tanka *et al.*, APEX(2019) *in press*、3. 玄地 他、第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 18p-223-3