六方晶窒化ホウ素をゲート絶縁体として用いた VO_2 FET における高効率抵抗変調

Effective resistance modulation in a VO_2 FET with hBN as a gate insulator

○(M1)安西勇人[1]、山本真人[1]、神吉輝夫[1]、渡邊賢司[2]、谷口尚[2]、松本和彦[1]、田中秀和[1]

1. 阪大産研、2. 物材機構

○Y. Anzai[1], M. Yamamoto[1], T. Kanki[1], K. Watanabe[2], T. Taniguchi[2], K. Matsumoto[1], H. Tanaka[1]

(1. Osaka Univ., 2. NIMS)

E-mail: anzai11@sanken.osaka-u.ac.jp

強相関電子系材料である二酸化バナジウム(VO_2)は、熱や光、歪みなどのわずかな外場によって、超高速に金属―絶縁体相転移を引き起こすことが知られている。この VO_2 の金属―絶縁体相転移を電場によって制御できれば、超高速性・超低消費電力性を有する電界効果トランジスタ(Field Effect Transistor: FET)へと応用できる可能性がある。これまでの研究において、SiO_2 や HfO_2 などの酸化膜をゲート絶縁体として用いた VO_2 FET が作製されているが、ゲート酸化物と VO_2 との界面におけるラフネスやキャリアトラップによる電子散乱のため、それらの抵抗変調率は 1%以下と非常に低かった[1]。本研究では、界面が原子レベルで平坦でトラップサイトが非常に少ない層状物質である六方晶窒化ホウ素(hBN)を VO_2 FET におけるゲート絶縁体として用いることで(Fig. 1a)、高い抵抗変調率を実現したので報告する。

VO_2 薄膜は、パルスレーザー堆積法によって TiO_2(001)基板上に膜厚 10 nm ほど形成し、長さ 30 μm、幅 5 μm の大きさに加工した。ソース・ドレイン電極を作製した後、VO_2 チャネル上へ膜厚 90 nm ほどの hBN 薄膜を転写し、トップゲート電極を作製した(Fig. 1b)。Fig. 1c に、作製した VO_2 FET におけるドレイン電流の時間発展を示す。hBN を介して正のゲート電圧を印可すると、ドレイン電流が急峻に上昇する様子が観察された。特に、30 V のゲート電圧印可に対して 4.4%の高い抵抗変調率が得られ、この値はゲート酸化膜を用いた VO_2 FET における抵抗変調率よりも一桁以上大きいものである。

この結果は、hBN が VO_2 FET における低界面散乱ゲート絶縁体として有用であることを示している。また、hBN は原子レベルまで薄くしても優れた絶縁性・誘電性を保つため、数原子層の hBN 超薄膜を用いれば、ゲート電圧印可による金属―絶縁体相転移の誘起も期待される。

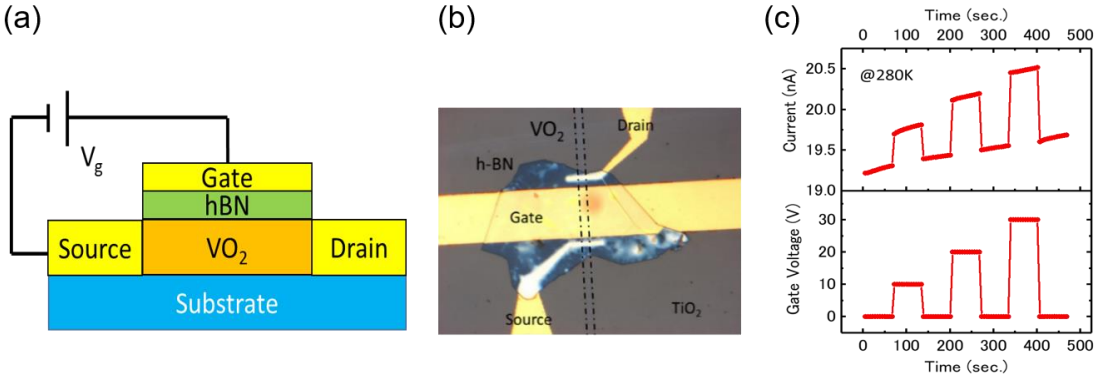

Figure 1. (a) Schematic and (b) optical images of a VO_2 FET with a hBN as a gate insulator on top. (b) Time evolution of the drain current in the VO_2 FET under gating.

参考文献

1. Martens, K. *et al.*, Phys. Rev. Lett. 2015, 115, 196401.

© 2018年 応用物理学会